

## Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) Su Kullanım Özellikleri

Sezen ŞEHİRALİ<sup>1</sup> Tolga ERDEM<sup>2</sup> Yeşim ERDEM<sup>2</sup> Dinçer KENAR<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 07.02.2005

**Öz:** Damla sulama yöntemi ile sulanan kuru fasulyenin su kullanım özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, bitkiye, tükettiği su miktarının % 0, 25, 50, 75 ve 100' ün karşılandığı beş farklı sulama programı uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, bitki su ihtiyacının tamamının karşılandığı koşullarda, fasulye bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimi 732 mm olarak ölçülmüştür. Elde edilen tane verimleri, uygulanan toplam sulama suyu ve mevsimlik bitki su tüketimi ile doğrusal ilişkiler göstermiştir. Çalışmada, mevsimlik su-verim ilişkisi faktörü ( $k_y$ ) 1.04 olarak saptanmıştır. Ayrıca, deneme konularına göre sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) 0.34 – 0.41 kg/m<sup>3</sup>, su kullanım randımanları (WUE) ise 0.20 – 0.37 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fasulye, damla sulama, bitki su tüketimi, su-verim ilişkisi faktörü, tane verimi, su kullanım randımanı (WUE)

### Water-Use Characteristics of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Under Drip Irrigation

**Abstract:** This study was carried out to determine the water-use characteristics of bean irrigated with drip irrigation and irrigation was applied in five different programs as 0, 25, 50, 75 and 100 % replenishment of water depleted. As a result, seasonal evapotranspiration was measured as 732 mm for 100 % replenishment of water depleted. The linear relationships were found between grain yield vs seasonal irrigation and grain yield vs seasonal evapotranspiration. The yield response factor ( $k_y$ ) was determined as 1.04. Irrigation water use efficiency (IWUE) and water use efficiency (WUE) ranged from 0.34 to 0.41 kg/m<sup>3</sup>, 0.20 to 0.37 kg/m<sup>3</sup>, respectively.

**Key Words:** Bean, drip irrigation, evapotranspiration, yield response factor, grain yield, water use efficiency (WUE)

### Giriş

Günümüzde, tarımsal üretimin artırılmasında, toprak ve su kaynaklarının, optimum kullanıma olanak sağlayacak biçimde geliştirilmesi gerekmektedir. Bu yönden yapılacak çalışmalar arasında sulama, diğer tarımsal ekmelerin etkinliğini artıran, tarımsal üretimde kararlılığı ve ekonomisi ile sosyal düzenin dengede tutulmasını sağlayan çok yönlü bir uygulamadır (Korukçu, 1992).

Ülkemizin kurak ve yarı kurak iklim kuşağı içerisinde yer alması, sulamanın önemini daha da arttırmaktadır. Özellikle Trakya Bölgesi gibi su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde suyun ekonomik olarak kullanılması gerekmektedir. Herhangi bir nedenle kök bölgesindeki nem düzeyi, optimum gelişme için gerekenden az olursa, üretimde azalma beklenebilir. Bu durumda sulama programı yapılırken su ve tarımsal alana göre karar vermek en uygun yaklaşımdır. Suyun pahalı olduğu yerlerde birim sudan, tarımsal alanın sınırlı olduğu yerlerde ise birim alandan en çok ürünün alınmasını amaçlayan programlar yapılmalıdır (Korukçu ve Kanber 1981). Ayrıca, ülkemiz koşullarında, su kaynağının kısıtlı olduğu yerlerde ve ekonomik değeri yüksek bitkilerin sulanmasında damla sulama yönteminin kullanılabilirliği son yıllarda giderek artmaktadır.

Bu çalışmada, ülkemiz ekili tarım alanları içerisinde 127 bin ha ekiliş alanı olan kuru fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) damla sulama yöntemi ile sulanması

koşullarında su kullanım özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle, fasulye bitkisine, tüm büyüme mevsimi boyunca farklı oranlarda su kısıntısı uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, uygulanan farklı su kısıtı altında, bitkiye uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen mevsimlik bitki su tüketimleri, mevsimlik-su verim ilişkisi faktörü, su kullanım randımanları ile tane verimi ve verim parametreleri değerlendirilmiştir.

### Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2003 yılında 40°59' kuzey enlemi ve 27°29' doğu boylamı üzerinde yer alan Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsünde yürütülmüştür. Deneme alanının, denizden yüksekliği 5 m, yıllık ortalama sıcaklığı 13.7 °C, bağıl nemi % 75, rüzgar hızı 3.1 m/s, güneşlenme süresi 6.5 h ve yıllık ortalama yağıışı 579.7 mm dir (www.die.gov.tr). Ortalama ilk don Kasım ayı başlangıcında, son don ise Mart ayı başlangıcında olmaktadır. Denemenin yürütüldüğü 2003 yılı fasulye yetiştirme mevsimindeki bazı iklim elemanlarının ortalama değerleri Çizelge 1' de özetlenmiştir.

Araştırma alanı toprakları genellikle killi-tın bünyeye sahiptir. Tuzluluk, sodyumluluk ve taban suyu gibi sorunlar bulunmamaktadır. Sulama açısından bazı önemli fiziksel özellikler Çizelge 2' de verilmiştir. Deneme

<sup>1</sup> Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü-Tekirdağ

<sup>2</sup> Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Tekirdağ

Çizelge 1. Deneme alanında ölçülen bazı iklim elemanları

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Ortalama rüzgar hızı (m/s)	Güneşlenme süresi (h)
Mayıs	17.9	76	2.0	9.5
Haziran	23.0	70	2.3	10.9
Temmuz	24.8	70	2.6	10.7
Ağustos	25.2	69	2.6	11.0
Eylül	19.3	75	2.4	7.4

Çizelge 2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Profil derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Hacim ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Tarla kapasitesi		Solma noktası	
			%	mm	%	mm
0-30	Killi-tın	1.46	28.69	125.7	15.90	69.6
30-60	Killi-tın	1.53	28.88	132.6	15.63	71.7
60-90	Killi-tın	1.58	26.97	127.8	14.74	69.9
0-60				258.3		141.3
0-90				386.1		211.2

parsellerinin sulanması için gerekli olan sulama suyu, enstitüde bulunan kuyulardan alınmıştır. Su kalitesi Ayyıldız' da (1990) belirtilen esaslara göre T<sub>2</sub>S<sub>1</sub> olarak bulunmuştur.

Denemede, oldukça erkenci, bakteri ve virüs hastalıklarına dayanıklı, beyaz taneli ve tescilli Şehirali-90 bodur kuru fasulye tohumu 2 Mayıs 2003 tarihinde elle ekilmiş ve 8 Eylül 2003 tarihinde hasat edilmiştir.

Araştırma, 2003 yılında 5 farklı sulama programı ile birlikte tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Denemede sulama konuları;

- S<sub>1</sub>: Sulamalara kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50' ye düştüğünde başlanan ve 60 cm toprak derinliğindeki mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulanan konu,  
 S<sub>2</sub>: S<sub>1</sub> deneme konusunda uygulanan suyun %75' i kadar sulama suyu uygulanan konu,  
 S<sub>3</sub>: S<sub>1</sub> deneme konusunda uygulanan suyun %50' si kadar sulama suyu uygulanan konu,  
 S<sub>4</sub>: S<sub>1</sub> deneme konusunda uygulanan suyun %25' i kadar sulama suyu uygulanan konu,  
 S<sub>5</sub>: S<sub>1</sub> deneme konusunda uygulanan suyun %0' ı kadar sulama suyu uygulanan konu (susuz) şeklinde oluşturulmuştur.

Denemede araştırma parselleri, 3.00 x 5.00 m boyutlarında toplam 15.00 m<sup>2</sup> dir. Her deneme parselinde sıra aralığı 0.50 m ve sıra üzeri 0.25 m olmak üzere 120 adet bitki yetiştirilmiştir. Deneme parsellerine sulama suyu, damla sulama sistemi ile uygulanmıştır. Sistemde damlatıcı aralığı 0.50 m olarak bulunmuş ve her bitki sırasına bir lateral döşenmiştir (Keller ve Bliesner 1990). Böylece ekili alanın tamamı ıslatılmıştır. Sulama suyu deneme parsellerinin başında yer alan keson kuyudan santrifüj pompa ile alınmıştır.

Toprak nemi, 0-90 cm derinlikte her 30 cm' lik toprak katmanı için nötronmetre aracı ile ölçülmüştür. Çalışmaya başlamadan önce mevcut arazi koşullarında aracın kalibrasyonu yapılmış ve her bir 30 cm' lik katman için denklemler elde edilmiştir (Evet ve ark. 1993). Değişik katmanlar için hazırlanan kalibrasyon eğrileri Yurtsever

(1984) tarafından verilen esaslara göre test edilerek homojen olarak belirlenmiştir. Üst toprak katmanında sözkonusu araç ile sağlıklı okumalar yapılmadığından, ilk 30 cm' lik derinlikte nem değişimi gravimetrik yöntemle yapılmıştır.

Fasulye bitkisinin farklı deneme konuları altında tükettiği su, Heerman (1985) tarafından belirtilen esaslara göre aşağıda verilen su dengesi yaklaşımıyla, deneme süresince periyot başlangıcı ve bitişleri ile sulama uygulamaları öncesi nem ölçümleri dikkate alınarak belirlenmiştir.

$$ET = d_1 + P + I - d_2$$

Eşitlikte, ET= bitki su tüketimi (mm), d<sub>1</sub>= periyot başlangıcındaki toprak nemi (mm), P= periyot boyunca ölçülen yağış (mm), I= periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı (mm) ve d<sub>2</sub>= periyot sonundaki toprak nemi (mm) dir. Etkili kök bölgesi altında oluşabilecek sızmaları izleyebilmek için su tüketimi ölçümleri 90 cm toprak derinliğinde yapılmıştır.

Fasulye bitkisinin mevsimlik su-verim ilişkilerinin belirlenmesinde oransal verim azalması ve oransal bitki su tüketimi açığı boyutsuz parametrelerinin kullanıldığı Stewart modeli esas alınmıştır (Doorenbos ve Kassam 1979).

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

Eşitlikte, Y<sub>a</sub>= gerçek verim (kg/da), Y<sub>m</sub>= maksimum verim (kg/da), Y<sub>a</sub>/Y<sub>m</sub>= oransal verim azalması, k<sub>y</sub>= su-verim ilişkisi faktörü, ET<sub>a</sub>= gerçek bitki su tüketimi (mm), ET<sub>m</sub>= maksimum bitki su tüketimi (mm), ET<sub>a</sub>/ET<sub>m</sub>= oransal bitki su tüketimidir.

Her bir deneme konusu için su kullanım randımanları (WUE), elde edilen birim alan verimlerinin ölçülen bitki su tüketimine oranı ile hesaplanmıştır. Sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) ise, Zhang ve ark. (1999) tarafından aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$IWUE = \frac{(Y_i - Y_{ni})}{I}$$

Eşitlikte, IWUE= sulama suyu kullanım randımanı ( $\text{kg/m}^3$ ),  $Y_i$ = sulanan konulardan elde edilen verim ( $\text{kg/m}^2$ ),  $Y_{ni}$  = susuz konudan elde edilen verim ( $\text{kg/m}^2$ ) ve I:= uygulanan sulama suyu miktarı (m) dir.

Her bir deneme parselinde, bitki boyu, bakla sayısı, bakla tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tane verimi değerleri Şehirli (1965)' de verilen esaslara göre belirlenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 3' de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi, her deneme konusuna, su uygulanmayan  $S_5$  konusu da dahil, ekim tarihinde 18 mm can suyu uygulanmış ve deneme konularına 2. sulamadan sonra başlanmıştır. En yüksek sulama suyu miktarı, kısıt uygulanmayan  $S_1$  konusuna toplam 10 sulama ile 596 mm olmuştur. Diğer deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ise, yapılan kısıt oranı ile doğru orantılı şekilde değişmiştir. Deneme konularından ölçülen bitki su tüketimleri değerlendirildiğinde, yapılan kısıt oranı ile ters orantılı su tüketimleri ortaya çıkmaktadır. En yüksek mevsimlik bitki su tüketimi 732 mm ile su kısıtı yapılmayan  $S_1$  konusundan elde edilmiştir. Diğer deneme konularında ölçülen bitki su tüketimleri ise  $S_1$  konusuna göre, %18 ( $S_2$ ), %40 ( $S_3$ ), %57 ( $S_4$ ) ve %75 ( $S_5$ ) azalmıştır (Çizelge 4). Fasulye bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimi değerinin belirlenmesine yönelik ülkemiz ve dünya da yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar gözlenmiştir. Yıldırım ve

ark. (1994), Ankara koşullarında aynı çeşit üzerinde yürüttükleri çalışmada, fasulyenin mevsimlik bitki su tüketimini 696 mm olarak ölçmüşlerdir.

Araştırmada sulama konularından elde edilen en yüksek fasulye tane verimi 237.7 kg/da ile toprak profilindeki eksik nemin tamamının karşılandığı  $S_1$  deneme konusundan, en düşük tane verimi ise sulama suyu uygulanmayan  $S_5$  deneme konusundan elde edilmiştir (Çizelge 5). Diğer deneme konularından elde edilen tane verimleri bu iki değer arasında değişmiştir ve sulama konularından elde edilen fasulye tane verimlerinin, uygulanan su kısıtlarıyla ters orantılı olarak değiştiği belirlenmiştir. Toprak profilindeki eksik nemin tam karşılandığı konuya ( $S_1$ ) göre %25 ( $S_2$ ), %50 ( $S_3$ ), %75 ( $S_4$ ) ve %100 ( $S_5$ ) su kısıntısı uygulanan deneme konularından elde edilen tane verimlerinde %13, %32, %58 ve %85 oranında azalmalar gözlenmiştir. Çukurova koşullarında aynı kuru fasulye çeşidi üzerinde yapılan çalışmada, sezon boyunca yapılan beş sulama uygulaması ile tane verimi ortalama olarak 120 kg/da olarak elde edilmiştir (Anlarsal ve ark., 2000). Ankara koşullarında yapılan diğer bir çalışmada ise, karık sulama yöntemi ile su ihtiyacının tam olarak karşılandığı koşullarda fasulye tane verimi ortalama olarak 171 kg/da ve susuz koşullarda 46 kg/da olarak belirtilmiştir (Yıldırım ve ark. 1994). Varyans analizi sonuçlarına göre deneme konularından elde edilen tane verimlerinin istatistiksel yönden %1 düzeyinde farklı olduğu bulunmuştur. Yapılan LSD testi sonucunda, dört farklı grup ortaya çıkmış ve en yüksek grupta  $S_1$  ve  $S_2$  deneme konuları yer alırken, en alt grupta  $S_5$  deneme konusu yer almıştır. Sonuç olarak, uygulanan su kısıtı belirli bir düzeyden sonra fasulye tane veriminin azalmasına neden olmaktadır.

Çizelge 3. Deneme konularına her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Deneme Konusu	Kısıt oranı (%)	Sulamalar										Toplam
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$S_1$	0	18	63	64	70	74	60	56	64	61	66	596
$S_2$	25	18	47	48	53	56	45	42	48	46	50	453
$S_3$	50	18	32	32	35	37	30	28	32	31	33	308
$S_4$	75	18	16	16	18	19	15	14	16	15	17	164
$S_5$	100	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18

Çizelge 4. Kısıtlı sulama koşulları altında fasulyenin su kullanım özellikleri

Deneme konusu	Kısıt oranı (%)	Toprak nemi tüketimi (mm)	Yağış (mm)	Sulama suyu miktarı (mm)	Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)	Sulama suyu kullanım randımanı ( $\text{kg/m}^3$ )	Su kullanım randımanı ( $\text{kg/m}^3$ )
$S_1$	0	98	38	596	732	0.34 <sup>ns</sup>	0.32 a <sup>**</sup>
$S_2$	25	107		453	598	0.38	0.35 a
$S_3$	50	91		308	437	0.41	0.37 a
$S_4$	75	111		164	313	0.39	0.32 a
$S_5$	100	130		18	186	-	0.20 b

\* : LSD testi grupları ( $p < 0.05$ )

\*\* : LSD testi grupları ( $p < 0.01$ )

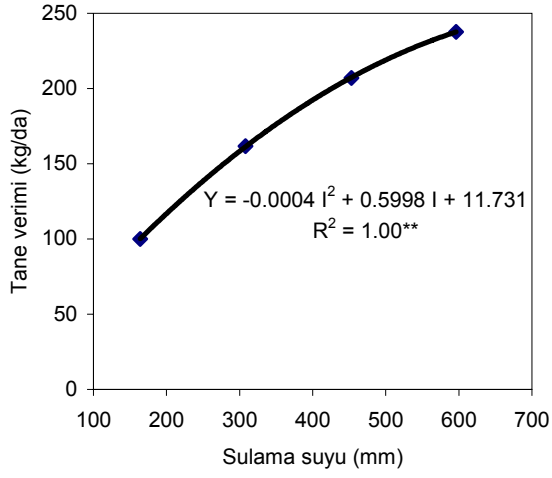
ns : Önemsiz

Çizelge 5. Kısıtlı sulama koşulları altında fasulyenin verim öğeleri

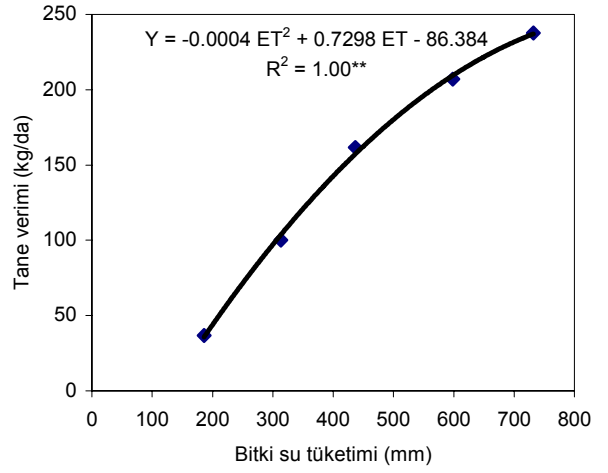
Deneme Konusu	Kısıt oranı (%)	Bitki boyu (cm)	Bitki bakla sayısı (adet/bitki)	Bakla tane sayısı (adet/bakla)	Bin tane ağırlığı (g)	Tane Verimi (kg/da)
S <sub>1</sub>	0	34.0 a**	14.1 a*	4.2 a**	464.0 a*	237.7 a**
S <sub>2</sub>	25	33.1 a	13.5 a	4.2 a	453.3 a	207.0 ab
S <sub>3</sub>	50	30.6 a	12.4 a	4.0 ab	442.3 a	161.7 b
S <sub>4</sub>	75	28.8 a	11.6 a	3.5 b	423.7 a	100.0 c
S <sub>5</sub>	100	21.5 b	3.9 b	2.1 c	304.7 b	36.7 d

\* : LSD testi grupları (p < 0.05)

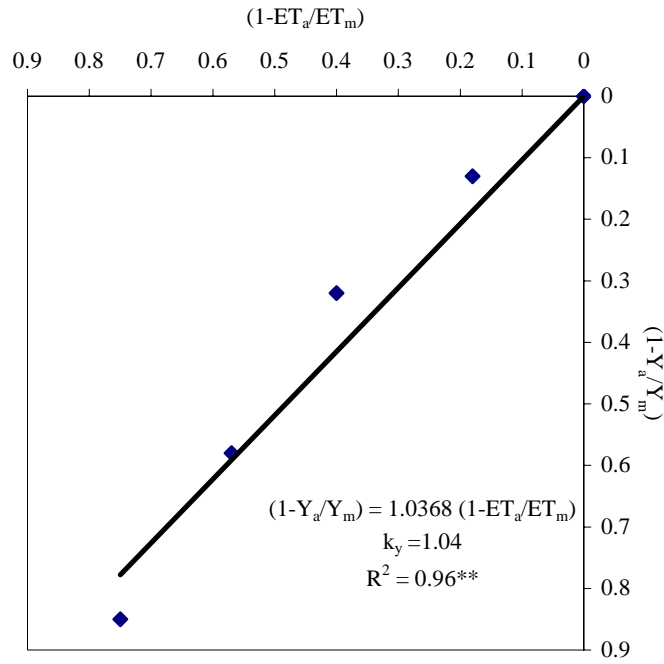
\*\* : LSD testi grupları (p < 0.01)



Şekil 1. Tane verimi ile sulama suyu ilişkisi



Şekil 2. Tane verimi ile bitki su tüketimi ilişkisi



Şekil 3. Fasulye bitkisinin mevsimlik su verim ilişkisi grafiği

Fasulye bitkisinden elde edilen diğer verim öğeleri incelendiğinde, dikkate alınan tüm parametrelerde, sulama suyu uygulanan deneme konularında (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> ve S<sub>4</sub>) susuz konuya göre (S<sub>5</sub>) önemli farklılıklar görülmektedir. Bu farklılık, deneme konuları arasında bitki bakla sayısı ile bin tane ağırlığında istatistiksel açıdan % 5, bitki boyu ve bakla tane sayısında ise % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Ayrıca, değerlendirilen tüm parametrelerde, LSD testi sonuçlarına göre, genel olarak, sulama suyu uygulanan deneme konuları en yüksek grubu oluştururken, S<sub>5</sub> konusu en alt grubu oluşturmuştur (Çizelge 5).

Deneme konularından elde edilen fasulye tane verimleri ile gerek uygulanan toplam sulama suyu miktarı, gerekse mevsimlik bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler Şekil 1 ve 2 de gösterilmiştir. Şekillerden görüleceği gibi, hem uygulanan sulama suyu hem de mevsimlik bitki su tüketimi ile tane verimi arasında %1 önemlilik düzeyinde ve ikinci derece doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Bu bulgular, Resende ve ark. (1981), Günbatılı (1991), Yıldırım ve ark. (1994) ile paralellik göstermektedir. Ayrıca, ülkemizde ve dünyada yapılan çalışmalar sonucunda da fasulyenin su kısıtına hassas olduğu yönde önemli bulgular elde edilmiştir (Üstün ve Ayla 1993, Miller ve Burke 1983, Nielsen ve Nelson 1998, Boutraa ve Sanders 2001).

Fasulye bitkisinin mevsimlik su verim ilişkisi (k<sub>y</sub>) faktörünü bulmak için, oransal verim azalması ve oransal bitki su tüketimine göre hazırlanan grafik Şekil 3 de verilmiştir. Sulama planlaması ve yetiştirme mevsimindeki su açığının bilinmesi açısından önemli olan bu parametre 1.04 olarak bulunmuştur. Bu değer, Doorenbos ve Kassam (1979) tarafından elde edilen 1.15 değeri ile paralellik gösterirken, Yıldırım ve ark. (1994) tarafından ise 1.57 olarak açıklanan değer ile farklılık göstermiştir. Bu farklılık, araştırmaların gerçekleştirildiği farklı iklim, toprak ve bitki koşullarına bağlanabilir.

Araştırmada, fasulye bitkisinin sulama suyu kullanım randımanları 0.34 – 0.41 kg/m<sup>3</sup>, su kullanım randımanları ise 0.20 – 0.37 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir (Çizelge 4). Çizelgeden görüldüğü gibi, birim sudan elde edilecek verimler, kuru koşullara oranla önemli düzeyde artmıştır. Her iki değerde S<sub>3</sub> deneme konusunda en yüksek olurken, susuz deneme konusunda en düşük olmuştur. Bu değerler, Doorenbos ve Kassam' da (1979) belirtilen 0.30 – 0.60 kg/m<sup>3</sup> su kullanım randımanlarının sınırları arasında yer almıştır.

Sonuç olarak, elde edilen tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde, Tekirdağ koşullarında yetiştirilen kuru fasulyenin tane veriminde ve verim parametrelerinde, uygulanan sulama suyuyla birlikte önemli artışlar elde edilebileceği söylenebilir. Tarımı yapılacak alanda su kaynağı açısından önemli bir sorun yoksa, mevsim boyunca bitkinin ihtiyacı olan suyun tamamı, 1.04' lük mevsimlik su-verim ilişkisi faktörü dikkate alınarak karşılanmalıdır. Eğer su kaynağında herhangi bir sorun varsa ve bir su kısıtı gerekiyorsa, su kullanım randımanları ve elde edilen tane verimleri dikkate alınarak %20 kısıt yapılabilir.

#### Kaynaklar

- Anlarsal, A. E., C. Yücel ve D. Özveren. 2000. Çukurova koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verimle ilgili özellikler ile bu özellikler arası ilişkilerin saptanması. Tr. J. Agricultural and Forestry 24: 19–29.
- Ayyıldız, M. 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 1196, Ankara.
- Boutraa, T. and F. E. Sanders. 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Agronomy & Crop Science 187: 251-257.
- Doorenbos, J. and A. H. Kassam. 1979. Yield Response to Water. FAO Irrig. and Drain. Paper No: 3, 198 p., Rome.
- Evelt, S., A. T. Howell, J. L. Steiner and L. L. Cresap. 1993. Management of Irrigation and Drainage, Div/ASCE, Utah.
- Günbatılı, F. 1991. Tokat-Kazova'da kısıtlı su uygulamasında yer fasulyesinin su tüketimi ve su-verim ilişkileri. Köy. Hizm. Tokat Araş. Enst. Md.
- Heerman D. F. 1985. ET in irrigation management, In Proceedings of the National Conference on Advances in Evapotranspiration. ASAE Publication, 323-334.
- Keller, J. and R. D. Bliesner. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.
- Korukçu, A. 1992. Sulamadaki Gelişmelerin Türkiye' ye Etkisi. Toprak Araştırma Enstitüsü Yayınları, 2:4-5, Ankara.
- Korukçu, A. ve R. Kanber. 1981. Su-Verim İlişkileri. Toprak Araştırma Ana Projesi, (435-1), Tarsus.
- Miller, D. E. and D. W. Burke. 1983. Response of dry beans to daily deficit sprinkler irrigation. Agron. J. 75: 775-778.
- Nielsen, F. D. and N. O. Nelson. 1998. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. Crop. Sci. 38: 422-427.
- Resende, M., D. W. Henderson and E. Fereres. 1981. Irrigation frequency, development and yield of kidney bean. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 16 (3): 363-370.
- Şehirli, S. 1965. Türkiye' de yetiştirilen bodur fasulye çeşitlerinin tarla ziraatı yönünden başlıca morfolojik ve biyolojik vasıfları üzerinde araştırmalar. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 474, Ankara.
- Üstün, H. ve Ç. Ayla. 1993. Ankara-Kesikköprü koşullarında fosfor-su ilişkileri ve su tüketimi. Köy Hizmetleri Ankara Araş. Enst. Müd Yayınları No:177, Ankara.
- Yıldırım, O., Z. Erözel, M. A. Tokgöz, F. Öztürk ve Y. E. Yıldırım. 1994. Yeterli ve kısıtlı sulamanın fasulye verimine etkileri. Ankara Üniv. Ziraat. Fak. Yayınları: 1340, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 741, Ankara.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizm. Genel Müd. Yayınları No: 121, Ankara.
- Zhang, H., X. Wang, M. You and C. Liu. 1999. Water-yield relations and water-use efficiency of winter wheat in the North China Plain. Irrig. Sci. 19: 37-45.

#### İletişim adresi:

Tolga ERDEM  
Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Tekirdağ