

AYDIN KOŞULLARINDA DAMLA SULAMA YÖNTEMİYLE SULANAN CİN MISIRIN SULAMA PROGRAMININ OLUŞTURULMASI*

Çiğdem VURAL¹, Necdet DAĞDELEN²

ÖZET

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde 2006 yılında yürütülen bu çalışmada, cin mısırdaki farklı sulama aralığı ve su düzeylerinin dane verimi ile su kullanım randımanı ve verim azalma oranı üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma üç tekerrürlü ve iki faktörlü tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Denemelerde 3 ve 6 gün aralıklarında A sınıfı buharlaşma kabından oluşan birikimli buharlaşmanın % 40, % 60, % 80, % 100 ve % 0'ının karşılandığı beş su düzeyi olmak üzere toplam 10 sulama konusu incelenmiştir. Sonuçta, sulama aralığı ve su düzeylerinin dane verimini etkilediği, en yüksek verimin 3 gün sulama aralığında ve % 100 sulama suyu alan K₄ konusundan (641,6 kg/da) elde edildiği saptanmıştır. Önerilen K₄ konusuna toplam 19'ar sulama ile sırasıyla 563,0 mm sulama suyu uygulanmış ve bu konudan yine 579,0 mm'lik mevsimlik bitki su tüketimi hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: cin mısır, sulama aralığı, sulama düzeyi, damla sulama, su-verim ilişkisi faktörü

Determination of irrigation scheduling of drip irrigated corn (*Zea mays everta* Sturt) in the Aydın region

ABSTRACT

This research was conducted to determine the effect of different irrigation intervals and levels on grain yield, water use efficiency and yield response factor of popcorn in the Research and Application Farm of Faculty of Agriculture at Adnan Menderes University during the year of 2006. Experiment was set up out in randomized plot design with two factors and three replications. In the trials, irrigation water was applied to corn as 40 %, 60 %, 80 %, 100 % and 0 % of evaporation from Class A Pan corresponding to 3- and 6-day irrigation frequencies. The results revealed that irrigation intervals and levels affected the corn grain yield and the highest grain yields were obtained as 641,6 kg/da at full irrigation level of 100 % (K₄) of control plot and in 3 days of intervals. The amounts of applied irrigation water 563,0 mm and seasonal water consumption value 579,0 mm in the full irrigation treatment. Irrigation water was applied 19 times during the growing season in the suggested plots (K₄).

Key words: popcorn, irrigation intervals, irrigation level, drip irrigation, yield response factor

GİRİŞ

Tarımsal üretimin artırılmasında en önemli girdi olan sulamanın etkinliği, ancak bölge, toprak ve iklim koşullarına göre hazırlanan bir sulama programı ile gerçekleşebilir. İyi bir sulama programının hazırlanmasında, temel olarak ele alınan bitkilerin sulama aralığı ile her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı ve sulama sayısının belirlenmesi gereklidir. Bu temel verilere ulaşabilmek için, tarımı yapılan bitki özellikleri, ıslatılacak toprak derinliği, toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesi gibi bilgilere gerek vardır. Diğer taraftan bölge ve ekoloji koşullarına göre sulama programı yapılırken, su kaynağı ve tarımsal alana göre karar vermek en uygun

yaklaşımdır. Suyun pahalı ve yetersiz olduğu yerlerde birim sudan, tarımsal alanın sınırlı olduğu yerlerde ise birim alandan en çok ürünün alınmasını amaçlayan sulama programları yapılmalıdır (Baştuğ ve Tekinel, 1989; Kodal *vd.*, 1993).

Ülkemizin kurak ve yarı kurak bir iklim kuşağı içerisinde yer alması, sulamanın önemini bir kat daha artırmaktadır. Özellikle Ege Bölgesi gibi, yarı kurak ve su kaynaklarının zaman zaman sınırlı olduğu yerlerde suyun ekonomik olarak kullanılması gerekmektedir. Bölgemizde yeni alanların sulamaya açılması, mevcut sulanabilir alanlarda özellikle mısır yetiştiriciliğinin

*Bu makale Yüksek Lisans Tezinin bir bölümünden özetlenmiştir.

¹ Tarım Kredi Kooperatifi Kuyucak-, AYDIN

² Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, AYDIN

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. 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, yanıl hareket, yüzey akışı ve derine sızma gibi nedenler ile kaybolmaktadır. Sonuçta sulama randımanı düşük olmakta ve en önemlisi topraklarda drenaj ve tuzluluk problemleri oluşmaktadır.

Bu bağlamda son yıllarda görülen iklimsel değişiklikler nedeni ile mısır tarımında sulama suyunun daha etkin kullanıldığı basınçlı sulama yöntemlerinden özellikle damla sulamanın etkin kullanımına ilişkin alternatif sulama programları ile su-verim fonksiyonuna ait bilgiler henüz istenilen düzeyde bulunmamaktadır. 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 kriterlere göre kullanılmasıdır. A Sınıfı Buharlaşma kaplarından olan buharlaşmaya dayalı sulama programları karmaşık olmayışı ve kullanımlarının kolay olması sebebi ile uygulamada yaygın şekilde kullanılmaktadır (Elliades, 1988).

Türkiye’de birinci ve ikinci ürün mısırda farklı sulama yöntemlerinin ve sulama suyu seviyelerinin verim, verim unsurları ve kalite, su tüketimi, su kullanımı randımanına etkilerinin belirlenmesini amaçlayan araştırmalar yapılmıştır. Konu ile ilgili olarak, Gençoğlan ve Yazar (1999), Çukurova koşullarında farklı düzeylerdeki su kısıtının birinci ürün mısır tarımında tane verimine ve su kullanım randımanına etkilerini araştırmışlardır.

Çalışmada sulama konuları her on günde bir 120 cm’lik toprak profilinde tüketilen suyun %100 (I_{100}), %80 (I_{80}), %60 (I_{60}), %40 (I_{40}), %20 (I_{20}) ve %0 (I_0) uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda eksik nemin tamamının verildiği sulama konusunda ortalama su tüketimi 1025 mm ve buna karşılık 1002 kg/da ile en yüksek tane verimi elde edilmiştir. GAP koşullarında, Yazar vd. (2002) tarafından ikinci ürün mısır üretiminde 3 ve 6 günde bir olmak üzere A Sınıfı buharlaşma kabından olan kümülatif buharlaşmanın %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 Buharlaşma Kabından olan kümülatif buharlaşmanın %100’ünün sulama suyu olarak uygulandığı şartlarda gerçekleştiği belirlenmiştir. Yine Urfa koşullarında Öktem vd. (2003) farklı sulama aralıklarında bir A sınıfı buharlaşma kabından olan kümülatif buharlaşma 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. Diğer taraftan farklı kısıtlı sulama uygulamaları altında sürdürülen pek çok araştırma sonuçları kısıtlı sulama ile su tasarrufu sağlandığını göstermiştir (Kang vd., 2003; Faberio vd., 2001; Huang vd., 2004; Kırdı vd., 2004).

Bu çalışmanın amacı, Aydın ili koşullarında ana ürün olarak yetiştirilen cin mısır (*Zea mays everta* Sturt.) bitkisi için damla sulama yöntemi ile uygun sulama programı oluşturmak, su-verim ilişkilerini incelemek ve sulama konularının verim üzerine olan etkilerini araştırmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, 2003 ve 2004 yılları arasında Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülmüştür. Anılan çiftlik,

Aydın ili sınırları içerisinde ve Aydın il merkezinin 18 km. güneyinde, Koçarlı İlçesinin ise 7 km doğusunda yer almaktadır. Çiftliğin arazileri, Büyük Menderes Nehri tarafından ikiye ayrılmıştır. Denizden 56 m. yükseklikte olan çiftlik, hemen hemen tamamı sulanabilir özelliklerde 2300 dekarlık alana sahiptir.

Aşağı Büyük Menderes Havzasında 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. Aydın da uzun yıllara ait aylık en yüksek sıcaklık ortalaması 35.7 °C ile Temmuz ayında, en düşük sıcaklık ortalaması ise 4.2 °C ile Ocak ayında görülmüştür. Uzun yıllar gözlem sonuçlarına göre, yıllık ortalama yağışın 657.7 mm, yıllık oransal nem ortalaması ise % 63.0'dür. Diğer taraftan uzun yıllara ilişkin rüzgar hızları incelendiğinde bu değer yıllık ortalama olarak 1.6 m/s olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2006).

Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanı toprakları üzerinde yapılan analiz sonucu, sulama yönünden önemli bazı toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi, deneme alanı

topraklarının orta bünyeli olduğu ve su tutma kapasitelerinin yüksek olduğu görülmektedir. Buna göre 0-90 cm'lik etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesi 162.0 mm olarak bulunmuştur.

Araştırmada Hybrid Yellow Popcorn SH-9201 tohumlar tarlaya havalı mibzer ile 8 Mayıs 2006 tarihinde ekilmiştir. Bitkiler 3-4 yapraklı olunca önce çapa makinesi ile ara çapa yapılmış ve daha sonra el çapası yapılarak 25 cm'de bir bitki olacak şekilde seyreklenmişlerdir. Bitkiler 30-35 cm boylanınca bitki sıraları arasında karık makinası ile yüzlek karıklar oluşturulmuştur. Daha sonra her parselin çevresinde mandal makinesi ile 0.3-0.4 m yüksekliğinde seddeler yapılmıştır. Deneme parsellerine ekimle beraber 55 kg/da NPK (15-15-15) gübresi ve bitkiler 30-40 cm yüksekliğe ulaştınca 25 kg/da üre gübresi uygulanmıştır. Araştırmada deneme parsellerinin boyutları 8.0 x 4.2 m (6 sıra) olmak üzere toplam 33.60 m²'dir. Bitki sıra aralığı 0.70 m, sıra üzeri ise 0.25 m olup, bir parselde toplam 192 adet bitki bulunmaktadır. Denemede mısır koçanları, yanlardan ve başlardan birer sıra kenar etkisi olarak bırakıldıktan sonra geriye kalan orta 4 sıradan, 4 Eylül 2006 tarihinde elle hasat edilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının fiziksel özellikleri.

Profil Derinliği (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	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

Tesadüf blokları deneme desenine göre kurulan denemede iki faktör ele alınmıştır. Araştırmada, 3 gün ve 6 gün olmak üzere 2 sulama aralığı ile kpc-1: 0.40; kpc-2: 0.60; kpc-3: 0.80; kpc-4: 1.00; ve kpc-5: susuz olmak üzere 5 sulama düzeyi uygulanmıştır. Her bir sulama aralığında yer alan kpc-4: 1.00 (%100) sulama düzeyi konularına kontrol parseli

adı verilmiş ve diğer konulara aşağıda verilen oranlara göre sulama suyu uygulanmıştır. Oluşan sulama konuları aşağıdaki şekilde isimlendirilmiştir.

K₁: 3 günde bir sulama ve kümülatif buharlaşmanın % 40'ı kadar su uygulama,
K₂: 3 günde bir sulama ve kümülatif buharlaşmanın % 60'ı kadar su uygulama,

K₃: 3 günde bir sulama ve kümülatif buharlaşmanın % 80'i kadar su uygulama,
K₄: 3 günde bir sulama ve kümülatif buharlaşmanın % 100'ü kadar su uygulama
K₅: 6 günde bir sulama ve kümülatif buharlaşmanın % 40'ı kadar su uygulama,
K₆: 6 günde bir sulama ve kümülatif buharlaşmanın % 60'ı kadar su uygulama,
K₇: 6 günde bir sulama ve kümülatif buharlaşmanın % 80'i kadar su uygulama,
K₈: 6 günde bir sulama ve kümülatif buharlaşmanın % 100'ü kadar su uygulama,
K₀; K₀₀: Susuz.

Deneme parsellerinde ilk sulama 90 cm toprak profilindeki elverişli nem % 50 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Sonraki sulamalar 3 ve 6 günlük aralıklarla yapılmıştır.

Araştırmaya alınan konulara ilişkin mevsimlik bitki su tüketimi değerlerinin belirlenmesinde su dengesi yöntemi uygulanmıştır (Heerman, 1985). Buna göre: $ET = (R + I - D) \pm \Delta W$ biçimindedir. Eşitlikte;

ET = Bitki su tüketimi (mm)

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

I = Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)

D = Drene olan su miktarı (mm)

ΔW = 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 'dir. Eşitlikte;

WUE = Su kullanım randımanı (kg/da/mm)

Y = Verim (kg/da)

ET= 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, dane verimine ilişkin veriler varyans analizine tabi tutulmuşlardır. Farklı grupların belirlenmesinde ise % 5 önemlilik düzeyinde LSD testi uygulanmıştır. Varyans analizi ve LSD testleri, bu amaç için geliştirilmiş TARİST bilgisayar paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

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 2.'de verilmiştir. Çizelge 2'nin incelenmesinde de görüleceği üzere 3 ve 6 günlük sulama aralıklarını temsil eden kontrol parsellerine (K₄ ve K₈) sırasıyla 563.0 mm ve 571.0 mm sulama suyu uygulanmıştır. Değerlerden de görüleceği gibi, sulama aralığı açıldıkça konulara uygulanan sulama sayıları azalmış ancak uygulanan sulama suyu miktarları birbirine yakın çıkmıştır. Deneme yılında konulara göre uygulanan sulama sayıları 10-19 arasında değişmiştir. En yüksek sulama sayısı 3 günde bir sulanan konulardan elde edilirken, en düşük sulama sayısı 6 günde bir sulanan konulardan elde edilmiştir. her bir sulama aralığı için en yüksek sulama suyu tasarrufu, % 40 düzeyinde sulama suyu uygulanan konulardan (K₁ ve K₅) elde edilmiştir.

Her bir sulama aralığında, konulardan elde edilen mevsimlik bitki su tüketim değerleri değişiklikler göstermiştir. Her bir sulama aralığı için, kontrol parsellerine ilişkin (K₄ ve K₈) bitki su tüketimi değerleri sırasıyla 579,0 mm ve 609,0 mm olmuştur. Diğer taraftan kontrol parsellerine uygulanan suyun, % 0'ı oranında su alan K₀ ve K₀₀ susuz konularında ise oransal mevsimlik bitki su tüketimi değerleri % 21,3- % 23,4 arasında değişmiştir. Değişik ekolojik koşullar ve uygulanan sulama programlarına bağlı olarak mısırdaki yapılan çalışmalarda, elde

edilen mevsimlik bitki su tüketimleri birbirinden farklı olmuştur. Örneğin, Kanber *vd.* (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; Toluk *vd.* (1998) yarı kurak İspanya koşullarında 587-387 mm; Sezgin *vd.* (1998) Aydın koşullarında 931.4-556.2

mm; Cavero *vd.* (2000) 568-505 mm; İstanbulluoğlu *vd.* (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.

Çizelge 2. Araştırmada konularına uygulanan toplam sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi, dane verimi ve su kullanım randımanını değerleri

Konular	Sulama Aralığı (gün)	Sulama Sayısı	Toplam Sulama Suyu (mm)	Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Dane Verimi (kg/da)	Su Kullanım Randımanı (WUE) (kg/da/mm)
K ₁			234.0	317.0	259.6	0.818
K ₂			335.0	416.0	448.9	1.079
K ₃	3	19	450.0	500.0	553.1	0.903
K₄			563.0	579.0	641.6	1.108
K ₀			-	136.0	111.9	0.822
K ₅			246.0	346.0	235.6	0.680
K ₆			349.0	442.0	396.2	0.896
K ₇	6	10	456.0	523.0	460.6	0.880
K₈			571.0	609.0	550.2	0.903
K ₀₀			-	130.0	108.8	0.836

Deneme yılında en yüksek verim 3 günde bir sulanan ve tam sulama suyu uygulanan K₄ kontrol parselinden 641,6 kg/da olarak elde edilmiştir. Yine aynı çizelgeden izlendiğinde en düşük verimler 108,8 kg/da - 111,9 kg/da ile susuz konulardan elde edilirken bunları 3 ve 6 günde bir sulanan ve kontrol parseline uygulanan sulama suyunun % 40'ı oranında su alan K₁ ve K₅ konuları izlemektedir (Çizelge 2). Diğer taraftan, her bir sulama aralığı içerisindeki kontrol parselleri (K₄ ve K₈) diğer sulama konularına göre deneme yılında en yüksek verim değerlerine sahip olmuştur. Bu verimler sırasıyla 641,6 kg/da ve 550,2 kg/da olarak belirlenmiştir.

Diğer taraftan su kullanım randımanları açısından sonuçlar irdelendiğinde, en yüksek değerler sırasıyla 3 gün (SA3) sulama aralığına sahip ve % 100 oranında sulama suyu uygulanan K₄ ve % 60 oranında su alan K₂ konularından sağlanmıştır. K₂ konusunda bu değer yüksek olmasına karşın, elde edilen verim

değeri ise diğerine (K₄) göre düşük düzeyde gerçekleşmiş ve bu konunun (K₂) verim kaybı % 30,0 olmuştur. Mısır bitkisinin su kullanım etkinliği (WUE) değerlerini; Howell *vd.* (1994) 0,89-1,48 kg/da/mm; Steele *vd.* (1997) 2,45-2,72 kg/da/mm; Köksal (1995) 0,87-3,19 kg/da/mm; Toluk *vd.* (1998) 1,22-1,59 kg/da/mm; Sezgin *vd.* (1998) 1,17-1,49 kg/da/mm ve Dağdelen *vd.* (2006) 1,65-2,15 kg/da/mm arasında değiştiğini saptamışlardır. Denemeden elde edilen su kullanım etkinliği (WUE) değerlerinin, yukarıda belirtilen araştırmacıların elde ettikleri değerlerin birçoğu ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Araştırma konularından elde edilen verim değerleri arasındaki farkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre sulama aralığı ve su düzeyi arasındaki fark % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama konularının dane verimi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla LSD

testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Sulama aralığı açısından sonuçlar incelendiğinde, birinci grubu 3 günde bir sulanan; ikinci grubu ise 6 günde bir sulanan konular oluşturmuştur. Buradan da görüldüğü gibi sulama aralığının açılması dane verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer taraftan su düzeylerine göre, konular arasında 5 ayrı grup oluşmuştur. Sulama suyunun tam uygulandığı, diğer bir tanımlamayla kontrol parsellerinin oluşturduğu sulama konuları (K₄, K₈) birinci gruba girmiş, ikinci sırayı ise kontrol parsellerine göre % 80 oranında sulama suyu uygulanan konular (K₃, K₇) almıştır. Buraya kadar elde edilen sonuçlara göre, normal sulama programının uygulanması koşulunda, en yüksek verim ve su kullanım randımanının elde edildiği 3 günde bir (SA3) sulama suyunun tam uygulandığı (% 100) K₄ konusunun önerilebileceği kanısına varılmıştır.

Uygulamada sulama suyu sıkıntısının olduğu dönemlerde normal sulama programına alternatif olabilecek sulama programları diğer bir ifadeyle kısıtlı sulama programlarının uygulanma zorunluluğu ortaya çıkabilir. Bu durumda, belli bir oranda verim kaybının olduğu ancak sulama suyunun etkin olarak kullanıldığı koşullar araştırılmalıdır. Buna göre, Çizelge 2 ve 3'den faydalanarak kısıtlı sulama suyunun uygulandığı konular incelendiğinde, en yüksek verimin yine 3 gün sulama aralığında (SA3) kontrol parseline uygulanan suyun % 80'ini alan K₃ konusunu, ikinci olarak 6 gün sulama aralığına sahip (SA6) ve yine % 80 oranında sulama suyu alan K₇ konusu izlemektedir. Her iki konunun su kullanım randımanı değerlerinde birbirine oldukça yakındır (0,903-0,880 kg/da/mm). Diğer taraftan, SA3 aralığında yer alan, K₃ konusuna 19 kez sulama suyu uygulanırken, SA6 aralığında yer alan K₇ konusuna ise 10 kez sulama suyu uygulanmaktadır. Bu sonuçlara göre, kısıtlı sulama koşulunda, K₇ konusunun uygulanması halinde, verimde K₃ konusuna göre % 16.7'lik bir kayıp olmasına karşın; gerek iş gücünden, gerekse zaman ve enerjiden bir tasarruf elde edilecektir. Dolayısıyla, su kaynağının zaman zaman

kısıntıya uğradığı koşullarda öncelikle 3 günlük sulama aralığında yer alan K₃ konusu uygulanmalıdır. Ancak çok ciddi düzeyde su sıkıntısı olan koşullarda ise 6 gün sulama aralığında sulanan K₇ konusunun uygulanabileceği görüşüne ulaşılmaktadır.

Bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişki elde edilirken kontrol parseli ile kısıtlı su uygulanan konulara ilişkin bitki su tüketimi ve dane verimi değerleri göz önüne alınmıştır. Yapılan regresyon analizi sonucuna göre, bitki su tüketimi ile dane verimi arasında % 1 düzeyinde önemli doğrusal ilişkiler olduğu saptanmıştır. Şekil 1 incelendiğinde önerilen 3 günlük sulama aralığında (SA3), cin mısır dane veriminin su tüketimine bağlı olarak arttığı görülmektedir. 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; Yıldırım (1993) Ankara; Gençoğlan ve Yazar (1999) Çukurova ve Dağdelen vd. (2006) Aydın koşullarında dane verimi ile su tüketimi arasında doğrusal ilişkiler saptamışlardır.

Diğer yandan, önerilen SA3 (3 gün) sulama aralığında yer alan ve kontrol parseline oranla daha az sulama suyu uygulanan konuların bitki su tüketimleri ve verim değerlerinden yararlanılarak, toplam gelişme dönemi için verim azalma oranı (ky) hesaplanmıştır. Buna göre;

Toplam gelişme dönemi için oransal verim azalması ile oransal bitki su tüketimi açığı arasındaki ilişki :

$$(1 - Y_a / Y_m) = 1,12 (1 - ET_a / ET_m), R^2 = 0.98^{**} \text{ olarak elde edilmiştir.}$$

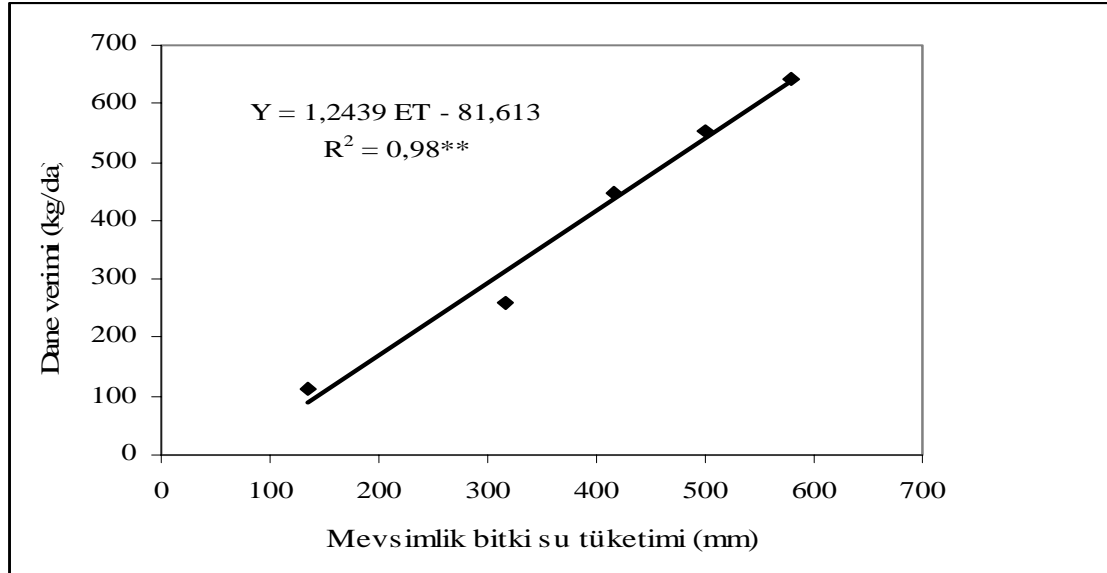
Sonuç olarak; sulama konularından elde edilen ortalama dane verimi değerleri ile sulama suyu miktarları ve sayıları göz önüne alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, sulama konularının pratikte uygulanabilirliği açısından su kaynağının yeterli olduğu koşulda, en uygun sulama programının 3 gün sulama aralığında yer alan (SA3) K₄ (% 100) konusu olduğu belirlenmiştir. Bu konudan en yüksek dane verimi elde edilmiş olup, bu değer 641,6 kg/da olmuştur.

Çizelge 3. Araştırma konularından elde edilen dane verimi ortalamalarının LSD yöntemine göre gruplandırılması

Konular		Ortalama Dane Verimi (kg/da)	Sıralanmış Sıra	Dane Verimi (kg/da)	Gruplar
Sulama aralığı	SA3 (3 gün)	433.25	SA3	433.25**	A
	SA6 (6 gün)	368.87	SA6	368.87	B
LSD % 5				13.962	
Su düzeyi	SD ₁ (%40)	247.45	SD ₄	595.88**	A
	SD ₂ (%60)	422.58	SD ₃	506.85	B
	SD ₃ (%80)	506.85	SD ₂	422.58	C
	SD ₄ (%100)	595.88	SD ₁	247.45	D
	SD ₅ (susuz)	110.35	SD ₅	110.35	E
LSD % 5				24.183	

** : % 1 alfa seviyesinde fark önemli

(A,B): Farklı harfler LSD % 5 düzeyinde farklılığı ifade etmektedir



Şekil 1. SA3 sulama programında mevsimlik bitki su tüketimi-dane verimi ilişkisi

Diğer taraftan su kaynağının yeterli olmadığı koşullarda, kısıtlı sulama programlarının uygulanma zorunluluğu bulunabilmektedir. Denemenin uygulandığı yılda verim, sulama suyu miktarı ve sulama sayıları beraber değerlendirildiğinde en uygun programın yine SA3 sulama aralığında yer alan ve kontrol parseline uygulanan suyun % 80'ini alan K₃ konusu olduğu kanısına varılmıştır. Ancak, çok ciddi düzeyde su sıkıntısı olan koşullarda ise 6 gün sulama aralığında sulanan K₇ konusunun uygulanabileceği görüşüne

ulaşmaktadır. Böylece dane veriminde K₃ konusuna göre % 16.7'lik bir kayıp olmasına karşın; gerek iş gücünden, gerekse zaman ve enerjiden bir tasarruf elde edilecektir. Önerilen bu konulardan da, sırasıyla ortalama 553,1 kg/da (K₃ konusu) ve 460,1 kg/da (K₇ konusu) dane verimi elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2006. Aydın İli İklim Değerleri, Devlet Meteoroloji İşleri Aydın Bölge İstasyonu Kayıtları, Aydın.

- Baştuğ, R., Tekinel, O., 1989, Kısıtlı sulama koşullarında pamuk su-verim fonksiyonları, Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, 13 (2): 162-169.
- 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.
- 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.
- Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979. Yield Response to Water. *FAO Irr. And Drain. Paper*, No: 33, Rome, Italy. 193 p.
- Gençoğlan, C., Yazar, A., 1999. Çukurova Koşullarında Yetiştirilen I. Ürün Mısır Bitkisinde İnfrared Termometre Değerlerinden Yararlanılarak Bitki Su Stresi İndeksi (CWSI) ve Sulama Zamanının Belirlenmesi. *Turkish. J. Agric. Forestry* 23, 87-95.
- 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.
- Heerman, D.F., 1985. ET in irrigation management. In: *Proceedings of the National Conference on Advances in Evapotranspiration.* Trans. ASAE. 323-334.
- 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., 1994. Yield and water use efficiency of corn in response to LEPA irrigation. *Trans. ASAE* 38, 1737-1747.
- 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., Konukçu, F., 2002. Water use-production relationship of maize under Tekirdag conditions in Turkey. *Pakist. J. Biol. Sci.* 5,287-291.
- Kanber, R., Yazar, A., Eylene, M., 1990. Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra Yetiştirilen İkinci Ürün Mısırın Su-Verim İlişkisi, Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Md. Yayın No: 173, R.Y. No: 108, Tarsus.
- Kırda, C., Topçu, S., Kaman, H., Ulger, A.C., Yazıcı, A., Çetin, M., Deric, 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.
- 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.
- Musick, L.T., Dusek, D.A., 1980. Irrigated corn yield response to water. *Trans. ASAE* 23, 92-98.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

*Geliş Tarihi:*20.08.2008

*Kabul Tarihi:*21.09.2008

Copyright of *Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty* is the property of Adnan Menderes University and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.