

FARKLI DAMLA SULAMA REJİMLERİNİN MISIRDA VERİM, VERİM KOMPONENTLERİ VE SU KULLANIM RANDIMANI VE ÜZERİNE ETKİLERİ

Talih GÜRBÜZ,¹ Necdet DAĞDELEN,¹ Ersel Yılmaz,¹ Selin AKÇAY¹

ÖZET

Aydın koşullarında 2009 yılında yürütülen bu çalışmada farklı sulama rejimlerinin mısır bitkisinde verim, su kullanım randımanı ve bazı verim komponentleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Sulama konuları topraktaki nem açığı dikkate alınarak oluşturulmuştur. 90 cm'lik etkili kök bölgesinde T₁₀₀ konusunda kullanılabilir nemin % 50'si tüketildiğinde sulama suyu tüm konulara uygulanmıştır. Kontrol konusu olarak planlanan T₁₀₀ konusu % 100 düzeyinde sulama suyu almıştır. Diğer konular ise kontrol konusuna uygulanan suyun % 80, % 60, % 40, % 20 ve % 0'ı düzeyinde sulama suyunu aynı günde almışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, mevsimlik bitki su tüketimi ve verim 134-737 mm ile 251.9-1365.9 kg/da arasında değişmiştir. Su kısıtı önemli düzeyde verimi etkilemiştir. En yüksek mısır verimi T₁₀₀ kontrol konusundan elde edilmiştir. Su kullanım randımanı (WUE) değerleri 1.85-2.26 kg/da/mm arasında değişmiştir. Verim azalma oranı $k_y = 0,92$ olarak elde edilmiştir. Damla sulama konuları bazı verim parametreleri üzerine etkili olmuştur. Sonuçta, su kısıtının olmadığı dönemlerde T₁₀₀ konusunun uygun olacağı saptanmıştır. Diğer taraftan, sulama suyunun kısıtlı olduğu koşullarda yüksek WUE ve sulama suyu tasarrufu nedeniyle T₆₀ konusunun uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Mısır, kısıtlı sulama, verim azalma oranı

Impacts of Different Drip Irrigation Levels on Yield, Yield Components and Water Use Efficiency of Corn

ABSTRACT

A field study was conducted to determine effects of different deficit water level on yield, water use efficiencies and some yield properties of corn in Aydın province during 2009. The irrigation treatments were based on soil water depletion replenishments. Irrigation was applied when ~50% of available soil moisture was consumed in the 0.90-m root zone at T₁₀₀ treatment during the irrigation periods. Control treatment "T₁₀₀" was designated to receive 100 % soil water depletion. In treatments, T₈₀; T₆₀; T₄₀; T₂₀ and T₀ irrigations were applied at the rates of 80, 60, 40, 20 and 0 % of control treatments, (T₁₀₀) on the same day, respectively. According to results, the seasonal water use and yield values ranged from 134 to 737 mm and 251.9 to 1365.9 kg/da, respectively. Water deficit significantly affected the crop yields. Highest corn yield was obtained from the full irrigation treatment (T₁₀₀). The water use efficiency (WUE) values varied from 1.85 to 2.26 kg/da/mm. Yield response factor (k_y) value of 0.92 was determined. Some yield properties were influenced by drip irrigation levels in growing season. The results revealed that well irrigated treatments (T₁₀₀) could be used for the semiarid climatic conditions under no water shortage. On the other hand, the results also demonstrated that irrigation of corn with drip irrigation regime at 60 % level (T₆₀) had significant benefits in terms of saved irrigation water and high WUE indicating a definitive advantage of deficit irrigation under limited water supply conditions.

Key words: Corn, deficit irrigation, yield response factor

GİRİŞ

Mevcut su kaynakları ile daha geniş alanların sulanabilmesi için en önemli koşullardan ilki, mevcut sulama teknolojilerinin geliştirilmesi, toprak, bitki, iklim, su kaynağı, ekonomi gibi faktörler göz önüne alınarak en uygun sulama yönteminin seçilmesi, yöntemin gerektirdiği sulama sisteminin kurulması ve uygun sulama zamanı programlarının geliştirilmesidir (Tekinel, 1973). Ülkemizin kurak ve yarı kurak iklim kuşağı içerisinde yer alması bakımından, çoğu bölgesinde olduğu gibi, Ege Bölgesinde de, su kaynaklarının kısıtlı olması, son yıllarda hızlı ve plansız gelişen ve tarımsal alanların giderek tehdit edilmesi tarımsal sulamada kullanılacak su miktarını kısıtlamaktadır. Bölgede tarımsal üretim değerlerini

daha da arttırmanın yolu, bilinçli ve ekonomik sulama uygulamalarının hayata geçirilmesidir. Ancak bu şekilde tarımsal üretimin artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılaması sağlanabilecektir.

Mısır bitkisi insan, hayvan ve endüstrinin ham maddesi olduğundan dolayı bölge ve Türkiye tarımı için önemli bir yere sahiptir. Türkiye'de endüstriyel tarım ürünlerinin en önemlilerinden biri olan mısırın ekonomik önemi gün geçtikçe artmaktadır. Dünyada mısır ekim alanı 139.0 milyon hektar, üretim 767.0 milyon ton'dur. Ülkemizde 536.000 hektar ekim alanında mısır tarımı yapılmakta ve 3.5 milyon ton ürün elde edilerek dekara ortalama 660 kg dane verimi sağlanmaktadır (Koca, 2009). Gerek ana ürün gerekse ikinci ürün mısır tarımında belirtilen bölgelerde önemli bir potansiyel söz konusu

¹Annan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, AYDIN

olup özellikle Ege Bölgesi, genel ülke üretiminin yaklaşık %26'sını oluşturmaktadır.

Ege bölgesi gibi su kaynaklarının kısıtlı olduğu yörelerde birim sudan en yüksek yararı sağlayacak sulama yöntem ve programlarının seçimi ve uygulanması zorunlu olmaktadır. 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 bağlamda damla sulama yöntemlerinin mısır tarımında etkin olarak kullanımına yönelik araştırma çalışmaları son yıllarda giderek artmış fakat henüz çiftçi düzeyinde yaygın olarak kullanıma geçememiştir. Dolayısıyla farklı sulama programlarının irdelendiği ve damla sulama yönteminin uygulandığı çalışmalara devam edilmesi, bölgede bu yöntemin çiftçi bazında kullanım olanaklarının artırılmasına büyük ölçüde katkıda bulunacaktır. Bölgemiz koşullarında yetersiz olmakla birlikte gerek diğer ülkelerde gerekse de ülkemizin diğer bölgelerinde damla sulama yönteminin uygulandığı çalışmalara rastlanmıştır (Karam ve ark., 2003; Faberio ve ark., 2001; Huang ve ark., 2004; Kırdı ve ark., 2004; Vural ve Dağdelen 2008; Dağdelen 2010). GAP koşullarında, Yazar ve ark. (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 ve ark. (2003) damla sulama yönteminin uygulandığı 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. Kaman (2007), tarafından Çukurova koşullarında yürütülen araştırmada, geleneksel kısıntılı ve yarı ıslatmalı sulama uygulamaları altında buğday hasadından sonra ikinci ürün olarak yetiştirilen beş mısır çeşidinin verim tepkileri incelenmiş ve çalışmada sulama uygulamaları kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si tüketildiğinde damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre mısır çeşitlerinin değişik sulama düzeylerine verdiği tepkiler farklı olmuştur. Howell ve ark. (1997) damla yöntemiyle sulanan mısır için WUE değerlerinin 1.08 ile 1.54 kg m⁻³ arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Şimşek ve ark. (2003), tarafından Harran ovası

koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan mısırdan en yüksek dane verimi 4 gün sulama aralığında sulanan konulardan elde edilmiştir. Aynı çalışmadan en yüksek su kullanım randımanı 1.22-1.43 kg m⁻³; verim azalma oranı ise 0.70-0.97 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı, Aydın ili koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan ana ürün mısır bitkisinde sulama rejimlerinin verim, verim unsurları ve su kullanım randımanı üzerine etkilerini araştırmaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında 2009 yılında yürütülmüştür. Anılan alanın deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 56 m olup 37° 51' N enlem ve 27° 51' E boylamlarında yer almaktadır. Araştırmada ovada yaygın olarak tarımı yapılan Pioneer 31G98 mısır çeşidi kullanılmıştır.

Araştırma alanında yer alan toprakların tamamı AC horizonlu genç topraklardır. Koluviyal araziler % 20 - % 30 oranında, Aluviyal araziler ise % 60-70 oranında yer almaktadır. Araştırma alanı toprakları, bünye açısından tınlı-kum ile kumlu killi tın arasında değişmekle birlikte, çoğunluğu orta bünyeye sahiptir (Aksoy ve ark., 1998). Sulama açısından bazı önemli toprak özellikleri olarak tarla kapasitesinin % 18.4- % 23.1, solma noktasının % 7.3- % 10.1 arasında değiştiği tespit edilmiştir. 0-90 cm'lik etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesi 162.0 mm'dir.

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 sıcaklık ortalaması 17.5 °C'dir. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda aylık sıcaklık ortalamaları genel olarak çok yıllık ortalamaların üzerinde seyretmiştir. Uzun yıllar gözlem sonuçlarına göre, yıllık ortalama yağış 657.7 mm, yıllık oransal nem ortalaması ise % 63.0'dür. Ekim ile hasat tarihleri arasında deneme alanında ölçülen yağış toplamı 27.1 mm'dir. (Anonim, 2009).

Tohumlar, tarlaya havalı mibzer ile 70 cm sıra aralığında olacak şekilde 13 Mayıs 2009 tarihlerinde ekilmiştir. Parsellere ekimle beraber 50 kg/da NPK (15-15-15) gübresi uygulanmış, bitkiler 30-35 cm yüksekliğe ulaşınca da 35 kg/da % 33'lük Amonyum Nitrat gübresi uygulanmıştır. Birinci çapa ile beraber 25 cm'de bir bitki olacak şekilde bitkiler seyreltilmiştir. Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulan denemede bir parselin boyutu 6.0 x 4.2 m (6 sıra)'dır.

Araştırmada 6 farklı sulama rejimi incelenmiştir. Deneme parsellerinde 90 cm toprak profilindeki elverişli nem % 50 düzeyine düştüğünde

sulamalar yapılmış ve mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Toprak profilinde eksik suyun tamamının uygulandığı konu, “tanık” konu olarak belirlenmiş ve T_{100} simgesi ile gösterilmiştir. Diğer konulara ise tanık konuya uygulanan suyun % 80, % 60, % 40, % 20 ve % 0'ı oranlarında su uygulanmış ve bu konuların simgeleri ise T_{80} , T_{60} , T_{40} , T_{20} ve T_0 olarak gösterilmiştir.

Araştırmada, deneme parsellerinin sulanması için gerekli olan sulama suyu, deneme alanında bulunan yer altı su kaynağından (kuyudan) sağlanmıştır. Her parselde sıraya tek lateral gelecek şekilde 16 mm dış çaplı polietilen (PE) lateraller deneme parsellerine serilmiştir. Lateral damla sulama boruları 4 lh^{-1} debili içten geçik damlatıcılı olup damlatıcı aralıkları 25 cm olarak seçilmiştir. Her bir lateral hat başına yine 16 mm çaplı vanalar takılarak sulamaların kontrollü yapılması sağlanmıştır.

Denemede mısır koçanları, yanlardan ve başlardan birer sıra kenar etkisi olarak bırakıldıktan sonra geriye kalan orta 4 sıradan 7 Eylül 2009 tarihlerinde elle hasat edilmiştir. Elde edilen mısır koçanları mısır daneleme makinası 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.

Toplam su kullanım randımanı (WUE) değerleri için Howell ve ark., (1990) tarafından verilen eşitlik kullanılmıştır. WUE değerleri her bir sulama konusuna ait elde edilen verimlerin, mevsimlik bitki su tüketimine bölünmesi ile elde edilmiştir.

Mısırın su-verim ilişkilerinin saptanmasında oransal verim azalışları ile oransal su tüketimi azalış değerleri Stewart modeli ile değerlendirilmiştir (Doorenbos ve Kassam, 1979).

Deneme konuları için bitki su tüketiminin belirlenmesinde su dengesi eşitliği kullanılmıştır (James, 1988).

$$ET = I + R + Cr - Dp + Rf - S$$

Eşitlikte; ET : Bitki su tüketimi (mm), I : Sulama suyu (mm), R : Etkili yağış (mm), Cr : Kapılar yükselme (mm), Dp : Derine sızma (mm), Rf : Yüzeysel kayıpları (mm), S : Toprak profilindeki nem değişimi (mm).

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 1'de verilmiştir. Çizelge 1'den de izleneceği gibi, bitki su ihtiyacının tam karşılandığı tanık konuya (T_{100}) 656 mm sulama suyu uygulanmıştır. Aynı konudan mevsimlik bitki su tüketimi 737 mm olarak elde edilmiştir. Diğer kısıt uygulanan konulara 132-525 mm sulama suyu uygulanırken bu konulardan yine sırası ile 134-643 mm su tüketimi değerleri elde edilmiştir. Sulama sezonu boyunca tüm konulara toplam 8 sulama uygulanmıştır. Genel olarak farklı oranlarda 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; Caverro ve ark. (2000) 568-505 mm; İstanbulluoğlu ve ark. (2002) Trakya koşullarında 586-353 mm; Dağdelen (2010) Aydın koşullarında damla sulama yöntemi ile 509-612

Çizelge 1. Araştırmada konularına uygulanan toplam sulama suyu, mevsimlik bitki su tüketimi, dane verimi ve su kullanım randımanı değerleri

Yıl	Konular	Toplam Sulama Suyu (mm)	Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Dane Verimi (kg/da)	Su kullanım randımanı (kg/da/mm)
2009	T_{100}	656	737	1365.9a**	1.85
	T_{80}	525	643	1278.7b	1.99
	T_{60}	394	527	1191.8c	2.26
	T_{40}	263	381	815.3d	2.14
	T_{20}	132	246	495.6e	2.01
	T_0	-	134	251.9f	1.88

** : Önemli $P < 0.01$ düzeyinde .

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

mm; Kuşçu ve ark. (2010) Bursa koşullarında damla sulama yöntemi ile 298-1078 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.

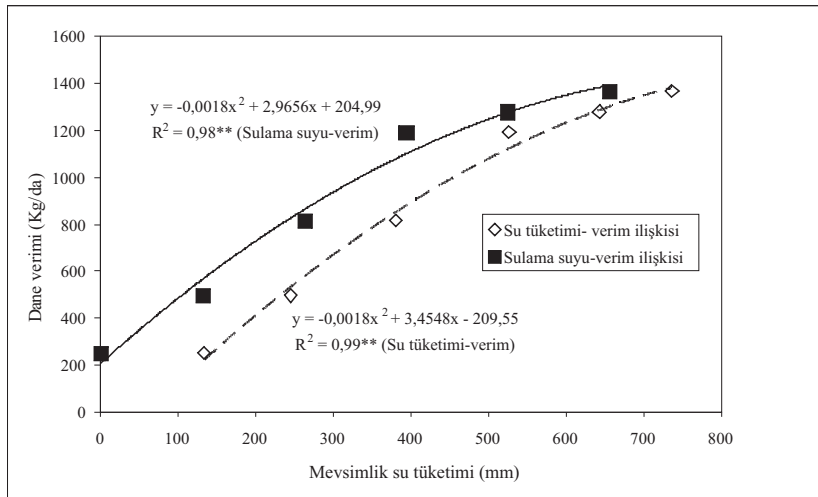
Araştırma konularından elde edilen verim değerleri arasındaki farkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre sulama konuları arasındaki fark $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulama konularının dane verimi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Buna göre sulamaların tam olarak yapıldığı T_{100} konusundan 1365.9 kg/da verim elde edilirken en düşük dane verimi T_0 susuz konusundan 251.9 kg/da olarak elde edilmiştir. Diğer su kısıtı uygulanan konulara bağlı olarak verimler 495.6-1278.7 kg/da arasında değişmiştir. Mısır bitkisinin çeşitli gelişme

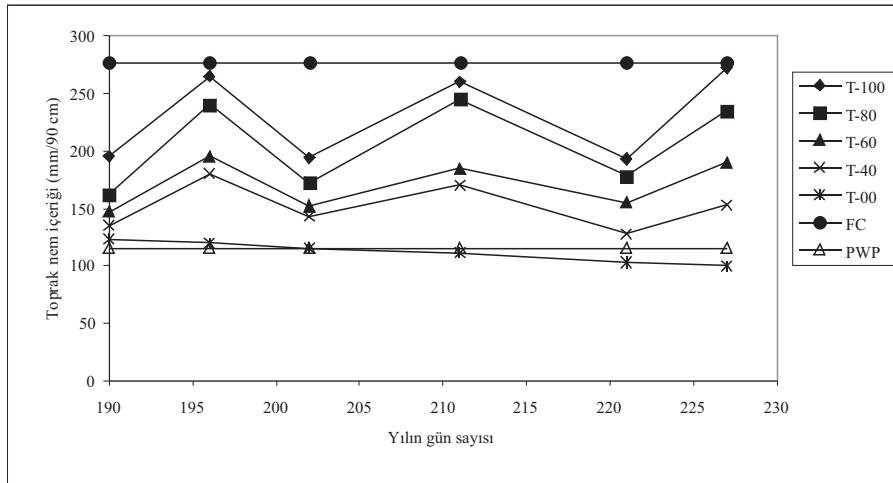
dönemlerinde su kısıtı uygulanarak yürütülen çalışmalardan elde edilen mısır dane verimleriyle bu çalışmada belirlenen verim değerleri arasında paralellik görülmektedir (Eck 1986; Anaç ve ark., 1992; Öğretir 1993; Çetin 1996; Yıldırım ve ark., 1996; Sezgin ve ark., 1998; Yazar ve ark., 2002; Dağdelen ve ark., 2006; Dağdelen ve ark., 2008; Dağdelen 2010; Kuşçu ve ark., 2010).

Araştırmada gerek sulama suyu gerekse de su tüketimi ile dane verimi arasında % 1 olasılık düzeyinde önemli, ikinci dereceden polinomiyel eşitlikler elde edilmiştir (Şekil 1). Farklı ekolojilerde ve programlarda mısır ile ilgili birçok çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şimşek ve Gerçek, 2005, Payero ve ark., 2006; Dağdelen 2010). Diğer taraftan sulama sezonu boyunca toprak profilinde oluşan nem değişimi grafiklenerek Şekil 2'de verilmiştir.

En yüksek su kullanım randımanı değeri tanık konuya göre % 60 oranında sulama suyu alan T_{60}



Şekil 1. Bitki su tüketimi ve sulama suyu ile dane verimi ilişkileri



Şekil 2. Sulama sezonu boyunca toprak nem değişimi

konusundan 2.26 kg/da/mm elde edilmiştir (Çizelge 1). Genel olarak bakıldığında su kullanım randımanı değerlerinin 1.88-2.26 kg/da/mm arasında değiştiği tespit edilmiştir. 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; Toluk ve ark. (1998) 1,22-1,59 kg/da/mm; Sezgin ve ark. (1998) 1,17-1,49 kg/da/mm; Gençoğlan ve Yazar (1999) 1,03-1,62 kg/da/mm; Dağdelen ve ark. (2006) 1,65-2,15 kg/da/mm ve Dağdelen (2010) 2,12-2,28 kg/da/mm arasında değiştiğini saptamışlardır.

Konulara göre sonuçlar incelendiğinde, birinci verim grubunu tanık konu oluştururken bunları T_{80} ve T_{60} konuları izlemiştir. En alt grubu ise susuz T_0 konusu oluşturmuştur. Mısır bitkisinin çeşitli sulama programı ve yöntemleri ile yürütülen çalışmalardan elde edilen mısır dane verimleriyle bu çalışmada belirlenen verim değerleri arasında benzerlik 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; Dağdelen 2010).

Araştırmada, mevsimlik verim azalma oranı

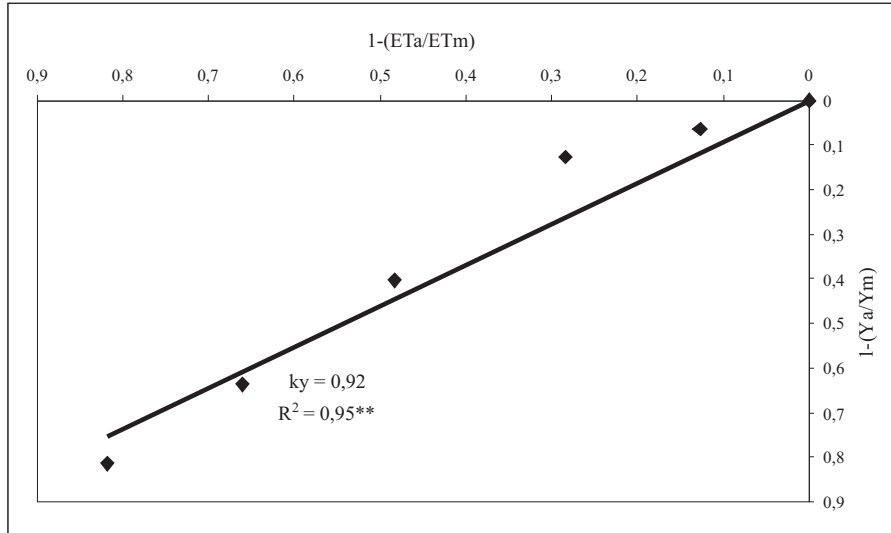
(ky) 0,92 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). Bu amaçla oransal su tüketimi açığı ile oransal verim azalması arasındaki ilişkiler Doorenbos ve Kassam (1979)'a göre belirlenmiştir. Buna göre bitki su tüketimindeki birim azalma oranına karşılık verimdeki birim azalma oranı için aşağıdaki eşitlik elde edilmiştir.

$$1-(Y_a/Y_m) = 0,92 (1-ET_a/ET_m); (R^2 = 0,95^{**})$$

Sulama planlaması açısından önemli bir gösterge olan verim azalma oranını 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; Gençoğlan ve Yazar (1999) Çukurova'da 1.23 ve Yazar ve ark., (2002) Urfa'da 0.81; Dağdelen ve ark., (2008) Aydın'da 1.02; Dağdelen (2010) Aydın'da 1.08 olarak saptamışlardır.

Araştırmadan elde edilen verim ve bazı agronomik özelliklere ilişkin değerlerin varyans analizi ve bunların Duncan testi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre tüm parametrelerde % 1 anlamlılık düzeyinde bir fark gözlenmiştir.

Araştırma konularının bitki boy gelişimine etkileri farklı olmuştur. Araştırmanın birinci ve ikinci



Şekil 3. Toplam büyüme mevsimi için oransal su tüketimi açığı ile oransal verim azalışı ilişkisi

Çizelge 2. Verim komponentlerinin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Yıl	Konular	Bitki boyu (cm)	1000 dane ağırlığı (g)	Koçanda dane sayısı (adet)	Koçan boyu (cm)	Koçan çapı (cm)
2009	T_{100}	221.2a**	345.1a**	585.0a**	21.1a**	4.40a**
	T_{80}	216.4ab	321.3b	580.3a	19.3ab	4.29a
	T_{60}	208.3b	305.6c	535.6b	18.0bc	4.26a
	T_{40}	200.1c	282.9d	525.6c	17.2cd	4.10b
	T_{20}	191.5d	262.5e	476.6d	16.6d	3.92c
	T_0	164.4e	249.4f	212.6e	14.4e	3.07d

** : Önemli $P < 0.01$ düzeyinde.

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

yılında ortalama en yüksek bitki boyu 221.2 cm ie tanık konu olan T₁₀₀ konusundan elde edilmiştir. En düşük bitki boyu ise susuz konudan 164,4 cm olarak saptanmıştır. 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); Çetin (1996); Dağdelen ve ark., (2008) ve Dağdelen (2010) benzer sonuçlar elde etmiştir. Uygulanan sulama rejimlerine bağlı olarak elde edilen 1000 dane ağırlığı değerleri 249,4-345,1 gram arasında değişmiştir. Araştırma yılları süresince en yüksek 1000 dane ağırlığı değerleri tanık konu olan T₁₀₀ konusundan elde edilmiştir. 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); Dağdelen ve ark., (2008) ve Dağdelen (2010) tarafından da saptanmıştır.

Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça koçanda dane sayısı değerlerinde artışlar görülmüştür. Sulama sezonu boyunca su kısıtı yapılmayan tanık konularında en yüksek dane sayısı elde edilmiştir. 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 Sağlamtimur (1999) 475.2-527.3 adet, Pamuk (2003) 343.02-619.93 adet; Dağdelen (2010) 522.7-573.0 adet olduğunu saptamışlardır. Koçan boyu değerleri ise uygulanan su kısıtlarına bağlı olarak 14.4-21.1 cm arasında değişmiştir. 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 belirlemişlerdir. Aynı çizelgeden görüldüğü gibi, ortalama koçan çapı değerleri, 3.07-4.40 cm arasında değişmiştir. Sulama düzeyindeki artışa bağlı olarak koçan çapı artmıştır. Benzer sonuçlar Ul (1990); Çetin (1996); İstanbulluoğlu ve Kocaman (1996); Boz ve Sağlamtimur (1999); Pamuk (2003); Dağdelen ve ark., (2008); Dağdelen (2010) tarafından da saptanmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Aydın ovası koşullarında ana ürün mısırdaki farklı damla sulama rejimlerinin verim ve bazı verim bileşenleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2009 yılında yapılan araştırmadan elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda özetlenmiştir.

Uygulanan farklı sulama rejimleri dane verimini etkilemiştir. Dane verimi 251.9 kg/da – 1365.9 kg/da arasında değişmiştir. En yüksek ortalama dane verimi su kısıtı uygulanmayan tanık konudan (T₁₀₀) 1365.9 kg/da olarak elde edilmiştir.

Araştırma konularına, deneme yıllarında farklı miktarlarda sulama suyu uygulanmıştır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarı 132.0 mm – 656.0 mm arasında değişmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 132.0 mm – 737.0 mm arasında değişmiştir.

Uygulanan sulama konularından elde edilen sonuçların su-verim ilişkisi açısından irdelenmesi amacıyla dane verimi ile mevsimlik bitki su tüketimi arasında % 1 olasılık düzeyinde önemli, ikinci dereceden polinomiyel eşitlikler bulunmuştur.

Sulama planlaması açısından çok önemli ve yetiştirme mevsimindeki su eksikliğinin bitki verimine etki derecesinin bir ölçüsü olan verim azalma oranı $ky = 0,92$ olarak bulunmuştur.

Uygulama sulama rejimlerinin bazı verim bileşenleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre tüm parametrelerde (bitki boyu, 1000 dane ağırlığı, koçanda dane sayısı, koçan boyu ve koçan çapı) % 1 anlamlılık düzeyinde bir fark gözlenmiştir.

Sonuç olarak topraktaki nem eksikliğine duyarlı bir bitki olan mısır bitkisi, topraktaki kullanılabilir su tutma kapasitesi % 50 düzeyinde tüketildiğinde sulanmalı ve bu koşulda sulama sezonu boyunca damla sulama ile toplam 8 sulama yapılmalıdır. Bu bağlamda yüksek verim elde etmek için yetiştirme mevsimi boyunca bitki sulama suyu ihtiyacının tam olarak karşılanması gerektiği, bölgede su kaynağının kısıtlı olması koşulunda ise sulama suyundan % 40 oranında su tasarrufunun sağlanacağı T₆₀ konusunun uygun olacağı sonucuna ulaşılabılır.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., M.E. Aktaş, A.F. Mokhaddam and K. Özcan, 1994. Tarist an Agrostistical Packageprogramme for Personel computer. E.Ü.Z.F. Tarla Bitkileri Kongresi, İzmir, Turkey.
- Aksoy, E., G. Aydın ve S. Seferoğlu, 1998. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Arazi Topraklarının Önemli Karakteristikleri ve Sınıflandırılması, Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi, 2. Cilt, Aydın, s. 469-477.
- Anaç, S., M.A. Ul and İ.H. Tüzel, 1992. Corn yield as affected by deficit irrigation. In: Fyen, J., E. Mwendera and M. Badji (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.
- Anonim, 2009. Aydın İli İklim Değerleri, Devlet Meteoroloji İşleri Aydın Bölge İstasyonu Kayıtları, Aydın.
- Boz, A.R. ve T. Sağlamtimur, 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., I. Farre, P. Debaeke and T.M. Faci, 2000. Simulation of maize yield under water stress with EPIC phase and Cropwat models. *Agron. J.* 92, 679-690.
- Çakır, R. ve 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., E. Yılmaz, F. Sezgin and T. Gürbüz, 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.
- Dağdelen, N., T. Gürbüz, F. Sezgin, E. Yılmaz, E. Yeşilirmak and S. Akçay, 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, Kusadasi/Turkey.
- Dağdelen, N., 2010. Aydın koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan mısırdaki kontrollü kısıtlı sulama uygulama olanaklarının araştırılması. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1):43-53.
- Doorenbos, J. and A.H. Kassam, 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.
- Fabeiro, C., de Santa Martin, F. Olalla and J.A. de Jan, 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. and A. Yazar, 1999. Kısıtlı su uygulamalarının mısır verimine ve su kullanımına etkileri. *Turkish. J. Agric. Forestry* 23, 233-241.
- Huang, M., J. Gallichand and L. Zhong, 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., R.H. Cuenca and K.H. Solomon, 1990. Crop yield response. In *Management of Farm Irrigation System*, eds. G.J. Hoffman, T.A. Howell, K.H. Solomon. St. Joseph, Mich. ASAE
- Howell, T.A., A. Yazar, A.D. Schneider, D.A. Dusek and K.S. Copeland, 1995. Yield and water use efficiency of corn in response to LEPA irrigation. *Trans. ASAE* 38(6): 1737-1747.
- Howell, T.A., A.D. Schneider and S.R. Evet, 1997. Subsurface and surface microirrigation of corn-Soythern High Plains. *Trans. ASAE* 40(3):635-641.
- Huang, M., J. Gallichand and L. Zhong, 2004. Water-yield relationships and optimal water management for winter wheat in the Loess Plateau of China. *Irrig. Sci.*, 23, 47-54.
- İstanbulluoğlu, A. and İ. Kocaman, 1996. Tekirdağ Koşullarında Mısırın Su-Verim İlişkileri, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No 251, Araştırma Yayın No, 97, Tekirdağ, s. 88.
- İstanbulluoğlu, A., İ. Kocaman and F. Konukçu, 2002. Water use-production relationship of maize under Tekirdag conditions in Turkey. *Pakist. J. Biol. Sci.* 5, 287-291.
- James, L.G., 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Kaman H., 2007. Geleneksel Kısıtlı ve Yarı Islatmalı Sulama Uygulamalarına Bazı Mısır Çesitlerinin Verim Tepkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniv. F.B.E., Adana.
- Kanber, R., A. Yazar ve M. Eylen, 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.
- Karam, F., J. Breidy., C. Stephan, and J. Roupheal, 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekaa Valley of Lebanon. *Agric. Water Manag.* 63. 125-137.
- Koca, Y.O., 2009. Aydın Bölgesinde, Birinci ve İkinci Ürün Mısırdaki (Zea Mays) Verim, verim Ögeleri, Fizyolojik ve Diğer Bazı Özellikler arasındaki Farklılıklar (Doktora tezi), Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Kırda, C., S. Topçu, H. Kaman, A.C. Ulger, A. Yazıcı, M. Çetin and M.R. Derici, 2004. Grain yield response and recovery of maize under deficit irrigation. *Field Crops Research*, 93. 132-141.
- 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.
- Kuşçu, H., A. Karasu ve M. Öz, 2010. Bursa Koşullarında Damla Sulamanın Mısır Verimine Etkisi. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2010, Kahramanmaraş.
- Öğretir, K., 1993. Eskişehir Koşullarında Mısır Su-Verim İlişkileri (Doktora). Eskişehir Araştırma Enst. Md. Yayınları, Genel Yayın No:234/182, Eskişehir.
- Öktem, A., M. Şimsek and A.G. Öktem, 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt) with drip irrigation system in a semi-arid region, I. Water-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.
- Payero, J.O., S.R. Melvin, S. Irmak and D. Tarkalson, 2006. Yield response of corn to deficit irrigation in a semiarid climate. *Agric. Water Manag.* 84, 101-112.
- 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., E. Yılmaz, S. Bozer ve N. Dağdelen, 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., E.C. Stegman, and B.L. Gregor, 1997. Irrigation scheduling methods for popcorn in the Northern Great Plains, Trans. ASAE 40, 149-155.
- Şimşek, M., S. Gerçek ve A. Öktem, 2003. Farklı sulama yöntemlerinin mısır bitkisinde verim ve su tüketimine etkisi. GAP III. Tarım Kongresi. 02-03 Ekim 2003. Şanlıurfa.
- Şimşek, M. ve S. Gerçek, 2005. Yarı-kurak koşullarda damla sulamada farklı sulama aralıklarının mısır bitkisinin su verim ilişkilerine etkisi. Atatürk Üni. Ziraat Fakültesi Dergisi, 36(1):77-82.
- Tekinel O., 1973. Tarımda Uygun Sulama Metodunun Seçimi. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 61, 30s, Ankara.
- Tolk, J.A., T.A. Howell and S.R. Evett, 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., V. Tansı, T. Sağlamtimur, H. Baytekin ve M. Kılınc, 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.
- Vural, Ç. ve N. Dağdelen, 2008. Damla sulama yöntemiyle sulanan cin mısırdaki farklı sulama programlarının verim ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisi. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2):97-104.
- Yazar, A., S.M. Sezen and B. Gencel, 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., S. Kodal, F. Selenay, Y.E. Yıldırım ve A. Öztürk, 1996. Corn grain yield response to adequate and deficit irrigation. Turkish. J. Agric. Forestry 20, 283-288.
- Yıldız, G. ve İ. Genç, 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 : 05.06.2010

Kabul Tarihi : 06.11.2010

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.