

## AYDIN KOŞULLARINDA DAMLA SULAMA YÖNTEMİYLE SULANAN MISIRDA KONTROLLÜ KISITLI SULAMA UYGULAMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Necdet DAĞDELEN<sup>1</sup>

### ÖZET

Yarı kurak iklim koşullarında 2007 ve 2008 yılları yetiştirme mevsiminde yürütülen bu çalışmada farklı sulama konularının mısır bitkisinde damla sulamaya olan tepkileri tarla koşullarında araştırılmıştır. Vejetatif, tepe püsküllü oluşumu, koçan oluşumu ve süt olum dönemlerinde oluşturulan su kısıtlarının verim ve verim komponentleri (bitki boyu, 1000 dane ağırlığı, koçandaki dane sayısı, koçan boyu ve koçan çapı) üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Mısır bitkisinin bilinen dört gelişme dönemi dikkate alınarak toplam 12 damla sulama konusu incelenmiştir. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş ve 3 tekrürlü olarak yürütülmüştür. Denemelerde 4 gün aralığında A sınıfı buharlaşma kabından oluşan birikimli buharlaşmanın % 60, % 80 ve % 100'ü uygulanmıştır. Sulama konuları verim ve verim komponentleri üzerinde önemli düzeyde etkiye bulunmuştur. Uygulanana sulama suyuna bağlı olarak dane verimi artmış ve kontrol konularından (T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>10</sub>) ortalama olarak sırası ile 1352.5 kg/da, 1339.5 kg/da, 1335.5 kg/da, 1340.5 kg/da dane verimi elde edilmiştir. İki yılın ortalama değeri dikkate alındığında en yüksek su tüketimi 598.1 mm ile kontrol konularından saptanmıştır. İki yıllık ortalamalara göre verim tepki etmeni 1.08 olarak belirlenmiştir. Dane verimi ile su tüketimi arasında önemli düzeyde doğrusal ilişkiler bulunmuştur. Sonuçta, su kısıtının bulunmadığı yarı kurak koşullarda kontrol konuları sulama uygulamalarında kullanılabilir. Ancak sulama suyunun sınırlı olduğu koşullarda verim kaybı nedeni ile vejetatif, tepe püsküllü ve koçan oluşumu dönemlerinde su kısıtına gidilmemelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Mısır, kontrollü kısıtlı sulama, damla sulama, su-verim ilişkisi faktörü

### Determination of regulated deficit irrigation scheduling application possibilities for drip irrigated corn in the Aydın region

### ABSTRACT

The response of drip irrigated corn (*Zea mays* L.) to different irrigation treatments in a semi arid climate was carried out in the field during the 2007 and 2008 growing season. Water stress was created at different development stages: vegetative, tasseling, cob (ear) formation and milk stage in order to determine the effect of irrigation treatments on vegetative growth, grain yield and yield components of corn. Four known growth stages of the plant were considered and a total of 12 drip irrigation treatments were applied. Experiment was set up out in randomized plot design with three replications. In the trials, irrigation water was applied to corn as 60 %, 80 % and 100 % of evaporation from Class A Pan corresponding to 4-day irrigation frequencies. Water stress significantly affected the corn grain yield, and yield components. The grain yield increased with irrigation water amount, and the highest average grain yield (1352.5 kg/da, 1339.5 kg/da, 1335.5 kg/da, 1340.5 kg/da) were obtained from the well irrigated treatment (T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>10</sub>). The highest seasonal ET (based on averages of two years of 598.1 mm) was determined from the control treatments. Yield response factor ( $k_y$ ) value of 1.08 were determined based on averages of two years. Significant linear relations were found for grain yield and seasonal evapotranspiration (ET). It is concluded that well irrigated treatment (T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>10</sub>) could be used for the semiarid climatic conditions under no water shortage. In the case of more restricted irrigation, the limitation of irrigation water at the vegetative, tasselling and cob formation stages should be avoided to maintain satisfactory growth.

**Key Words:** Corn, regulated deficit irrigation, drip irrigation, yield response factor

### GİRİŞ

Ülkemizin kurak ve yarı kurak bir iklim kuşağı içerisinde yer alması, sulamanın önemini bir kat daha arttırmaktadır. Günümüz teknolojilerindeki gelişimle beraber yeni alanların sulamaya açılması, mevcut sulanabilir alanlarda birden fazla ürün yetiştiriciliğinin giderek artması, yer üstü ve yer altı su kaynaklarının giderek kirlenmesi, sulama suyuna olan talebin giderek artmasına neden olmaktadır. Bu durum mevcut su kaynaklarının daha etkin kullanılmasına olanak sağlayacak çalışmaları gündeme getirmektedir. Özellikle Ege Bölgesi gibi, yarı kurak ve su kaynaklarının zaman zaman sınırlı olduğu yerlerde suyun ekonomik olarak kullanılması gerekmektedir. Ancak ülkemiz genelinde olduğu gibi,

yarı kurak ve kurak iklim özelliklerine sahip Aydın ekolojik bölgesinde de mısır yaygın olarak yüzey sulama yöntemleri ile sulanmaktadır. Genel olarak da bu tür sulama yöntemlerinde gereğinden fazla suyun kaynaktan saptırılması temel bir özelliktir. Bu suyun büyük bir bölümü; buharlaşma, yanal hareket, yüzey akışı ve derine sızma gibi nedenler ile kaybolmaktadır. Sonuçta sulama randımanı düşük olmakta ve en önemlisi topraklarda drenaj ve tuzluluk problemleri oluşmaktadır. Bitkisel üretimde, sulama programları ve sulama zamanının planlanması önemli bir husustur ve planlamada pek çok yol izlenmektedir. Sulama zamanının planlanmasında izlenen yöntemlerden bir tanesi de A Sınıfı Buharlaşma kaplarından olan buharlaşmanın sulama uygulamalarında belirli

<sup>1</sup>Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, AYDIN

kriterlere göre kullanılmalıdır. A Sınıfı Buharlaştırma kaplarından olan buharlaştırmaya dayalı sulama programları karmaşık olmayışı ve kullanımlarının kolay olması sebebi ile uygulamada yaygın şekilde kullanılmaktadır (Elliades, 1988).

Su kaynağının pahalı ve yetersiz olduğu yerlerde birim sudan, tarımsal alanın sınırlı olduğu yerlerde ise birim alandan en çok ürünün alınmasını amaçlayan sulama programları ve sistem işletmeciliği yapılmalıdır (Baştuğ ve Tekinel, 1989; Kodal ve ark., 1993). Bu durumda söz konusu olan kısıtlı sulama işletmeciliği, uygulanan su ile verim arasındaki ilişkileri irdeleyen su-verim fonksiyonlarına dayanmaktadır. Kısıtlı sulama işletmeciliğinde bitkilerin büyüme mevsimi boyunca topraktaki nem eksikliğine duyarlı dönemlerin tespit edilip bu dönemlerde bitki su ihtiyacı karşılanmakta, diğer dönemlerde ise sulama yapılmayarak ya da sulamalarda olağandan daha az sulama suyu uygulanarak aynı su miktarı ile daha fazla alanın sulamaya açılması planlanır (Korukçu ve Kanber, 1981). Kurak ve yarı kurak iklim koşullarında yapılan ürün yetiştiriciliğinde yukarıda da belirtildiği gibi temel amaç yüksek su kullanım randımanına ulaşmaktır. Bu bağlamda bitki fizyolojisi ve uygun sulama yöntemi üzerinde durulması gereken en önemli parametrelerdir (Stikic ve ark., 2003). Bitki gelişme dönemleri dikkate alınarak sulama yapıldığı zaman su kullanım randımanı değerleri özellikle kısıtlı sulama koşulları altında daha yüksektir (Oweis ve ark., 1998). Yukarıda da ifade edildiği gibi genel anlamda kısıtlı sulama önemli verim azalışına neden olmadan su kullanımını belirli oranda azaltan yaklaşımlardan biri olmasına rağmen (Kırda ve ark., 1999); kontrollü kısıtlı sulama bitkilerin fenolojik gelişme dönemleri dikkate alınarak oluşturulan bir kısıtlı sulama işletmeciliğidir. Bu teknik ile belirlenen fenolojik dönemlerde bitki su ihtiyacının bir kısmı uygulanır ve sulama suyu daha etkin kullanılabilir. Dolayısı ile bitkisel üretimde kontrollü kısıtlı sulamanın etkili olarak kullanımı için, bölgesel iklim ve toprak koşullarına göre bitkilerin fenolojik gelişme dönemlerinin tanımlanması ve bu dönemlerdeki su-verim ilişkilerinin bilinmesi gerekmektedir.

Gerek diğer ülkelerde gerekse de ülkemiz koşullarında mısır tarımında kısıtlı sulama yöntemlerinin uygulandığı birçok çalışma yapılmıştır. (Karam ve ark., 2003; Faberio ve ark., 2001; Huang ve ark., 2004; Kırda ve ark., 2004; Dağdelen ve ark., 2006). Diğer taraftan kontrollü kısıtlı sulama tekniğinin de araştırmacılar tarafından mısır bitkisi ile birlikte birçok bitkide uygulanmaya başlandığı görülmektedir (Kang ve ark., 2000; Marsal ve ark., 2000; Warkim ve ark., 2005). GAP koşullarında, Yazar ve ark. (2002) tarafından ikinci ürün mısır üretiminde 3 ve 6 günde bir olmak üzere A Sınıfı buharlaştırma kabından olan kümülatif buharlaştırmanın %100'ü, % 67'si ve % 33'üne eşdeğer sulama suyunun damla sulama sistemi ile uygulanmasının verim üzerine

etkileri araştırılmıştır. Araştırmada en yüksek su tüketimi ve en yüksek dane verimi A Sınıfı Buharlaştırma Kabından olan kümülatif buharlaştırmanın %100'ünün sulama suyu olarak uygulandığı şartlarda gerçekleştiği belirlenmiştir. Urfa koşullarında Öktem ve ark. (2003) farklı sulama aralıklarında bir A sınıfı buharlaştırma kabından olan kümülatif buharlaştırma miktarının belirli oranları şeklinde oluşturdukları sulama konularının su - verim ilişkileri üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma; sulama suyundan % 10 kısıntı yapıldığı zaman verimde yaklaşık % 9 azalma, sulama suyunda yaklaşık % 20'lik bir kısıntı yapıldığı zaman ise verimde ortalama %15 civarında bir azalma olduğu sonucuna varmışlardır. Panda ve ark. (2004) kullanılabilir suyun % 45'den fazlasının bitki tarafından tüketilmesine izin verilmesinin yüksek verim ve su kullanım randımanı açısından uygun olmadığı sonucuna varmışlardır. Singh ve Singh (1995), su stresine en hassas periyodun koçan püskülü çıkışından önceki 2 ve sonraki 2-3 haftalık periyodun olduğunu vurgulamışlardır. Pandey ve ark. (2000) mısır bitkisinde iki yıllık tarla denemesi sonucunda, vejetatif dönemde yapılan su kısıntısının verimde önemli düzeyde bir azalma yaratmadığını, buna karşılık sudan % 17 oranında bir tasarruf yarattığını belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, Aydın ili koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan mısır bitkisinin dört farklı fenolojik dönemi dikkate alınarak oluşturulan kontrollü kısıtlı sulama uygulamalarının verim, verim unsurları ve su kullanım randımanı üzerine etkilerini araştırmaktır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde 2007 ve 2008 yıllarında yürütülmüştür. Çiftlik arazisi Aydın ili sınırları içerisinde ve Aydın il merkezinin 18 km. güneyinde, 37° 51' N enlem ve 27° 51' E boylamlarında yer almaktadır. Araştırmada ovada yaygın olarak tarımı yapılan Pioneer 31G98 mısır çeşidi kullanılmıştır.

Bölgede ılıman Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Bu iklim tipine göre bölgede, yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü alana ilişkin uzun yıllara ait iklim kayıtlarına göre aylık sıcaklık ortalaması 17.5 °C dir. Uzun yıllar gözlem sonuçlarına göre, yıllık ortalama yağış 657.7 mm, yıllık oransal nem ortalaması ise % 63.0'dür (Çizelge 1).

Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanı toprakları kumlu-tınlı bünyeye sahip olup; tarla kapasitesinin % 18.4- % 23.1, solma noktasının % 7.3- % 10.1 ve 0-90 cm'lik etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesi 162.0 mm olarak saptanmıştır (Çizelge 2).

**Çizelge 1.** Araştırma yılları ile uzun yıllara ait aylık ortalama iklim verileri

1929-2008					
Ay	<sup>a</sup> T <sub>min</sub> (°C)	<sup>a</sup> T <sub>max</sub> (°C)	<sup>a</sup> T <sub>ort</sub> (°C)	<sup>a</sup> RH (%)	Yağış (mm)
Mayıs	9.4	34.4	22.4	50.0	6.1
Haziran	16.0	37.0	27.0	47.3	-
Temmuz	19.1	40.1	28.9	54.0	0.5
Ağustos	16.2	40.7	28.5	50.2	-
Eylül	14.0	36.6	24.0	57.0	6.8
2007					
Ay	<sup>a</sup> T <sub>min</sub> (°C)	<sup>a</sup> T <sub>max</sub> (°C)	<sup>a</sup> T <sub>ort</sub> (°C)	<sup>a</sup> RH (%)	Yağış (mm)
Mayıs	12.9	37.1	22.5	49.8	44.5
Haziran	16.0	44.4	27.7	41.8	9.4
Temmuz	19.3	44.5	30.3	34.7	-
Ağustos	18.6	41.8	29.3	43.5	-
Eylül	13.9	43.3	24.3	44.6	-
2008					
Ay	<sup>a</sup> T <sub>min</sub> (°C)	<sup>a</sup> T <sub>max</sub> (°C)	<sup>a</sup> T <sub>ort</sub> (°C)	<sup>a</sup> RH (%)	Yağış (mm)
Mayıs	9.6	37.7	21.1	47.3	17.2
Haziran	14.9	42.3	27.4	38.2	-
Temmuz	16.1	42.5	29.0	37.0	-
Ağustos	20.4	41.1	29.3	44.4	-
Eylül	10.8	39.5	23.8	53.6	21.8

<sup>a</sup>T<sub>min</sub> = Min. sıcaklık; <sup>a</sup>T<sub>max</sub> = Max. sıcaklık

<sup>a</sup>T<sub>ort</sub> = Ortalama sıcaklık; <sup>a</sup>RH = Oransal nem.

**Çizelge 2.** Deneme alanı topraklarının fiziksel özellikleri .

Profil Derinliği (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Tarla Kapasitesi (%)*	Solma noktası (%)*	Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi (mm)
0-30	Kumlu-Tınlı	1.35	23.1	10.1	52.6
30-60	Kumlu-Tınlı	1.45	22.9	9.4	58.8
60-90	Kumlu-Tınlı	1.52	18.4	7.3	50.6
0-90					162.0

\* Kuru ağırlık yüzdesi

Tohumlar tarlaya havalı mibzer ile 70 cm sıra aralığında olacak şekilde 27 Nisan 2007 ve 03 Mayıs 2008 tarihlerinde ekilmiştir. Parsellere ekimle beraber 50 kg/da NPK (15-15-15) gübresi uygulanmış, bitkiler 30-35 cm yüksekliğe ulaştığında da 35 kg/da % 33'lük Amonyum Nitrat gübresi uygulanmıştır. Birinci çapa ile beraber 25 cm'de bir bitki olacak şekilde bitkiler seyreltilmiştir. Bitkiler 30-35 cm boylanınca bitki sıraları arasında karık makinesi ile yüzlek karıklar oluşturulmuş sonra her parselin çevresinde mandal makinesi ile 0.3-0.4 m yüksekliğinde seddeler yapılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulan denemede bir parselin boyutu 6.0 x 4.2 m (6 sıra) olacak şekilde planlanmıştır.

Araştırmada 3 farklı sulama rejimi (kpc-1: 1.00; kpc-2: 0.80 ve kpc-3: 0.60) seçilmiş ve bu sulama rejimleri Doorenbos ve Kassam (1979)'da önerilen 4 farklı fenolojik devre esas alınarak damla sulama yöntemi ile uygulanmıştır. Buna göre oluşan sulama konuları ve sulama düzeyleri Çizelge 3'de verilmiştir. Araştırmada A sınıfı buharlaşma kabından faydalanılmış ve 4 günlük kümülatif buharlaşma değerleri kullanılarak sulama suyu miktarları hesaplanmıştır.

Sulama suyu hesabında, Kanber (1984)'de verilen açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılmış ve aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır.

$$I = A \times E_p \times K_{pc} \times P$$

Eşitlikte, I, parselde uygulanan sulama suyu (L), A, parsel alanı(m<sup>2</sup>), E<sub>p</sub>, sulama aralığındaki birikimli Class A Pan buharlaşma miktarı(mm), K<sub>pc</sub>, seçilen Pan katsayısı, P, seçilen deneme konusuna bağlı olarak ölçülen örtü yüzdesidir(%).

Araştırmada, deneme parsellerinin sulanması için gerekli olan sulama suyu, deneme alanında bulunan yer altı su kaynağından (kuyudan) sağlanmıştır. Sulama suyu, bir motopomp yardımıyla kuyudan alınarak 63 mm dış çaplı kaytanlı PVC borular ile araştırma alanına getirilmiştir. Her parselde sıraya tek lateral gelecek şekilde 16 mm dış çaplı polietilen (PE) lateraller deneme parsellerine serilmiştir. Lateral damla sulama boruları 4 lh<sup>-1</sup> debili içten geçik damlatıcı olup damlatıcı aralıkları 25 cm olarak seçilmiştir. Her bir lateral hat başına yine 16 mm çaplı vanalar takılarak sulamaların kontrollü yapılması sağlanmıştır.

**Çizelge 3.** Fenolojik devreler ve sulama rejimleri (% 100; % 80; %60) dikkate alınarak oluşturulan sulama konuları

Konular	Vejetatif (I)	Tepe püskülü (II)	Koçan oluşumu (III)	Süt olum (IV)
<b>T<sub>1</sub> (kontrol)</b>	<b>I<sub>100</sub></b>	II <sub>100</sub>	III <sub>100</sub>	IV <sub>100</sub>
T <sub>2</sub>	<b>I<sub>80</sub></b>	II <sub>100</sub>	III <sub>100</sub>	IV <sub>100</sub>
T <sub>3</sub>	<b>I<sub>60</sub></b>	II <sub>100</sub>	III <sub>100</sub>	IV <sub>100</sub>
<b>T<sub>4</sub>(kontrol)</b>	I <sub>100</sub>	<b>II<sub>100</sub></b>	III <sub>100</sub>	IV <sub>100</sub>
T <sub>5</sub>	I <sub>100</sub>	<b>II<sub>80</sub></b>	III <sub>100</sub>	IV <sub>100</sub>
T <sub>6</sub>	I <sub>100</sub>	<b>II<sub>60</sub></b>	III <sub>100</sub>	IV <sub>100</sub>
<b>T<sub>7</sub>(kontrol)</b>	I <sub>100</sub>	II <sub>100</sub>	<b>III<sub>100</sub></b>	IV <sub>100</sub>
T <sub>8</sub>	I <sub>100</sub>	II <sub>100</sub>	<b>III<sub>80</sub></b>	IV <sub>100</sub>
T <sub>9</sub>	I <sub>100</sub>	II <sub>100</sub>	<b>III<sub>60</sub></b>	IV <sub>100</sub>
<b>T<sub>10</sub>(kontrol)</b>	I <sub>100</sub>	II <sub>100</sub>	III <sub>100</sub>	<b>IV<sub>100</sub></b>
T <sub>11</sub>	I <sub>100</sub>	II <sub>100</sub>	III <sub>100</sub>	<b>IV<sub>80</sub></b>
T <sub>12</sub>	I <sub>100</sub>	II <sub>100</sub>	III <sub>100</sub>	<b>IV<sub>60</sub></b>

Denemede mısır koçanları, yanlardan ve başlardan birer sıra kenar etkisi olarak bırakıldıktan sonra geriye kalan orta 4 sıradan, 27 Ağustos 2007 ve 08 Eylül 2008 tarihlerinde elle hasat edilmiştir. Elde edilen mısır koçanları mısır daneleme makinesi ile danelenmiş ve % 15.5 nem değeri dikkate alınarak parsel verimleri hesaplanmıştır. Hasatta, koçan boyu, koçan çapı, koçandaki dane sayısı ve 1000 dane ağırlığını belirlemek amacıyla her parseli temsil edecek şekilde tesadüf olarak 10 adet koçan alınmıştır. Ayrıca hasat zamanı tüm konulardan tesadüfen seçilmiş 3 bitki üzerinden de boy ölçümü yapılmıştır.

Araştırmaya alınan konulara ilişkin mevsimlik bitki su tüketimi değerlerinin belirlenmesinde su dengesi yöntemi uygulanmış ve gravimetrik esasa göre nem örneği tüm konulardan alınmıştır (Heerman, 1985). Buna göre:

$$ET = (R + I - D) \pm \Delta W \text{ biçimindedir. Eşitlikte;}$$

$$ET = \text{Bitki su tüketimi (mm)}$$

**R** = Bitki gelişme dönemi boyunca toplam etkili yağış (mm)

$$I = \text{Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)}$$

$$D = \text{Drene olan su miktarı (mm)}$$

$\Delta W$  = Toprak profilinde artan (+) veya eksilen (-) su miktarı (mm). Toprak profilinde tutulan su miktarı, bitki gelişme dönemi başında ve sonundaki nem miktarı farkı olarak alınmıştır.

Ele alınan farklı sulama konuları ve sulama suyu kısıntılarının karşılaştırılarak en uygun sulama programının belirlenmesinde su kullanım randımanları değerlerinden yararlanılmıştır. Sudan yararlanma oranı olarak da ifade edilen su kullanım randımanı değerleri, her bir sulama konusuna ait elde edilen verimlerin, mevsimlik bitki su tüketimine oranı olarak ifade edilen ve aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır (Howell ve Hiler, 1975). Buna göre;

$$WUE = Y/ET \text{ dir. Eşitlikte;}$$

$$WUE = \text{Su kullanım randımanı (kg/da/mm)}$$

$$Y = \text{Verim (kg/da)}$$

$$ET = \text{Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)'dir.}$$

Çalışmada ele alınan her sulama programı için su ile verim arasındaki ilişki, Stewart modeli olarak da

bilinen ilişki ile belirlenmiştir (Doorenbos ve Kassam, 1979).

Sulama konuları arasındaki farkları belirlemek amacıyla, yukarıda belirtilen tüm parametrelere ilişkin veriler varyans analizine tabi tutulmuşlardır. Farklı grupların belirlenmesinde ise % 5 önemlilik düzeyinde Duncan testi uygulanmıştır. Varyans analizi ve Duncan testleri, bu amaç için geliştirilmiş TARİST bilgisayar paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Açıkgöz ve ark., 1994).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Gelişme dönemi boyunca konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları, mevsimlik bitki su tüketim değerleri ile dane verimleri ve su kullanım randımanı değerleri Çizelge 4.'de verilmiştir. Çizelge 4'den de izleneceği gibi, farklı gelişme dönemleri konulara uygulanan sulama suyu miktarlarını etkilemiş ve elde edilen değerler 2007 yılında 433-517 mm arasında 2008 yılında ise 376-460 mm arasında değişmiştir. Diğer taraftan farklı gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıtlarına bağlı olarak da uygulanan sulama suyu miktarları da farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. İki yıllık ortalama değerler dikkate alındığında, en düşük sulama suyu vejetatif dönem boyunca % 60 oranında sulama suyu alan T<sub>3</sub> konusundan 405 mm olarak elde edilmiştir. En yüksek sulama suyu ise bütün gelişme dönemlerinde su kısıtı uygulanmayan ve kontrol konusu olarak adlandırılan T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>7</sub> ve T<sub>10</sub> konularından 460 mm olarak gerçekleşmiştir. Belirlenen dört dönem boyunca 4 günlük sulama aralığında kontrol konularına toplam 16 sulama yapılmıştır.

Çizelge 4'ün incelenmesinde de görüleceği üzere mevsimlik bitki su tüketimi değerleri konulara verilen sulama suyu miktarlarına ve fenolojik devrelere bağlı olarak değişiklik göstermiştir. En az bitki su tüketimi değeri T<sub>3</sub> konusundan elde edilmiştir. Bu değeri koçan oluşumu döneminde % 80 oranında su kısıtı yapılan T<sub>8</sub> konusu izlemiştir. Bu konudan

2007 yılında 551 mm ve 2008 yılında ise 556 mm bitki su tüketimi değeri elde edilmiştir. En yüksek su tüketimi değeri su kısıtı uygulanmayan kontrol konularından elde edilmiştir. İki yıllık ortalamalara göre kontrol konularından sırasıyla 607 mm, 595mm, 597 mm ve 594 mm su tüketimi değerleri elde edilmiştir. Genel olarak farklı gelişme dönemlerinde su kısıtı uygulanan konularda mevsimlik su tüketimi değerleri uygulanan sulama suyundaki farklılıklara bağlı olarak değişmiştir. Değişik ekolojik koşullar ve uygulanan sulama programlarına bağlı olarak mısırdaki yapılan çalışmalarda, elde edilen mevsimlik bitki su tüketimleri birbirinden farklı olmuştur. Örneğin, Kanber ve ark. (1990) Çukurova koşullarında 605-474 mm; Ul (1990) Menemen ovası koşullarında 563.3-410.6 mm, Öğretir (1993) Eskişehir koşullarında 659 mm; Yıldırım (1993) Ankara koşullarında 940-346 mm; Tolk ve ark. (1998) yarı kurak İspanya koşullarında 587-387 mm; Sezgin ve ark. (1998) Aydın koşullarında 931.4-556.2 mm; Cavero ve ark. (2000) 568-505 mm; İstanbulluoğlu ve ark. (2002) ise Trakya koşullarında 586-353 mm arasında değiştiğini saptamışlardır. Araştırmada, elde edilen farklı su tüketim sonuçlarının yukarıda değinilen araştırma bulgularına benzer şekilde iklim, uygulanan sulama programları ve bölge özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir.

İki yılın ortalaması incelendiğinde, T<sub>3</sub> konusunda en yüksek su kullanım randımanı değeri (2.27 kg/da/mm) elde edilmiştir. Genel olarak

bakıldığında her dört gelişme döneminde de konulara uygulanan ve tüketilen su miktarları azaldıkça su kullanım randımanı değerlerinin lineer olarak azalım gösterdiği görülmektedir. En düşük su kullanım randımanı değeri T<sub>6</sub> konusundan 2.14 kg/da/mm olarak elde edilmiş olup bu konudan elde edilen ortalama verim ise 1183 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Bu konudan elde edilen verim değeri, her dönem su kısıtı uygulanmayan T<sub>4</sub> konusuna göre % 11.6 oranında daha az olmuştur. Diğer gelişme dönemlerinde uygulanan su kısıtlarında verim azalışlarında benzer etkiyi göstermiştir. Her dört dönemde de uygulanan su kısıtları, su kullanım randımanı değerlerinde önce artışa sonra da azalışa neden olmuştur. Mısır bitkisinin su kullanım etkinliği (WUE) değerlerini Howell ve ark. (1995) 0.97-1.42 kg/da/mm; Howell ve ark. (1997) 1.08-1.54 kg/da/mm; Steele ve ark. (1997) 2.45-2.72 kg/da/mm; Köksal (1995) 0.87-3.19 kg/da/mm; Tolk ve ark. (1998) 1.22-1.59 kg/da/mm; Sezgin ve ark. (1998) 1.17-1.49 kg/da/mm; Gençoğlu ve Yazar (1999) 1.03-1.62 kg/da/mm ve Dağdelen ve ark. (2006) 1.65-2.15 kg/da/mm arasında değiştiğini saptamışlardır.

Denemenin her iki yılında da en yüksek verim kontrol konusu olarak adlandırılan T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>7</sub> ve T<sub>10</sub> konularından elde edilmiştir. Kontrol konularında su kısıtı açısından uygulama farklılığı bulunmadığı için verim değerleri birbirine oldukça yakın çıkmıştır. 2007 yılında bu verimler sırasıyla 1362 kg/da, 1353 kg/da, 1357 kg/da ve 1343 kg/da olarak elde edilirken

**Çizelge 4.** Araştırmada konularına uygulanan toplam sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi, dane verimi ve su kullanım randımanı değerleri

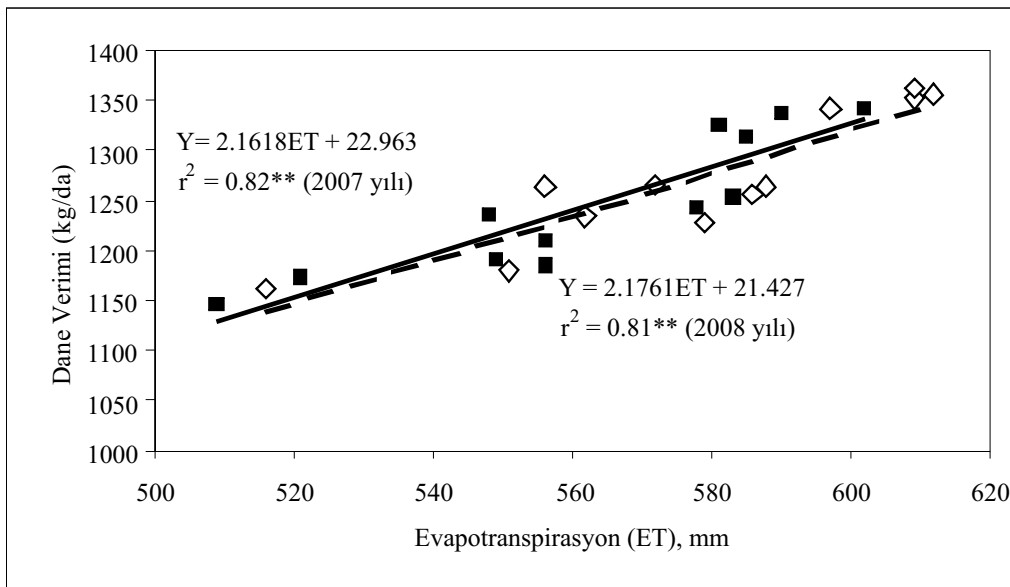
Yıl	Konular	Toplam Sulama	Mevsimlik Bitki Su	Ortalama	Su kullanım
		Suyu (mm)	Tüketimi (mm)	Dane Verimi (kg/da)	randımanı (kg/da/mm)
2007	<b>T<sub>1</sub> (kontrol)</b>	517	612	1362.0	2.22
	T <sub>2</sub>	475	556	1264.0	2.27
	T <sub>3</sub>	433	516	1163.0	2.25
	<b>T<sub>4</sub> (kontrol)</b>	517	609	1353.0	2.22
	T <sub>5</sub>	500	586	1257.0	2.15
	T <sub>6</sub>	482	551	1180.0	2.14
	<b>T<sub>7</sub> (kontrol)</b>	517	609	1357.0	2.22
	T <sub>8</sub>	492	572	1267.0	2.22
	T <sub>9</sub>	468	579	1229.0	2.12
	<b>T<sub>10</sub> (kontrol)</b>	517	597	1343.0	2.25
	T <sub>11</sub>	498	588	1263.0	2.15
	T <sub>12</sub>	479	562	1234.0	2.19
2008	<b>T<sub>1</sub>(kontrol)</b>	460	602	1343.0	2.23
	T <sub>2</sub>	418	548	1236.0	2.26
	T <sub>3</sub>	376	509	1146.0	2.25
	<b>T<sub>4</sub> (kontrol)</b>	460	581	1326.0	2.28
	T <sub>5</sub>	449	583	1254.0	2.15
	T <sub>6</sub>	437	556	1187.0	2.13
	<b>T<sub>7</sub> (kontrol)</b>	460	585	1314.0	2.24
	T <sub>8</sub>	438	549	1191.0	2.17
	T <sub>9</sub>	416	521	1174.0	2.25
	<b>T<sub>10</sub> (kontrol)</b>	460	590	1338.0	2.27
	T <sub>11</sub>	444	578	1243.4	2.15
	T <sub>12</sub>	427	556	1210.4	2.18

2008 yılında bu değerler sırasıyla 1343 kg/da, 1326 kg/da, 1314 kg/da ve 1338 kg/da olarak gerçekleşmiştir. İki yılın ortalama değerleri dikkate alındığında kontrol konularından sonra en yüksek verim, tepe püskülü döneminde % 20 oranında su kısıtı uygulanan T<sub>5</sub> konusundan elde edilmiştir. Diğer taraftan en düşük verim gerek vejetatif dönemde gerekse de tepe püskülü döneminde % 40 oranında su kısıtı uygulanan T<sub>3</sub> ve T<sub>4</sub> konularından 1154.5 kg/da ve 1183.5 kg/da olarak elde edilmiş olup bu konulardan olan verim azalışı sırasıyla %14.6 ile %11.6 olarak bulunmuştur. Koçan oluşum dönemi ile süt olum dönemlerinde uygulanan su kısıtları dane verimi üzerinde daha az verim azalışına neden olmuşlardır. Buna göre bu dönemlerde % 40 oranında su kısıtı uygulanan T<sub>9</sub> ve T<sub>10</sub> konularından oluşan verim kaybı sırasıyla %10 ve % 8.8 olarak gerçekleşmiştir. Araştırma konularından elde edilen verim değerleri arasındaki farkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre sulama konuları arasındaki fark % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama konularının dane verimi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir. Sulama konularına göre sonuçlar incelendiğinde, birinci grubu kontrol konuları oluştururken bunları T<sub>2</sub> ve T<sub>3</sub> konuları izlemiştir. En alt grubu ise her iki yılda da yukarıda da belirtildiği gibi vejetatif ve tepe püskülü dönemlerinde % 40 oranında su kısıtı uygulanan T<sub>3</sub> ve T<sub>6</sub> konuları oluşturmuştur. Mısır bitkisinin çeşitli gelişme dönemlerinde su kısıtı uygulanarak yürütülen çalışmalardan elde edilen mısır dane verimleriyle bu çalışmada belirlenen verim değerleri arasında paralellik görülmektedir (Eck,

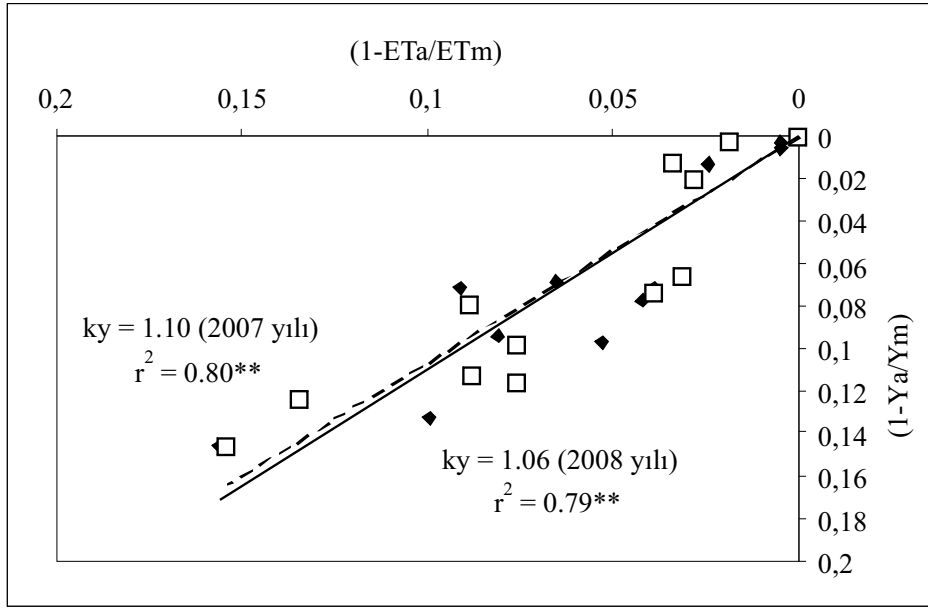
1986; Anaç ve ark., 1992; Öğretir, 1993; Çetin, 1996; Yıldırım ve ark., 1996; Sezgin ve ark., 1998; Yazar ve ark., 2002; Dağdelen ve ark., 2006; Dağdelen ve ark., 2008)

Araştırma sonucunda elde edilen ortalama dane verimleri ile bitki su tüketim değerleri arasındaki ilişkiler diğer bir ifade ile su-verim fonksiyonları saptanmış ve sonuçlar Şekil 1 ve 2'de verilmiştir. Yapılan regresyon analizi sonucuna göre, bitki su tüketimi ile dane verimi arasında her iki yılda da % 1 düzeyinde önemli doğrusal ilişkiler olduğu saptanmıştır. Dane verimi ile (Y) bitki su tüketimi (ET) arasında 2007 yılında  $Y = 2.1618(ET) + 22.963$  ( $r^2 = 0.82$ ), 2008 yılında ise  $Y = 2.1761(ET) + 21.427$  ( $r^2 = 0.81$ ) şeklinde doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde, dane verimi ile Et arasında  $Y = 2.1381(ET) + 39.479$  ( $r^2 = 0.82$ ) şeklinde doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Genel olarak mısır bitkisinin materyal olarak ele alındığı birçok çalışmada, Stegman (1982) Oakes ve Carrington; Musick ve Dusek (1980) Bushland Texas; Ul, (1990) Menemen; Öğretir (1993) Eskişehir; Howell ve ark. (1995) Bushland, Texas; Yıldırım (1993) Ankara; Gençoğlan ve Yazar (1999) Çukurova ve Dağdelen ve ark. (2006), Dağdelen ve ark. (2008) Aydın koşullarında dane verimi ile su tüketimi arasında doğrusal ilişkiler saptamışlardır.

Bitki su tüketimi (ET) ve dane verimi arasındaki ilişkileri irdelemenin diğer bir yolu da oransal su tüketimi açığı ile oransal verim azalışındaki değişimin incelenmesidir. Bu amaçla oransal su tüketimi açığı ile oransal verim azalması arasındaki ilişkiler Doorenbos ve Kassam (1979)'a göre belirlenmiştir.



Şekil 1: Dane verimi- bitki su tüketimi (ET) ilişkisi



Şekil 2. Oransal su tüketimi açığı ile oransal verim azalışı ilişkisi

Araştırmanın birinci ve ikinci yılında toplam büyüme mevsimi için verim tepki etmeni ( $ky$ ) sırasıyla 1.10 ve 1.06 olarak saptanmıştır (Şekil 2). İki yılın birleştirilmesiyle elde edilen genel  $ky$  değeri ise 1.08 olarak bulunmuştur. Sulama planlaması açısından çok önemli ve yetiştirme mevsimindeki su eksikliğinin bitki verimine etki derecesinin bir ölçüsü olan verim tepki etmenini Doorenbos ve Kassam (1979) 1.25; Kanber ve ark. (1990) Çukurova'da 0.98; Ul (1990) Menemen'de 1.16; Öğretir (1993) Eskişehir'de 1.02; Yıldırım (1993) Ankara'da 1.09; Yıldırım ve ark. (1996) Ankara'da 0.97; Gençoğlu ve Yazar (29) Çukurova'da 1.23 ve Yazar ve ark. (2002) Urfa'da 0.81; Dağdelen ve ark. (2008) Aydın'da 1.02 olarak saptamışlardır.

Araştırmadan elde edilen verim ve bazı agronomik özelliklere ilişkin değerlerin varyans analizi ve bunların Duncan testi sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. Uygulama konularının kalite kriterlerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre 2007 ve 2008 yıllarında tüm parametrelerde % 1 anlamlılık düzeyinde bir fark gözlenmiştir.

Araştırma konularının bitki boy gelişimine etkileri farklı olmuştur. Araştırmanın birinci ve ikinci yılında ortalama en yüksek bitki boyu 222.8 cm; 222.6 cm; 221.1 cm ve 219.9 cm ile kontrol konuları olan  $T_1$ ;  $T_4$ ;  $T_7$  ve  $T_{10}$  konularından elde edilmiştir. Bunun en önemli etkeni, bitkinin tüm gelişme periyodu boyunca su stresi çekmemiş olmasıdır. En düşük bitki

boyu ise yine her iki yılda da vejetatif ve tepe püskülü dönemlerinde su kısıtı uygulanan  $T_3$  ve  $T_6$  konularından sırasıyla 184.5 cm ve 190.5 cm olarak elde edilmiştir. Genel olarak bitkilerde boy artışı, çıkışı takiben 3-4 yapraklı oluncaya kadar yavaş bu dönemden tepe püskülü çıkarmaya kadar olan dönemde ise oldukça hızlı olmuştur. Aynı konuda Ul (1990) ve Çetin (1996) ve Dağdelen ve ark. (2008) benzer sonuçlar elde etmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde uygulanan su kısıtlarına bağlı olarak elde edilen 1000 dane ağırlığı değerleri 2007 yılında 342.0 -260.4 gram ve 2008 yılında ise 327.9-242.6 gram arasında değişmiştir. Araştırma yılları süresince en yüksek 1000 dane ağırlığı değerleri kontrol konularından elde edilmiştir. Özellikle tepe püskülü ve koçan oluşumu dönemlerinde uygulanan su kısıtı dane veriminin düşük olmasına neden olmuştur. Öğretir (1993), tepe püskülü ve koçan oluşumu devrelerinde sulanan konuların 1000 dane ağırlıklarının daha fazla olduğunu ve belirtilen devrelerde uygulanan sulamaların verime etkili olduğu kadar, dane ağırlığına da etkili olduğunu bildirmektedir. Benzer sonuçlar Kanber ve ark. (1990); Ul (1990); Çakır (2003); Pamuk (2003) ve Dağdelen ve ark. (2008) tarafından da vurgulanmıştır.

Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça koçanda dane sayısı değerlerinde artışlar görülmüştür. Araştırmanın birinci ve ikinci yılında yetiştirme dönemi boyunca su kısıtı yapılmayan kontrol konularında en yüksek olarak saptanmıştır. Yıldız ve Genç (1990), koçan başına dane sayısının çeşide ve bölgeye bağlı olmakla beraber 344.4-485.3 adet, Ülger ve ark. (1992) 386.7-422.3 adet, Boz ve Sağlantimur (1999) 475.2-527.3 adet, Pamuk (2003) 343.02-619.93 adet olduğunu saptamışlardır. Eck (1986), vejetatif gelişme döneminde uygulanan su kısıtının dane sayısını; dane dolum döneminde yapılan kısıtın ise dane ağırlığını etkilediğini belirlemiştir.

Koçan boyu değerleri birinci yıl 21.3-15.8 cm; ikinci yıl ise bu değerler 22.8-16.6 cm arasında değişmiştir. Farklı yetiştirme dönemlerinde uygulanan su kısıtı koçan boyunun değişmesine neden olmuştur. Orta Anadolu koşullarında yapılan çalışmada, mısır bitkisinin tepe ve koçan püskülü dönemlerinde su eksikliğine karşı çok duyarlı olduğu belirlenmiş ve kısıtlı sulama

programlarının uygulanması gerektiğinde, kısıtın bu dönemlerde yapılmaması ve vejetatif gelişme ile süt olumu devrelerinde uygulanması önerilmiştir (Öğretir, 1993). Ul (1990) tarafından Menemen koşullarında yürütülen bir başka çalışmada ise koçan gelişimi üzerine özellikle çiçeklenme aşamasındaki su açığının oldukça etkili olduğu vurgulanmaktadır. Diğer taraftan, Sezgin (1991) ortalama koçan boyunu 14.7-18.3 cm; Gençoğlu (1996), 12.1-19.5 cm; İstanbulluoğlu ve Kocaman (1996), 16.7-20.4 cm ve Pamuk (2003) ise 13.7-20.0 cm arasında değiştiğini belirlemiştir. Aynı çizelgeden görüldüğü gibi, ortalama koçan çapı değerleri, birinci yıl 3.45-4.21 cm; ikinci yıl ise bu değerler 3.70-4.55 cm arasında değişmiştir. Her iki yılda da sulama düzeyindeki artışa bağlı olarak koçan çapı artmıştır. Bu konuda mısırdaki yapılan birçok araştırma ulaşılan bu sonucu desteklemektedir (Ul 1990; Çetin 1996; İstanbulluoğlu ve Kocaman 1996; Boz ve Sağlantimur 1999; Pamuk 2003; Dağdelen ve ark., 2008).

**Çizelge 5.** Bazı mısır verim komponentlerinin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Yıl	Konular	Dane verimi (kg/da)	Bitki boyu (cm)	1000 dane ağırlığı (g)	Koçanda dane sayısı (adet)	Koçan boyu (cm)	Koçan çapı (cm)
2007	<b>T<sub>1</sub></b>	1362.0a**	225.3a**	319.3abcd**	573.0a**	21.0abc**	4.21a**
	T <sub>2</sub>	1264.0b	211.6abc	335.0ab	568.0ab	20.1abcd	3.92abc
	T <sub>3</sub>	1163.0e	180.3e	309.8cd	534.0ef	19.3bcde	3.97abc
	<b>T<sub>4</sub></b>	1353.0a	225.0a	315.0bcd	565.0abc	21.3a	4.20ab
	T <sub>5</sub>	1257.0bc	203.0bcd	331.7abc	544.6cdef	19.2cde	4.00abc
	T <sub>6</sub>	1180.0e	193.0de	310.3cd	525.7f	15.8f	3.45d
	T <sub>7</sub>	1357.0a	222.0a	300.5de	568.7ab	21.1ab	4.20a
	T <sub>8</sub>	1267.0b	213.7ab	326.4abc	547.0bcdef	19.4cde	3.96abc
	T <sub>9</sub>	1229.0d	196.3cd	282.0ef	540.0def	19.0de	3.83c
	<b>T<sub>10</sub></b>	1343.0a	226.3a	260.4f	571.3a	21.0abc	4.20ab
	T <sub>11</sub>	1263.0b	212.7ab	342.0a	558.3abcd	18.9de	3.83c
	T <sub>12</sub>	1234.0cd	204.3bcd	324.3abc	556.7abcde	17.8e	3.85bc
2008	<b>T<sub>1</sub></b>	1343.0a**	220.3a**	325.1ab**	564.7a**	21.1ab**	4.45ab**
	T <sub>2</sub>	1236.0bc	195.3ef	303.8cd	538.0bcd	17.7de	3.99de
	T <sub>3</sub>	1146.0e	188.7g	293.0d	529.3cde	17.0e	3.84ef
	<b>T<sub>4</sub></b>	1326.0a	220.3a	324.0ab	565.7a	21.3ab	4.55a
	T <sub>5</sub>	1254.0b	197.3e	270.0e	527.3ef	18.2cde	3.91ef
	T <sub>6</sub>	1187.0d	188.0g	243.6f	522.7f	16.6e	3.70f
	<b>T<sub>7</sub></b>	1314.0a	218.3ab	320.8abc	566.3a	20.1abcd	4.24bcd
	T <sub>8</sub>	1191.0d	202.6d	274.6e	531.7cde	20.0bcd	3.97e
	T <sub>9</sub>	1174.0de	187.7g	242.6f	523.3f	19.2bcde	3.81ef
	<b>T<sub>10</sub></b>	1338.0a	213.6bc	327.9a	559.0ab	22.8a	4.27abc
	T <sub>11</sub>	1243.4bc	212.7c	306.9bcd	547.0bc	20.3abc	4.01cde
	T <sub>12</sub>	1210.4cd	191.3fg	288.3d	541.6cd	20.7abc	3.88ef

\*\* : Önemli P < 0.01 düzeyinde.

(a,b,c): Farklı harfler Duncan P < 0.05 düzeyinde farklılığı ifade etmektedir.



## SONUÇ VE ÖNERİLER

Büyük Menderes Havzasında, Aydın koşullarında ana ürün mısırdaki farklı sulama konularının verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2007 ve 2008 yıllarında yapılan araştırmadan elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda özetlenmiştir.

Araştırmada, 4 farklı gelişme döneminin irdelendiği toplam 12 sulama konusu incelenmiştir. Sulama suyu uygulamalarında A sınıfı buharlaşma kabından faydalanılmış ve sulamalar 4 günde bir yapılmıştır. Yetiştirme mevsimi içerisinde konulara damla sulama yöntemi ile toplam 16 kez sulama suyu uygulanmıştır.

Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan sulama konuları dane verimini etkilemiştir. Dane verimi 2007 yılında 1163 kg/da – 1362 kg/da arasında iken, 2008 yılında 1146 kg/da – 1343 kg/da arasında değişmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü yıllar gözönüne alınarak yapılan değerlendirmeler sonucu 2003 ve 2004 yıllarında en yüksek ortalama verim yetiştirme dönemi boyunca su kısıtı uygulanmayan ve kontrol konuları adı verilen T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>7</sub> ve T<sub>10</sub> konularından sırasıyla 1352.5 kg/da; 1339.5 kg/da; 1335.5 kg/da ve 1340.5 kg/da olarak elde edilmiştir.

Araştırma konularına, deneme yıllarında farklı miktarlarda sulama suyu uygulanmıştır. 2007 yılında konulara uygulanan sulama suyu miktarı 433.0 mm – 517.0 mm arasında değişirken, 2008 yılında bu değerler 376.0 mm – 460.0 mm arasında değişmiştir.

Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri, araştırmada ele alınan sulama programlarına ve araştırmanın uygulandığı yıllara göre farklılık göstermiştir. Araştırmada ele alınan sulama konularının mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 2007 yılında 516.0 mm – 612.0 mm arasında belirlenmiştir. 2008 yılında ise bu değerler 509.0 mm – 602.0 mm arasında değişmiştir.

Vejetatif, tepe püskülü ve koçan oluşumu dönemlerinde uygulanan su kısıtı (% 40 oranında; T<sub>3</sub>, T<sub>6</sub> ve T<sub>9</sub> konuları) verimde sırasıyla % 14.6; % 11,6 ve % 10 oranında azalmalara neden olmuştur.

Uygulanan sulama konularından elde edilen sonuçların su-verim ilişkisi açısından irdelenmesi amacıyla, araştırma yıllarına göre belirlenen dane verimleri ile mevsimlik su tüketimi arasında % 1 düzeyinde doğrusal ilişkiler olduğu bulunmuştur.

Sulama planlaması açısından çok önemli ve yetiştirme mevsimindeki su eksikliğinin bitki verimine etki derecesinin bir ölçüsü olan verim tepki etmenini araştırmanın birinci ve ikinci yılında sırasıyla 1.10 ve 1.06 olarak saptanmıştır. İki yılın birleştirilmesiyle elde edilen genel ky değeri ise 1.08 olarak bulunmuştur.

Uygulama konularının kalite kriterlerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre 2007 ve 2008 yıllarında tüm parametrelerde (bitki boyu, 1000 dane ağırlığı,

koçanda dane sayısı, koçan boyu ve koçan çapı) % 1 anlamlılık düzeyinde bir fark gözlenmiştir.

Sonuç olarak mısır bitkisinin topraktaki nem eksikliğine duyarlı bir bitki olduğu ve en kritik dönemin vejetatif; tepe püskülü ve koçan oluşumu dönemleri olduğu ayrıca mısır bitkisinden yüksek verim elde etmek için yetiştirme mevsimi boyunca bitki sulama suyu ihtiyacının tam karşılanması gerektiği, eğer bölgede su kaynağı kısıtlı ise bu koşulda da sadece süt olum döneminde kısıt uygulamasının uygun olacağı sonucuna varılabilir.

## KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., Aktaş, M.E., Mokhammad, A.F., Özcan, K., 1994. Tarist an Agrostistical Packageprogramme for Personel computer. E.Ü.Z.F. Tarla Bitkileri Kongresi, İzmir, Turkey.
- Anaç, S., Ul, M.A., Tüzel, İ.H., 1992. Corn yield as affected by deficit irrigation. In: Fyen, J., Mwendera, E., Badji, M. (Eds.), *Advances in Planning Design and Management of Irrigation Systems as Related to Sustainable Land Use*, Center for Irrigation Engineering (CIE). European Committee for Water Resources Management (ECOWARM), Belgium.
- Baştuğ, R., Tekinel, O., 1989. Kısıtlı sulama koşullarında pamuk su-verim fonksiyonları, Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 13 (2): 162-169.
- Boz, A.R., Sağlamtimur, T., 1999. Çukurova koşullarında ikinci ürün mısırdaki sulama suyu miktarının verim, kalite ve bazı tarımsal özelliklerine etkisi üzerine araştırmalar. Ç.Ü. Z.F. Dergisi, 14(4),21-26.
- Cavero, J., Farre, I., Debaeke, P., Faci, T.M., 2000. Simulation of maize yield under water stress with EPIC phase and Cropwat models. *Agron. J.* 92, 679-690.
- Çakır, R., Gidirlişlioğlu, A., 2003. Farklı Fenolojik Devrelerde Toprakta Oluşan Nem Açığının Mısırın dane verimi ve Kalitesine Etkileri. Türkiye 5. tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, Cilt II. Diyarbakır.
- Çetin, Ö., 1996. Harran Ovası Koşullarında İkinci Ürün Mısır Su Gereksinimi. Şanlıurfa Araştırma Enst. Md. Yayınları, Genel Yayın No:90, Şanlıurfa, s. 46.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., Gürbüz, T., 2006. Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western Turkey *Agric. Water Manag.* 82:63-85.
- (*Zea mays* L.) in western Turkey *Agric. Water Manag.* 82:63-85.
- Dağdelen, N., Gürbüz, T., Sezgin, F., Yılmaz, E., Yeşilirmak, E., Akçay, S., 2008. Effect of different water stress on the yield and yield components of second crop corn in semiarid climate. *International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology*, 29/10/2008, Kusadası/Turkey.
- Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979. *Yield Response to Water*. FAO Irr. And Drain. Paper, No: 33, Rome, Italy. 193 p.
- Eck, H.V., 1986. Effects of water deficits on yield, yield components and water use efficiency of irrigated corn, *Argon. Journal*, 78,1035-1040.

- Elliades, G. 1988. Irrigation of greenhouse grown cucumber. *J. Hort. Sci.* 63(2), 235-239.
- Fabeiro, C., Martín, de Santa Olalla, F., de Jan J. A. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. *Agric. Water Manag.* 48, 255-266.
- Gençoğlan, C., 1996. Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri, Kök Dağılımı ile Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesi ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uygunluğunun İrdelenmesi (Doktora Tezi), Ç.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Gençoğlan, C., Yazar, A., 1999. Kısımlı su uygulamalarının mısır verimine ve su kullanımına etkileri. *Turkish. J. Agric. Forestry* 23, 233-241.
- Heerman, D.F., 1985. ET in irrigation management. In: *Proceedings of the National Conference on Advances in Evapotranspiration*. Trans. ASAE. 323-334.
- Huang, M., Gallichand, J. Zhong, L. 2004. Water-yield relationships and optimal water management for winter wheat in the Loess Plateau of China. *Irrig. Sci.*, 23, 47-54.
- Howell, T.A., Hiler, E.A., 1975. Optimization of water use efficiency under high frequency irrigation I. Evapotranspiration and yield relationship, *Transactions of the ASAE*, Vol. 18, No. 5.
- Howell, T.A., Yazar, A., Schneider, A.D., Dusek, D.A., Copeland, K.S., 1995. Yield and water use efficiency of corn in response to LEPA irrigation. *Trans. ASAE* 38(6): 1737-1747.
- Howell, T.A., Schneider, A.D., Evet, S.R., 1997. Subsurface and surface microirrigation of corn- Soythern High Plains. *Trans. ASAE* 40(3):635-641.
- Huang, M., Gallichand, J. Zhong, L. 2004. Water-yield relationships and optimal water management for winter wheat in the Loess Plateau of China. *Irrig. Sci.*, 23, 47-54.
- İstanbuluoğlu, A., Kocaman, İ., 1996. Tekirdağ Koşullarında Mısırın Su-Verim İlişkileri, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No 251, Araştırma Yayın No, 97, Tekirdağ, s. 88.
- İstanbuluoğlu, A., Kocaman, İ., Konukçu, F., 2002. Water use-production relationship of maize under Tekirdag conditions in Turkey. *Pakist. J. Biol. Sci.* 5, 287-291.
- Kanber, R. 1984. Irrigation of peanut grown as primary and secondary crop in Cukurova by using pan evaporation coefficient. No. 64, 114. *Soil-Water Research Institute Publications*, 93 pp.
- Kanber, R., Yazar, A., Eylen, M., 1990. Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra Yetiştirilen İkinci Ürün Mısırın Su-Verim İlişkisi, Köyüşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Md. Yayın No: 173, R.Y. No: 108, Tarsus.
- Kang, S., Shi, W., Zhang, J., 2000. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. *Field Crops Res.* 67, 207-214.
- Karam, F., Breidy, J., Stephan, C., Roupheal J., 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekaa Valley of Lebanon. *Agric. Water Manage.* 63. 125-137.
- Kırda, C., Moutonnet, P., Hera, C., Nielsen, D. R. (Eds). 1999. *Crop Yield to Deficit Irrigation*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Kırda, C., Topçu, S., Kaman, H., Ulger, A.C., Yazıcı, A., Çetin, M., Derici, M. R., 2004. Grain yield response and recovery of maize under deficit irrigation. *Field Crops Research*, 93. 132-141.
- Kodal, S., Yıldırım, Y.E., Dağdelen, N., 1993. Tarımsal Kuraklık ve Sulama İhtiyacı, Kuraklık ve Sulama Sempozyumu, Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Yayın No: 172, Ankara, p. 21-50.
- Korukçu, A., ve Kanber, R., 1981. Su-Verim İlişkileri, Topraksu Araştırma Ana Projesi, Tarsus, s. 49.
- Köksal, H., 1995. Çukurova Koşullarında II. Ürün Mısır Bitkisi Su-Üretim Fonksiyonları ve Farklı Büyüme Modellerinin Yöreye Uygunluğunun Saptanması Üzerine Bir Araştırma. (Doktora Tezi), Ç.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Marsal, J., Rapoport, H. F., Manrique, T., Girona, J., 2000. Pear fruit growth under regulated deficit irrigation in container-grown trees *Sci. Hort.* 85, 243-259
- Musick, L.T., Dusek, D.A., 1980. Irrigated corn yield response to water. *Trans. ASAE* 23, 92-98.
- Oweis, T., Pala, M., Ryan, J., 1998. Stabilizing rainfed wheat yields with supplemental irrigation and nitrogen in a Mediterranean Climate. *Argon. J.* 90, 672-681.
- Öğretir, K., 1993. Eskişehir Koşullarında Mısır Su-Verim İlişkileri (Doktora). Eskişehir Araştırma Enst. Md. Yayınları, Genel Yayın No:234/182, Eskişehir.
- Öktem, A., Şimsek, M., Öktem, A.G., 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt) with drip irrigation system in a semi-arid region, I. Waer-yield relationship. *Agric. Water Manag.* 61, 63-74.
- Pamuk, G., 2003. II. Ürün Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Bölge Koşullarına Uygunluğunun İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Panda, R. K., Behera, S. K., Kashyap, P. S. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. *Agric. Water Manag.* 66, 181-203.
- Pandey, R.K., J.W. Maranville and A. Admou. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. I. Grain yield and yield components. *Agric. Water Manag.* 46: 1-13.
- Sezgin, F., 1991. Mısır Bitkisinde Bitki Sıklığı ve Sulamanın Yaprak İndisi ile Verime Etkileri Üzerinde Araştırmalar (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Sezgin, F., Yılmaz, E., Bozer, S., Dağdelen, N., 1998. Mısır Bitkisinde Farklı Sulama Aralıklarının Bitki Su Tüketimi ve Verime Etkisi, Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi, 2. Cilt, Aydın, s. 102-109.
- Singh, B. R., Singh, D. P. 1995. Agronomic and physiological responses of sorghum, maize and pearl millet to irrigation. *Field Crops Res.* 42, 57-67.
- Steele, D.D., Stegman, E.C., ve Gregor, B.L., 1997. Irrigation scheduling methods for popcorn in the Northern Great Plains, *Trans. ASAE* 40, 149-155.
- Stegman, E.C., 1982. Corn grain yield as influenced by timing of evapotranspiration deficits. *Irrig. Sci.* 3:75-87.
- Stikic, R., Popovic, S., Srdic, M., Savic, D., Jovanovic, Z., Prokic, L., Zdravkovic, J., 2003. Partial root drying (PRD): A New Technique for Growing Plants that Saves Water and Improves the Quality of Fruit. *Bulg. J. Plant Physiol., Special Issue*, 164-171 p.

- Tolk, J.A., Howell, T.A., Evett, S.R., 1998. Evapotranspiration and yield of corn grown on three high plains soils. *Agron. J.* 90, 447-454.
- Ul, M.A., 1990. Menemen Ovası Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Değişik Gelişim Aşamalarında Uygulanan Sulamaların Verime Etkisi Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ülger, A.C., Tansı, V., Sağlamtimur, T., Baytekin, H., Kılınç, M., 1992. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Ana Ürün veya İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Mısır Çeşitlerinin Saptanması, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No 40, GAP Yayınları No 67, Adana, s. 41.
- Wakrim, R., Wahbi, S., Tahı, H., Aganchich, B., Serraj, R., 2005. Comparative effects of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relations and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture, Ecosystems & Environment.* 106, 275-287.
- Yazar, A., Sezen, S.M., Gencel, B., 2002. Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Irrig. Drain.* 51, 293-300.
- Yıldırım, Y.E., 1993. Ankara Koşullarında Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), Ankara.
- Yıldırım, O., Kodal, S., Selenay, F., Yıldırım, Y.E., ve Öztürk, A., 1996. Corn grain yield response to adequate and deficit irrigation. *Turkish. J. Agric. Forestry* 20, 283-288.
- Yıldız, G. ve Genç, İ., 1990. Bazı Hibrid Mısır Çeşitlerinin Çukurova Koşullarında Uyum Yetenekleri Üzerine Bir Araştırma, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst., Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4(3), 35-51.

Geliş Tarihi : 20.11.2009  
Kabul Tarihi : 19.02.2010