

Bursa Koşullarında Soya Fasulyesinin Su Üretim Fonksiyonlarının Belirlenmesi¹

Burak Nazmi CANDOĞAN*

Senih YAZGAN

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): bncandogan@uludag.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 17.10.2017

Kabul tarihi (Accepted): 24.10.2017

DOI : 10.21657/topraksu.410118

Öz

Bu çalışmada, yarı-nemli iklim koşullarına sahip Bursa'da, iki yıl süreyle yetiştiriciliği yapılan soya fasulyesinde (*Glycine max* L. Merril) farklı gelişme dönemleri ve mevsimlik olarak su üretim fonksiyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Kurulan tarla denemesi, toprak su içeriğine dayalı tam su, dört farklı gelişme döneminde farklı düzeylerde kısıntılı su ve susuz uygulamalarını kapsamıştır. Kısıntılı sulama konuları soya fasulyesinin vejetatif gelişme, çiçeklenme, bakla oluşumu ve tane gelişimi dönemlerine göre düzenlenmiştir. Sulama suyu damla sulama yöntemi ile uygulanmıştır.

Araştırma sonucunda, soya fasulyesinde, deneme konularının tane verimi, biyolojik verim ve hasat indeksleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek mevsimlik bitki su tüketimi ve verim, araştırmanın her iki yılında tam su uygulanan konuda ölçülmüştür. Bununla birlikte, oransal bitki su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasındaki doğrusal regresyon analizlerine göre; vejetatif, çiçeklenme, bakla oluşumu ve tane gelişimi dönemlerine ilişkin verim tepki etmeni (K_y) değerlerinin, sırasıyla 0.37, 1.12, 1.31 ve 1.89 olduğu belirlenmiştir. İki yılın değerlerinin birleştirilmesiyle elde edilen mevsimlik K_y değeri ise 1.21 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, yarı-nemli iklim koşullarında soya fasulyesi su eksikliğine en çok bakla oluşumu ve tane gelişim dönemlerinde duyarlıdır. Vejetatif gelişme döneminde su eksikliği verim üzerinde belirleyici değildir, en yüksek verim için diğer gelişme dönemlerinde su eksikliği oluşturulmamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, kısıntılı sulama, soya fasulyesi, verim tepki etmeni

¹Doktora Tezinden Özetlenmiştir

Determination of Water Production Functions of Soybean Under Bursa Conditions

Abstract

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

The result of study showed that effect of irrigation treatments on yield, biomass and harvest index were statistically significant. Maximum crop evapotranspiration and yield were obtained from fully irrigated treatment. On the other hand, according to linear regression analyzes of relative

evapotranspiration deficiency and relative yield decrease, crop yield response factor (k_y) values for vegetative, flowering, pod formation and seed enlargement stages were found as 0.37, 1.12, 1.31 and 1.89, respectively. In addition, k_y for the total growing season of soybean was 1.21. As a result, under sub-humid climate conditions soybean is very sensitive to water deficit especially during pod formation and seed enlargement stages. The water stress during vegetative growing stage has not a deterministic effect on soybean yield. However, in order to obtain maximum yield, fully irrigation throughout the other development stages is necessary.

Key words: Deficit irrigation, drip irrigation, soybean, yield response factor

GİRİŞ

Soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merrill), yağı ve proteini için yetiştirilen dünyadaki en önemli bitkilerden biridir (Doorenbos ve Kassam, 1979; Wilcox ve Shilbes, 2001; Li ve Burton, 2002). Tarih boyunca bir yağ ve protein bitkisi olarak kullanılan soya fasulyesi, ileri teknolojiyle birlikte protein kaynağı olarak da kullanılmaya başlanmıştır. O nedenle, günümüzde, soya bir protein bitkisi olarak tanımlanmaktadır. (Turan ve Göksoy, 1998). Son yıllarda özellikle Türkiye yem sanayinde soya tohumuna duyulan ihtiyacın artmasına paralel olarak, soya üretimi teşvik edilmeye çalışılmaktadır. Bu teşvikler sayesinde 2010 yılında ekim alanı 23 bin hektara, üretim ise 86 bin tona çıkmıştır (TÜİK, 2011).

Son yıllarda görülen yağışların yetersizliği ve kurak dönemlerin uzunluğu, bitkisel yetiştiricilikte sulamanın önemini daha da arttırmıştır. Söz konusu iklim koşullarında sulama suyu ve pahalı su kaynaklarına olan talep arttıkça, verim ile sulama suyu arasındaki ilişkiyi ortaya koyan ve optimum sulama işletmeciliğini belirlemede kullanılan su-üretim fonksiyonlarına gereksinim de artmaktadır (Russo ve Bakker, 1987). Su-üretim fonksiyonu, toprak, bitki ve iklime ilişkin etmenlere bağlı olarak değişmektedir. Her bitki için, su kullanımı ile verim arasındaki ilişkiyi göstermek amacıyla geliştirilen su-üretim fonksiyonu belli parametreler ve belirlenen ölçütler içerisinde kestirilmeye çalışılmaktadır (Gençoğlan, 1996). (Doorenbos ve Kassam, 1979) soyada oransal bitki su tüketimi açığı ile oransal verim azalışı arasındaki doğrusal ilişkinin eğimini, toplam büyüme mevsimi için 0.85; vejetatif büyüme, çiçeklenme ve tane oluşum dönemleri için sırasıyla 0.2, 0.8 ve 1.0 olarak bildirmişlerdir. Bu değerler, tane oluşum döneminin su stresine en duyarlı dönem olduğunu, bunu sırasıyla çiçeklenme ve vejetatif gelişme döneminin izlediğini göstermektedir. Güler (1990), Amik ovasında, 1985–1986

yıllarında soya fasulyesinin su-verim ilişkileri değerlendirmek üzere yürüttüğü çalışmada, verim tepki etmenini (k_y), toplam gelişme dönemi süresince uygulanacak su kısıntısı durumunda 1.02 olarak bulmuştur. Çalışmada, su kısıntısı söz konusu olduğunda, önce olgunlaşma ve sonrada vejetatif gelişme dönemlerinde uygulanan su miktarından tasarruf edilebileceği belirtilmiştir. Kirda vd. (1999), vejetatif gelişme dönemine göre çiçeklenme, bakla gelişimi ve dolumu dönemleri sırasında oluşan bitki su tüketimi eksilişinin soya fasulyesi verimini orantılı olarak düşürdüğünü belirlemişlerdir. Vejetatif gelişme döneminde verim tepki etmenini 0.58, çiçeklenme döneminde 1.13, bakla gelişim ve dolumu döneminde ise 1.76 bulmuşlardır.

Ülkemizde soya fasulyesi sulaması üzerine çalışmalar genellikle ikinci ürün olarak nemli, yarı-kurak ve kurak iklim kuşaklarına sahip bölgelerde yapılmıştır (Derviş ve Özel, 1987; Bayrak, 1989; Çelik, 1989; Güler, 1990; Yazar vd., 1990; Özkara, 1991; Yazar vd., 1991; Tüzel vd., 1992; Dogan vd., 2007a, b). Bu çalışmada, yarı-nemli (sub-humid) iklim koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan soya fasulyesinde farklı gelişme dönemleri ve toplam gelişme dönemi için su-üretim fonksiyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, 2005 ve 2006 yıllarında, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (TUAM) deneme arazisinde yürütülmüştür. Araştırma alanı, 40° 11' kuzey enlemi (N), 29° 04' doğu boylamında (E) yer almakta ve ortalama denizden yüksekliği 100 m'dir. Deneme alanı toprakları kil bünye sınıfındadır ve 0-120 cm toprak derinliği için, 30 cm'lik toprak katmanları dikkate alındığında, hacim ağırlığı 1.35-1.38 g cm⁻³ değerleri arasında

Çizelge 1. Soya fasulyesi gelişme dönemleri**Table 1.** Soybean growth stages

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

değişmektedir. Tarla kapasitesi, kuru ağırlık yüzdesi cinsinden 38.2-43.0 ve solma noktası, 23.2-27.1 değerleri arasında değişmekte olup, 0-90 cm toprak derinliği için kullanılabilir su tutma kapasitesi 163.3 mm'dir. Marmara Bölgesi'nin güney-doğusunda yer alan Bursa; yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı bir iklime sahiptir. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim elemanlarının uzun yıllar aylık ortalama değerleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı Bursa

Meteoroloji İstasyonundan sağlanmıştır (1975-2003). Çok yıllık iklim verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 14.5 °C, yıllık toplam yağış 675.9 mm, yıllık ortalama bağıl nem %66 ve yıllık ortalama rüzgar hızının 2 m yükseklikteki eşdeğeri 2.0 m s⁻¹'dir.

Deneme konuları, tam sulama, 12 kısıntılı sulama (4 kritik gelişme döneminde %25, %50 ve %75 su kısıntısı) ve susuz olacak şekilde 14 konudan oluşmuştur. Konuların belirlenmesinde, Fehr ve Caviness (1977) tarafından belirtilen soya fasulyesi gelişme dönemleri dikkate alınmıştır (Çizelge 1). Buna göre, vejetatif; V (V5 – R1), çiçeklenme; Ç (R1 – R3), bakla oluşumu; B (R3 – R5) ve tane gelişimi; T (R5 – R7) olacak şekilde 4 kritik gelişme dönemi dikkate alınarak belirlenen deneme konuları Çizelge 2'de verilmiştir. V5, beş boğumlu vejetatif gelişme dönemini belirtmektedir. Tam sulama konusu (VÇBT), her 7 günde bir 0-90 cm derinliğindeki mevcut nemi tarla kapasitesine tamamlayacak miktarda sulama suyu uygulanması şeklinde programlanmıştır.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada, Nova (GM IV) soya fasulyesi çeşidi kullanılmıştır. Soya fasulyesi tohumları, 21 Nisan 2005 ve 3 Mayıs 2006 tarihlerinde, yaklaşık olarak 3 cm toprak derinliğinde, bitki sıra aralığı 65 cm ve sıra üzeri 5 cm olacak biçimde pnömomatik mibzerle ekilmiştir. Parsel boyutları ekim de 3.9 m x 7.0 m =

Çizelge 2. Deneme konuları**Table 2.** Experimental treatments

Konular	Gelişme dönemleri			
	Vejetatif	Çiçeklenme	Bakla oluşumu	Tane gelişimi
VÇBT	+	+	+	+
V ₇₅ CBT	+ % 25 su kısıntısı	+	+	+
V ₅₀ CBT	+ % 50 su kısıntısı	+	+	+
V ₂₅ CBT	+ % 75 su kısıntısı	+	+	+
VÇ75BT	+	+ % 25 su kısıntısı	+	+
VÇ ₅₀ BT	+	+ % 50 su kısıntısı	+	+
VÇ25BT	+	+ % 75 su kısıntısı	+	+
VÇB ₇₅ T	+	+	+ % 25 su kısıntısı	+
VÇB ₅₀ T	+	+	+ % 50 su kısıntısı	+
VÇB25T	+	+	+ % 75 su kısıntısı	+
VÇBT ₇₅	+	+	+	+ % 25 su kısıntısı
VÇBT ₅₀	+	+	+	+ % 50 su kısıntısı
VÇBT ₂₅	+	+	+	+ % 75 su kısıntısı
Susuz	-	-	-	-

+ : Belirtilen dönemde su uygulaması, - : Sulama yok

27.3 m², hasatta 2.6 m x 6 m = 15.6 m² olmuştur. Toprak analizlerine dayalı olarak ekimden önce, deneme parsellerine 5 kg da⁻¹ etkili madde dozunda 15-15-15 N, P ve K kompoze gübresi elle serpilerek, bitkiler 20-25 cm boylandığında 8 kg da⁻¹ etkili madde dozunda % 46'lık üre gübresi ek azot kaynağı olarak verilmiştir.

Araştırmada kullanılan sulama suyu, Uludağ Üniversitesi Yolçatı (Göbelye) Sulama Göleti'nden sağlanmıştır. Deneme parsellerine sulama suyu, damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Damla sulama sistemi, 16 mm dış çaplı polietilen (PE) damla sulama boruları kullanılarak, her bitki sırasına bir lateral boru hattı döşenecek şekilde tasarlanmıştır. Lateral boru hatları, boylamasına geçik (in-line) basınç düzenleyicili, 20 cm aralıklı ve 1 atm. basınç altında 2 L h⁻¹ debili damlaticılardan oluşmuştur.

Toprak su içeriği nötronmetre cihazı (503 DR Hydroprobe, CPN International, Inc., Martinez, CA, USA) ile ölçülmüştür. Ölçümler, her parselde, parsel merkezine çakılmış alüminyum borular kullanılarak 0.16, 0.45, 0.75 ve 1.05 m toprak derinliklerinde yapılmıştır. Ayrıca, toprak su içeriği 0-30 cm toprak derinliğinde gravimetrik yöntemle izlenmiştir. Bitki su tüketimi, her iki toprak nem ölçüm zaman aralığı için toprak su bütçesi esasına göre Eşitlik 1'den hesaplanmıştır (Garrity vd. 1982; James, 1988).

$$ET_c = I + P + \Delta S - R - D \quad \text{Eşitlik (1)}$$

Eşitlik 1'de; ET_c: bitki su tüketimi (mm), I: sulama suyu (mm), P: yağış (mm), ΔS: etkili kök derinliğinde (90 cm) iki toprak suyu ölçümü arasındaki değişim (mm), R: yüzey akış (mm) ve D: derine sızmadır (mm). Sulama suyu uygulamaları sırasında yüzey akış (R) gerçekleşmemiştir. Bununla birlikte, 90-120 cm aralığındaki nem artışı ise derine sızma (D) olarak dikkate alınmıştır.

Bitkilerin su-verim ilişkilerini belirlemek için birçok model geliştirilmiştir. Bunlar içerisinde Stewart eşitliği en yaygın kullanılan modellerden birisidir (Stewart vd., 1976; Doorenbos ve Kassam, 1979). Bu model oransal bitki su tüketimi eksikliği ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Bu modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir (Eşitlik 2).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad \text{Eşitlik (2)}$$

Bu eşitlikte; Y_a: su kısıntısı koşullarında gerçek verim (kg da⁻¹), Y_m: tam sulama koşulunda en yüksek verim (kg da⁻¹), ET_a: su kısıntısı koşullarında gerçek bitki su tüketimi (mm), ET_m: tam sulama koşulunda en yüksek bitki su tüketimi (mm) ve k_y: su-verim tepki etmenini göstermektedir. Çalışmada, parsellerden elde edilen tane verimi ile mevsimlik su tüketimleri arasındaki ilişkiler bu model kullanılarak elde edilmiştir.

Soya fasulyesi bitkisi hasatları, 20 Eylül 2005 ve 2 Ekim 2006 tarihlerinde elle yapılmıştır. Hasat parsellerinden elde edilen bitkiler tartılmış, ardından elde edilen veriler dekara çevrilerek biyolojik verim belirlenmiştir. Tane veriminin belirlenmesi amacıyla hasat edilen bitkiler harmanlanmış, elde edilen tane ürünü tartılmıştır. Hasat parsellerinden elde edilen tane verimi, biyolojik verime bölünüp 100 ile çarpılarak hasat indeksi belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda, konulara göre elde edilen tane verimi, biyolojik verim ve hasat indeksi verilerine tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizleri uygulanmış ve istatistiksel farklı grupların belirlenmesinde Asgari Önemli Farklılık (AÖF-LSD) testi kullanılmıştır (Steel ve Torrie, 1980; Turan, 1995). Varyans analizlerinde 0.01 ve 0.05 önemlilik düzeyleri dikkate alınmış, farklı grupların belirlenmesinde ise 0.05 olasılık düzeyi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Uygulanan sulama suyu ve bitki su tüketimi

Araştırma yıllarında deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları farklı gelişme dönemlerine göre yığılımlı olarak Çizelge 3'de verilmiştir. Soya fasulyesinin sulanmasına, araştırmanın ilk yılında 13 Haziran 2005 (ekimden 53 gün sonra), ikinci yılında ise 27 Haziran 2006 (ekimden 55 gün sonra) tarihinde başlanmıştır. İlk yılda, ekimden hasada kadar yağış miktarı 155.8 mm, ikinci yılda ise 150.1 mm ölçülmüştür. Denemenin ilk yılında, çimlenme ve çıkış için gerekli nem miktarı doğal yağışlar ile karşılanmıştır (87.8 mm), ikinci yıl ise sulama programının başladığı tarihe kadar, yağmurlama sulama yöntemiyle tüm deneme konularına 60 mm su uygulanmıştır. Denemenin ilk yılında, tam su uygulanan VÇBT konusuna toplam 581 mm, ikinci yıl ise 663 mm sulama suyu uygulanmıştır. Sulamalara her iki deneme yılında da 5 boğumlu vejetatif gelişme döneminde (V5) başlanmıştır. İlk yıl, VÇBT

Çizelge 3. Farklı gelişme dönemlerine göre deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları**Table 3.** The amount of irrigation water applied for the different growth stages according to the treatments

Konular	Gelişme dönemlerine göre uygulanan sulama suyu (mm)											
	Çimlenme-çıkış		Vejetatif		Çiçeklenme		Bakla oluşumu		Tane gelişimi		Toplam	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
VÇBT	0	60	141	160	108	157	166	178	167	108	581	663
V ₇₅ ÇBT	0	60	106	120	108	157	166	178	167	108	546	623
V ₅₀ ÇBT	0	60	71	80	108	157	166	178	167	108	511	583
V ₂₅ ÇBT	0	60	35	40	108	157	166	178	167	108	476	543
VÇ ₇₅ BT	0	60	141	160	81	118	166	178	167	108	554	624
VÇ ₅₀ BT	0	60	141	160	54	79	166	178	167	108	528	585
VÇ25BT	0	60	141	160	27	39	166	178	167	108	501	545
VÇB ₇₅ T	0	60	141	160	108	157	124	134	167	108	540	619
VÇB ₅₀ T	0	60	141	160	108	157	83	89	167	108	499	574
VÇB25T	0	60	141	160	108	157	41	45	167	108	457	530
VÇBT ₇₅	0	60	141	160	108	157	166	178	125	81	540	636
VÇBT ₅₀	0	60	141	160	108	157	166	178	84	54	498	609
VÇBT ₂₅	0	60	141	160	108	157	166	178	42	27	456	582
Susuz	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60

konusunda vejetatif dönemde 2, çiçeklenme, bakla oluşumu ve tane gelişimi dönemlerinin her birinde 3 sulama olmak üzere 11 sulama yapılmış; ikinci yıl ise ilk yıla göre tane gelişim döneminde bir eksik su uygulanarak 10 kez sulama yapılmıştır.

Araştırma yıllarında farklı gelişme dönemlerine göre deneme konularından elde edilen yığılımlı bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Tam su uygulanan VÇBT konusunda soya fasulyesinin mevsimlik su tüketimi, 2005 ve

Çizelge 4. Farklı gelişme dönemlerine göre deneme konularından elde edilen bitki su tüketimi değerleri**Table 4.** Crop evapotranspiration for the different growth stages according to the treatments

Konular	Gelişme dönemlerine göre su tüketimleri (mm)									
	Çimlenme ve çıkış+Vejetatif		Çiçeklenme		Bakla oluşumu		Tane gelişimi+ Olgunlaşma		Toplam	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
VÇBT	217	233	127	171	176	173	276	246	795	823
V ₇₅ ÇBT	203	204	124	159	168	168	260	247	755	778
V ₅₀ ÇBT	179	178	119	147	165	172	263	262	727	759
V ₇₅ ÇBT	176	150	118	141	153	171	235	252	683	714
VÇ75BT	229	238	121	140	151	160	243	230	744	767
VÇ ₅₀ BT	204	213	89	114	152	147	247	260	691	734
VÇ25BT	192	246	79	85	148	137	242	223	661	690
VÇB ₇₅ T	207	216	126	165	140	145	272	251	745	778
VÇB ₅₀ T	199	211	120	166	117	116	265	249	700	743
VÇB25T	185	185	130	156	73	90	267	242	654	673
VÇBT ₇₅	209	216	123	155	172	177	238	237	742	785
VÇBT ₅₀	222	226	113	158	167	173	206	201	708	757
VÇBT ₂₅	196	226	131	144	170	171	164	191	661	731
Susuz	189	175	60	57	55	52	64	59	367	342

Çizelge 5. Deneme konularından elde edilen tane verimi, biyolojik verim ve hasat indeksleri

Table 5. Seed yield, biomass and harvest index obtained from the experimental treatments

Konular	Tane verimi (kg da ⁻¹)		
	2005	2006	Ortalama
VÇBT	409.7a	391.0a	400.4a
V ₇₅ CBT	398.5ab	383.5ab	391.0ab
V ₅₀ CBT	395.9ab	382.0ab	388.9ab
V ₂₅ CBT	392.2ab	367.4bc	379.8bc
VÇ ₇₅ BT	389.6ab	369.0bc	379.3bc
VÇ ₅₀ BT	364.0cd	341.6de	352.8ef
VÇ25BT	323.6e	311.3fg	317.4hi
VÇB ₇₅ T	376.4bc	361.1c	368.7cd
VÇB ₅₀ T	342.3de	334.8e	338.5fg
VÇB25T	319.7e	299.2gh	309.5i
VÇBT ₇₅	357.7cd	353.1cd	355.4de
VÇBT ₅₀	326.7e	324.6ef	325.6gh
VÇBT ₂₅	293.8f	292.5h	293.2j
Susuz	180.0g	214.9i	197.4k
LSD _{0.05}	24.72	17.65	14.83
Biyolojik verim (kg da ⁻¹)			
VÇBT	927.9a	857.9a	892.9a
V ₇₅ CBT	866.3ab	846.2a	856.3ab
V ₅₀ CBT	855.0bc	794.9b	825.0bc
V25ÇBT	814.4bcd	749.4cde	781.9def
VÇ ₇₅ BT	816.1bcd	792.8bc	804.4cd
VÇ ₅₀ BT	783.2de	708.1ef	745.6fgh
VÇ25BT	698.4f	655.1gh	676.7ij
VÇB ₇₅ T	797.4cd	775.5bcd	786.4de
VÇB ₅₀ T	725.1ef	698.6fg	711.9hi
VÇB ₂₅ T	701.8f	643.6h	672.7j
VÇBT ₇₅	789.0de	734.5def	761.7efg
VÇBT ₅₀	768.6de	691.4fg	730.0gh
VÇBT ₂₅	627.3g	614.2h	620.7k
Susuz	377.8h	434.9i	406.3l
LSD _{0.05}	64.15	44.31	38.06
Hasat indeksi (%)			
VÇBT	44.2bc	45.6de	44.9d
V ₇₅ CBT	46.0ab	45.3e	45.7cd
V ₅₀ CBT	46.3ab	48.1abc	47.2abc
V ₂₅ CBT	48.2a	49.1ab	48.6a
VÇ ₇₅ BT	47.7a	46.6cde	47.2abc
VÇ ₅₀ BT	46.6ab	48.3abc	47.5ab
VÇ25BT	46.5ab	47.5abcd	47.0abc
VÇB ₇₅ T	47.2a	46.6cde	46.9abc
VÇB ₅₀ T	47.3a	47.9abc	47.6ab
VÇB ₂₅ T	45.6ab	46.5cde	46.1bcd
VÇBT ₇₅	45.4abc	48.1abc	46.7bc
VÇBT ₅₀	42.5c	47.0bcde	44.7d
VÇBT ₂₅	46.9ab	47.6abcd	47.3abc
Susuz	47.8a	49.4a	48.6a
LSD _{0.05}	2.941	2.172	1.785

2006 yıllarında sırasıyla 795 ve 823 mm, sulama yapılmayan konuda ise araştırma yıllarında sırasıyla 367 ve 342 mm olarak belirlenmiştir. Scott ve Aldrich (1970) soya fasulyesinin mevsimlik su tüketiminin 350-750 mm arasında değiştiğini, Doorenbos ve Kassam (1979), iklim ve gelişme dönemi uzunluğuna bağlı olarak tüketimin 450-700 mm arasında olduğunu, Korukçu ve Evsahibioğlu (1981), 450-700 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Çelik (1989), Tokat-Kozova koşullarında yetiştirilen soya fasulyesinin mevsimlik su tüketiminin 1049.2 mm, Bayrak (1989), Bafra Ovası koşullarında yetiştirilen soyanın 762.2 mm, Evett vd. (2000), Bushland-Texas koşullarında damla yöntemiyle sulanan soya fasulyesinde 905 mm, Karam vd. (2005), Lübnan koşullarında damla yöntemiyle sulanan soyada 686 mm olduğunu belirtmişlerdir. Yukarıda verilen bitki su tüketimi sonuçları ile bu çalışmada belirlenen bitki su tüketimi sonuçları arasında paralellik bulunmaktadır.

Çizelge 4 incelendiğinde, araştırmanın ilk yılında VÇBT konusunda, soya fasulyesi bitkisinin vejetatif (çimlenme ve çıkış ile birlikte), çiçeklenme, bakla oluşumu dönemlerinde su tüketimleri sırasıyla; 217 mm, 127 mm ve 176 mm ölçülmüş ve tane gelişim dönemi başlangıcından hasada kadar 276 mm olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci yılında ise bitki su tüketimi değerleri, sözü edilen gelişme dönemlerinde sırasıyla; 233 mm, 171 mm ve 173 mm olarak ölçülmüş, tane gelişim dönemi başlangıcından hasada kadarki dönemde ise bitki su tüketimi 246 mm olarak bulunmuştur. Karam vd. (2005), vejetatif gelişme esnasında birikimli bitki su tüketimini 294 mm, ürün oluşum evrelerinde tam çiçeklenme ve bakla başlangıcı esnasında 170 mm, tam bakla döneminden olgunlaşma sonuna kadarki dönemde de 299 mm olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlar ile araştırmadan elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Tane verimi, biyolojik verim ve hasat indeksi

Çalışmada, tane verimi bakımından sulama konuları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık belirlenmiştir (P<0.01). Çizelge 5'den izleneceği gibi, araştırmanın her iki yılında en yüksek tane verimi tam su uygulanan VÇBT konusunda, en düşük tane verimi ise sulama yapılmayan konuda elde edilmiştir. Bu çalışmada tam sulama koşulunda elde edilen tane verimleri önceki çalışmalarda elde edilen verim değerleriyle ile

benzerlik göstermektedir (Doss vd., 1974; Ashley ve Ethridge, 1978; Paltineanu vd., 1994; Kabalan, 1998; Evett vd., 2000). Çizelge 5 incelendiğinde, dört gelişme döneminde de su kısıntısı arttıkça, tane veriminin azaldığı görülmüştür.

Biyolojik verim bakımından sulama konuları arasındaki farklılık her iki deneme yılında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Çizelge 5'den ortalama değerler incelendiğinde, 2005 yılında sulama konularına göre biyolojik verimin $929.9-377.8 \text{ kg da}^{-1}$, 2006 yılında ise $857.9-434.9 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değiştiği görülmektedir. Taylor vd. (1982) ve Pedersen vd. (2004), sulama uygulamalarının soya fasulyesi bitkisinde biyomasi arttırdığını belirtmişlerdir. Karam vd. (2005), yarı-kurak iklim koşuluna sahip Lübnan'da, lizimetre ortamında bitkilerin ortalama 8.1 t ha^{-1} biyomas ürettiğini, tam sulama yapılan deneme konusunda ise biyomas değerinin ortalama 7.3 t ha^{-1} olduğunu bildirmişlerdir.

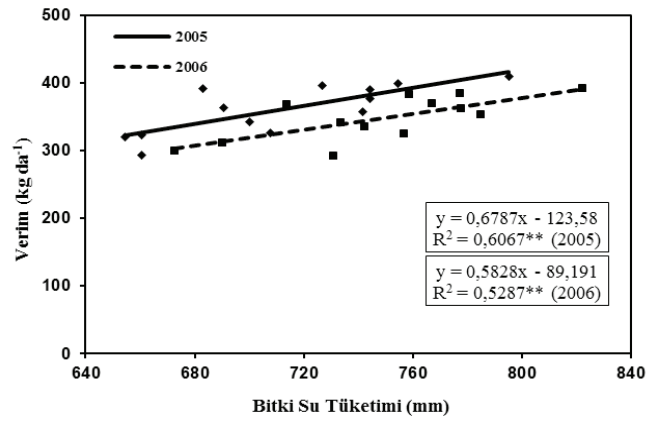
Hasat indeksi bakımından sulama konuları arasındaki farklılık deneme yıllarında %5 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelge 5'den izleneceği gibi, 2005 yılında sulama konularında hasat indeksi %48.2-%42.5 arasında, 2006 yılında ise %49.4-%45.3 arasında değişmiştir. Genel olarak, VÇBT konusuyla susuz konu karşılaştırıldığında, sulama uygulaması ile az da olsa hasat indeksi değerinin düştüğü söylenebilir. Spaeth vd. (1984), hasat indeksinin, toprak su içeriği ve güneşlenme süresindeki değişimlere bağlı kalan bitkinin değişmez bir özelliği olduğunu bildirmişlerdir. Pedersen ve Lauer (2004), yakın geçmişte yürüttükleri bir çalışmada, sulamanın hasat indeksini ortalama %2 oranında azalttığını belirtmişlerdir.

Su-verim ilişkileri

Deneme alanının yer aldığı bölgede, uzun yıllar aylık ortalama değerlerine göre (1975-2003), yıllık ortalama yağış miktarı 675.9 mm 'dir. Bu nedenle bölge, ortalama yağış miktarına bağlı olarak yarı-nemli iklim kuşağında (yıllık ortalama yağış $600-700 \text{ mm}$) yer almaktadır (Jensen, 1980) ve soya fasulyesi yetiştirme döneminde (Mayıs-Ekim dönemi) kaydedilen yağış miktarı oldukça düşüktür. Uzun yıllar meteoroloji verilerine göre, soya fasulyesi yetiştirme dönemi boyunca, bölgeye düşen toplam yağış miktarı 149.4 mm 'dir ve bu değer toplam yıllık yağış miktarının yaklaşık %21.3'üdür. Toplam yıllık buharlaşma miktarı (1396.4 mm) ise yıllık yağışın yaklaşık iki katıdır ve soya fasulyesi gelişme

dönemi için hesaplanan toplam buharlaşma miktarı da yağış miktarından çok daha yüksektir. Bu değerlendirmelere göre, susuz soya fasulyesi yetiştiriciliği için yağış miktarı yeterli değildir. Kısıntılı sulama konularında belirlenen gerek bitki su tüketimi gerekse verim değerleriyle karşılaştırıldığında, oldukça düşük değerler vermesi nedeniyle su uygulanmayan konu (susuz konu), verim tepki etmeni (ky) hesaplamalarında değerlendirme dışı tutulmuştur (Kara ve Gündüz, 1998).

Şekil 1'den görüldüğü gibi, araştırmada ele alınan konularda ölçülen bitki su tüketimi (ET) ve elde edilen verim değerleri arasında %99 güvenle, 2005 yılında $y = 0.6787x - 123.58$, 2006 yılında ise $y = 0.5828x - 89.191$ ile gösterilebilen doğrusal ilişkiler olduğu belirlenmiştir. ET ile tane verimi arasında %1 düzeyinde önemli ilişki olduğundan ky analizlerine geçilmiştir.



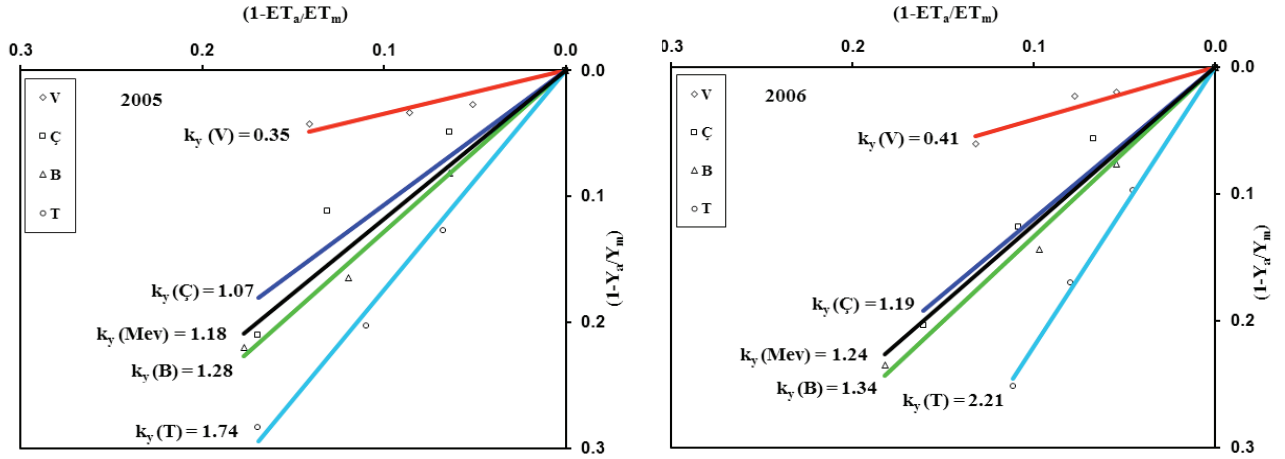
Şekil 1. Deneme yıllarında bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişkiler

Figure 1. The relationship between evapotranspiration with yield for the experimental years

Çizelge 6. Araştırma yıllarına göre gelişme dönemleri için ve mevsimlik olarak verim fonksiyonları

Table 6. Crop water production functions obtained for each growth stage and total growing season in 2005 and 2006

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



Şekil 2. Araştırma yılları oransal bitki su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiler

Figure 2. The relationship between relative yield decrease and relative evapotranspiration deficit for the experimental years

Araştırma yıllarına göre, gelişme dönemleri için ve mevsimlik olarak hesaplanan su-üretim fonksiyonları ve verim tepki etmenleri Çizelge 6 ve Şekil 2’de verilmiştir. Anılan şekil üzerindeki doğruların eğimleri olan verim tepki etmeni değerlerinde, yıllara göre farklılık görülmemekle birlikte araştırmanın her iki yılında da büyüklük sıralamaları aynı olmuştur. En yüksek k_y değerleri 2005 yılında 1.74 ve 2006 yılında 2.21 olarak T döneminde belirlenmiştir. V döneminde ise deneme yıllarında sırasıyla 0.35 ve 0.41 ile en düşük değerlere ulaşılmıştır. Şekil 2 incelendiğinde, Ç ve B dönemleri için belirlenen k_y değerlerinin, mevsimlik değerlere oldukça yakın olduğu görülmüştür. Araştırmanın ilk ve ikinci yılında mevsimlik k_y değerleri ise sırasıyla 1.18 ve 1.24 olarak belirlenmiştir.

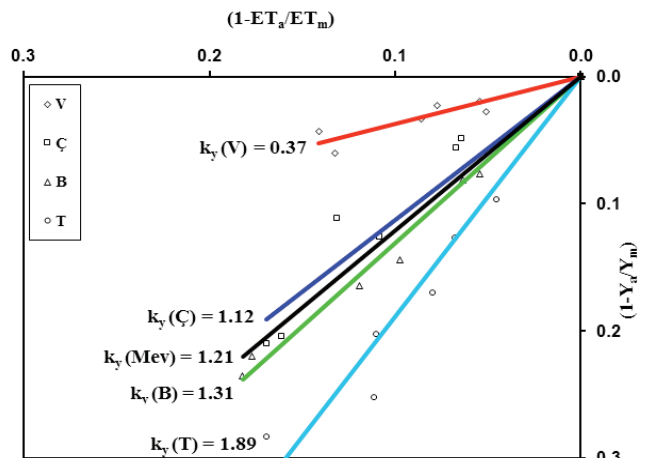
Araştırma yıllarında, sulama konularında ölçülen bitki su tüketimi ve verim sonuçları birlikte değerlendirilerek elde edilen iki yıl birleştirilmiş su-üretim fonksiyonları ile k_y değerleri Çizelge 7 ve Şekil 3’de verilmiştir. Sözü edilen şekil üzerindeki doğruların eğimleri incelendiğinde; V, Ç, B ve T dönemlerine ilişkin eğimlerin, sırasıyla 0.37, 1.12, 1.31 ve 1.89 olduğu görülmüştür. İki yılın değerlerinin birleştirilmesiyle elde edilen mevsimlik k_y değeri ise 1.21 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, soya fasulyesi bitkisinin bakla oluşum ve tane gelişim dönemlerinde kısıntılı sulamaya karşı oldukça duyarlı olduğu ve bu dönemlerdeki su kısıntısının önemli verim azalmalarına neden olacağı söylenebilir. Kısıntılı sulamaya duyarlılık bakımından, tane gelişim dönemini sırasıyla, bakla oluşum ve çiçeklenme dönemleri izlemiştir. Vejetatif gelişme dönemi boyunca uygulanan su kısıntısının verim azaltıcı etkisinin ise oldukça düşük olduğu söylenebilir. Yazar vd. (1990), Çukurova koşullarında yağmurlama yöntemiyle

sulanan ikinci ürün soya fasulyesinde, bitki su tüketiminde meydana gelecek bir birim azalmaya karşı verimdeki düşüşün, tane oluşumu ve dolumu döneminde diğer dönemlere oranla daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, soyanın tane oluşumu ve dolumu döneminin su kısıntısına en duyarlı dönem olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 7. Araştırma yıllarına göre gelişme dönemleri için ve mevsimlik olarak verim fonksiyonları

Table 7. Crop water production functions obtained from the two years pooled data

Dönem	Verim Fonksiyonu
V	$(1-Y_a/Y_m) = 0.37 (1-ET_a/ET_m)$, $R^2 = 0.8882$
Ç	$(1-Y_a/Y_m) = 1.12 (1-ET_a/ET_m)$, $R^2 = 0.9348$
B	$(1-Y_a/Y_m) = 1.31 (1-ET_a/ET_m)$, $R^2 = 0.9907$
T	$(1-Y_a/Y_m) = 1.89 (1-ET_a/ET_m)$, $R^2 = 0.9545$
Mev.	$(1-Y_a/Y_m) = 1.21 (1-ET_a/ET_m)$, $R^2 = 0.5641$



Şekil 3. Araştırma yılları birleştirilmiş oransal bitki su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiler

Figure 3. The relationship between relative yield decrease and relative evapotranspiration deficit for the two years pooled data

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

Doorenbos ve Kassam (1979), verim tepki etmeni değerlerini toplam büyüme mevsimi için 0.85; vejetatif büyüme, çiçeklenme ve tane oluşum dönemleri için sırasıyla 0.2, 0.8 ve 1.0 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen verim tepki etmeni değerleri, Doorenbos ve Kassam (1979) tarafından verilen değerlerden farklıdır. Bu farklılığa, farklı toprak ve iklim koşullarına bağlı olan, fenolojik dönemlerin sürelerinin değişmesi sonucu, bitkilere uygulanan sulama suyu miktarlarının değişimleri neden olarak gösterilebilir.

SONUÇLAR

Çalışma sonuçlarına göre, tam su uygulanan VÇBT konusunda, 2005 yılında toplam 581 mm, 2006 yılında ise 663 mm sulama suyu uygulanmıştır. Sözü edilen sulama konusunda mevsimlik bitki su tüketimi ise 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla 795 ve 823 mm olarak belirlenmiştir.

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

Sonuç olarak, yarı-nemli iklim koşulunda olası bir kısıntılı sulama işletmeciliğinin oldukça dikkatli planlanması gerektiği ve seçilecek kısıntı düzeylerinin ve/veya zamanlarının soya fasulyesi verimi üzerinde önemli düzeyde etkili olacağını söylemek mümkündür. Soya fasulyesi sulamasında kısıntılı sulama uygulamasının zorunlu olması durumunda, su eksikliğinin yalnızca vejetatif döneme yönelik olarak planlanması gerekmektedir. Diğer gelişme dönemlerinde ise soya bitkisinde su eksikliği oluşturulmamalı, tane gelişim döneminde sulamalar tam olarak uygulanmalıdır. Ayrıca benzer iklim koşullarında yapılacak sulama planlamasında, soya fasulyesinde uygulanacak su kısıntısına karşılık verimde meydana gelecek azalma miktarının belirlenmesinde bu çalışmada elde edilen verim tepki etmeni değerlerinden yararlanılabilir.

Kaynaklar

Ashley DA, Ethridge WJ (1978). Irrigation effects on vegetative and reproductive development of three soybeans cultivars. *Agronomy Journal*, 70: 467-471.

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

Çelik S (1989). Tokat-Kozova'da Soyanın (Amsoy-71) Su Tüketimi, Köy Hizmetleri Tokat Araştırma Enstitüsü Md. Yayınları, Genel Yayın No: 97, Tokat.

Derviş Ö, Özel M (1987). Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra İkinci Ürün Soyanın Su Tüketimi, Tarım ve Orman Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Tarsus Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 139, Rapor Serisi No: 80, 44 s.

Dogan E, Kirnak H, Copur O (2007a). Deficit irrigations during soybean reproductive stages and CROPGROsoybean simulations under semi-arid climatic conditions. *Field Crops Research*, 103: 154-159.

Dogan E, Kirnak H, Copur O (2007b). Effect of seasonal water stress on soybean and site specific evaluation of CROPGRO-Soybean model under semi-arid climatic conditions. *Agricultural Water Management*, 90: 56-62.

Doorenbos J, Kassam AH (1979). Yield Response to Water, Irrigation and Drainage Paper No: 33, FAO, Rome, p. 193.

Doss BD, Pearson RW, Rogers HT (1974). Effect of Soil Water Stress at Various Growth Stages on Soybean Yield. *Agronomy Journal*, 66: 297-299.

Evelt SR, Howell TA, Schneider AD, Upchurch DR, Wanjura DF (2000). Automatic drip irrigation of corn and soybean. *Proceedings of the 4th Decennial National Irrigation Symposium*, pp. 401-408, 14-16 November, Phoenix, AZ, USA.

Fehr WR, Caviness CE (1977). Stages of Soybean Development. Cooperative Extension Service; Agriculture and Home Economics Experiment Station, Iowa State University of Science and Technology, Ames, IA., USA, p. 11.

Garrity PD, Watts DG, Sullivan CY, Gilley JR (1982). Moisture Deficits and Grain Sorghum Performance: Evapotranspiration-Yield Relationships, *Agronomy Journal*, 74: 815-820.

Gençoğlan C (1996). Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri, Kök Dağılımı ile Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesi ve CERES-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreyle Uyumluluğunun İrdelenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 220 s.

Güler F (1990). Amik Ovası Koşullarında İkinci Ürün Soya Fasulyesinin Su Tüketimi ve Su-Verim İlişkilerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Yayınları 2, Ankara, 93 s.

James LG (1988). Principles of Farm Irrigation System Design, New York, Wiley, p. 543

Jensen ME (1980). Design and Operation of Farm Irrigation Systems. An ASAE monograph, Number 3 in a series published by American Society of Agricultural Engineers, 2950 Niles Road, Michigan 49085, USA, p. 829

Kabalan R (1998). Consomation en eau et productivite' d'une culture du soja a' la Be'kaa. DEA, AUPELF-UREF, Bureau du Monde Arabe, Beyrouth, p. 25.

Kara C, Gündüz M (1998). GAP Bölgesi Harran Ovası Koşullarında Kısıntılı Sulama Suyu Uygulamasının Pamuk Verimine Etkisinin Saptanması. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, 1997. APK Dairesi Başkanlığı Yayınları; Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, No. 106 Ankara, 285-302.

Karam F, Masaad R, Sfeir T, Mounzer O, Roupheal Y (2005). Evapotranspiration and Seed Yield of Field Grown Soybean under Deficit Irrigation Conditions. *Agricultural Water Management*, 75: 226-244.

Kirda C, Kanber R, Tulucu K, Gungor H (1999). Yield response of cotton, maize, soybean, sugar beet, sunflower and wheat to deficit irrigation. In: C Kirda, P Moutonnet, C Hera and DR Nielsen (Eds.), *Crop Yield Response to Deficit Irrigation*, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, Vol. 84: 21-38.

Korukçu A, Evsahibioğlu N (1981). Soya Fasulyesi ve Sulanması. *Tarım ve Mühendislik Dergisi*, Ankara, 6: 24-28.

Li H, Burton JW (2002). Selecting Increased Seed Density To Increase Indirectly Soybean Seed Protein Concentration. *Crop Science*, 42: 393-398.

Özkara MM (1991). Menemen Yöresinde İkinci Ürün Soyanın Su Tüketimi, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Menemen Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No:170, Rapor Serisi No: 111, 31 s.

Paltineanu I, Negrila C, Craciun M, Craciun I (1994). Long term trials on irrigated field crops in semiarid area of Romania. *Romanian Agricultural Research*, 1: 85-92.

Pedersen P, Lauer JG (2004). Response of soybean yield components to management system and planting date. *Agronomy Journal*, 96: 1372-1381.

Pedersen P, Boote KJ, Jones JW, Lauer JG (2004). Agronomic modeling. Modifying the CROPGRO-Soybean model to improve predictions for the upper Midwest. *Agronomy Journal*, 96: 556-564.

Russo D, Bakker D (1987). Crop Water Production Functions for Sweet Corn and Cotton Irrigated with Saline Waters. *Soil Science Society of America Journal*, 51: 1554-1562.

Scott WO, Aldrich SR (1970). Modern Soybean Production. S and A Publications, Champaign, IL, USA, p. 192.

Spaeth SC, Randall HC, Sinclair TR, Vendeland JS (1984). Stability of soybean harvest index. *Agronomy Journal*, 76: 482-486.

Steel RGD, Torrie JH (1980). Principles and Procedures of Statistics, 2nd edn. McGraw-Hill, New York.

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.

Taylor HM, Mason WK, Bennie ATP, Rouse HR (1982). Response of soybeans to two sow spacing and two soil water levels. I. an analysis of biomass accumulation, canopy development and solar radiation, interception and components of seed yield. *Field Crops Research*, 5: 1-14.

Turan ZM (1995). Araştırma ve Deneme Metotları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 62, Bursa, 302 s.

Turan ZM, Göksoy AT (1998). Yağ Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 80, Bursa, 225 s.

TÜİK (2011). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr>

Tüzel İH, Ul MA, Anaç S, Yaşar S (1992). Menemen Yöresinde değişik sulama aralıklarının ikinci ürün soya verimine etkisi. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi. Bildiriler Kitabı: 186-196. 24 - 26 Haziran, Erzurum.

Wilcox JR, Shilbes RM (2001). Interrelationships Among Seed Quality Attributes in Soybean. *Crop Science*, 41: 11-14.

Yazar A, Çevik B, Tekinel O, Tülücü K, Baştuğ R, Kanber R (1990). Çukurova Koşullarında Yağmurlama Yöntemiyle Sulanan İkinci Ürün Soyada Evapotranspirasyon İlişkilerinin Belirlenmesi. *Doğa Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 14: 181-203.

Yazar A, Oğuzer V, Tülücü K, Arıoğlu H, Gençoğlan C, Diker K (1991). Harran Ovası Koşullarında Açık Su Yüzeysel (Class A Pan) Buharlaştmasından Yararlanarak İkinci Ürün Soya için Sulama Programının Geliştirilmesi. T.C. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. Ç.Ü. Zir. Fak. GAP, Yayınları No:45. Temmuz 1991, Adana.