

Ayçiçeğinin Su-Verim İlişkileri*

Abdullah KADAYIFÇI, Osman YILDIRIM

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 06110 Dışkapı, Ankara-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 08.05.1998

Özet: Bu çalışmada, ayçiçeğinin (*Helianthus annuus L.*) toplam büyüme mevsimi boyunca su ihtiyacının tam ve eksik karşılandığı koşullar ile erken vejetatif gelişme, geç vejetatif gelişme, toplam vejetatif gelişme, çiçeklenme ve dane oluşumu periyotlarında sulama suyu uygulanmayan koşullarda dane ve yağ veriminin elde edilmesi, topraktaki nem eksikliğine duyarlı büyüme periyotlarının ve k_y su-verim ilişkisi faktörlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemeler, 1994 ve 1995 yıllarında, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülmüştür. Araştırma sonunda en yüksek dane ve yağ verimi, büyüme mevsimi boyunca bitki su ihtiyacının tam karşılandığı deneme parsellerinde elde edilmiştir. Topraktaki nem eksikliğine en duyarlı periyot k_y su-verim ilişkisi faktörünün 0.50-0.75 arasında olduğu çiçeklenme periyodudur. Anılan bu k_y su-verim ilişkisi faktörü tüm büyüme mevsimi için 0.81, toplam vejetatif gelişme, geç vejetatif gelişme, dane oluşumu ve erken vejetatif gelişme periyotları için sırasıyla 0.35-0.71, 0.12-0.67, 0.13-0.35 ve 0.16-0.23 arasında bulunmuştur.

The Response of Sunflower Grain Yield to Water

Abstract: The main aims of this study were to obtain grain and oil yields of sunflower (*Helianthus annuus L.*) under adequate and limited soil water supply during the total growing season and under limited soil water supply at the early vegetative, late vegetative, vegetative, flowering and yield formation periods, to find out the sensitive periods to soil water deficits, and to determine yield response factors (k_y). The experiments were conducted in the fields of the Research Farm of the Agricultural Faculty, Ankara University, in 1994 and 1995. It was found that the highest grain and oil yields were obtained at the plots where adequate irrigation water was applied during the total growing season. The yield response factors (k_y) were found in the range of 0.50-0.75 for flowering period that was the most sensitive period to water deficits, 0.81 for the total growing season and, in ranges 0.35-0.71, 0.12-0.67, 0.13-0.35 and 0.16-0.23 for the vegetative, late vegetative, yield formation, and early vegetative periods, respectively.

Giriş

Beslenmede vazgeçilmez bir yeri olan yağ gereksiniminin büyük bir bölümü bitkilerden karşılanmaktadır. Ülkemizde bitkisel yağ, çoğunlukla çiftçinin yakından tanıdığı ayçiçeğinden elde edilmektedir. Ayçiçeği yağ sanayinin yanısıra kimya, kozmetik ve sabun sanayilerinin de önemli bir hammaddesidir. Bununla birlikte, küspesinin yüksek oranlarda protein, karbonhidrat, yağ ve fosfor içermesi nedeniyle besleyici bir hayvan yemidir (1).

Ayçiçeği, Türkiye'de yaygın olarak Trakya, Marmara ve İç Anadolu bölgelerinde yetiştirilmekte, ekiliş alanı ve birim alandan elde edilen ürün miktarı sürekli artmaktadır. 1990 yılı verilerine göre ülkemizdeki toplam ekili alanın yaklaşık % 5 inde tarımı yapılmakta ve ortalama 147.3 kg/da dane verimi elde edilmektedir (2).

Ayçiçeği bitkisi genel olarak kuraklığa dayanıklı olmakla birlikte uygun dönemlerde sulama yapıldığında veriminde önemli düzeyde artışlar olmaktadır. Şöyle ki,

büyüme mevsimi boyunca bitki etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 30-50 si tüketildiğinde yapılan sulamalar sonucunda dane ve yağ veriminin büyük ölçüde arttığı saptanmıştır (3, 4, 5, 6, 7). Ancak, bitkinin büyüme periyotlarında ortaya çıkan uzun süreli kuraklıklar tablaların küçülmesine, tabladaki dane sayısının azalmasına, bunun sonucu olarak da dane veriminin düşmesine neden olmaktadır (8). Özellikle çiçeklenme periyodunda topraktaki nem eksikliğine karşı oldukça duyarlıdır. Sadece bu periyotta uygulanan sulama suyu bile dane ve yağ verimini önemli düzeyde arttırmaktadır (9, 10). Bu nedenle, kısıtlı su kaynağı koşullarında çiçeklenme periyodu dışındaki periyotlarda belli oranda su kısıntısı yapılarak ayçiçeği tarımı yapmak olasıdır (11). Ancak bunun için, bitkinin su-verim ilişkilerinin, başka bir deyişle, su ihtiyacının tam ve eksik karşılandığı koşullar için bitki su tüketimi ile verim değerlerinin bilinmesi gerekir.

Bu çalışmada, özellikle kısıtlı su kaynağı koşullarında ayçiçeği tarımı yapılan işletmelerde, optimum su

*Bu çalışma Abdullah Kadayıfçı'nın Doktora tezinden kısmen özetlenmiştir.

Tablo 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Yıllar	Profil derinliği (cm)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm/30 cm)
1994	0-30	1.32	35.2	21.8	52.9
	30-60	1.42	33.8	21.3	53.1
	60-90	1.36	33.9	23.1	44.0
	90-120	1.42	32.8	22.7	42.9
1995	0-30	1.17	33.4	20.8	44.1
	30-60	1.17	31.0	20.2	38.0
	60-90	1.18	30.9	21.3	34.0
	90-120	1.28	30.1	19.8	39.4

Tablo 2. Deneme konuları ve bitki su ihtiyacının tam (+) yada eksik (-) karşılandığı büyüme periyotları

Büyüme periyodu	Deneme konusu									
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀
(0) Çimlenme ve çıkış	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(1a) Erken vejetatif gelişme	+	-	+	-	+	+	-	0.25 +	0.50 +	0.75 +
(1b) Geç vejetatif gelişme	+	+	-	-	+	+	-	0.25 +	0.50 +	0.75 +
(2) Çiçeklenme	+	+	+	+	-	+	-	0.25 +	0.50 +	0.75 +
(3) Dane oluşumu	+	+	+	+	+	-	-	0.25 +	0.50 +	0.75 +
(4) Olgunlaşma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

kullanımının belirlenmesi ve bu yolla planlayıcı ve üreticilere karar vermede yardımcı olabilecek verilerin elde edilmesi, eksik sulama uygulamasında verim azalmasını en az düzeyde tutabilecek sulama programlarının oluşturulmasında gerekli bilgilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için, ayçiçeğinin toplam büyüme mevsimi boyunca ve erken vejetatif gelişme, geç vejetatif gelişme, toplam vejetatif gelişme, çiçeklenme ve dane oluşumu periyotlarında, bitki su ihtiyacı tam yada su tüketimi açığı oluşturulacak biçimde eksik karşılanmış ve bu koşullarda dane ve yağ verimi ile bitki su tüketimi değerleri elde edilerek su-verim ilişkileri belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Denemeler, 1994 ve 1995 yıllarında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama

Çiftliğinde yapılmıştır. Çiftliğin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1050 m, enlem derecesi 39°36' ve boylam derecesi 32°40' dır.

Yörede, uzun yıllar ortalaması, yıllık sıcaklık 9.5 °C, bağıl nem % 65.2, rüzgar hızının 2 m yükseklikteki eşdeğeri 2.1 m/s, güneşlenme süresi 7.1 h/gün ve yıllık toplam yağış 385.3 mm dir (12).

Çiftlik toprakları genellikle derindir ve kil yada killi-tın bünye sınıfına sahiptir. Araştırmanın yapıldığı kesimlerde taban suyu, tuzluluk ve sodyumluluk gibi bitkilerin normal gelişmesini sınırlandıran sorunlar bulunmamaktadır. Denemelerin yapıldığı alanlara ilişkin toprakların sulama yönünden önemli bazı fiziksel özellikleri Tablo 1 de görülmektedir.

Denemede, orabaşa dayanıklı, ince kabuklu, yağlık, küçük-orta çapta ve orta boyda gelişme gösteren EKYZ 1

ayçiçeği çeşidi tohumluk olarak kullanılmıştır (13).

Denemeler tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Her deneme parseli 21.6 m² (3.6x6.0 m) alana sahip olup, üzerinde 5 adet bitki sırası bulunmaktadır. Bitkilerin sıra aralığı 0.60 m, sıra üzeri ise 0.50 m dir. Bir deneme parselinde toplam 72 adet, hasat parselinde ise 40 adet bitki bulunmaktadır.

Deneme parselleri, alanın tamamı ıslatılacak biçimde (damlatıcı ve lateral aralığı 0.60 m) damla yöntemi ile sulanmış, gerekli sulama suyu çiftlikte kurulu basınçlı boru ağı üzerindeki hidrantlardan alınmıştır. Deneme parselleri içerisinde uniform bir su dağılımı sağlamak için lateral üzerine geçik (on-line) tipte basınç düzenleyicili (self-regulated) damlatıcılar kullanılmış, damlatıcıların tıkanmaması için de kontrol birimi, sırasıyla, hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı ve elek filtreden oluşturulmuştur.

Araştırmada, çimlenme ve çıkış (0) periyodu ile olgunlaşma (4) periyodu dışındaki periyotlarda bitki su tüketimi açığı yaratacak biçimde düzenlenmiş 10 deneme konusu uygulanmıştır. Değinen deneme konuları ve bitki su ihtiyacının tam (+) yada eksik (-) karşılandığı büyüme periyotları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Sulama yapılan periyotlarda sulama aralığı 7 gün alınmış ve bu süre içerisinde kaptan ölçülen buharlaşma miktarının tamamı kadar sulama suyu uygulanmıştır. Bitki su tüketiminin eksik karşılandığı büyüme periyotlarında ise bitki su tüketimi açığı yaratmak için sulama yapılmamıştır (16). S₁ konusuna 7 gün ara ile A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarının % 100 ü (tamamı) kadar sulama suyu verilmiştir. S₂, S₃, S₄, S₅ ve S₆ konularına sulama yapılmayan periyodu takip eden ve sulama yapılacak olan periyot başlangıcında 90 cm toprak derinliğindeki mevcut toprak nemini tarla kapasitesi düzeyine çıkaracak kadar sulama suyu uygulanmış, sonraki sulamalara S₁ konusunda olduğu gibi devam edilmiştir. S₈, S₉ ve S₁₀ konularına yine 7 gün ara ile S₁ konusunda uygulanan sulama suyu miktarının sırasıyla % 25, % 50 ve % 75'i kadar sulama suyu verilmiştir. Tüm deneme konularında çimlenme ve çıkış (0) periyodunda uniform bir çimlenme ve çıkış için bitki su ihtiyacı tam olarak karşılanacak biçimde sulama yapılmış, olgunlaşma (4) periyodunda ise olgunlaşmayı hızlandırmak ve yağ oranını arttırmak için sulama yapılmamıştır.

Söz konusu deneme konuları için her büyüme periyodunda meydana gelen bitki su tüketimi 120 cm toprak derinliği göz önüne alınarak su dengesi esasına

göre hesaplanmıştır. Bu amaçla söz konusu periyodun başlangıcındaki toprak nemi miktarına o periyot içerisinde varsa uygulanan sulama suyu miktarı ve etkili yağış değerleri eklenmiş, toplamdan periyot sonundaki toprak nemi değeri çıkarılmıştır (14). Topraktaki nem miktarları ise gravimetrik yöntemle saptanmıştır.

Deneme parsellerinden elde edilen dane verimleri % 90 kuru madde esasına göre düzeltilerek parsel verimleri hesaplanmıştır. Ayçiçeği danelerindeki yağ oranlarının belirlenmesinde ise Foslet aracı kullanılmıştır (15). Deneme konularından elde edilen parsel verimleri ile yağ oranları çarpılarak yağ verimleri elde edilmiştir.

Ayçiçeğinin su-verim ilişkilerinin belirlenmesinde, oransal verim azalması ve oransal bitki su tüketimi açığı boyutsuz parametrelerinin kullanıldığı Stewart modeli esas alınarak aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (16).

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

Eşitlikte; Y_a = gerçek verim, kg/da, Y_m = maksimum verim, kg/da, (Y_a/Y_m) = oransal verim, (1-Y_a/Y_m) = oransal verim azalması, k_y = su-verim ilişkisi faktörü, ET_a = gerçek bitki su tüketimi, mm, ET_m = maksimum bitki su tüketimi, mm, (ET_a/ET_m) = oransal bitki su tüketimi ve (1-ET_a/ET_m) = oransal bitki su tüketimi açığıdır.

Deneme konularında elde edilen dane verimi, yağ oranı ve yağ verimi değerleri arasındaki istatistiksel ilişkiler saptanmıştır (17, 18).

Bulgular ve Tartışma

Uygulanan sulama suyu miktarı ve ölçülen bitki su tüketimi sonuçları

Deneme konularında 1994 ve 1995 yıllarında büyüme periyotları içerisinde uygulanan sulama suyu miktarları Tablo 3 te, ölçülen bitki su tüketimi değerleri ise Tablo 4 te verilmiştir. Bu çizelgelerden izleneceği gibi, deneme konuları gereği, her iki yılda en fazla sulama suyu S₁ konusuna verilmiş ve en yüksek mevsimlik bitki su tüketimi bu konudan elde edilmiştir. Bunun yanında, çimlenme ve çıkış (0) periyodu dışında sulama suyu uygulanmayan S₇ konusunda mevsimlik bitki su tüketimi en düşük düzeyde olmuştur. Denemenin ilk yılında uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi değerleri ikinci yıla göre daha fazladır. Bunun nedeni ilk yıl verilen çimlenme ve çıkış suyunun ikinci yıla göre daha fazla olmasına, büyüme mevsimi sürelerindeki farklılığa ve iklim koşullarına bağlanabilir.

Tablo 4. Büyüme periyotlarında ölçülen bitki su tüketimi değerleri (mm)

Büyüme Yıllar periyodu	Deneme konusu									
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀
(0)	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6	149.6
(1a)	189.1	51.1	189.1	51.1	189.1	189.1	51.1	76.4	131.5	154.3
(1b)	241.7	262.1	107.1	14.4	241.7	241.7	14.4	94.7	133.8	174.9
1994 (1)	430.8	313.2	296.2	65.5	430.8	430.8	65.5	171.1	265.3	329.2
(2)	98.3	112.6	120.7	116.9	47.2	98.3	-	27.3	67.0	96.7
(3)	221.2	210.2	207.2	245.6	243.5	45.9	-	54.4	107.9	155.8
(4)	28.9	11.7	19.3	18.4	16.3	7.2	-	2.9	5.8	18.1
Toplam	928.8	797.3	793.0	596.0	887.4	731.8	215.1	405.3	595.6	749.4
(0)	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1	81.1
(1a)	126.3	49.4	126.3	49.4	126.3	126.3	49.4	55.3	76.8	103.6
(1b)	155.8	163.3	86.2	58.5	155.8	155.8	58.5	92.1	116.4	141.8
1995 (1)	282.1	212.7	212.5	107.9	282.1	282.1	107.9	147.4	193.2	245.4
(2)	163.8	171.8	195.7	143.3	67.2	163.8	34.5	85.4	129.7	141.8
(3)	206.3	202.3	185.7	230.5	163.2	58.0	-	54.7	109.7	170.6
(4)	30.3	20.0	31.7	31.6	25.6	-	-	-	-	19.8
Toplam	754.7	679.0	697.8	585.5	610.3	576.1	214.6	359.7	504.8	649.8

Dane ve yağ verimine ilişkin sonuçlar

Deneme sonucunda elde edilen dane verimi, danelerdeki yağ oranı ve yağ verimlerinin homojenlik kontrolüne ilişkin yapılan analiz sonucunda her iki yılın varyansları da homojen olarak bulunmasına karşın, birleştirilmiş varyans analizinde yıllar ve konular arasında etkileşim (interaksiyon) istatistiksel açıdan önemli çıkmıştır. Bu nedenle değinilen verim ölçülerindeki değerlendirmeler her iki yıl için de ayrı yapılmıştır.

Deneme konularında 1994 ve 1995 yıllarında elde edilen ayçiçeği birim alan dane verimi, danelerdeki yağ oranı ve yağ verimine ilişkin değerlerin blok ortalamaları Tablo 5 te özetlenmiştir. Yapılan varyans analizleri sonucunda, denemenin her iki yılında da sözü edilen verim ölçeleri açısından bloklar arasında önemli düzeyde farklılığın bulunmadığı, ancak deneme konuları arasında $P < 0.01$ düzeyinde önemli farklılık olduğu saptanmıştır. Bu farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucunda elde edilen sınıflar ayrıca Tablo 5 e eklenmiştir.

Tablo 5 te özetlenen sonuçlara göre, en yüksek dane

ve yağ veriminin büyüme mevsimi boyunca bitki su ihtiyacının tam olarak karşılanması ile elde edilebileceği söylenebilir. Çiçeklenme yada toplam vejetatif gelişme periyodunda su kısıtı yapılması, başka bir deyişle, bitkinin topraktaki nem eksikliğinden kaynaklanan gerilime girmesi dane ve yağ veriminde önemli düzeyde azalmalara neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, tüm büyüme mevsimi boyunca % 25 düzeyinde yada yalnız başına erken vejetatif gelişme, geç vejetatif gelişme ve dane oluşumu periyotlarından birinde su kısıntısı uygulanması durumunda dane ve yağ verimindeki azalma daha az olmaktadır.

Bu sonuçlara göre dane ve yağ verimi açısından ayçiçeğinin çiçeklenme ve toplam vejetatif gelişme periyotlarında topraktaki nem eksikliğine diğer periyotlara göre daha duyarlı olduğu yorumu yapılabilir.

Su-verim ilişkisi sonuçları

Toplam büyüme mevsimi için su-verim ilişkileri

Materyal ve yöntem bölümünde verilen Stewart eşitliği (1 nolu eşitlik) uyarınca boyutsuz su-verim

Tablo 5. Ayçiçeği birim alan dane verimi, danelerdeki yağ oranı, yağ verimine ilişkin sonuçlar ve Duncan sınıfları.

Deneme konusu	Ortalama dane verimi (kg/da)		(Ortalama yağ oranı (%))		Ortalama yağ verimi (kg/da)	
	1994 yılı	1995 yılı	1994 yılı	1995 yılı	1994 yılı	1995 yılı
S ₁	233.20 a	273.38 a	36.19 a	36.02 a	84.39 a	98.49 a
S ₂	205.33 ab	234.66 abc	34.80 b	35.62 a	71.50 ab	83.58 bc
S ₃	146.10 c	258.96 ab	33.41 de	34.37 b	48.84 c	89.03 cb
S ₄	163.10 bc	152.77 d	32.83 ef	33.60 cd	53.54 bc	51.33 d
S ₅	142.23 c	192.67 cd	33.63 cd	30.84 e	47.84 c	59.39 d
S ₆	168.70 bc	248.52 ab	35.70 a	30.96 e	60.23 bc	76.95 bc
S ₇	80.00 d	85.35 e	31.14 g	32.97 d	24.94 d	28.14 e
S ₈	145.03 c	170.65 d	34.17 bc	35.71 a	49.55 c	60.93 d
S ₉	155.63 c	21.61 bc	32.13 f	33.92 bc	50.00 c	75.19 c
S ₁₀	221.70 a	236.16 abc	32.28 f	34.13 bc	71.60 ab	80.59 bc

ilişkisine ait toplam büyüme mevsimi için k_y su-verim ilişkisi faktörünün elde edilmesinde toplam büyüme boyunca bitki su ihtiyacının tam yada eksik olarak karşılandığı deneme konuları dikkate alınmıştır. Bu amaçla hazırlanan oransal bitki su tüketimi açığı ve oransal verim azalmasına ilişkin değerler Tablo 6 da verilmiş, ayrıca şekil 1 üzerine de işaretlenmiştir. Buna göre su-verim ilişkisi eşitliği;

$$[1-(Y_d/Y_m)] = 0.814 [1-(ET_d/ET_m)] \quad r = 0.956 \quad (2)$$

biçiminde elde edilmiştir. Görüldüğü üzere ayçiçeğine ilişkin toplam büyüme mevsimi için k_y su-verim ilişkisi faktörü 0.814 olarak bulunmuştur. Bu değer 1 den küçük olması ayçiçeğinin genel olarak topraktaki nem eksikliğine dayanıklı bir bitki olduğunu göstermektedir (16). Yukarıda verilen 2 nolu eşitliğin bulunmasında kullanılan parametreler, daha öncede değinildiği gibi S₁, S₇, S₈, S₉ ve S₁₀ deneme konularında elde edilmiştir. Bu deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları, elde edilen dane verimi değerleri, toplam büyüme mevsimi boyunca bitki su ihtiyacının tam karşılandığı S₁ deneme konusuna göre saptanan sulama suyundaki tasarruf ve buna karşın verimdeki azalma değerleri Tablo 6 da ayrıca gösterilmiştir. Tablodan da izleneceği gibi, 1994 ve 1995 yıllarında, sırasıyla % 21.1 ve % 22.5 (ortalama % 21.8) sulama suyu tasarrufu sağlanan S₁₀ konusunda verim azalması % 4.9 ve % 13.6 (ortalama % 9.3), % 42.1 ve % 45.0 (ortalama 43.6) sulama suyu tasarrufu sağlanan S₉ konusunda verim azalması % 33.3

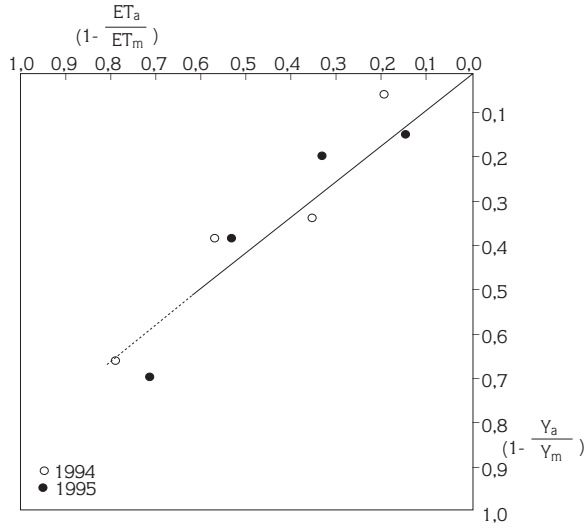
ve % 18.9 (ortalama % 26.1) olmuştur. Bu sonuçlara göre, genel olarak toplam büyüme mevsimi boyunca ayçiçeğinin ihtiyaç duyduğu sulama suyunun % 75 i uygulandığında % 10 dolayında, % 50 si uygulandığında ise % 25 dolayında bir verim azalması meydana geldiğini söylemek mümkündür.

Bireysel büyüme periyotları için su-verim ilişkileri

Erken vejetatif gelişme (1a), geç vejetatif gelişme (1b), toplam vejetatif gelişme (1), çiçeklenme (2) ve dane oluşumu (3) periyotları için elde edilen su-verim ilişkisi parametreleri, uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama suyunda sağlanan tasarruf miktarları Tablo 7 de verilmiştir. Bu tablodan izleneceği gibi, denemenin yürütüldüğü 1994 ve 1995 yıllarında k_y su-verim ilişkisi faktörleri (1a) periyodu için 0.16-0.23, (1b) periyodu için 0.67-0.12, (1) periyodu için 0.35-0.71, (2) periyodu için 0.75-0.50 ve (3) periyodu için 0.35-0.13 biçiminde elde edilmiştir. (1a) periyodu dışındaki tüm periyotlar için her iki yılda elde edilen değerler arasında önemli düzeyde farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle, her iki yılda bireysel periyotlar için elde edilen k_y su-verim ilişkisi faktörlerinin ortalamalarının alınması yoluna gidilmemiştir. Bu farklılıkların nedeni, özellikle, denemenin ilk yılında büyüme mevsimi boyunca hiç yağış olmaması, ikinci yılda ise (1b) periyodunda 60.7 mm yağış düşmesine bağlanabilir. İlk yılda elde edilen k_y değerlerine göre, topraktaki nem eksikliğine en duyarlı

Tablo 6. Toplam büyüme mevsimine ilişkin oransal su tüketimi eksilişine karşılık oransal verim azalması ve sulama suyundaki tasarruf miktarları

Deneme konusu	Y_a	Y_m	$1-(Y_a/Y_m)$	ET_a	ET_m	$1-(ET_a/ET_m)$	Sulama suyu miktarı, mm	Sulama suyundaki tasarruf miktarı, %
1994 yılı								
S_1	233.20	233.20	-	928.8	928.8	-	902.6	-
S_7	80.00	233.20	0.768	215.1	928.8	0.657	142.5	84.2
S_8	145.03	233.20	0.564	405.3	928.8	0.378	332.7	63.1
S_9	155.63	233.20	0.359	595.6	928.8	0.333	523.0	42.1
S_{10}	221.70	233.20	0.193	749.4	928.8	0.049	712.4	21.1
1995 yılı								
S_1	273.38	273.38	-	754.7	754.7	-	643.8	-
S_7	85.35	273.38	0.716	214.6	754.7	0.688	63.7	90.1
S_8	170.65	273.38	0.523	359.7	754.7	0.376	208.8	67.6
S_9	221.61	273.38	0.331	504.8	754.7	0.189	353.9	45.0
S_{10}	236.16	273.38	0.139	649.8	754.7	0.136	498.9	22.5

Şekil 1. Mevsimlik su-verim ilişkisi faktörü, k_y

periyot çiçeklenme periyodu olmuş ($k_y= 0.75$) bunu hemen geç vejetatif gelişme periyodu ($k_y= 0.67$) izlemiştir. Topraktaki nem eksikliğine en dayanıklı periyot ise erken vejetatif gelişme periyodu ($k_y= 0.16$) olmuştur. Dane oluşumu periyodu ($k_y= 0.35$) arada kalmıştır. İkinci yılda elde edilen k_y değerlerine göre ise, topraktaki nem eksikliğine en duyarlı periyodu yine çiçeklenme periyodu ($k_y= 0.50$) oluşturmuş, bunu erken vejetatif gelişme periyodu ($k_y= 0.23$) izlemiştir. Dane oluşumu ve geç vejetatif gelişme periyotlarında ($k_y= 0.13$ ve $k_y= 0.12$)

topraktaki nem eksikliğine karşı belirli bir dayanıklılık söz konusudur. Büyüme mevsimi boyunca yağışın olmadığı 1994 yılı verilerine daha çok güvenebileceği göz önüne alınırsa, ayçiçeğinin geç vejetatif gelişme ve çiçeklenme periyotlarında topraktaki nem eksikliğine daha duyarlı olduğu bunu dane oluşu ve erken vejetatif gelişme periyotlarının izlediği söylenebilir.

Ayçiçeği için su-verim ilişkisi faktörü (k_y) değerleri Doorenbos ve Kassam (1988) tarafından tüm büyüme mevsiminde 0.95, erken vejetatif gelişme periyodunda 0.25, geç vejetatif gelişme periyodunda 0.50, çiçeklenme periyodunda 1.00 ve dane oluşumu periyodunda 0.80 olarak verilmiştir (16). Bu çalışmada elde edilen değerler ile Doorenbos ve Kassam'da (1988) verilen değerler arasında benzerlikler bulunmasına karşın farklılıklar da gözükmemektedir. Bunun nedeni ise sözü edilen farkların bitkinin farklı iklim ve toprak koşullarında yetiştirilmesi, farklı çeşitlerin kullanılması, toplam büyüme mevsimi ve bireysel büyüme periyotlarının oluşma zamanı ve sürelerinin farklı olmasından dolayı değişik miktarda sulama suyu uygulaması ile ortaya çıkmış olabileceğine bağlanabilir.

Bireysel büyüme periyotlarında sulama suyu tasarrufu yapılması koşulu incelendiğinde, erken vejetatif gelişme periyodunda sulama suyu uygulamamakla % 10.3-16.2 arasında değişen (ortalama % 13.3) su tasarrufunun sağlandığı, buna karşılık verimde % 12.0-14.2 (ortalama % 13.1) kadar azalma olduğu bulunmuştur (Tablo 7). Bu

Tablo 7. Bireysel büyüme periyotlarında oransal su tüketimi eksiliğine karşılık oransal verim azalması, su-verim ilişkisi faktörleri ve sulama suyundaki tasarruf miktarları

Deneme konusu	Y_a	Y_m	$1-(Y_a/Y_m)$	ET_a	ET_m	$1-(ET_a/ET_m)$	k_y	Sulama suyu miktarı, mm	Sulama suyundaki tasarruf miktarı, %
1994 yılı									
S_2	205.33	233.20	0.120	51.1	189.1	0.730	0.16	756.0	16.2
S_3	146.10	233.20	0.373	107.1	241.7	0.557	0.67	804.4	10.9
S_4	163.10	233.20	0.301	65.5	430.8	0.848	0.35	573.5	36.4
S_5	142.23	233.20	0.390	47.2	98.3	0.520	0.75	876.9	2.9
S_6	168.70	233.20	0.277	45.9	221.2	0.792	0.35	675.7	25.1
1995 yılı									
S_2	234.66	273.38	0.142	49.4	126.3	0.609	0.23	577.4	10.3
S_3	258.96	273.38	0.053	86.2	155.8	0.447	0.12	579.6	10.0
S_4	152.77	273.38	0.441	107.9	282.1	0.618	0.71	471.1	26.8
S_5	192.67	273.38	0.295	67.2	163.8	0.590	0.50	555.6	13.7
S_6	248.52	273.38	0.091	58.0	206.3	0.719	0.13	425.2	34.0

değerler, geç vejetatif gelişme periyodunda % 10.0-10.9 (ortalama % 10.5) su tasarrufuna karşılık % 5.3-37.3 (ortalama % 21.3) verim azalması, toplam vejetatif gelişme periyodunda % 26.8-36.4 (ortalama % 31.6) su tasarrufuna karşılık % 30.1-44.1 (ortalama % 37.1) verim azalması, çiçeklenme periyodunda % 2.9-13.7 (ortalama % 8.3) su tasarrufuna karşılık % 29.5-39.0 (ortalama % 34.3) verim azalması ve dane oluşumu periyodunda ise % 25.1-34.0 (ortalama % 29.6) su tasarrufuna karşılık % 9.1-27.7 (ortalama % 18.4) verim azalması biçiminde elde edilmiştir. Daha önce de değinildiği gibi toplam büyüme mevsimi boyunca eşit

oranda ortalama % 21.8 su tasarrufuna karşılık ortalama % 9.3 ve yine ortalama % 43.6 su tasarrufuna karşılık ortalama % 26.1 verim azalması değerleri söz konusudur (Tablo 6). Bu sonuçlara göre, kısıtlı su kaynağı koşullarında, ayçiçeğinde bireysel büyüme periyotlarında su tasarrufu sağlama yerine, toplam büyüme mevsimi boyunca çimlenme ve çıkış sulaması dışındaki su uygulamalarında eşit oranda su tasarrufu yoluna gidilmesinin daha doğru bir seçenek olduğu söylenebilir. Bunun yanında, toplam büyüme mevsimi boyunca sağlanacak su tasarrufunun % 25 i geçmemesi önerilebilir.

Kaynaklar

1. Ayla, Ç. Ayçiçeği (VNIMK 1946) Azot-Su İlişkileri ve Su Tüketiminin Tarla Parsellerinde Tesbiti. Merkez TOPRAKSU Araş. Ens. Md.Yayınları, No: 7, Ankara, 1974.
2. Anonymous, Genel Tarım Sayımı. Köy Genel Bilgi Anketi Sonuçları, Yayın No:1550, T.C.Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 1991.
3. Bhattachayra, B. and Sarkar, R. Relationship Between Growth Parameters, Assimilation Rate and Seed Yield in Sunflower Under Varying Irrigation Levels. Uni. Coll. of Agric. Calcutta, Indian Agriculturist, 22:4, 237-241, 1978.
4. Moraru, G., Nicole, H. and Vasinc, I. Irrigation Regime of the Principal Crops in Southeast Baragan. Productia Vegetala, Cereale si Plante Tehnice, 38:7, 34-43, 1986.
5. Vasiliu, M. Contributions to the Establishment of Irrigation Regimes for intensive Crops on the Braila Plain. Analele Institutului de Cercetari Pentru Cereale si Plante Tehnice, Fundulea, 53, 333-348, 1986.
6. El-Wakil, A.M. and Gaafar, S.A. Studies on Water Requirements on Sunflower. Assiut Journal of Agricultural Sciences. 19:1, 375-389, 1988.

7. Al-Ghamdi, A.S., Hussain, G. and Al-Noaim, A.A. Effect of Irrigation Intervals on Yield and Water Use Efficiency of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Al-Ahsa, Saudi Arabia. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 5:4, 289-296, 1991.
8. Er, C. *Ayçiçeği Tanımı*. Markan Matbaacılık A.Y., İstanbul, 1983.
9. Browne, C.L. Effect of Date of Final Irrigation on Yield and Yield Components of Sunflower in a Semiarid Environment. *Dep. Of Agric., Leaton, N.S.W. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 17(86): 482-488, 1977.
10. Unger, P.W. Irrigation Effect on Sunflower Growth Development and Water Use. *USDA Conservation and Production Research Laboratory, Bushland Field Crops Research*, 7:3, 181-194, 1983.
11. Karaata, H. Kırklareli Koşullarında Ayçiçeği Bitkisinin Su-Üretim Fonksiyonları. *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Atatürk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*, No: 28, Kırklareli, 1991.
12. Yalçın, E. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Bitkilerin Sulama Zamanlarının Planlanması. A.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Ankara (Basılmamış), 1991.
13. Ülker, M. ve Bayraktar, N. Orabaşa Dayanıklı Erkenci ve Kısa Boylu Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) ile Genetik Enkısır Hatlar Arası Melez Heterosis. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Basılmamış), 1995.
14. Jensen, M.E., Burman, R.D. and Allen, R.G. *Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements*. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No: 70, New York, 332 s, 1990.
15. Öztürkcan, O. *Yem Analiz Metotları*. Ç.Ü. Zir. Fak. Hayv.Yetş. ve Isl.Böl., Adana, 1985.
16. Doorenbos, J. and Kassam, A.H. *Yield Response to Water*. FAO Irrig. Drain Paper 33, Rome, 1988.
17. Düzgüneş, O. *Bilimsel Araştırmada İstatistik Prensipleri ve Metodları*. Ege Üniv., İzmir, 1963.
18. Yurtsever, N. *Tarla Deneme Tekniği*. Toprak ve Gübre Araş. Ens.Md. Yayınları, No:91, Eskişehir, 1982.