



## Determination of relationship water-yield of inoculated and uninoculated soybean in different irrigation water level

Farklı sulama düzeylerinde yetiştirilen bakteri aşı ve aşısız soyanın su verim ilişkilerinin belirlenmesi

Zeynep KARAKAYA<sup>1</sup> , Berkant ÖDEMİŞ<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Antakya-Hatay, Turkey.

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

#### Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi /Received:09.10.2019

Kabul tarihi/Accepted:16.12.2019

#### Keywords:

Soybean, deficit irrigation, inoculation, stomatal conductance, chlorophyll content.

Corresponding author: Berkant ODEMIS

✉: [bodemisenator@gmail.com](mailto:bodemisenator@gmail.com)

### Ö Z E T / A B S T R A C T

**Aims:** 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).

**Methods and Results:** In the experiment, five irrigation level (as a depletion of available water content water, 25(I<sub>25</sub>), 50(I<sub>50</sub>), 75(I<sub>75</sub>), 100(I<sub>100</sub>) and 125%(I<sub>125</sub>) 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.

**Conclusions:** The amount of irrigation water were found to be influential on the seed yield, the weight of 1000 seeds, the fat and protein contents, and dry matter content of the plant in the blooming and harvest. But no effect on the number of pod and flowers in blooming were observed. The chlorophyll content and stomatal conductance tended to decrease in all treatments toward the end of the irrigation season.

**Significance and Impact of the Study:** In the Amik Plain, no detailed study on soybean water yield relationships conducted. This research revealed the need for irrigation water and plant water consumption of soybean in Amik Plain.

**Atif / Citation:** Karakaya Z, Odemis B (2019) Determination of relationship water-yield of inoculated and uninoculated soybean in different irrigation water level. *MKU. Tar. Bil. Derg. 24 (Özel Sayı) :278-289*

## GİRİŞ

Kısıtlı sulama, tarımsal su gereksiniminin azaltılmasında, bitki su kullanım etkinliğinin arttırılabilmesinde ve sulanmayan alanların sulamaya açılmasına olanak sağlayan önemli bir sulama stratejisidir. 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. Dünyanın en

önemli bitkilerinden biri olan Soya, (*Glycine max.*) 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. Türkiye'de soya üretimi 1987 yılına kadar artış göstermiş anılan yıldaki üretimi 250 bin tona ulaşmıştır. Üretim miktarı 2002 yılında 75 bin tona, 2004'te 25 bin ton'a gerilemiştir (Haskınacı, 2004). 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 ekilmektedir (Öner, 2006).

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). Önemli bir baklagil bitkisi olan soya, uygun bakteri aşılması ve demir uygulaması ile dekara 10-30 kg saf azot kazandırma kapasitesine sahip, ekolojik bir bitki olup, en yüksek azot bağlama zamanı, çiçeklenme dönemlerinde gerçekleşmektedir (Doğan ve ark, 2008).

Soya fasulyesi gelişimi iki ayrı safhada tanımlanmaktadır. İlki çıkıştan çiçeklenmeye kadar olan dönem, vejetatif gelişme dönemleri (V), çiçeklenmeden olgunlaşmaya kadar olan dönem ise generatif dönem (R) olarak tanımlanmaktadır. Vejetatif dönemler; çıkış (VE), kotiledon (C), ilk boğum (V1), n. boğum (Vn) dönemleridir. Generatif dönemler ise, çiçeklenme başlangıcı (R1), tam çiçeklenme (R2), bakla başlangıcı (R3), tam bakla (R4), tane başlangıcı (R5), tane (R6), olgunlaşma başlangıcı (R7) ve olgunluk (R8) dönemlerini kapsamaktadır. Soya bitkisi suya hassas bir bitkidir. Uzun süreli kuraklığa dayanamaz. Tam sulama ile kıyaslandığında kısıtlı su ve susuz koşullardaki su tüketimi sırasıyla %17 ve %68 daha az gerçekleşir (Cox ve Jolliff, 1986). Farklı gelişme dönemlerinde oluşturulan su stresi %20'den %40'a çıkartıldığında, kuru madde miktarını %25-34, verimi %18-30 oranında azaltmaktadır (Vearella, 1998). Benzer biçimde su stresi tane verimini %39 azaltabilir (Brededan ve Egli, 2003). Amik Ovasında sulama suyu gereksinimi 394 mm ve Et (evapotranspirasyon) 396 mm, en yüksek aylık Et 185.5 mm ile Ağustos ayında belirlenmiştir. Bitki katsayısı (kc), en yüksek 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).

Soyanın uygun sulama suyu miktarı çimlenme için elverişli kapasitenin %15-50'si arasında olmalıdır. Vejetatif gelişme dönemi boyunca su eksikliği veya aşırı sulama gelişme geriliğine neden olmaktadır. Su eksikliğine en hassas dönem çiçeklenme ve verim oluşum döneminin başlangıcıdır (bakla gelişimi). Verim oluşum dönemi boyunca toprağın, bakla dolumu ve yüksek verim için elverişli kapasitenin %50'sinden fazlasını tüketmesi sakıncalıdır. Çiçeklenme döneminde toprak nemi elverişli kapasitenin %50'sinden az, %85'inden fazla olmamalıdır. Vejetatif gelişme dönemleri ve özellikle bitkinin olgunlaşmaya yakın olduğu dönemlerde su uygulamasının azaltılmasıyla sudan tasarruf sağlanabilir. Ancak geç çiçeklenme ve erken bakla oluşumu dönemlerinde sudan tasarruftan elden geldiğince kaçınılmalıdır (Doorenbos ve Kassam, 1979). R4, R5 ve R6 dönemlerinde yapılan tek sulamanın verimde farklılık yaratmadığı ve susuz konuya göre ancak %20 daha fazla verim elde edilmiştir (Sweeney ve ark., 2003). R4 dönemindeki sulamanın R5 ve R6 daki sulamalardan daha fazla tohum ağırlığına neden olur. Sulama suyu miktarı tohumdaki proteine az miktarda, yağ içeriğine ise değişken oranlarda etki etmiştir. Araştırmacılar kısa süreli stresin R4 ile R6 dönemlerinde verimi olumsuz etkileyebileceğini, 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 arttırmıştır. R4 ve R6 dönemlerindeki sulamalarda bu durum görülmemiştir. Elde edilen sonuçlar; farklı gelişme dönemlerinde yapılan tek sulamaların erkenci çeşitlerde verim ve kaliteyi etkileyebileceğini, 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 ortaya koymuştur. Sincik ve ark. (2008), yarı nemli Bursa koşullarında, tam sulama uygulamasında en yüksek verim (3760 kg ha<sup>-1</sup>) elde edilirken sulanmayan konuda en düşük verim (2069 kg ha<sup>-1</sup>) ve %45 daha az tohum verimi elde edilmiştir.

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 verime etkisi ve kısıtlı suyun bitki fizyolojisindeki değişimlere etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Araştırma, Hatay İli sınırlarında Amik Ovası'nda 2014 yılında yürütülmüştür. Deneme alanı toprakları siltli killi olup sulama suyu kalitesi C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> düzeyindedir. Bölgede yazlar sıcak ve kurak; kışlar ılık ve yağışlıdır. Uzun yıllık (1945-2006) iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 20 °C'dir. Denemede 1.8 lt h<sup>-1</sup> debili, damlatıcı aralığı 40 cm olan damla sulama lateralleri kullanılmıştır. Denemede kullanılan Bravo çeşidinin olgunlaşma değeri 3.3, bitki boyu 100-110 cm, yağ oranı, %21-23, protein %36-38, bakla sayısı 50-55 adet/bitki, ilk bakla yüksekliği 14-16 cm, baklada dane sayısı 3-4 adettir.

### Yöntem

#### Bitki su tüketimi ve su-verim fonksiyonları

Deneme, bölünmüş parseller deneme desenine göre bakteri aşılı ve aşısız bitkilerde 5 farklı sulama düzeyinde konumlandırılmıştır. İlk sulama elverişli kapasitenin %50'si tüketildiğinde, sonraki sulamalar ise yaklaşık olarak 5-7 gün aralığında yapılmıştır. Sulama düzeyleri tüketilen suyun tamamının (I<sub>100</sub>), %75'inin (I<sub>75</sub>), %50'sinin (I<sub>50</sub>) %25'inin (%<sub>25</sub>) ve tam sulamanın %25 fazlasının (I<sub>125</sub>) uygulanması şeklinde planlanmıştır. Ekim, sıra arası 70 cm sıra üzeri 5 cm olacak şekilde yapılmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesinde, 90 cm toprak derinliği dikkate alınmıştır. Toprak nemi, gravimetrik yöntem (burgu yardımıyla) ile ve damlatıcıdan yaklaşık 15-20 cm uzaklıktan belirlenmiştir.

Bitki su tüketimi, toprak-su bütçesi  $Et = I + R - Dp - Ro \pm \Delta S$  eşitliğinden yararlanılarak belirlenmiştir (James, 1988). Eşitlikte; Et: Bitki su tüketimi (mm), I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm), R: Düşen yağış (mm), Dp: Drenaj miktarı (mm), Ro: Yüzey akış miktarıdır (mm)  $\Delta S$ : İki toprak nemi ölçümü arasındaki değişimi (mm) ifade etmektedir.

Oransal su tüketimi eksikliği ile oransal verim azalışı arasındaki ilişki Stewart ve ark., (1976) tarafından verilen  $1 - (Ya/Ym) = ky (1 - (Eta/Etm))$  eşitliği ile belirlenmiştir. Bu eşitlikte, Ya= gerçek verim (kg da<sup>-1</sup>), Ym=maksimum verim (kg da<sup>-1</sup>), ETa=mevsimlik gerçek su tüketimi (mm), ETm=mevsimlik maksimum su tüketimi (mm), ky=verim tepki etmenini göstermektedir.

Su kullanım etkinliği;  $WUE = Y/Et$  ve  $IWUE = Y/I$  eşitlikleri ile belirlenmiştir. Burada; WUE = Su kullanma randımanı (kg m<sup>-3</sup>), WUE= Sulama suyu kullanma randımanı (kg m<sup>-3</sup>), Et= Evapotranspirasyon (mm), Y= Uygulamalardan elde edilen soya verimi (kg da<sup>-1</sup>), I= Uygulanan sulama suyu miktarıdır (mm).

### Verim ve fizyolojik parametrelerinin belirlenmesi

#### Dane Verimi

Her tekerrürde 14 m<sup>2</sup>'lik alandan hasat edilen ve tartılan bitkiler harman edildikten sonra elde edilen tane ürünün tartılması ile;1000 Dane Ağırlığı: tane ürününden 4 adet 100 tohum sayıldıktan sonra tartılmış, elde edilen toplam 4'e bölünüp 10 ile çarpılması ile, Yağ ve Protein Oranlarının Belirlenmesi: NIT (Near Infrared Transmittance) cihazıyla, Bitki boyu: Deneme süresince çiçeklenme döneminden hasata kadar her 10 günde bir tüm konu ve tekerrürlerden belirlenen 10 adet bitkiden, Kuru madde miktarı (biyomas); Çiçeklenme döneminde (15 Temmuz 2013) ve hasat döneminde olmak üzere 2 kez, her tekerrürden tampon olarak kullanılan sıralardan 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 belirlenmiştir. Hasat dönemindeki biyomas örneklemede 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. 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.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Sulama suyu sonuçları

Araştırma süresince yaklaşık 7 gün aralıklarla toplam 10 sulama yapılmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarları 201.54 mm ile 807.12 mm arasında değişmiştir (Çizelge 1). Diğer araştırmalarda ise sulama suyu miktarları 663.1-456.2 mm (Candoğan, 2009) ve oyocomachi ve Toyohomere çeşitleri için sırasıyla 1058-263 mm ve 1094-272 mm (Çömlekçioğlu ve Şimşek (2011), olarak belirlemiştir. Araştırmalar genelde sulama ihtiyacının ikinci ürün soyada zorunlu olduğunu, ancak son yıllarda yağış azlığı ve toprakta suyun depolanma miktarının azalması nedeniyle etkili kök derinliğinde (90 cm) tutulan

suyun en az %50'den daha aşağıya düştüğünü bu durumun ilk üründe de sulamanın zorunlu hale getirdiğini göstermektedir (Tülücü, 2003).

Çizelge 1. Sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi ve su kullanım etkinliği

SD	I (mm)	Et (mm)		Verim (kg da <sup>-1</sup> )		WUE (kg m <sup>-3</sup> )		IWUE (kg m <sup>-3</sup> )	
		Aş	Aşz	Aş	Aşz	Aş	Aşz	Aş	Aşz
I <sub>25</sub>	201.54	253.51	319.04	218.90	198.56	0.82	0.59	1.03	0.94
I <sub>50</sub>	352.94	335.29	476.54	328.07	295.80	0.93	0.59	0.88	0.80
I <sub>75</sub>	504.33	550.50	458.17	431.80	409.10	0.75	0.85	0.81	0.77
I <sub>100</sub>	655.72	689.23	644.23	449.33	473.03	0.62	0.70	0.65	0.69
I <sub>125</sub>	807.12	781.71	778.41	468.27	518.73	0.57	0.63	0.55	0.61

SD: sulama düzeyi, WUE: su kullanma etkinliği, IWUE: Sulama suyu kullanma etkinliği, I: sulama suyu miktarı,

Et: Bitki su tüketimi

### Bitki Su Tüketimi (Et) Sonuçları

En fazla su tüketimi Aşılı I<sub>125</sub> uygulamasında 781.71 mm, aşısız uygulamada ise 778.41 mm olarak ölçülmüştür (Çizelge 1). Aşılı I<sub>100</sub> uygulaması esas alındığında Et 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 Aşılı I<sub>125</sub> sulama düzeyinde %13.46 oranında artmıştır. Benzer şekilde Aşısız I<sub>100</sub> konusu esas alındığında Et sırasıyla %28.88 (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. Araştırmalar, optimum verim için mevsimlik Et'nin farklı iklim alanlarında 380-730 mm (Kanamasu, 1979), 372 mm, 354 ve 405 mm arasında (Ünlü ve ark., 2010) değiştiğini, en yüksek günlük Et'nin 8-9 mm arasında olduğunu (Kanamasu, 1979), göstermektedir. Cox ve Jolliff (1986), soya fasulyesinin uzun süren kuraklığa dayanım gösteremediğini, Et'nin tam sulama konusuna göre kısıntılı sulama ve susuz koşullarda, sırasıyla %17 ve %68 daha az ölçüldüğünü saptamışlardır. Karam ve ark. (2005), Et değerini ilk yıl 720 mm ve ikinci yıl 652 mm olarak ölçmüşler ve gelişme dönemlerine göre yığılımlı ve ortalama günlük su tüketimlerini vejetatif gelişme döneminde 294 mm ve 4.3 mm, tam çiçeklenmeden bakla başlangıcına kadar 170 mm ve 8.0 mm, tam bakladan tam olgunlaşmaya kadar 299 mm ve 5.9 mm olarak belirlemişlerdir. Amik Ovası'nda ise mevsimlik Et 396 mm, en yüksek aylık Et 185.5 mm ile Ağustos ayında belirlenmiştir (Güler, 1990). Araştırmalardan elde edilen sonuçların birbirlerinden farklı olmasındaki en temel neden araştırmaların yapıldığı bölgelerin iklim, toprak ve bitki çeşitlerindeki farklılıklardır. Hatta aynı iklim karakterine sahip alanlarda dahi yıllara bağlı olarak değişen sıcaklık, nem ve rüzgâr gibi iklim öğeleri bitki su tüketimi üzerinde önemli etkilere neden olmaktadır.

### Su-verim fonksiyonu (Ky)

Bitki su tüketimi–dane verimi arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli bulunmasından sonra ky değerleri hesaplanmış ve ky değerleri aşılı uygulamada 0.63 ( $p<0.05$ ), aşısız uygulamada 0.90 ( $p<0.01$ ) ortalama 0.80 ( $p<0.01$ ) olarak hesaplanmıştır. Candoğan (2009) ky değerini mevsimlik olarak 1.18 ile 1.24 arasında, vejetatif, çiçeklenme, bakla oluşumu ve tane oluşum dönemlerinde sırasıyla 0.35-0.41, 1.07-1.19, 1.28-1.34 ve 1.74-2.21 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Güler (1990), tüm gelişme dönemi için ky değeri 1.02 olarak saptamıştır. Çukurovada yürütülen bir araştırmada ise çiçeklenme ile bakla gelişimi ve dolumu dönemlerine karşı, vejetatif dönemde oransal verim azalışının daha fazla olduğu ve vejetatif dönemde 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.

### Su kullanım randımanı

Aşılı konularda IWUE değeri en yüksek I<sub>25</sub> konusunda hesaplanmıştır. I<sub>100</sub> ve I<sub>125</sub> konularındaki IWUE değerleri yaklaşık olarak aynı düzeyde gerçekleşmiştir. En düşük IWUE ve WUE değerleri I<sub>125</sub> konusunda bulunmuştur (Çizelge 1).

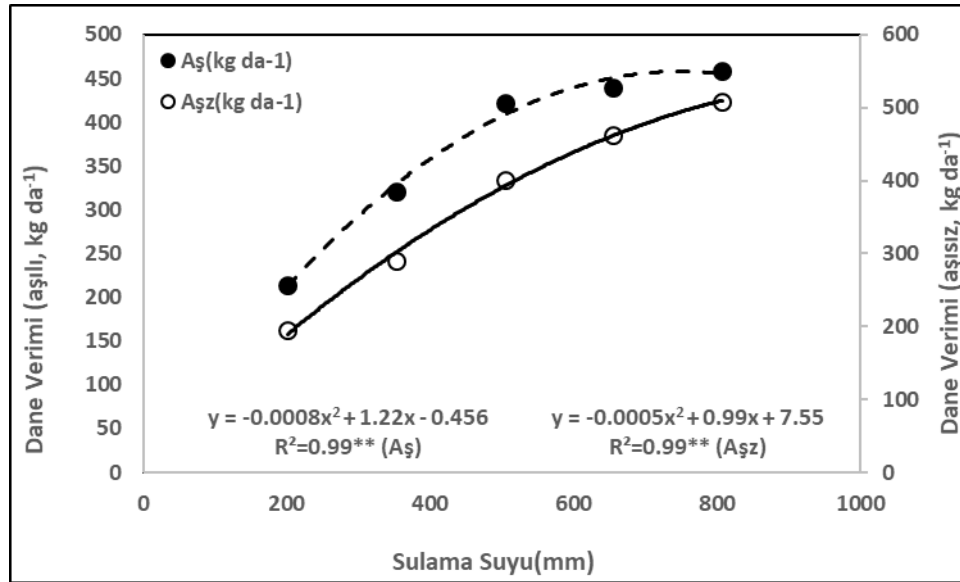
Aşısız konulardaki en yüksek ve en düşük IWUE I<sub>25</sub> konusunda (0.94 kg m<sup>-3</sup>), ve I<sub>125</sub> konusunda (0.61 kg m<sup>-3</sup>) hesaplanmıştır. I<sub>100</sub> ve I<sub>125</sub> konularındaki IWUE değerleri ise, sırasıyla 0.69 ve 0.61 kg m<sup>-3</sup> olarak belirlenmiştir. Aşısız konuların WUE değerlerinde en yüksek ve en düşük değerler, I<sub>75</sub> ve I<sub>50</sub> sulama düzeylerinde görülmüştür. Sincik ve ark. (2008), sulama suyu miktarı arttıkça hem WUE hem de IWUE'nin azaldığını ve en yüksek tane veriminin tam sulama uygulamasından (3760 kg m<sup>-3</sup>), en düşük tane veriminin sulanmayan

konudan (2069 kg ha<sup>-1</sup>) elde edildiğini ve su eksikliği tohum verimini %45 oranında azalttığını belirtmişlerdir.

### Su-verim ilişkileri

Soyanın dane verimi (Çizelge 2) ile sulama suyu miktarları arasında önemli ikinci dereceden ilişkiler (Şekil 1)

çözümlendiğinde en yüksek verimin aşılı ve aşısız soyada 763 mm ve 993 mm sulama suyu miktarlarından elde edileceği belirlenmiştir. Söz konusu miktarlar aşılı soyada I<sub>100</sub> (655.72 mm) ve I<sub>125</sub> (807.12 mm) sulama düzeyleri aralığına denk gelmektedir.



Şekil 1. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile dane verimi arasındaki ilişkiler.

Çizelge 2. Verim ve verim özelliklerine ilişkin ortalama değerler

SD	Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> )			1000 Tane Ağ. (g)			Yağ oranı (%)			Protein Oranı (%)		
	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	35.76a
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	35.56a
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	35.75a
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	36.36b
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	36.55b
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 (kg da <sup>-1</sup> ) (Çiçeklenme dönemi)			Kuru Madde Miktarları (kg da <sup>-1</sup> ) (Hasat Dönemi)			Çiçek sayısı (adet/bitki) (Çiçeklenme Dönemi)			Bakla Sayısı (adet/bitki) (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

SD: sulama düzeyi

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 (Salassi ve ark., 1984; Aruna ve ark., 1995).

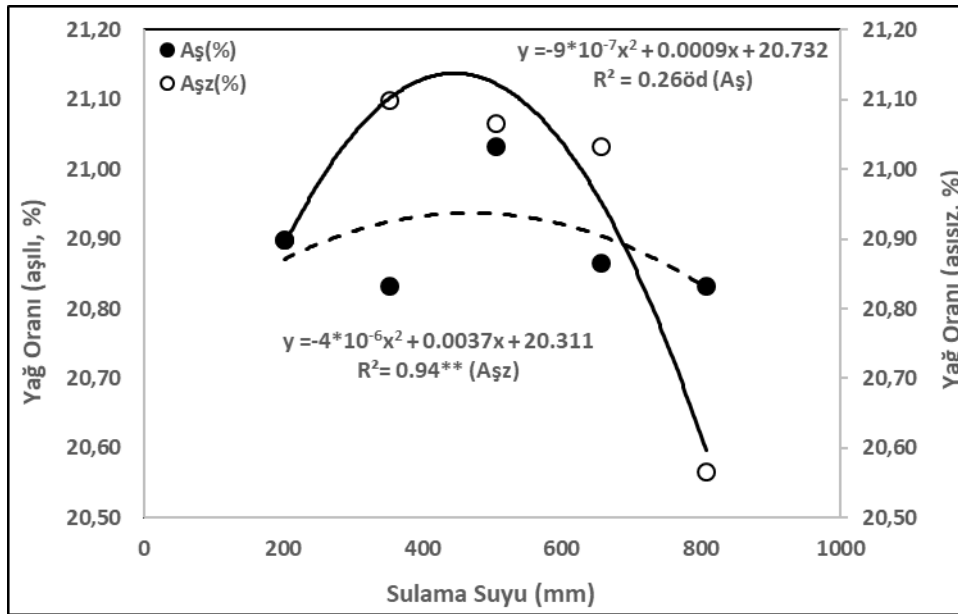
Çizelge 3. Verim değerlerine ilişkin önem seviyeleri

Varyasyon Kaynağı	Sd	Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> )	1000 Dane ağırlığı (kg da <sup>-1</sup> )	Yağ oranı %	Protein oranı %	Bakla sayısı (adet da <sup>-1</sup> )	Çiçek sayısı (adet da <sup>-1</sup> )
Bakteri (B)	1						**
Sulama düzeyi (SD)	4	***	*	*	**		
B *SD	4						
Genel Hata	29						

Sd: serbestlik derecesi

Sulama suyu miktarı arttıkça yağ oranının azaldığı belirlenmiştir. Hem aşılı hem aşısız konulardaki en yüksek yağ oranı I<sub>50</sub> ve I<sub>75</sub> sulama düzeylerinde, en düşük yağ oranı ise hem aşılı hemde aşısız uygulamada I<sub>125</sub> sulama düzeyinde saptanmıştır (Şekil 2). Aşılı uygulamada en yüksek (I<sub>75</sub>) ve en düşük (I<sub>50</sub>-I<sub>125</sub>) yağ oranları arasındaki fark %0.96 olarak hesaplanmıştır. Benzer durum %2.55 ile I<sub>50</sub> ve I<sub>125</sub> uygulamaları arasında gerçekleşmiştir. Sulama suyu miktarı 500 mm olduğunda

aşılı konuda, 462.5 mm olduğunda aşısız konuda en yüksek yağ oranı elde edileceği hesaplanmıştır. Aşısız konuda sulama suyu ile yağ oranı arasında  $p < 0.01$  düzeyinde önemli ilişki görülürken, aşılı konuda önemli bir ilişki saptanmamıştır. 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 2. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile yağ arasındaki ilişki

Hem aşılı hem de aşısız konuda protein verimi (Çizelge 2) ile sulama suyu arasında önemli bir ilişki belirlenmemiştir. En yüksek ve en düşük protein oranı Aşılı konularda I<sub>100</sub> (%36.53) ve I<sub>50</sub> (%35.53) sulama düzeylerinde Aşısız konularda I<sub>125</sub> (%36.83) ve I<sub>50</sub> (%35.60) sulama düzeylerinde görülmüştür. 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.

### Vegetatif Özellikler

#### Çiçek Sayısı

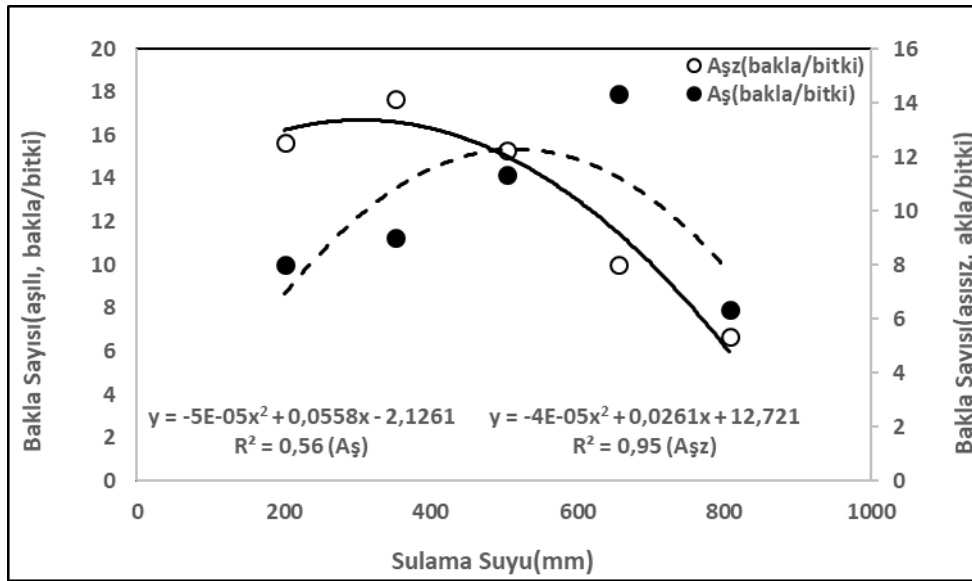
Ekimden 45 gün sonra yapılan örneklemede çiçek sayısı (Çizelge 2) ve sulama suyu arasındaki ilişkiler önemsiz bulunmuştur. Bu durumun, çiçeklenme döneminde az su alan konularda oluşan stres nedeniyle bitkilerin gelişim döneminin kısılması ve çiçeklenmenin erken başlamasından kaynaklanmış olabileceği 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'i 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.

### Bakla Sayısı

En yüksek bakla sayısı aşılı konuda sulama miktarı 481.5 mm (I<sub>50</sub>-I<sub>75</sub> sulama düzeyi arasında) olduğunda, aşısız konuda ise 281 mm (I<sub>25</sub>-I<sub>50</sub> sulama düzeyi arasında) olduğunda görülmektedir (Şekil 3, Çizelge 2). Bakla sayısı ile sulama suyu arasında aşılı konularda önemli ilişki görülürken aşısız konularda önemli bir ilişki tespit edilmemiştir. Sulama düzeyleri açısından en yüksek bakla sayısı aşılı ve aşısız uygulamalarda sırasıyla I<sub>75</sub> ve I<sub>50</sub> konularından elde edilmiştir. Hem tane verimi hem de 1000 dane ağırlığına (Çizelge 2) sulama suyu miktarının etkisi önemli çıkarken başka bir verim parametresinin sulama düzeyinden etkilenmemesi olasılık dışı olarak değerlendirilmiştir. Bu farklılığın, sulama programı başladıktan örnekleme zamanına kadar geçen sürede yapılan I<sub>75</sub> sulama düzeyinde sulamanın bakla sayısında bir değişime neden olacak düzeyde birikimli bir strese neden olmadığından meydana geldiği değerlendirilmiştir.



Şekil 3. Aşılı ve aşısız uygulamalarda sulama suyu ile bakla sayısı arasındaki ilişki

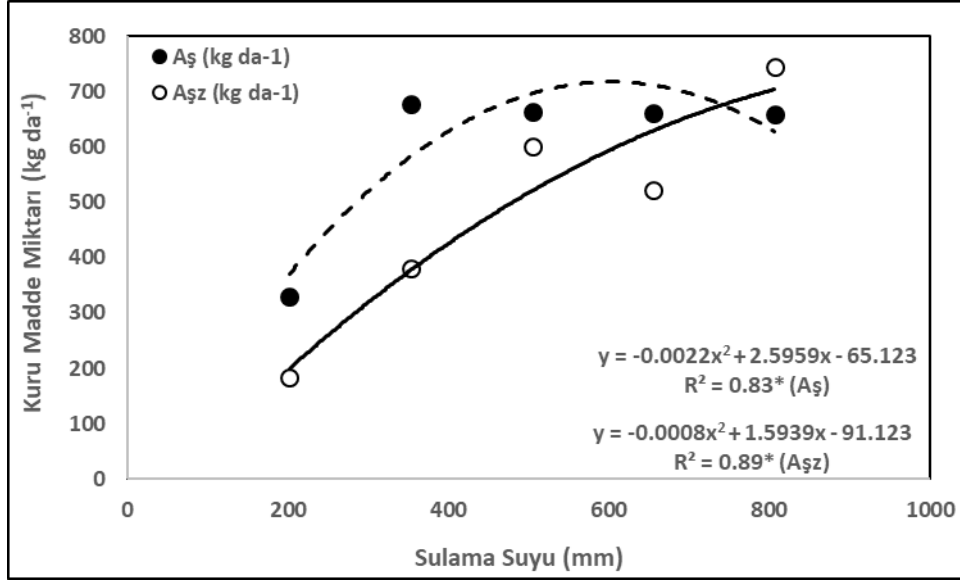
### Kuru Madde Miktarı

Kuru madde (15 Temmuz 2013 çiçeklenme ve 22 Eylül 2013 hasat dönemi örnekleme) 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 (Çizelge 2). İkinci örneklemede ise sulama düzeyleri arttıkça kuru madde miktarlarının belirgin şekilde arttığı belirlenmiştir. Her iki dönem 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 (Şekil 4). Çiçeklenme döneminde yapılan örneklemede ortalama gövde kuru ağırlığı I<sub>50</sub> sulama düzeyinde, 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

$I_{75}$ - $I_{100}$  aralığında en yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Wang ve Isoda (1995), her organın kuru ağırlığının sulama suyu miktarı arttıkça artma eğilimi gösterdiğini, sürgün kuru ağırlığının en çok su alan konuda arttığını ancak söz konusu artışın bir süre sonra durduğunu belirtmişlerdir. Farklı gelişme dönemlerinde yaratılan su stresi %20'den %40'a çıktığında, kuru madde miktarı

%25-34 arasında azalmakta ve verim %18-30.3 oranında düşmektedir (Vearela, 1998). Board ve Modali (2005), optimal verimi tahmin etmede R1 (ilk çiçeklenme) ve R5 (tohum oluşumu başlangıcı) dönemlerindeki toplam kuru madde miktarının (sırasıyla  $200 \text{ gr m}^{-2}$  ve  $600 \text{ gr m}^{-2}$  kuru madde miktarlarının) kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

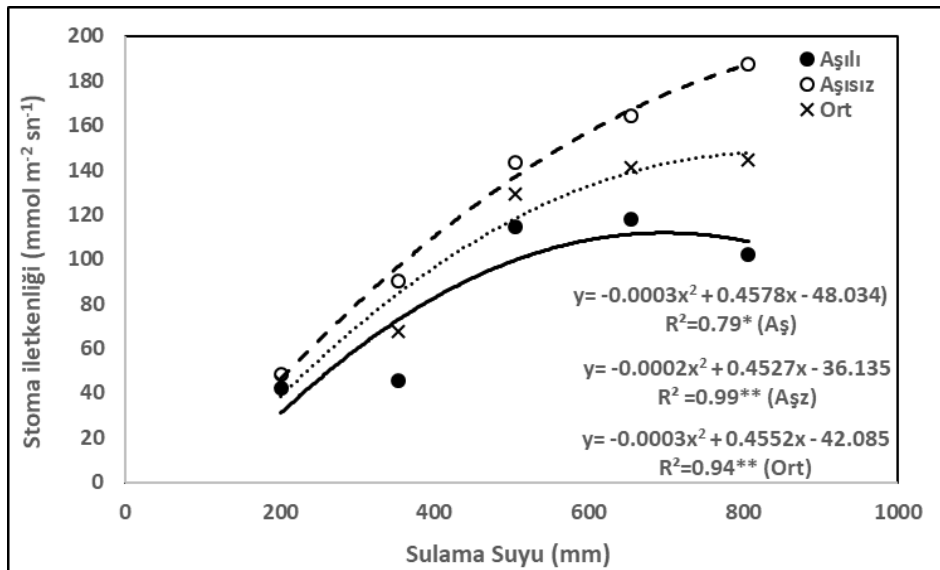


Şekil 4. Sulama suyu ile kuru madde miktarı (hasat dönemi) arasındaki ilişki

#### Bitki Boyu

4 Temmuz 2013 ve 2 Eylül 2013 tarihlerinde yapılan ölçümlerde en yüksek ve en düşük bitki boyları sırasıyla  $I_{125}$  ve  $I_{25}$  sulama düzeylerinden ölçülmüştür. Sulama suyu miktarı ile bitki boyları arasında birinci dereceden önemli ilişkiler saptanmıştır. Regrasyon analizleri sonucu sulama suyu- bitki boyu arasında aşılı uygulamada

$y=0.0305x+68.103$  (R<sup>2</sup>=0.90\*) aşısız uygulamada  $y=0.0637x+57.891$  (R<sup>2</sup>=0.97\*), biçiminde ilişkiler saptanmıştır. Buna göre sulama suyundaki 1 mm'lik artış bitki boyunda 0.03 cm (aşılı) ve 0.06 cm artışa (aşısız) neden olmuştur. Bitki gelişme dönemi boyunca en yüksek bitki boyu değerleri  $I_{25}$ ,  $I_{50}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{100}$  ve  $I_{125}$  sulama düzeylerinde sırasıyla 223., 224., 226., 226., ve 229. günlerde saptanmıştır.



Şekil 5. Aşılı ve aşısız uygulamalarda stoma iletkenliği ile sulama suyu arasındaki ilişkiler



### Bitki fizyolojisine ilişkin sonuçlar

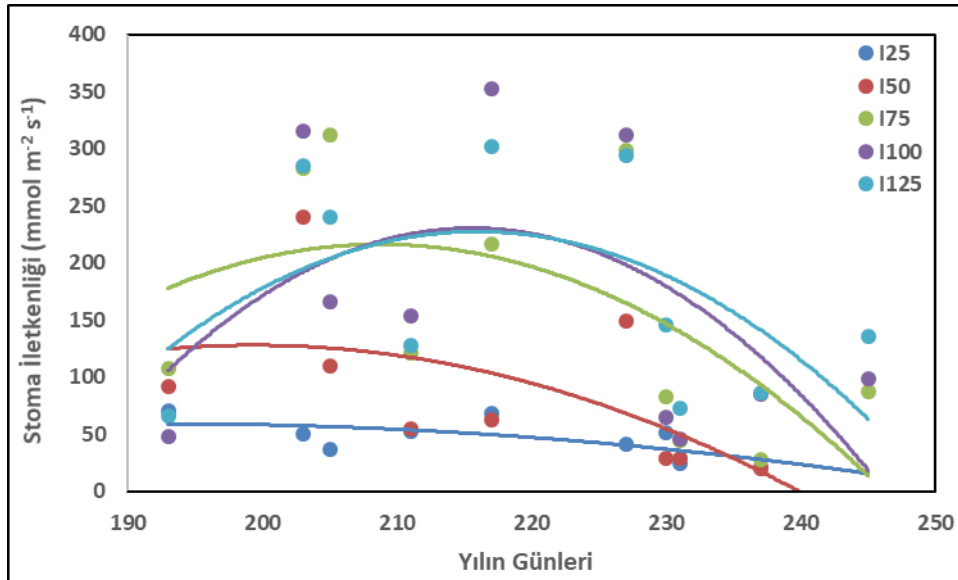
Araştırmada sulama suyu miktarlarının soya bitkisinin stoma iletkenliği ve klorofil içeriğine etkilerinin belirlenmesi amacıyla denemenin 4 Temmuz 2013 tarihinden 2 Eylül 2013 tarihine kadar her sulama düzeyinde ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde her bitkinin üstten 1.boğumun orta ve en genç yaprağı esas alınmıştır.

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 (Şekil 9). 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 değer 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.

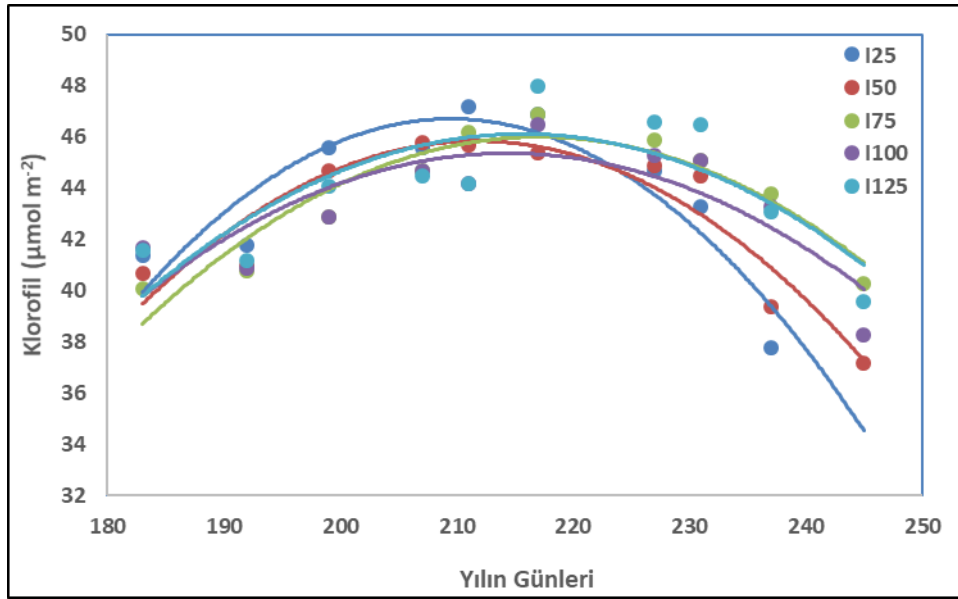
Stoma iletkenliğinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde parabolik ilişkiler görülmüştür (Şekil 6). Stoma iletkenliği tüm sulama düzeylerinde önce artmış daha sonra azalmıştır. Azalma hızı özellikle su stresinin

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. 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.

Sulama suyu miktarının klorofil içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Klorofil içeriği aşılı konuda ortalama olarak  $I_{25}$ ,  $I_{50}$ ,  $I_{75}$ ,  $I_{100}$  ve  $I_{125}$  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 (Şekil 7). En yüksek klorofil değerleri  $I_{25}$ 'de 210. günde,  $I_{50}$ 'de 212. günde,  $I_{75}$ ,  $I_{100}$  ve  $I_{125}$  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 6. Deneme konularına ilişkin stoma iletkenliğinin değerlerinin günlere bağlı değişimi



Şekil 7. Deneme konularına ilişkin klorofil değerlerinin günlere bağlı değişimi

### Bitki Su Tüketimi-Verim İlişkileri

Bitki su tüketimi aşı uygulamasına göre değişmekle birlikte dane verimi (aşılı  $p < 0.05$  ve aşısız  $p < 0.01$ ), çiçek sayısı (aşılı  $p < 0.05$ ), kuru madde miktarları (aşısız  $p < 0.01$ ), 1000 dane ağırlığı (aşısız  $p < 0.05$ ), özelliklerine istatistiksel olarak önemli etkide bulunmuştur. Bitkideki bakla sayısı, yağ oranı, protein oranı bitki su tüketiminden etkilenmemiştir.

Bitki su tüketimindeki her birim artış dane veriminde  $0.42 \text{ kg da}^{-1}$  (aşılı) ve  $0.66 \text{ kg da}^{-1}$  (aşısız) artışa, çiçek sayısında  $47 \text{ adet da}^{-1}$  azalışa, kuru madde miktarında  $0.587 \text{ kg da}^{-1}$  (aşısız) artışa, 1000 dane ağırlığında  $0.116 \text{ kg da}^{-1}$  artışa neden olmuştur. Su tüketimi arttıkça çiçek sayısının azalması kısıtlı su uygulamalarında su stresi nedeniyle çiçeklenmenin ve çiçek dökümünün erken başlamasından kaynaklanmıştır.

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  $0.136 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  ve  $0.312 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  stoma iletkenliği artışına neden olmuştur.

Tarımsal üretimde en önemli konulardan biri bitkinin büyüme ve gelişme aşamasında yapılan uygulamaların verime hangi oranda etki ettiğinin belirlenmesidir. Bilindiği gibi, ürün miktarının artırılmasında en önemli girdi sulama suyudur. Tarım mevcut su kaynaklarının %75'ini kullanmakta ve sadece sulama tek başına %40'a varan verim artışına nede olmaktadır. Bu durum su kaynaklarının planlanmasında her bitkinin farklı iklim alanlarında kullandığı su miktarının belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Amik Ovasında yürütülen bu

araştırmada bölgede yaygın olarak yetiştirilen soya bitkisinin sulama suyu ihtiyacı 807 ile 201 mm arasında değişirken bu miktar diğer bölgelerde 1094 mm ye kadar yükselmektedir (Çömlekçioğlu ve Şimşek 2011). Anılan durum Bitki su tüketiminde de benzerlik göstermektedir. Literatürler irdelendiğinde su tüketimi diğer bölgelerdeki sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Ancak aynı bölgede Güler 1990 tarafından yapılan araştırmada Et değeri mm olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda bulduğumuz su tüketimi anılan çalışmada bulunan değerlerin yaklaşık iki katıdır. Yaklaşık 20 yıllık sürede su tüketiminin neredeyse iki katına çıkması, su kaynaklarının planlanmasını zorunlu hale getirmektedir. Amik Ovası için diğer bitki gruplarında da yaklaşık oranlarda sulama suyu gereksiniminin artması bölgedeki tarımsal sulamalar için ek su depolama alanlarına ihtiyacı artırmaktadır.

Soya geleneksel olarak her yıl aşılanarak ekimi yapılan bir bitkidir. Aşılama ile toprakta kalan bakteriler bir sonraki yılda bitkinin ihtiyaç duyduğu oranda toprakta kalıp kalmadığı, kalıyorsa bu miktarın verime hangi oranda yansıdığı bu çalışmanın iki amacından biridir. Yapılan değerlendirmede aşılamanın bitki su tüketiminde suyun topraktaki miktarına göre etkide bulunduğu belirlenmiştir.  $I_{25}$  ve  $I_{50}$  sulama düzeylerinde aşılamanın su tüketimini azalttığı buna karşın verimde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça Aşısız konu lehine yüksek çıkan su tüketimlerinin  $I_{25}$  sulama düzeyinde aşısız konulardaki su tüketimleri ile yaklaşık aynı düzeye geldiği görülmüştür. Verim değerlerinde ise  $I_{75}$  sulama düzeyine kadar aşılı konudaki verimlerin aşısız konuya göre daha yüksek çıktığı  $I_{100}$  ve  $I_{125}$  sulama düzeylerinde verim değerlerinin ise Aşısız

konularda daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bu durum verim açısından aşılamadaki bakteri çalışmasının toprak neminin mevcut durumu ile dinamik olarak ilişkili olduğunu göstermektedir. Benzer ilişkiler su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanma etkinliklerinde görülmüştür.

Sonuç olarak, soya bitkisinin sulama suyu gereksinimi ve su tüketim değerleri yaygın yetiştirilen diğer alanlardaki su tüketimlerine göre daha düşük seviyede gerçekleşmekle birlikte önceki çalışmalardaki bulgular ile kıyaslandığında su kullanım miktarının önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Soya bitkisinin her yıl aşılı olarak ekilip ekilmemesi konusunda ise su kaynağının yeterli olmadığı alanlarda aşılamanın verim üzerine etkili olduğu, su kaynağının yeterli olduğu alanlarda ise hem aşılamanın hemde aşılamanın verimde anlamlı bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir.

## ÖZET

**Amaç:** 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.

**Yöntemler ve Bulgular:** Denemede 5 farklı sulama düzeyi (elverişli kapasitenin %25 (I<sub>25</sub>), %50(I<sub>50</sub>), %75(I<sub>75</sub>), %100(I<sub>100</sub>) ve %125(I<sub>125</sub>))'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.

**Genel Yorum:** Sulama düzeyleri tane verimi, 1000 dane ağırlığı, yağ oranı, protein oranı, çiçeklenme ve hasat dönemindeki kuru madde miktarlarını etkilerken, çiçeklenme dönemindeki bakla ve çiçek sayısına etkisi görülmemiştir. Klorofil içeriği ve stoma iletkenliği sulama mevsiminin sonuna doğru tüm uygulamalarda azalma eğilimi göstermiştir.

**Çalışmanın Önemi ve Etkisi:** Amik Ovasında daha önce ayrıntılı Soyanın su verim ilişkileri üzerine bir çalışma yapılmamıştır. Bu araştırma Amik Ovasında soya

bitkisinin sulama suyu gereksinimi ve bitki su tüketiminin ortaya çıkarılmasını sağlamıştır.

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

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma bir yüksekisans çalışması olup, Mustafa Kemal Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri koordinasyon birimi tarafından 10123 nolu proje ile desteklenmiştir.

## ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Aruna R, Velu G, Rajagopal A (1995) Impact of irrigation and management practices on physiology of water relation and productivity in soybean. Madras Agri. J. 82(5): 333-337.
- Board JE., Modali H (2005) Dry matter accumulation predictors for optimal yield in soybean. Published in Crop Sci. 45:1790–1799.
- Candoğan BN (2009) Soya fasulyesinin su-verim ilişkileri. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Cox WJ, Jolliff GD (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.
- Çömlekçiöğlü 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.
- Doğan K, Gök M, Arıoğlu H (2008) Bakteriyel Aşılama ve Demir Uygulamalarının 2. Ürün Yarfıstığı Bitkisinde Biyomas, Dane Verimi ve Azot İçeriklerine Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt:13, sayı: 1-2. S. 53-64.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979) Yield response to water. FAO, 33. Rome.
- 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.

- Fereres E, Soriano MA (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, Mundel HH, Saindon G, Entz T (1993) Effect of level And timing of moisture stress on soybean yield components. Irriga. Sci. 13, 149–155.
- Güler F, (1990) Amik Ovası koşullarında ikinci ürün soya fasülyesinin 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.
- James LG (1988) Principle of farm irrigation system design. Wiley, pp 1-40, New York.
- Kanamasu HT (1979) Irrigation water requirements and water stres, irrigated soybean production in arid and semi-arid regions. Proc. of a Conf. Held in Cairo, Egypt.
- Karam F, Masaad R, Sfeir T, Mounzer O, Roupheal Y (2005) Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. Agric. Water Manage., 75, 226–244.
- Mounts TL, Wolf WS, Martinez WH (1987) Processing and iodization. in soybean: Improvement production, and uses, Second Edition, USA.
- Oturanç MS (2008) Konya İli Tarımsal Kuraklık Eylem Planı. [http://www.wwf.org.tr/Fileadmin/Files/Konya II Tarım Mu](http://www.wwf.org.tr/Fileadmin/Files/Konya%20II%20Tarim%20Mu) Eduerluegue Kuraklik Sunusu.Pdf.
- Öner T (2006) Soya Sektör Raporu. İstatistik Şubesi, 48 s.
- Pereira LS, Oweis T, Zairi A (2002) Irrigation management under water scarcity. Agr. Water Manage. 57, 175–206.
- Salassi ME, Musick JA, Heatherly LG, Hamill JG (1984) An economic analysis of soybean yield response to irrigation of Mississippi River Delta soils. Mississippi Agric. 60, 928–935.
- Sincik M., Candogan BN, Demirtas C, Buyukcangaz H, Yazgan S, Goksoy AT (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.
- Stewart JI, Hagan RM, Pruitt WO (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 WD, Long JH, Kirkham MB (2003) A Single irrigation to improve early maturing soybean yield and quality. Soil Sci. Soc. Am. J., VOL. 67:235–240, January-February.
- Tülücü K (2003) Özel bitkilerin sulanması. Çukuruva Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Adana.
- Ünlü M, Kanber R, 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.
- Vearela BD (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.