



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA EKOLOJİK KOŞULLARINDA DAMLA SULAMA YÖNTEMİ İLE SULANAN MISIR BİTKİSİNDE SU-VERİM İLİŞKİLERİ

Süheyla KARA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

2011

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA EKOLOJİK KOŞULLARINDA DAMLA SULAMA YÖNTEMİ İLE SULANAN MISIR BİTKİSİNDE SU-VERİM İLİŞKİLERİ

Süheyla KARA

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN

2011, 51 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

Prof. Dr. Süleyman SOYLU

Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN

ÖZET

Bu araştırma, Konya Ovası koşullarında, 2009 yılında, su tüketimi A sınıfı buharlaşma kabı yöntemine göre belirlenen ve damla sulama yöntemi ile sulanan mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini belirlemek amacıyla, Konya Şeker A.Ş.'ye ait deneme arazisinde yürütülmüştür. Araştırmada dane üretim amaçlı yetiştirilen FAO 600 olum grubunda yer alan "Market" hibrit mısır çeşidi kullanılmıştır.

Çalışmada, 7 gün sulama aralığında dört farklı sulama düzeyinin, mısırın verim ve kalite parametrelerine olan etkisi araştırılmıştır. Sulama düzeyleri, A sınıfı buharlaşma kabından oluşan yığışımlı buharlaşma değerinin % 60'ı (I_{60}), % 80'i (I_{80}), % 100'ü (I_{100}) ve % 120'si (I_{120}) alınarak oluşturulmuştur.

Araştırma sonuçlarına göre, mevsimlik su tüketimi en yüksek 781 mm ile I_{120} konusunda, en düşük 590.1 mm ile I_{60} konusunda gerçekleşmiştir. Dane verimi, en yüksek 1318.8 kg/da ile I_{100} konusunda, en düşük 898.6 kg/da ile I_{60} konusunda bulunmuştur. Sulama suyu kullanım randımanı ve su kullanım randımanı, konulara bağlı olarak, sırasıyla 1.84-2.17 kg/m^3 ve 1.45-1.81 kg/m^3 arasında değişmiştir.

Bölgede mısır bitkisinin damla sulama yöntemi ile sulanması durumunda 7 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma değerinin % 80 ve % 100'ünün sulama suyu olarak verildiği konular ideal sulama programı olarak uygun bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: A sınıfı buharlaşma kabı, Damla sulama yöntemi, Konya Ovası, Mısır

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

WATER – YIELD RELATIONS OF CORN PLANT IRRIGATED WITH DRIP IRRIGATION IN KONYA ECOLOGICAL CONDITIONS

Süheyla KARA

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELCUK UNIVERSITY

DEPARTMENT OF FARM STRUCTURES AND IRRIGATION

Advisor: Assist. Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN
2011, 51 Pages

Jury

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

Prof. Dr. Süleyman SOYLU

Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN

ABSTRACT

This study was conducted to determine water - yield relationships of maize irrigated with drip irrigation at Konya Şeker CO. research station in Konya plain. The Market hybrid maize variety of FAO 600 maturutiy group was used as a plant material in this study.

The effects of four different irrigation level and 7 day irrigation interval on maize yield and yield companents were investigated in the study. The amount of irrigation water applied was 0.60 (I_{60}) , 0.80 (I_{80}), 1.00 (I_{100}) and 1.20 (I_{120}) times of water surface evaporation (Ep) measured by Class A pan.

According to the results, maximum evaportanspration rate was occured in I_{120} treatment with 781mm while minimum evaportarnspration was occured from I_{60} treatment with 590mm. Maximum grain yield was obtained from I_{100} treatment (1318.8 kg/da) while it was found minimum in I_{60} treatment (898.6 kg/da). Water use efficiency and irrigation water use efficiency was ranged between 1.84-2.17 kg/m^3 and 1.45-1.81 kg/m^3 respectively depending on treatments.

Key Words: Class-A Pan, Corn, Drip irrigation methods, Konya plain

ÖNSÖZ

Son yıllarda, tüm araştırıcıların üzerinde durduğu konulardan birisi artan dünya nüfusunun beslenebilmesi için mevcut tarım arazilerinden birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün almaktır. Bunun için de bölgelerin ekolojik şartlarına uygun ürünlerin seçilmesi ve iyi tarım uygulamaları standartları çerçevesinde yetiştiricilik yapılması önem arz etmektedir. Tabii ki ürünlerin miktarı kadar güvenilirliği de ön plandadır. Bu amaçla günümüzde birçok bilim adamı ve araştırmacılar konu ile ilgili çalışmalar yapmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda su miktarının azalması hatta kalitesinin bozulması ile birlikte bölgelerde yetiştirilen ürünlerde su-verim ilişkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmalar da artmıştır.

Dünya ve Türkiye'de stratejik bir bitki olan mısır bitkisinin son yıllarda Konya'da da ekim alanı artmıştır. Mısır bitkisinin bölgeye yeni girmiş olması ve sulu koşullarda yetişmesi bitkinin su-verim ilişkilerini incelenmesini gerektirmektedir. Zira Konya ili su kaynakları açısından kıt bir bölgedir. Mevcut su kaynaklarının etkin kullanılması bölge tarımının geleceği açısından önemlidir.

Bu çalışmada damla sulama ile sulanan mısır bitkisinin su-verim ilişkileri incelenerek, A sınıfı buharlaşma kabından faydalanarak en ideal sulama düzeyleri belirlenip mısır üreticilerine önerilmiştir.

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve bu araştırmanın yüksek lisans tezi olarak planlanması, yürütülmesi, sonuçlarının değerlendirilmesi safhasında daimi yardımlarını benden esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN'e, bölüm hocalarım Prof. Dr. Mehmet KARA, Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ'ye, yüksek lisans tezimin her aşamasında yardımlarını gördüğüm Dr. Sinan SÜHERİ, Arş. Gör. Duran YAVUZ ve Arş. Gör. Nurcan ÇİVİCİOĞLU'na, denemenin yürütülmesinde her türlü desteği gördüğüm Konya Şeker A.Ş'nin ARGE çalışanlarına en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca arazi çalışmalarımda benden yardımlarını esirgemeyen bu çalışmalarım sırasında sabırla her zaman yanımda olan eşim Ömer KARA'ya, aileme ve emeği geçen ismini sayamadığım herkese teşekkür ederim.

Süheyla KARA
KONYA-2011

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 4
2.1. Mısır Bitkisinde Su - Verim İlişkileri 4
2.2. Kap Buharlaşması (Class A-Pan) Yöntemi 13
3. MATERYAL VE YÖNTEM 17
3.1. Materyal 17
3.1.1. Araştırma alanı 17
3.1.2. Araştırma alanının tarımsal yapısı 17
3.1.3. İklim özellikleri 19
3.1.4. Toprak özellikleri 19
3.1.5. Denemede kullanılan sulama suyu ve özellikleri 21
3.1.6. Sulama sistemi 22
3.1.7. Denemede kullanılan tohum çeşidi 22
3.2. Yöntem 22
3.2.1. Toprak ve su örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri 22
3.2.2. Araştırma konuları ve deneme deseni 23
3.2.3. Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesi 24
3.2.4. Sulama suyu miktarının hesaplanması 24
3.2.5. Toprak nem içeriğinin ölçülmesi 25
3.2.6. Bitki su tüketiminin hesaplanması 26
3.2.7. Verim ve kalite parametrelerinin belirlenmesi 27
3.2.8. Su ve sulama suyu kullanım randımanı 27
3.2.9. Tarımsal uygulamalar 28
3.2.10. İstatistiksel analizler 29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 30
4.1. Sulama Suyu Miktarları ve Bitki Su Tüketimi Sonuçları 30
4.2. Verim ve Verim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar 31
4.2.1. Dane verimi 31
4.2.1.1. Dane veriminin sulama suyu ve bitki su tüketimi ile ilişkisi 33
4.2.2. Bin dane ağırlığı 34
4.2.2.1. Bin dane ağırlığının sulama suyu ve bitki su tüketimi ile ilişkisi 35
4.2.3. Koçan çapı 36

4.2.4. Koçan boyu 37
4.2.5. Koçanda dane sayısı..... 38
4.2.6. Koçan başına dane ağırlığı 39
4.2.7. Dane koçan oranı 40
4.3. Sulama suyu ve su kullanım randımanı..... 41
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... 42
6. KAYNAKLAR 44

SİMGELER

°C : Santigrad derece
cm^2 : Santimetrekare
CWSI : Crop Water Stress İndex
da : Dekar
ET : Evapotranspirasyon
FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations
ha : Hektar
IWUE : Irrigation Water Use Efficiency
Kcp : Pan Katsayısı
kg : Kilogram
k_y : Verim Tepki Etmeni İndeksi
m^2 : Metrekare
m^3 : Metreküp
mm : Milimetre
pH : Hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması
t : Ton
VK : Varyasyon Kaynakları
WUE : Water Use Efficiency
Na^+ : Sodyum
K^+ : Potasyum
Ca^{++} : Kalsiyum
Mg^{++} : Magnezyum
$CO^{3=}$: Karbonat
$HC0^{3-}$: Bikarbonat
Cl- : Klorür
$SO^{4=}$: Sülfat
TK : Tarla Kapasitesi
SN : Solma Noktası
FSK : Faydalı su kapasitesi
EC : Elektriksel iletkenlik

1. GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye'de yıldan yıla nüfusun sayısının hızla artması nedeniyle besin maddelerine olan gereksinimi karşılama sorunu, günümüzde tahıl üretimine önem kazandırmaktadır. İnsanların büyük bir çoğunluğu beslenme gereksinimini tahıllarla karşılamaktadır (Gençoğlan ve Yazar, 1996). Mısır bitkisi tahıllar içerisinde, toplam ekilişi bakımından dünyada buğday ve çeltikten sonra üçüncü, toplam üretim bakımından ise birinci sırada yer almaktadır (Karaşahin, 2008). Mısır, içinde bulundurduğu zengin besin maddeleri nedeniyle insan ve hayvan beslenmesinde ve ayrıca nişasta bazlı şekerler ile nişasta, yağ ve yem sanayinin ham maddesi olarak önemli bir üründür (Anonim, 2004). Bu kullanım alanlarına ilave olarak son yıllarda biyoetanol üretiminde endüstriyel amaçlı olarak da kullanılmaktadır.

Mısır, günümüzde artık gelişmekte olan ülkelerde, milyonlarca insanın gıdası haline gelmiş bulunmaktadır. Diğer ürünlere göre yetişme koşullarının daha esnek olması nedeniyle dünyada daha çok yayılış göstermektedir (İkiel ve Kaymaz, 2005).

Türkiye'de bilhassa Akdeniz, Karadeniz ve Marmara Bölgeleri'nde yoğunlaşan mısır üretimi, son yıllarda, Ege, Güneydoğu ve Orta Anadolu Bölgeleri'nde de yaygınlık kazanmıştır. Ekim alanı ve üretimdeki bu genel artış; piyasa taleplerinin artması, ürün pazar değerinin yüksek olması, münavebelere dahil olabilmesi ve bazı alanlarda alternatif oluşturması ile açıklanabilir.

Türkiye'de 2009 yılı itibariyle mısır üretim alanı 592,000 ha, üretimi ise 4,250,000 ton olarak gerçekleşmiştir. Mısır verim ortalaması son yıllarda önemli bir artış göstermiş ve 2009 yılı itibariyle 718 kg/da seviyesine ulaşmıştır. Konya'da 2003 yılında 5713 hektarlık alanda ekilen dane mısırın ekim alanı 2009 yılı itibari ile 14800 hektara ulaşmış olup ortalama verim ise 790 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2010).

Tarımsal üretimde, yetiştirme sezonu boyunca bitki kök bölgesinde yeterli seviyede nemin bulunması bitki gelişimi, verimi ve ürün kalitesi açısından son derece önemlidir. Bu nemi sağlayan kaynaklardan ilki doğal yağışlardır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkisel üretim sezonu boyunca düşen yağışlar hem miktar hem de dağılım açısından yetersiz kalmakta ve bitki su ihtiyacını karşılayamamaktadır. Bu nedenle bitki kök bölgesindeki eksik nem sulama ile tamamlanmaktadır. Coğrafi konumu ve iklim özellikleri yönünden Türkiye'nin büyük bir bölümünde kurak ve yarı kurak iklim

hakimdir. Dolayısı ile Türkiye'de sulama, bitkisel üretim için oldukça önemlidir (Kara, 2005; Şahin ve ark., 2010).

Kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan bölgelerde optimum bitki gelişimi yönünden yağışın yetersiz, dağılımının düzensiz oluşu, mısır tarımında da büyük bir risk oluşturmakta ve sulamayı en önemli verim etmeni durumuna getirmektedir. Ancak, sulamanın öneminin her geçen gün biraz daha artmasına karşılık, dünyanın birçok bölgesinde, tarımsal amaçla kullanılan su kaynaklarının giderek azalması sorunu yaşanmaktadır. Artan dünya nüfusunun su kullanımı ve endüstriyel gereksinimleri de bu azalmayı belirli ölçüde hızlandırmaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama suyuna ve pahalı su kaynaklarına olan talep arttıkça verim ile sulama suyu arasındaki ilişkiyi ortaya koyan su-üretim fonksiyonlarına gereksinim de artmaktadır.

Su kaynaklarının çok dikkatli biçimde kullanılması ve korunmasının, insanlığın geleceği için, yaşamsal önemde olduğu açıktır. Öncelikle su kayıplarının önemli bir kımını oluşturan evaporasyon/evapotransprasyonun (bitki su tüketiminin), doğru ölçülmesi gerekir (Burman ve ark., 1983; Jensen ve ark., 1990; Jones, 1992; Şahin, 2005).

Bitki su tüketimi, uygulamada ya doğrudan ölçülmekte ya da iklim verilerinden yararlanılarak tahmin edilmektedir. Bitki su tüketiminin doğrudan ölçülmesi pahalı ve zaman alıcı olması nedeniyle referans bitki su tüketiminin iklim verileri yardımıyla hesaplanması ve elde edilen değerlerin bitki katsayıları ile çarpılarak gerçek bitki su tüketimi tahmin yoluna gidilmektedir. Elde edilen değerlerin mümkün olduğunca gerçeğe yakın olması referans evapotransprasyon ve geliştirilmiş bitki sayıları üzerinde yapılan çalışmalara bağlıdır.

Referans bitki su tüketimi belirleme yöntemlerinden birisi de A sınıfı buharlaşma kabı yöntemidir. Bu yöntemde kaptan olan buharlaşmaya etkili olan iklim faktörlerinin tamamı aynı zamanda bitki su tüketimine de benzer biçimde etkili olduğundan bu çalışmada sulama suyu miktarı belirlenmesinde buharlaşma kabından ölçülen değerlerden yararlanılmıştır. Bu yöntem gerek pratik gerekse de güvenilir olması açısından son yıllarda bitkisel üretimde su tüketimi ve sulama suyu miktarının belirlenmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Konya Bölgesi'nde yetiştirilen mısır bitkisi için su – verim ilişkileri incelenmiştir. Mısır bitkisine verilecek sulama suyu miktarı buharlaşma kabı yöntemine göre belirlenmiştir. Araştırmada, A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan su miktarının farklı düzeyleri uygulanmıştır.

Girişle birlikte 5 bölümden oluşan bu çalışmada, ikinci bölümde konuya ilişkin kaynak araştırması verilmiş, üçüncü bölümde kullanılan materyal ve uygulanan yöntemler açıklanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular ve bunların tartışılması ise dördüncü bölümde yer almış, sonuç ve öneriler ise beşinci bölümde verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Mısır Bitkisinde Su - Verim İlişkileri

Su kaynaklarından en iyi şekilde yaralanmanın temel koşulu toprak, iklim ve bitki etmenlerine bağlı olan sulama zamanı ve miktarı arasındaki ilişkinin bilinmesidir (James ve ark., 1982). Sulama suyu ile verim ilişkisi, sulama zamanı, su kalitesi, uygulama yöntemi, bitkinin kritik periyodu, toprak heterojenliği ve iklimsel koşullar gibi birçok etkene bağlıdır. Bitki su üretim fonksiyonu için uygulanan su miktarı ile maksimum net kar gibi birçok teorik ve pratik kullanımlar vardır (Doorenbos ve Pruitt, 1977).

Oylukan ve Güngör (1975), Eskişehir tarla şartlarında mısır bitkisinin su tüketimini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, mısırın su tüketimini 725 mm, sulama suyu ihtiyacını ise 400 mm olarak bulmuşlardır.

Mısır bitkisi, gelişim dönemlerinde topraktaki su açığına karşı farklı tepkiler gösterir. Su stresine duyarlı gelişme dönemleri vegetatif, çiçeklenme + döllenme ve dane bağlama olmak üzere genellikle üç bölümde incelenmektedir. Bu konuda çok sayıda araştırma sonuçlarına göre, topraktaki su açığına karşı en duyarlı dönemin çiçeklenme+döllenme dönemleri olduğu belirtilmektedir (Hanks ve ark., 1978; Musick ve Dusek, 1980; Ul, 1990; Öğretir, 1993).

Doorenbos ve Kassam (1979) Roma/İtalya şartlarında yaptıkları çalışmada, mısır bitkisinin toprakların kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 55'i tüketildiği zaman sulanması halinde iyi bir verim elde edilebileceğini, mevsimlik verim tepki etmeninin 1.25 alınabileceğini; deneysel veri eksikliği, iklim değişiklikleri, bitki su tüketimi miktarı ve doyurulan toprak derinliğine bağlı olarak verim tepki etmeni değerlerinden sapmalar olabileceğini açıklamışlardır.

Günbatılı (1979), Kazova/Tokat koşullarında yürüttüğü çalışmanın 4 yıllık ortalamalarına göre mısırın mevsimlik su tüketimini 637 mm, sulama suyu gereksinimini 386 mm ve ortalama günlük su tüketimini ise 4.2 mm olarak tespit etmiştir. Ortalama günlük su tüketiminin 6.81 mm ile Temmuz ayında en yüksek seviyeye çıktığını; mısıra genellikle tepe püskülü devresine yakın veya diz boyunda iken ilk su, tepe püskülü devresinde ikinci su, süt olumu devresinde ise üçüncü suyun verilmesi gerektiğini; iklim, toprak ve bitkinin durumuna bağlı olarak bazı yıllarda hem

diz boyunda iken, hem de tepe püskülüne yaklaşırken su verilerek sulama sayısının dörde çıkarılabileceğini belirtmiştir.

Musick ve Dusek (1980), Texas'ta farklı gelişme dönemlerinde su kısıntısı yapılan konularda mısırın mevsimlik su tüketimini 667–789 mm olarak saptamışlar ve bu koşullarda 952–1085 kg/da dane verimi elde etmişlerdir. Su kullanım randımanının ise 1.25–2.87 kg/m^3 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Su kısıntısının ortalama dane verimini azalttığı ve kısıntı uygulanan konularda su kullanım randımanı 1.72–2.87 kg/m^3 arasında yer almıştır. Texas gibi su kaynaklarının yetersiz olduğu bölgelerde, mısır gibi su stresine duyarlı bitkilerden kısıntılı sulama ile yüksek verim almanın zor olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, mevsimlik su gereksinimi ve ET ile dane verimi arasında doğrusal ilişkiler belirlenmiştir.

Wright ve ark. (1984), tınlı-kum bünyeye sahip toprakta mısır üzerinde yaptıkları dört yıllık deneme sonucunda bitki su ihtiyacını tam olarak karşılayacak şekilde sulama yapılması ile 1086 kg/da'lık ortalama verim elde etmişlerdir.

Bitki su – verim ilişkisi, mevsimlik ve mevsim içi değişen su uygulamalarına bağlı olarak ortaya çıkan bitki üretimi arasındaki ilişkileri tanımlamaktadır. Yeterli suyun olmadığı koşullarda, toprak suyu gerilimine karşı bitkinin gösterdiği tepki gerçekçi bir karar vermede önemli olmaktadır. Aynı zamanda su – verim ilişkisi, farklı su uygulamalarından kaynaklanan birçok bitkinin verimindeki farklılıklar arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Bu nedenle, planlama ve işletme seviyesindeki her bir sulama düzeyi için verim ve faydasının bilinmesi, sulama programlarına karar vermede esas olmaktadır (Tülücü, 1985).

Stegman (1986), yarı nemli iklim bölgesindeki farklı toprak bünyesine sahip 2 ayrı alanda mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini araştırmış ve mevsimlik sulama suyundan kaba bünyeli toprakta % 23, orta bünyeli toprakta ise % 30 düzeyinde bir kısıntı yapılması halinde maksimum verimde % 5 civarında bir verim azalması olduğunu saptamıştır.

Braunworth ve Mack (1987), su eksikliğinin mısır verim ve kalitesine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si tüketilmeden yapılan sulama konularında verim değerlerinin birbirine yakın olduğunu belirlemişlerdir. Bunun yanında kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde kontrol parseline uygulanan sudan % 15 oranında yapılacak bir kısıntı ile en yüksek verimin elde edilebileceği aynı araştırıcılar tarafından saptanmıştır.

Bitkilerin büyüme periyotlarında, strese duyarlı belirli kritik dönemlerinin olduğu bilinmektedir. Bitki, söz konusu dönemlerde su eksikliği ile karşılaştığında, fizyolojik olarak olumsuz etkilenmekte ve bunun sonucunda verimde önemli azalmalar meydana gelmektedir. Özellikle suyun kısıntılı olduğu yerlerde, streste en fazla etkilenen dönemlerin bilinmesi, sulama işletmeciliği açısından son derece önemlidir (Yazar, 1990).

Çukurova koşullarında ikinci ürün mısırın su-verim ilişkilerini saptamak amacıyla Tarsus Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsünde yürütülen çalışmada sulama suyu gereksinimi 290 - 427.8 mm, mevsimlik su tüketimi ise 474.2 - 530.9 mm arasında değişmiştir. En yüksek su tüketiminin ise Ağustos ve Eylül aylarında gözlenmiştir. Uygun sulama programı seçildiğinde sulama suyu yeterinden az olsa da su kullanım randımanının arttığı gözlenmiştir (Kanber ve ark., 1990).

Ayla (1993), Bolu koşullarında yetiştirilen mısırın su tüketimini belirlemek için üç yıl süre ile yürüttüğü çalışmada, toplam sulama suyu gereksiniminin 310-320 mm, toplam su tüketiminin ortalama 550 mm, en fazla su tüketiminin ise Temmuz (155 mm) ve Ağustos (160 mm) aylarında gerçekleştiğini ve alınan verimin 832 kg/da olduğunu belirtmiştir.

Lamm ve ark. (1993), mısırda yaptıkları bir çalışmada, kısıntılı sulamada; yağışın 324 mm olduğu yılda 75 mm ilave su ile 780 kg/da, yağışın 352 mm olduğu yılda 640 kg/da verim almışlardır.

Öğretir (1993), Orta Anadolu koşullarında mısırın su-verim ilişkilerinin belirlenmesi, mısırın dört ayrı dönemini kapsayan ve su eksikliğinin dane verimine olan etkisini belirlemek amacıyla 14 konuyu kapsayan bir deneme yürütmüş, hiç su sıkıntısı olmayan ve dört kez sulanarak en yüksek verim alınan konunun sulama suyu ihtiyacının 440 mm, su tüketiminin ise 659 mm olduğunu açıklamıştır.

Anar (1994), İzmir-Bornova iklim koşullarında yetiştirilen mısır için optimum bir sulama programı hazırlamıştır. Hazırlanan sulama programına göre Bornova Ovası koşullarında mısırın mevsimlik su tüketimi 769.6 mm, net ve toplam sulama suyu gereksinimleri sırasıyla; 636.1, 978.6 mm olarak hesaplanmıştır ve maksimum verim için 9 kez sulamanın yeterli olacağı belirlenmiştir.

Evren ve İstanbulluoğlu (1995), Iğdır ovası koşullarında yetiştirilen mısırın, su tüketimi, sulama programı ve su-verim ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla 1992-1994 yıllarında üç tekerrürlü ve altı sulama konulu olarak tesadüf blokları deneme desenine göre yaptıkları araştırmada, mısır çeşidi olarak 06127 hibrit çeşidini kullanmışlardır.

Iğdır Ovası koşullarında mısırın mevsimlik su tüketimini 568 mm olarak bulmuşlardır. Yine üç kez sulama ile toplam 373 mm sulama suyu uygulanarak ortalama 1011 kg/da mısır verimi alınmıştır. Sulama suyu ile dane verimi arasında istatistiksel anlamda 0.01 düzeyinde önemli ilişki olduğu bulunmuştur.

Gençoğlan (1996) tarafından I. ürün mısır bitkisinde su-verim ilişkileri, su kısıntısının verim ve verim unsurları ile kök dağılımına etkilerini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütülmüştür. Araştırmada sulama konuları her 10 günde bir 120 cm toprak profilinde eksilen suyun % 100, % 80, % 60, % 40, % 20 ve % 0 uygulamaları şeklinde ele alınmıştır. Sulama konuları için sulama suyu kullanım randımanı 1.0–2.43 kg/m^3 ve su kullanım randımanı 0.22–1.25 kg/m^3 arasında değişim göstermiştir. Aynı zamanda sulama suyundan yapılan kısıntı düzeylerine göre verim parametrelerinde de düşüşler meydana gelmiştir. Mısır köklerinin su stresi artışıyla toprak profilinde daha derinlere doğru gittiği gözlenmiştir. Mısır köklerinin daha çok toprak yüzeyinden itibaren 40 cm derinlik içerisinde yoğunlaştığı saptanmıştır.

Gençoğlan ve Yazar (1996), Çukurova koşullarında, toplam büyüme mevsimi boyunca farklı düzeylerdeki su kısıntısının I. ürün mısır dane verimine ve su kullanım randımanına etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada sulama konuları, her 10 günde bir 120 cm'lik toprak profilinde tüketilen suyun % 100 (I100), % 80 (I80), % 60 (I60), % 40 (I40), % 20 (I20), ve % 0'ı (I0) uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Araştırmada, toprak profilindeki eksik nemin tamamının verildiği I100 konusuna denemenin birinci yılında 6, ikinci yılında ise 7 kez olmak üzere, sırasıyla toplam 752 ve 823 mm su uygulanmıştır. Anılan konuya ilişkin su tüketimi birinci yıl 999 mm, ikinci yıl ise 1052 mm olarak belirlenmiştir. Söz konusu deneme konusunda dane verim 1993 yılında 1001.5 kg/da; 1994 yılında ise 1003.5 kg/da olmuştur. I100 deneme konusuna göre % 20 su kısıntı uygulanan I80 konusundan alınan verim istatistiksel olarak I100 konusundan farklı çıkmamıştır. Bu düzeyden sonra yapılan kısıntılar verimde önemli azalmalara neden olmuştur. Çalışmada verim etmeni (ky) ilk yıl 1.08, ikinci yıl ise 1.61 olarak saptanmıştır. Konulara göre sulama suyu kullanım randımanı, 1.0–2.43 kg/m^3; su kullanım randımanı ise 0.22 ile 1.25 kg/m^3 arasında değişmiştir.

Beyazgül (1997), buğdaydan sonra yetiştirilen ikinci ürün mısırın sulama zamanını, sulama suyu gereksinimini, günlük, aylık ve mevsimlik su tüketimini belirlemek amacıyla 1993-1995 yılları arasında Menemen ovasında yürüttüğü çalışmanın konularının seçiminde mısırın suya duyarlı olduğu fenolojik dönemleri dikkate almıştır. Bu çalışmada tav suyu hariç (150-160 mm), II. ürün mısırın yıllık

sulama suyu gereksinimi 515 mm, mevsimlik su tüketimi 636 mm ve tüketimin maksimum olduğu Ağustos ayında ortalama günlük su tüketimi 8,4 mm olarak bulunmuştur. Uygulamadan ortalama 1170 kg/da verim alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; Menemen Ovası orta bünyeli toprak koşullarında, II. ürün mısırın; çıkıştan sonra en az 25 mm olmak üzere tercihen yağmurlama ile yapılacak hafif bir sulama uygulamasını takiben, boğaz doldurma, tepe püskülü çıkarma, koçan püskülü çıkarma, tozlanma ve süt olumu dönemlerinde sulanması önerilmiştir.

Orta ve ark. (1997), Tekirdağ yöresinde yaptıkları iki yıllık bir araştırmada mısır bitkisinin su tüketimini ölçmüşlerdir. Anılan araştırmada, sulama uygulamaları için bitki kök derinliğinin 90 cm'lik bölümü dikkate alınmış ve elverişli su içeriğinin % 65'i tüketildiğinde sulama uygulamaları yapılmıştır. Araştırmada, ilk yıl mevsimlik toplam uygulanan sulama suyu miktarı 306 mm ve su tüketimi 599 mm, ikinci yıl mevsimlik toplam uygulanan sulama suyu miktarı 285 mm ve su tüketimi 573 mm olarak gerçekleşmiştir. Elde edilen ortalama dane verimi ilk yıl 10.69 t/ha ve ikinci yıl ise 9.15 t/ha olmuştur. Ayrıca mısırın mevsimlik su tüketiminin iklime bağlı olarak 500–800 mm arasında değiştiği ve sulama uygulamaları için mısır bitkisinin etkili kök derinliği olarak 90 cm alınabileceği bildirilmiştir. Yine en yüksek düzeyde verim değerlerine ulaşabilmek için etkili kök derinliğindeki elverişli su içeriğinin % 55-65'i kullanıldığında sulama uygulamalarına başlanması önerilmiştir.

Yıldırım ve Kodal (1998), Ankara koşullarında mısır bitkisinin farklı sulama suyu miktarındaki verimini belirlemek amacıyla, 9 konulu 4 tekrarlı bir deneme kurmuşlardır. Kontrol parsellerine, bitki kök bölgesindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak şekilde sulama suyu uygulanırken, diğer parsellere kontrol parseline uygulanan suyun % 0, 25, 50, 75, 125, 150, 175 ve 200'ü kadar sulama suyu uygulanmıştır. Sonuçta aşırı miktarda su uygulamasının verimi önemli düzeyde artırmadığı saptanmıştır. Verim tepki etmeni (ky) toplam büyüme mevsimi için 0.96 olarak elde edilmiştir.

Gündüz ve Beyazgül (1999), Balıkesir koşullarında mısırın su-verim ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla 1994, 1995 ve 1997 yıllarında bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada en yüksek verim (882 kg/da), su eksikliği olmayan ve dört kez sulanan şahit konudan alınmıştır. Bu konunun sulama suyu ihtiyacı 586 mm ve su tüketimi ise 761 mm olarak belirlenmiştir.

Shaozhong ve ark. (2000), Hong Kong'da mısır bitkisinin su tüketimini belirlemek amacıyla yürüttükleri bu çalışmada, toplam bitki su tüketimini 442.72 mm olarak tespit etmişlerdir.

Avcı ve Ersöz (2001), Bafra koşullarında mısır bitkisinin su - verim ilişkisini belirlemek amacıyla, 1996, 1997, 1998 yıllarında, Bafra deneme istasyonunda bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada sonuçlarına göre en yüksek verim, vegetatif, tepe püskülü ve süt olumu dönemlerinde üç kez sulanan, 0-90 cm derinlikteki toprak nemini tarla kapasitesine getirecek kadar su uygulanan şahit konudan alınmıştır (1.021 kg/da). Vegetatif dönemde şahit konunun % 60'ı, tepe püskülü ve süt olumu dönemlerinde de şahit konu kadar su uygulanan konuda 987 kg/da verim elde edilmiştir. Bu konunun sulama suyu ihtiyacı 374.3 mm dir. Araştırma sonucuna göre; mısır bitkisine Bafra'da bitki boyu 40-45 cm'de iken 67 mm, tepe püskülü döneminde 179 mm ve süt olumu döneminde 128 mm su verilmelidir. Ancak, sulama suyunun kıt olduğu dönemlerde ise iki kez sulama suyu uygulanan konuda, vejetatif dönemde (bitki boyu 40-45 cm olunca) 111 mm ve tepe püskülünde 179 mm sulama suyu uygulandığında ortalama olarak 987 kg/da verim alınabilmektedir. Sulama suyunun bulunmadığı durumlarda ise Bafra ovasında mısır bitkisinden ortalama 705 kg/da ürün alınabilmiştir.

Kırnak ve Gençoğlan (2001), Harran ovası koşullarında 2000 yılı üretim sezonunda karık sulama metodu ile sulanan II. ürün mısır bitkisi için su stresi indeksini (CWSI) değerlendirmek amacıyla yürüttükleri araştırmada farklı düzeylerdeki su stresi, her 7 günde bir 120 cm'lik toprak profilinde tüketilen suyun % 100, % 80, % 60, % 40, % 20 ve % 0'ının tekrar uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Araştırmada I100 konusuna 1322 mm su uygulanmıştır. Söz konusu sulama konusunda bitki su tüketimi (ET) ve verim sırasıyla 1405 mm ve 1412.5 kg/da olarak bulunmuştur. Stressiz koşullardaki konusunda sulama suyu ve toplam sulama suyu uygulama randımanı sırasıyla 1.07 ve 1.00 kg/da/mm olarak bulunmuştur.

İstanbulluoğlu ve ark. (2002), mısır bitkisinin sulama zamanı, mevsimsel evapotransprasyon, su kullanım randımanı ve verim tepkilerini belirlemeye yönelik bir araştırma yapmışlardır. Sulama uygulamaları mısır bitkisinin farklı gelişme dönemleri esas alınarak planlanmıştır. En yüksek mevsimlik evapotransprasyon, en düşük su stresiyle sulama uygulamalarının vejetatif, püskül ve koçan döneminde yapıldığı kontrol konusu altında 586 mm olarak hesaplanmıştır. En yüksek aylık evapotransprasyon Temmuz ayında 217 mm olmuştur. Kontrol konusu altında 9.92 t/ha ile en yüksek verim değerine ulaşılmıştır.

Yazar ve ark. (2002), Şanlıurfa Konuklu'da killi toprakta yapmış oldukları araştırmada; Pioneer-3394 hibrid mısır çeşidinde üç farklı sulama miktarı (% 100, % 67, % 33) ve iki farklı sulama sıklığını (3 ve 6 günde bir) damla sulamayla uygulamışlardır. Araştırmada % 100 sulamanın uygulandığı konuda 581 mm su kullanılmıştır. En yüksek dane verimini 1192 kg/da ile % 100 sulamanın 6 günde bir uygulandığı araştırma konusundan elde etmişlerdir.

Kırnak ve ark. (2003), mısır bitkisinin kısıntılı sulama uygulamalarında ortaya koyduğu verim ve gelişim tepkileri belirlemek amacıyla 1999-2000 yıllarında Harran Ovası koşullarında bir araştırma yürütmüşlerdir. Bu amaçla 5 konulu 3 tekrarlı bir deneme kurulmuştur. Kontrol parseline 7 günde bir etkili kök bölgesindeki mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak şekilde sulama suyu uygulanırken, diğer konulara kontrol konusuna verilen suyun % 20, 40, 60, 80'i kadar su damla sulama sistemiyle uygulanmıştır. Söz konusu sulama konusunda dekara verim 1999 yılında 1294 kg; 2000 yılında ise 1405 kg olmuştur. Verilen su miktarındaki azalış oranına bağlı olarak bitki boyu, gövde çapı, yaprak alan indeksi ve kuru madde miktarında önemli düşüşler gözlenmiştir. Verim tepki etmeni (ky) toplam büyüme mevsimi için 1999 ve 2000 yılı için sırasıyla 0.77 ve 0.81 olarak hesaplanmıştır.

Özgürel ve Pamuk (2003) bildirdiğine göre, mısırın mevsimlik su tüketimini; Kanber ve ark. (1990), Çukurova koşullarında 474.2-605.8 mm; Derviş (1986), Tarsus'ta 578 mm; Uzunoğlu (1991), 440.1-808.7 mm; Yüksel ve ark. (1997), 353–586 mm; Katerji ve ark. (1996), 494-644 mm; Ul (1990), Menemen'de 203.45-565.66 mm; İstanbulluoğlu ve Kocaman(1996), Tekirdağ koşullarında 353 –586 mm; Sezgin (1991), 436.0-647.2 mm; Boz (2001), 476-645 mm; Tolk ve ark. (1998), 357-587 mm; Pandey ve ark. (2000) 641-668 mm; Retta ve Hanks (1980), 532-552 mm; Stegman (1986), 432-514 mm arasında değişmiştir. Aynı bitkinin farklı bölgelerdeki mevsimlik su tüketimleri arasında gözlenen farklılığın; iklim etmeni, toprak özellikleri, sulama programı ve kullanılan çeşide bağlı olarak değişen vejetasyon süresinden kaynaklandığı söylenebilir.

Özgürel ve Pamuk (2003), Bornova/İzmir koşullarında yürüttükleri araştırmalarında, sulama konularını; her 10 günde bir 120 cm'lik toprak profilinde tüketilen suyun % 100, % 70, % 50, % 30, % 0 (susuz)'nın uygulanması şeklinde oluşturmuşlardır. En az ve en çok su uygulanan konulara denemenin birinci yılında 0-323.20 mm, ikinci yılında ise 0-466.61 mm sulama suyu uygulanmıştır. Mevsimlik bitki su tüketim değerleri ise 1999 yılında 142.19-481.91 mm, 2000 yılında 136.25-599.45

mm arasında değişmiştir. Ortalama en yüksek dane verimi, deneme yıllarına göre sırasıyla, tam sulanan konuda 1063.90 – 1038.33 kg/da; en düşük dane verimi ise 374.37-213.64 kg/da ile % 0 sulama konusundan elde edilmiştir. Ortalama dane verimleri tam su alan konuda 1999 ve 2000 yılları için sırasıyla 1063.9 kg/da ile 1038.33 kg/da; en düşük dane verimi ise 374.37 kg/da – 213.64 kg da ile susuz sulama konusundan elde edilmiştir.

Yılmaz ve ark. (2004), farklı sulama düzeylerinin ikinci ürün mısırda verim ve bazı agronomik özellikler (bitki boyu, bin dane ağırlığı, koçan çapı, koçan boyu, koçanda dane sayısı) üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma, 2003 ve 2004 yıllarında Pioneer 3394 hibrit çeşidi kullanılarak Aydın koşullarında yürütülmüştür. Denemeler 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Bu amaçla, toprak profilinde tüketilen suyun tamamının uygulandığı T1 konusu ve diğer T2, T3, T4, ve T5 konularına da tam konuya uygulanan suyun sırasıyla % 70, % 50, % 30 ve % 0'ı karşılanacak şekilde 5 sulama konusu oluşturulmuş ve karık sulama yöntemi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, sulama konularının verim ve agronomik özellikler üzerine etkisinin her iki yılda da önemli olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre, konulara uygulanan sulama suyu miktarı 148-493 mm; mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ise 174-558 mm arasında değişmiştir. Ortalama dane verimi ise 288-1134 kg/da arasında değişmiştir.

Çukurova koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan ikinci ürün mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini, su kısıntısının farklı lateral aralıklarının verime ve verim unsurlarına etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Denemede üç farklı lateral aralığı (A1: 0,70: A2: 1,40 ve A3: 2,10 m) ve iki farklı sulama düzeyi (I100, I67) ele alınmıştır. Sonuç olarak mısır bitkisi için en uygun lateral aralığı 1.4 m (iki bitki sırasına bir lateral) olarak saplanmıştır. En yüksek su kullanım randımanı A2 I100 konusunda 1.40 kg/m^3 , en düşük su kullanım randımanı A1 I100 konusunda 1.13 kg/m^3 olarak hesaplanmıştır (Bozkurt, 2005).

Şimşek ve Gerçek (2005), mısır bitkisinde damla sulamada dört farklı sulama (2, 4, 6 ve 8 gün) aralığındaki su verim ilişkisini belirlemek ve ky indeksini saptamak amacıyla 1998-1999 yıllarında yaptıkları araştırmada, yıllara göre sırasıyla; 814-1116 ve 843-1206 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. 1998 ve 1999 yılında en yüksek sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) 4 günde bir sulanan konuda sırasıyla 1.43 ve 1.22 kg/m^3 olarak belirlenmiştir. Su kullanım randımanı (WUE) her iki yılda ve tüm konularda benzer şekilde (1.02 ve 1.13 kg/m^3 arasında) gerçekleşmiştir. Oransal bitki su

eksilişi ile oransal verim düşüşü arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Denemenin her iki yılında da en yüksek oransal su eksilişi 8 günlük sulama konusunda % 29.6 ve % 29.3, buna karşın aynı konuda yıllara göre verimde oransal azalış % 27.0 ve % 28.4 olarak hesaplanmıştır. Bu oranlar sulama aralığı azaldıkça düşmüştür. Ky değeri ilk yılda 0.72 – 0.95, ikinci yılda ise 0.70 - 0.97 arasında hesaplanmıştır. Her iki yılda da, sulama aralıklarına göre dane verimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Her iki yıl için de en yüksek verim, 4 günlük sulama aralığında 1.41 ve 1.33 t/da saptanırken, en düşük verim ise 8 günlük sulama aralığında 1.03 ve 0.95 t/da olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre yarı-kurak iklim kuşağındaki Harran Ovasında, damla sulama yöntemi ile 4 günlük sulama aralığının mısır bitkisi için uygun olduğu saptanmıştır.

Dağdelen ve ark. (2006) tarafından bitki verimi, su kullanım randımanı, kuru madde üretimi ve yaprak alan indeksi ile birlikte su stresinin etkisini değerlendirmeye yönelik bir araştırma yürütülmüştür. Tıkalı karık sulama yönteminin kullanıldığı araştırmada, bitki materyali olarak pamuk ve mısır kullanılmıştır. Pamuk için etkili kök derinliği 1.20 m ve mısır için etkili kök derinliğinin ise 0.90 m olduğu kabul edilmiştir. Kontrol konusunda, kök bölgesinde elverişli toprak su içeriğinin yaklaşık olarak % 50'sinin tüketilmesiyle sulama uygulamalarına başlanmıştır. Kontrol konusu ile birlikte, kontrol konusuna verilen sulama suyu miktarının % 70, % 50, % 30 ve % 0 verildiği toplam beş sulama konusu ele alınmış ve tüm konular için sulama uygulamaları aynı gün yapılmıştır. Yetişme mevsimi boyunca ele alınan sulama konuları için ortalama su kullanım değerleri mısır bitkisinde 174 mm ile 558 mm arasında değişmiştir. Buna paralel mısır dane verimleri 2.88 t/ha ile 11.34 t/ha arasında değişim göstermiştir. Beklenildiği gibi en yüksek verim tam sulamanın yapıldığı kontrol konusundan elde edilmiştir. Su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı değerleri sulama suyu miktarındaki artış ile birlikte azalma göstermiştir.

Igbadun ve ark. (2006), Tanzanya'da bilgisayar bazlı simülasyon modelini kullanarak mısırda sulama programları oluşturulması konusunda yaptıkları araştırmada; farklı sulama sıklığı (7, 9, 10, 12 ve 14 günde bir), farklı su uygulama miktarı (30 ile 70 mm) konularını dane verimi, sulama suyu miktarı ve mevsimsel evapotransprasyon yönüyle karşılaştırmışlardır. Sonuçlara göre 7 günden uzun sulama aralıklarında dane veriminde önemli düşüşler olmuştur. Su kullanım verimliliği; 7 günde bir ve 45 mm'nin altında sulamanın yapıldığı uygulamalarda diğerlerinden daha fazla olmuştur. Optimum sulama programı seçeneği olarak; verimin maksimum, sızma kayıplarının minimum

olduğu, 9 günde bir 50 mm sulamanın yapıldığı ve 10 günde bir 55 mm sulamanın yapıldığı konular bulunmuştur.

Karaşahin (2008), Konya ekolojik koşullarında farklı olum grubundan hibrid mısır çeşitlerinin (zea mays l.indendata) damla ve karık sulama yöntemlerinde optimum bitki sıklığının tespiti amacıyla yaptığı araştırmada, bölgeye uygun at dişi mısır çeşitlerinden üç farklı olgunlaşma grubuna giren DK-585 (FAO 500), OSSK-602 (FAO 600), P-31 G-98 (FAO 700) hibrit çeşitlerinde farklı ekim sıklıkları uygulanarak (5952, 7142, 7936 ve 8928 bitki/da) yaygın kullanılan karık sulama ile karşılaştırmalı olarak, damla sulama için optimum bitki sıklığının tespitine çalışmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre; çeşit ve bitki sıklıklarının ortalaması olarak damla sulama yönteminde dane verimi karık sulama yöntemine göre önemli ölçüde yüksek olmuş, bu verim artışı birinci deneme yılında % 8, ikinci deneme yılında % 9 olarak bulunmuştur. Araştırmada FAO 700 olum grubundan olan P-31G98 geççi mısır çeşidi her iki yılda da en yüksek dane verimine sahip olmuş, diğer çeşitlerden ayrı verim grubunda yer almıştır.

2.2. Kap Buharlaşması (Class A-Pan) Yöntemi

Tosso and Tores (1986), Muscatroze üzüm çeşidinde 4 farklı sulama suyu miktarı ile 3 farklı sulama yöntemini (damla, yağmurlama, karık) karşılaştırmışlardır. Sonuçta en az sulama konusu bütün sistemlerde su stresine sebep olmuş. Class-A pan buharlaşmasının % 50'si bütün bir sulama sezonu boyunca bitkinin su ihtiyacını karşılamış, damla sulama yönteminde su kullanım randımanı en yüksek bulunmuş ve söz konusu yöntemde diğer yöntemlere oranla sulama suyunda % 50–60 oranında tasarruf sağlanmıştır.

Singh (1987), Fort Valley'de kumlu killi toprakta yağmurlama sulama yöntemi ile uygulanan sulama suyu miktarının fasulye bitki gelişimine, meyve verimine ve vejetatif gelişimine olan etkisini incelemişlerdir. Tesadüf blokları deneme desenine göre sulanan ve sadece yağışlarla sulanan konulardan oluşan parsellere, Class A Pan'dan oluşan buharlaşmanın % 0, 60, 80 ve 100'ü uygulanmıştır. Denemenin yürütüldüğü yılda 342 mm yağış düşmüş olup pan katsayılarına göre 173, 230 ve 287 mm sulama suyu uygulanmıştır. Sulamanın hem meyve verimi, hem de vejetatif gelişmesini artırdığını belirtmiştir. Pan katsayıları dikkate alınarak uygulanan sulama suyunda katsayılar arttıkça, fasulye bitkisinin vejetatif gelişmenin de artacağını, dane veriminin ise sadece pan değeri % 100 olduğunda azaldığını bildirmiştir.

Erdem ve ark. (1997) tarafından yapılan bir araştırmada, damla sulama yöntemiyle domates bitkisine iki ve dört gün arayla A-Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 50, % 100 ve % 150'sinin uygulandığı sulama sularının verim değerleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, sulama aralığı ve sulama suyu miktarının verim üzerine önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek verim iki gün ara ile sulanan ve sulama suyunun A-Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 50'sinin uygulandığı konudan alınmıştır.

Ertek ve Kanber (1999), yapmış oldukları çalışmada, damla sulama yönteminde bitki su tüketimini kullanarak pamukta en uygun sulama dozu ve aralığının belirlenmesini amaçlamışlardır. Sulama suyu miktarının belirlenmesinde açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinden yararlanılmıştır. İki farklı sulama aralığı (S1:5 ve S2:10 gün), üç bitki katsayısı (Kcp1: 0.75, Kcp2: 0.90 ve Kcp3: 1.05) ve iki ıslatma yüzdesi (P1: 0.70 ve P2: bitki örtüsü yüzdesine göre değişen) kullanılmıştır. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 322-472 mm, mevsimlik su tüketimi miktarları 449-615 mm, konulardan elde edilen kütlü miktarları ise 197-422 kg/da arasında değişmiştir. Çukurova koşullarında, pamuğun damla sulama sistemiyle sulanması durumunda, 11 gün olan sulama aralığının 10 gün ve ıslatma yüzdesinin bitki örtü gelişimine göre değiştirilmesinin uygun olacağını belirlemişlerdir.

Çetin ve ark (2001), damla sulama yöntemi ile sulanan domateste, A sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak uygun sulama programının belirlenmesi amacıyla, 1998–2000 yılları arasında, Köy Hizmetleri Eskişehir Araştırma Enstitüsü'nün killi topraklara sahip deneme tarlalarında yürütmüşlerdir. 1998 yılı dışında, meyve verimi açısından deneme konuları arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur. En yüksek pazarlanabilir meyve verimi 4 gün sulama aralığı ve Kpc=1.00 katsayısının uygulandığı deneme konusunda elde edilmiştir. Önerilen bu konuda, mevsimlik ortalama sulama suyu ihtiyacı 602 mm, bitki su tüketimi 710 mm olmuştur.

Ertek ve Kanber (2002), damla sulama sisteminde farklı sulama programlarının pamuğun kalite özelliklerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, sulama suyu miktarının belirlenmesinde açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinden yararlanmışlardır. Çalışmada, iki farklı sulama aralığı (S1: 5 ve S2: 10 gün), üç bitki-kap katsayısı (Kcp1: 0.75; Kcp2: 0.90 ve Kcp3: 1.05) ve iki ıslatma faktörü (P1: 0.70 sabit ve P2: bitki örtüsü yüzdesine göre değişen) kullanılmıştır. İlk su, 120 cm derinlikteki elverişli su % 40 düzeyine düştüğünde ve mevcut su tarla kapasitesine

gelecek miktarda uygulanmıştır. Sonuçlara göre; sulama programlarının pamukta lif kalite özelliklerini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.

Gençel (2002), Harran Ovası koşullarında, damla sulama yöntemiyle sulanan ikinci ürün mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini, su kısıntısının verime ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Deneme, 2000 yılında, Şanlıurfa ili Koruklu beldesinde TUBİTAK Araştırma İstasyonunda yürütülmüş ve Pioneer- 3394 hibrit mısır çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada geniş aralıklarla (alternatif karıklar, 1.40 m) yüzeye yerleştirilen lateraller, iki farklı sulama aralığı (3 gün ve 6 gün) ve üç farklı sulama düzeyi (I–100, I–67, I–33) ele alınmıştır. Lateraller üzerinde damlatıcı aralığı 0.70 m' dir. Sulama düzeyleri sulama aralıklarında yığışımlı Class A Pan buharlaşma değerinin % 100'ü (I–100), % 67' si (I–67) ve % 33'ü (I–33) alınarak oluşturulmuştur. Araştırmada I–33 konusuna 314 mm, I–67 konusuna 450 mm ve I–100 konusuna da 581 mm su uygulanmıştır. Anılan konulara ilişkin su tüketimleri sulama aralığının 3 gün olduğu konularda 353 ile 562 mm arasında, sulama aralığının 6 gün olduğu konularda ise 358 ile 565 mm arasında değişmiştir. Dane verimleri 725.3 ile 1192.0 kg/da arasında değişmiştir. En düşük verim, sulama aralığının 6 gün ve I–33 sulama düzeyinde (753.3 kg/da), en yüksek verim ise yine aynı sulama aralığında I–100 sulama düzeyinden (1192 kg/da) elde edilmiştir. İkinci ürün mısır bitkisinde su kullanım randımanları, sulama aralığının 3 gün olduğu konularda 2.01–2.27 kg/m^3, sulama aralığının 6 gün olduğu konularda ise 1.94–2.11 kg/m^3 arasında değişmiştir. En düşük su kullanım randımanı sulama aralığının 6 gün ve I–33 sulama düzeyinde (1.94 kg/m^3), en yüksek su kullanım randımanı ise sulama aralığının 3 gün I–33 sulama düzeyinde (2.27 kg/m^3) hesaplanmıştır.

Kaman (2007), Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada II. ürün mısır bitkisinin beş farklı çeşidinde, geleneksel kısıntılı sulama ve yarı ıslatmalı sulama işletme biçimlerini karşılaştırmıştır. Kontrol konusu olan tam su konusuna bir haftalık yığışımlı buharlaşmanın tamamı uygulanırken, geleneksel kısıntılı sulama ve yarı ıslatmalı konularına % 35 kısıntı uygulanarak eşit su verilmiştir. En yüksek verim tam su konusundan elde edilirken yarı ıslatmalı sulama konularından elde ettiği verimler geleneksel kısıntılı sulamaya göre daha yüksek çıkmıştır.

Vural ve Dağdelen (2008), farklı sulama programlarının cin mısırda verim ve bazı agronomik özellikler (bitki boyu, yaprak sayısı, bin dane ağırlığı, koçan çapı, koçan boyu, koçanda dane sayısı) üzerine etkisini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve

Uygulama Çiftliği'nde 2006 yılında yürütülmüştür. 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. Araştırma sonuçlarına göre, sulama konularının verim ve agronomik özellikler üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Konulara uygulanan sulama suyu miktarı 234-571 mm; mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ise 130-609 mm arasında değişmiştir. Ortalama dane verimi ise 108.8-641.6 kg/da arasında değişmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanı

Araştırma, Konya Şeker A.Ş. nin Alakova'daki deneme arazisinde 2009 yılında yürütülmüştür (Şekil 3.1). Araştırma alanı Konya İl merkezi sınırları içerisinde olup il merkezinden yaklaşık 15 km uzaklıktadır. İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Konya ili 36° 42′ ve 39° 16′ kuzey enlemleri ile 31° 14′ ve 34° 26′ doğu boylamları arasında yer almaktadır ve denizden ortalama yüksekliği 1020 m'dir.



Şekil 3.1. Deneme alanından bir görünüş

3.1.2. Araştırma alanının tarımsal yapısı

Araştırma alanını içine alan Konya ili 4,081,353 hektar yüzölçümü ile Türkiye'nin en geniş arazi varlığına sahip ilidir. Konya'da iktisadi hayatın temelini tarımsal faaliyetler teşkil etmektedir (Anonim, 2004).

Konya ili arazi kullanım durumu Çizelge 3.1'de verilmiştir. Tarla tarımı yapılan alan 1,341,594 hektardır.

Çizelge 3.1. Konya ili arazi kullanım durumu (Anonim, 2010)

KULLANIM ŞEKLİ 1- İŞLENEN ARAZİ	ALAN (ha)	%	%
- Tarla arazisi	1,341,594	61	
- Nadas	853,810	37	
- Sebze	21,834	0.9	
- Meyve	21,113	0.9	
- Bağ	9,506	0.2	
Toplam	**2,247,857**	100	55
2- ÇAYIR MER'A	761,461		18.7
3- ORMAN	540,189		13.2
4- ÜRÜN GETİRMEYEN ALAN	531,846		13.1
GENEL TOPLAM	**4,081,353**		100

Konya İli'nde yaygın olarak hububat (buğday, arpa) tarımı yapılmaktadır. Bunun dışında yemeklik dane baklagiller, yağ bitkileri, endüstri bitkileri ve yem bitkileri üretimi yapılmaktadır. İlde ayrıca sebze (domates, hıyar, biber, taze fasulye, patlıcan, lahana, marul, ıspanak, havuç) üretimi de yapılmaktadır. Meyve (armut, elma, erik, kayısı, kiraz, şeftali, kavun, karpuz, vişne, ceviz, çilek, üzüm) üretiminde de çeşitliliğe sahiptir.

Konya ilinde, 14801 ha alanda dane mısır tarımı yapılmakta olup toplam üretim miktarı 117,288 ton dur. Çizelge 3.2'de Konya ili tarla bitkileri ekim alanları ve alınan ürün miktarları verilmiştir (Anonim, 2010).

Çizelge 3.2. Konya ilinde bazı tarla bitkileri ekim alanları ve alınan ürün miktarları

Ürün adı	2009		Ürün adı	2009	
	Ekilen alan (ha)	Kaldırılan ürün miktarı (ton)		Ekilen alan (ha)	Kaldırılan ürün miktarı (ton)
Buğday	739,075	2,815,193	Patates	7,041	220,895
Arpa	346,033	1,253,130	Yeşil Mercimek	1,218	900
Şeker Pancarı	80,424	4,599,193	Yonca	17,148	395,740
Çavdar	17,102	36,440	Korunga	884	20,441
Yulaf	6,741	13,626	**Mısır (Dane)**	**14,801**	**117,288**
Ayçiçeği (Y+Ç)	18,362	55,031	Mısır (Slaj)	8,707	397,100
Nohut	28,622	34,968	Fiğ (Y,Ot)	15,837	83,228

3.1.3. İklim özellikleri

Konya ilinde karasal iklim tipi hakimdir. Yıllık yağış ortalaması 311.8 mm olup, Türkiye'nin en az yağış alan bölgesidir. Yağışlar daha çok ilkbahar mevsiminde konveksiyonel yağışlar şeklindedir. Konya'nın hakim rüzgarları, birinci dereceden doğudan esen poyraz ile ikinci derecede güneybatıdan esen lodos rüzgarlarıdır.

Araştırmanın yürütüldüğü 2009 yılına ait bazı iklim parametreleri deneme alanına kurulan portatif meteoroloji istasyonundan, uzun yıllık iklim verileri ise Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınmış ve Çizelge 3.3'te verilmiştir. Konya'da yıllık ortalama sıcaklık 11.6 °C, Ocak ayında ortalama sıcaklık 1.3 °C iken bu değer Temmuz ayında 22.6 °C dir. 2009 yılı buharlaşma miktarı yıllık 1093.8 mm olup en yüksek buharlaşma 245.5 mm ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir.

3.1.4. Toprak özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.4 ve 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. 2009 yılı ve uzun yıllık bazı iklim verileri

	İklim elemanları	Aylar												
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
2009	*Ortalama sıcaklık (°C)	1.3	3.0	4.6	10.1	14.6	20.4	22.6	21.2	16.8	14.8	5.8	4.5	11.64
	*Ortalama bağıl nem (%)	81.3	78.9	67.4	66.5	59.5	46.9	49.1	41.6	55.9	61.0	77.5	81.9	63.96
	*Toplam yağış (mm)	65.4	44.6	21.4	57.8	47.2	11.8	17.4	0	25.6	24.2	58.2	64.8	438.4
	*Ort. rüzgar hızı (m/s)	0.6	1.4	1.7	1.0	0.9	1.1	1.2	0.9	0.6	0.4	0.5	0.6	0.91
	Toplam buharlaşma (mm)	-	-	-	-	149.8	236.1	245.5	223.1	134.1	105.2	-	-	1093.8
	Güneşlenme süresi (saat/gün)	4.3	4.3	6.1	7.4	8.4	9.9	9.2	9.5	7.3	6.6	5.2	3.5	6.81
Uzun yıllar ortalaması (30 yıllık)	Ort. sıcaklık (°C)	-0.3	0.6	5.2	10.9	15.5	20.1	23.4	23	18.6	12.4	5.5	1.3	11.35
	Ortalama bağıl nem (%)	76	70.3	62.7	57.7	55.4	47.2	42.3	42.7	46.1	58.5	70.1	76.5	58.79
	Toplam yağış (mm)	30.8	23.2	25.5	35.9	38.6	20.5	7.8	5.6	11.3	29.7	39	43.9	311.8
	Ort. rüzgar hızı (m/s)	1.9	2.5	2.6	2.3	2.2	2.5	2.8	2.5	2.1	1.8	1.7	1.9	2.23
	Toplam buharlaşma (mm)	-	-	-	96.4	170.7	230.4	289.3	269.4	190.5	111.7	14.6	0.4	1373.4
	Ort. güneşlenme süresi (saat/gün)	3.16	4.4	6.11	7.04	8.38	10.18	11.08	10.55	9.36	7.15	4.48	3.1	7.08

(*) Bu değerler arazideki portatif iklim istasyonundan alınmıştır

Çizelge 3.4. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim ağırlığı (g/cm^3)	Tarla kapasitesi (Hacim % si)	Solma noktası (Hacim % si)	Faydalı Su Kapasitesi (mm/30cm)
0-30	Killi-Tın	1.26	30.6	15.4	45.6
30-60	Killi-Tın	1.31	34.2	20.0	42.6
60-90	Killi-Tın	1.32	36.0	21.3	44.1
90-120	Killi-Tın	1.35	39.4	25.2	42.6

Çizelge 3.5. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC dS/m	% Tuz	% $CaCO_3$
0-30	7.7	0.67	0.03	6.51
30-60	7.7	0.74	0.03	6.51
60-90	7.7	0.74	0.03	5.79
90-120	7.8	0.67	0.03	11.58

Deneme alanı toprakları killi-tın bünyeye sahip olup, hacim ağırlığı değerleri 1.26-1.35 gr/cm^3 arasında değişmektedir. Toprağın ilk 90 cm deki faydalı su kapasitesi toplam 132.3 mm dir. Deneme alanı topraklarının pH değerleri 7.7 ile 7.8 arasında, tuzluluk değerleri ise 0.67-0.74 dS/m arasında değişmektedir. Toprağın gerek fiziksel gerekse de kimyasal özellikleri mısır tarımı açısından herhangi bir sorun teşkil etmemektedir.

3.1.5. Denemede kullanılan sulama suyu ve özellikleri

Sulama suyu, deneme alanındaki derin kuyudan alınmıştır. Sulamada kullanılan suyun, sulamaya uygunluk yönünden sınıfını belirlemek için Tüzüner (1990)'da verilen analiz yöntemleri ve sınıflandırma diyagramları kullanılmıştır. Kullanılan sulama suyu C_2S_1 sınıfındadır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Sulama suyuna ilişkin analiz sonuçları

pH	EC	Katyonlar (me/l)					Anyonlar (me/l)					Sınıfı
	(ds/m)	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Toplam	$CO_3^=$	HCO_3^-	$SO_4^=$	Cl^-	Toplam	
7.82	0.625	0.98	0.01	1.51	3.64	6.14	-	4.26	0.69	1.18	6.13	C_2S_1

3.1.6. Sulama sistemi

Denemede damla sulama sistemi kullanılmıştır. Damla sulama sistemi kontrol ünitesi (kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, disk filtre, kontrol vanaları ve basınçölçer), ana, manifold ve lateral boru hattı ile lateral boruya içten geçik damlatıcılar, mini vanalar ve eklenti malzemelerden oluşturulmuştur. Sistemde ana boru çapı 50 mm, manifold boru (yan boru) çapı 32 mm olarak tasarlanmıştır. Lateral hatlarda, çapı 16 mm olan yuvarlak borular kullanılmış olup, lateral üzerinde 33 cm aralıklı ve 1 atm basınçta debisi 4 l/saat olan damlatıcılar kullanılmıştır. Yapılan infiltrasyon testleri sonucunda toprağın sabitleşmiş infiltrasyon hızı 25 mm/saat olarak bulunmuştur.

Damlatıcı aralığı aşağıda verilen eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Eşitlik 3.1) (Gençoğlan, 1991; Yıldırım ve Korukçu, 1999; Ertek ve Kanber, 2003).

$$S_d = 0.9\sqrt{\frac{q}{I}} \tag{3.1}$$

S_d: Damlatıcı aralığı (m)
q: Damlatıcı debisi (l/h)
I: İnfiltrasyon hızı (mm/h)

3.1.7. Denemede kullanılan tohum çeşidi

Araştırmada, Türkiye'de dane üretim amaçlı tescil edilmiş "Market" hibrit at dişi mısır çeşidi materyal olarak kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak ve su örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri

Deneme öncesi, arazide farklı yerlerde 2 adet profil çukuru açılarak 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm derinliklerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmış, bozulmuş toprak örneklerinde toprak bünyesi, tarla kapasitesi, solma noktası, kireç, pH ve tuzluluk, bozulmamış toprak örneklerinde ise hacim ağırlığı değerleri belirlenmiştir.

Tarla kapasitesi ve solma noktası; basınçlı plaka aleti kullanılarak, toprak örneklerinin sırasıyla 1/3 ve 15 atmosferde tuttukları nem miktarının saptanması ile bulunmuştur. pH, cam elektrodlu Beckman pH metresi ile saturasyon çamurunda

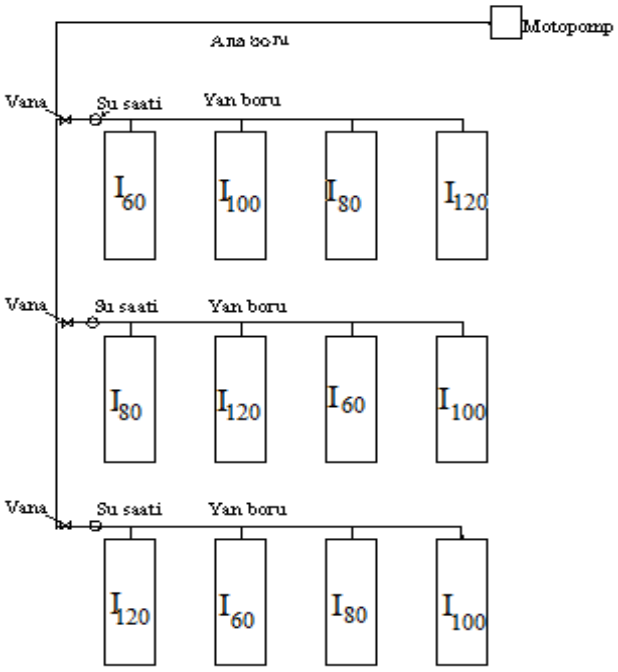
belirlenmiştir. Anılan analizlerde, U.S. Salinity Laboratory Staff (1954)'te ve Richards (1954) verilen esaslardan yararlanılmıştır. Toprak bünyesi; Bouyoucos (1951) tarafından verilen Hidrometre yöntemi ile saptanmıştır.

Kuyudan alınan su örneklerinin, sulamaya uygunluk yönünden sınıfını belirlemek için Ayyıldız (1990)'da verilen esaslara göre analizler yapılmış ve ABD tuzluluk laboratuarı grafik sistemine göre sulama suyu kalite sınıfı belirlenmiştir

Sulama yöntemlerinin planlanması ve uygulamasında önemli bir kriter olan toprağın infiltrasyon hızı, Güngör ve Yıldırım (1989)'a göre değişken seviyeli çift silindirli infiltrometre testi ile belirlenmiştir.

3.2.2. Araştırma konuları ve deneme deseni

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada, A Sınıfı Buharlaşma Kabı (Class A Pan)'dan, 7 gün sulama aralığında, oluşan yığışımlı buharlaşmaların % 60 (I_{60}), % 80 (I_{80}), % 100 (I_{100}) ve % 120 (I_{120})'sinin uygulandığı dört farklı sulama düzeyi ele alınmıştır. Deneme planı Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Araştırma konuları ve deneme deseni

Araştırmada her parsel 6 bitki sırasından oluşturulmuştur. Parsel içindeki bitkilerin sıra arası mesafesi 70 cm, sıra üzeri mesafesi ise 18 cm'dir. Parsel boyu 6 m

olarak planlanmış olup, bir parselin alanı 25.2 m^2 (6x4.2m)'dir. Her mısır bitkisi sırasından bir damla sulama lateral borusu geçirilmiştir. Parsellerin birbirinden etkilenmemesi için parsel aralarında 2 m, bloklar arasında ise 3.5 m mesafe bırakılmıştır.

3.2.3. Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesi

Buharlaşma miktarı, deneme alanında bulunan A sınıfı buharlaşma kabından ölçülmüştür. Her sabah saat 9.00'da su düzeyi ölçümleri yapılmıştır. Ölçülen su düzeyi, bir önceki gün ölçülen su düzeyinden çıkarılarak günlük buharlaşma miktarı elde edilmiş ve bir haftalık toplam buharlaşma miktarı sulama suyu olarak uygulanmıştır.

3.2.4. Sulama suyu miktarının hesaplanması

Bütün deneme konularında sulama aralığı 7 gün olup, bu sulama aralığında A sınıfı kaptan oluşan yığışımlı buharlaşmanın, kap katsayısı (Kpc) ve parsel alanı ile çarpılarak, verilecek sulama suyu litre cinsinden hesaplanmış ve sulama suyu deneme konularına (I_{60}, I_{80}, I_{100} ve I_{120}) göre parsellere verilmiştir (Eşitlik 3.2). Her blok başlangıcına sulama suyunu ölçmek için, bir adet su sayacı yerleştirilmiştir. Ayrıca basıncı kontrol etmek için bir adet basınç ölçer ve debiyi düzenlemek için de bir adet küresel vana yerleştirilmiştir (Şekil 3.3).

$$I = A \times Epan \times Kpc \qquad (3.2)$$

Eşitlikte; I parsellere verilen sulama suyu miktarı (litre), Epan 7 gün sulama aralığında A sınıfı kaptan oluşan buharlaşmaların toplamı (mm), Kpc ise pan katsayısıdır.

Bitki kök bölgesindeki faydalı su kapasitesinin yaklaşık % 50'si tüketildiğinde (Kırda ve ark., 2005) sulama konularının uygulanmasına başlanmıştır.

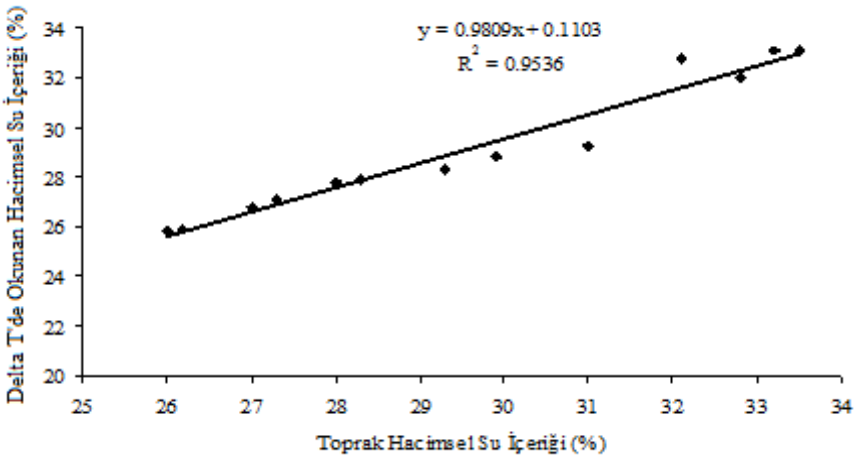


Şekil 3.3. Blok başlangıcındaki su sayacı ve küresel vana

3.2.5. Toprak nem içeriğinin ölçülmesi

Toprak profilinde nem değişimleri sulamalardan bir gün önce ΔT Profil-Probe cihazı kullanarak ölçülmüştür. Deneme öncesi her deneme parseline 100 cm toprak derinliğinde ΔT Profil-Probe tüpleri çakılmıştır. Bu amaçla öngörülen derinliğe kadar burgu ile delikler açılmış, bu deliklere Profil-Probe tüpleri yerleştirilmiş, tüplerin kenarları toprakla iyice sıkıştırıldıktan sonra tüp ağızları özel tapaları ile kapatılmıştır. Access tüpler, bir tekerrürdeki I_{60}, I_{80}, I_{100} ve I_{120}, deneme konularına birer adet yerleştirilmiştir.

ΔT Profil-Probe tüpleri yerleştirildikten sonra, toprak neminin farklı olduğu zamanlarda okumalar yapılmış ve aynı zamanda ölçüm yapılan toprak katmanlarından burgu ile toprak örnekleri alınmış ve gravimetrik yöntemle James (1988) ve Tüzüner (1990) tarafından verilen esaslar kullanılarak toprak nemi saptanmıştır. Elde edilen değerlerden yararlanılarak ΔT Profil-Probe kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. ΔT Kalibrasyon eğrisi

3.2.6. Bitki su tüketiminin hesaplanması

Deneme konuları için bitki su tüketimi, ΔT Profil-Probe yardımıyla ölçülen toprak nemi değerleri göz önüne alınarak su bütçesi esasına göre (James, 1988) hesaplanmıştır (Eşitlik 3.3).

$$ET = I + R - D_P + C_P - R_f \pm \Delta S \qquad (3.3)$$

ET = Bitki su tüketimi (mm)
I = Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)
R = Etkili yağış (mm)
Dp = Kök bölgesi altına derine sızma kayıpları (mm)
Cp = Kök bölgesi altından kapilar yükselme (mm)
Rf = Yüzey akış kayıpları (mm)
ΔS = Toprak profilindeki su içeriği değişimi (mm) dir.

Eşitlikteki I değeri, uygulanan sulama suyu miktarlarından; R değeri, deneme alanına yerleştirilen portatif iklim istasyonundan; Dp değeri, sulama öncesi ve sonrası 90 ve 120 cm derinliklerden, burgu ile alınan toprak örneklerinden gravimetrik metodla hesaplanmıştır. Deneme alanı derin, drenaj ve tuzluluk bakımından sorunsuz topraklardan oluşmaktadır. Bu nedenle taban suyundan kaynaklanan bir kapilar su yükselmesi olmadığı için Cp değeri hesaplamalarda dikkate alınmamıştır. ΔS, mısır

ekimi ve hasattaki toprak nem ölçümlerinden elde edilmiştir. Damla sulama sistemi uygun bir şekilde planlanıp işletildiği için yüzey akış kayıpları oluşmamış dolayısı ile Rf değeri hesaplamalarda ihmal edilmiştir.

3.2.7. Verim ve kalite parametrelerinin belirlenmesi

Verim parametrelerinin belirlenmesi için vejetasyon döneminde her parselden 10 adet örnek bitki rastgele bir şekilde seçilerek işaretlenmiş ve fiziksel kalite unsurları seçilen 10 adet koçan baz alınarak belirlenmiştir. Seçilen bu koçanlarda; bin dane ağırlığı, koçanda dane sayısı, koçan boyu, koçan çapı, koçan dane ağırlığı gibi verim unsurları belirlenmiştir. Kenar tesir etkisi atıldıktan sonra hasat edilen bütün koçanlar tanelenerek dane verimi bulunmuştur ve bu verim değeri % 15 neme göre düzeltilmiştir.

3.2.8. Su ve sulama suyu kullanım randımanı

Birim sudan yararlanma oranı olarak ifade edilen su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri Tanner ve Sinclair (1983)'e göre aşağıdaki eşitlikler dikkate alınarak hesaplanmıştır (Eşitlik 3.4 ve 3.5).

$$WUE = \frac{E_y}{ET} \tag{3.4}$$

WUE = Su kullanım randımanı (kg/m^3)
Ey = Verim (kg/da)
ET = Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)

$$IWUE = \frac{E_y}{I} \tag{3.5}$$

IWUE = Sulama suyu kullanma randımanı (kg/m^3)
I = Mevsimlik sulama suyu miktarı (mm)

3.2.9. Tarımsal uygulamalar

Deneme yeri pullukla derin bir şekilde sürülmüştür. Ekim öncesi denemenin yürütüleceği alana dekara saf olarak 7.5 kg azot, 7.5 kg fosfor ve 7.5 kg da potasyum gübre serpme makinesi ile atılıp, rotatiller ile toprağa karıştırılarak arazi ekime hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.5. Parsellere mısır ekimi

Mısır tohumlarının ekimi 15 Mayıs 2009 tarihinde el ile doğrudan parsellere yapılmıştır (Şekil 3.5). Mayıs ayının son haftasında ilk çıkışlar görülmüş, homojen bitki çıkışı ise Haziran ayının ilk haftasında gözlenmiştir.

Çapayla birlikte üst gübresi olarak dekara 8.4 kg saf azot, Amonyum sülfat formunda 13 Temmuz 2009 tarihinde verilmiştir. Deneme boyunca ihtiyaç duyulduğu zamanlarda hastalık ve zararlılarla gereken mücadele yapılmıştır.

Hasattan hemen önce, deneme parsellerinin kenar tesir payları çıkarılmış ve 30 Ekim 2009 tarihinde el ile hasat yapılmıştır (Şekil 3.6). Hasatta, en dıştaki birer bitki sırası ile her parselin başından ve sonundan 1'er metre atılarak ortadaki mısır bitkileri verim yönünden değerlendirmeye alınmıştır. Dolayısı ile kenar tesir etkisi çıkarıldıktan sonra geriye kalan 11.2 m^2'lik (4mx2.8m) bir alan hasat parsel alanı olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.6. Hasat olgunluğuna gelmiş mısır bitkisinden bir görünüş

3.2.10. İstatistiksel analizler

Deneme konularından elde edilen verim ve verim parametreleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, sonuçlar % 1 ve % 5 önem düzeyine göre Duncan testi esas alınarak gruplandırılmıştır. (Yurtsever, 1984; Düzgüneş ve ark., 1987). Varyans analizi ve Duncan testleri "MSTAT-C" bilgisayar paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Sulama Suyu Miktarları ve Bitki Su Tüketimi Sonuçları

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama tarihleri Çizelge 4.1'de, mevsimlik bitki su tüketim değerleri Çizelge 4.2'de ve bu değerlerin grafiksel gösterimi ise Şekil 4.1'de verilmiştir.

Mısır ekiminden sonra çimlenme ve çıkış sağlanabilmesi ve ayrıca homojen bitki yoğunluğu elde edebilmek için 22 Mayıs ve 15 Haziran tarihlerinde yağmurlama sulama yöntemiyle toplam 105 mm sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konularına ise 1 Temmuz'da başlanmış, 9 Eylül'de son verilmiştir. Denemeye başlandıktan sonra toplam 11 kez sulama yapılmıştır (Çizelge 4.1).

Deneme konularında sulamalar 7 gün ara ile yapılmış, yalnızca 15 Temmuz'da yapılması planlanan sulama 14 Temmuz'da, 29 Temmuz'da planlanan sulama ise 30 Temmuz'da yapılmıştır. Sulama suyu uygulamaları; parsel alanı, pandan buharlaşan su miktarları ve pan katsayıları dikkate alınarak Bölüm 3.2.5'de ifade edildiği gibi yapılmıştır. Konulara göre uygulanan toplam sulama suyu miktarı 431 ile 697 mm arasında değişmiştir. En fazla sulama suyu I_{120}, en az sulama suyu I_{60} konusuna uygulanmıştır (Çizelge 4.1).

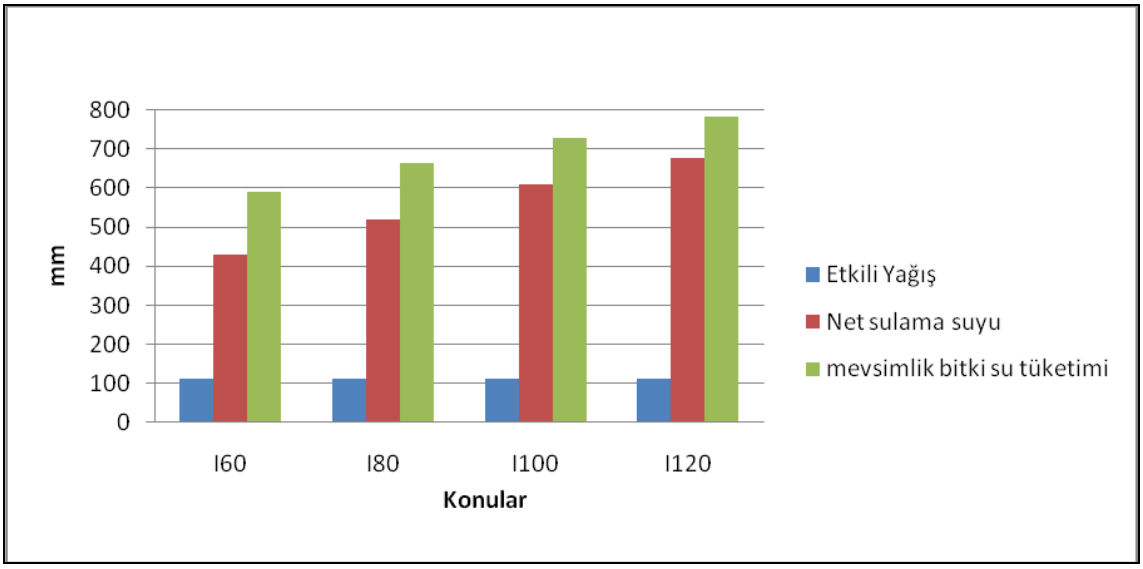
Çizelge 4.1. Sulama tarihleri ve uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Sulama tarihleri	Deneme Konuları			
	I_{60}	I_{80}	I_{100}	I_{120}
22 May.	70	70	70	70
15 Haz.	35	35	35	35
01 Tem.	60	60	60	60
08 Tem.	23	31	39	47
14 Tem.	25	33	41	49
22 Tem.	27	36	45	54
30 Tem.	32	43	54	65
05 Ağus.	27	36	45	54
12 Ağus.	28	37	46	55
19 Ağus.	28	37	46	55
26 Ağus.	26	35	44	53
02 Eyl.	26	34	43	52
09 Eyl.	24	32	40	48
Toplam	431	519	608	697

Çizelge 4.2'den görüleceği gibi mevsimlik bitki su tüketimi I_{60}, I_{80}, I_{100}, ve I_{120} deneme konularında sırasıyla, 590.1, 662.5, 727.7 ve 781.0 mm olarak hesaplanmıştır. En fazla bitki su tüketimi 781 mm ile I_{120} deneme konusunda, en az bitki su tüketimi ise 590.1 mm ile I_{60} konusunda gerçekleşmiştir. I_{120} konusunda, deneme süresince toplam 21 mm derine sızma kaybı gerçekleşmiştir. I_{60}, I_{80} ve I_{100} konularında sızma olmamıştır.

Çizelge 4.2. Farklı sulama uygulamalarında mısır bitkisinde mevsimlik bitki su tüketimleri

Yıl	Deneme konuları	Net sulama suyu miktarları (mm)	Etkili yağış (mm)	Ekimde toprak nemi (mm/90cm)	Hasatta toprak nemi (mm/90cm)	Mevsimlik bitki su tük. (mm)
2009	I_{60}	431	111.2	238.1	190.2	590.1
	I_{80}	519	111.2	238.1	205.8	662.5
	I_{100}	608	111.2	238.1	229.6	727.7
	I_{120}	676	111.2	238.1	244.3	781.0



Şekil 4.1. Deneme konularına ilişkin etkili yağış ve net sulama suyu miktarları ile mevsimlik bitki su tüketim değerleri

4.2. Verim ve Verim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar

4.2.1. Dane verimi

Araştırma sonucunda, konulardan elde edilen dane verimleri ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.3'te, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı sulama suyu uygulamalarında tespit edilen dane verimleri (kg/da)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	1003.0	893.5	799.4	898.6 b
I_{80}	1093.5	1045.2	733.9	957.5 b
I_{100}	1464.3	1266.1	1226.2	1318.8 a
I_{120}	1434.5	1247.6	1273.8	1318.7 a

Çizelge 4.3 incelendiğinde, en yüksek ortalama dane verimi I_{100} konusundan 1318.8 kg/da, en düşük ortalama verim ise I_{60} konusundan 898.6 kg/da olarak elde edilmiştir. I_{120} ve I_{80} konularından elde edilen ortalama dane verimleri ise sırasıyla 1318.7 ve 957.5 kg/da olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Dane verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	116295.252	58147.626	10.3722*	0.0113
Konu	3	463093.379	154364.460	27.5351**	0.0007
Hata	6	33636.635	5606.106		
Genel	11	613025.266			

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

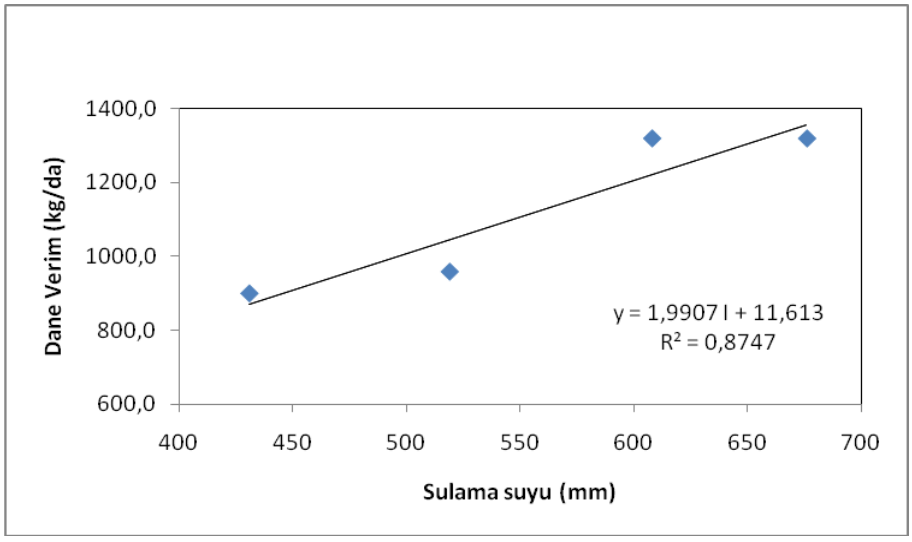
Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre iki farklı verim grubu oluşmuş I_{120} ve I_{100} konuları ilk grupta (a) yer alırken, I_{80} ve I_{60} konuları ikinci grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.3 ve 4.4). Bu sonuçlar I_{60} ile I_{80} ve I_{100} ile I_{120} arasında önemli bir farklılığın olmadığını göstermektedir.

Gençoğlan ve Yazar (1999), Çukurova'da kısıtlı sulamanın mısır verimine etkilerini incelemişler ve dane verimini tam su verilen konuda ortalama 1002.5 kg/da olarak bulmuşlardır. Gençel (2002), Harran Ovası koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan ikinci ürün mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini, su kısıntısının verime ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada dane verimlerinin 725.3 kg/da ile 1192.0 kg/da arasında değiştiğini bildirmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada, yine uygulanan farklı sulama miktarlarına bağlı olarak, mısır dane veriminin 288 kg/da ile 1134 kg/da arasında değiştiği rapor edilmiştir (Dağdelen ve ark., 2006).

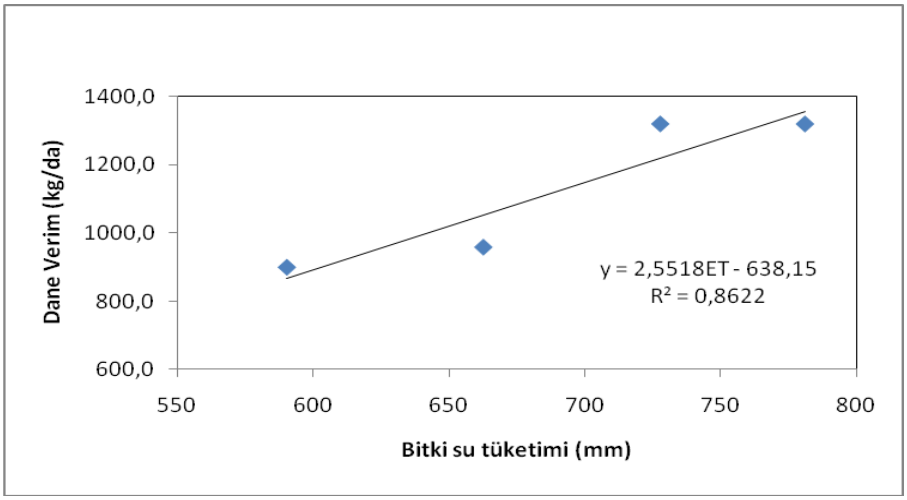
4.2.1.1. Dane veriminin sulama suyu ve bitki su tüketimi ile ilişkisi

Dane veriminin uygulanan sulama suyu ve bitki su tüketim değerleriyle arasındaki ilişkileri tanımlayan su verim fonksiyonları saptanmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.2 ve 4.3'te, bu değerlerin birlikte grafiksel gösterimi ise Şekil 4.4'de verilmiştir.

Şekillerden de anlaşılacağı gibi, dane verimi- sulama suyu ve bitki su tüketimi arasında doğrusal ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 4.2 ve 4.3). Genel olarak uygulanan sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi arttıkça dane veriminin de arttığı gözlenmiştir. En fazla dane verimleri, 7 gün sulama aralığında A sınıfı kaptan buharlaşan su miktarlarının % 100 ve % 120'sinin sulama suyu olarak uygulandığı konulardan elde edilmiştir (Şekil 4.4).

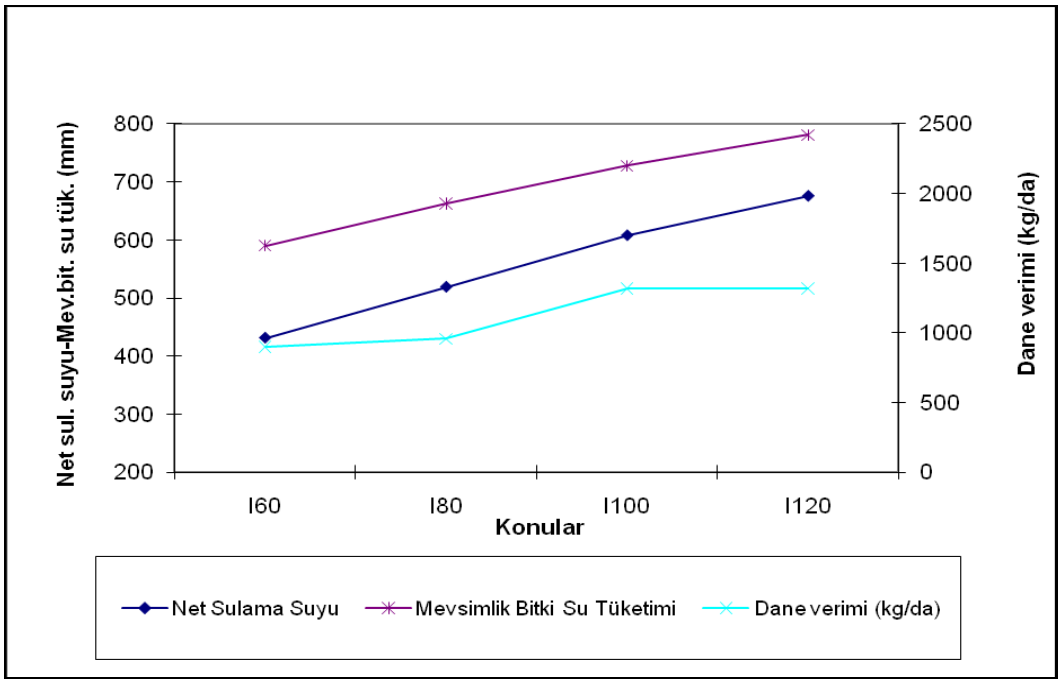


Şekil 4.2. Farklı sulama uygulamalarında dane verimi-sulama suyu ilişkisi



Şekil 4.3 Farklı sulama uygulamalarında dane verimi - bitki su tüketimi ilişkisi

Değirmenci ve ark. (1998) Harran Ovası, Öğretir (1993) Eskişehir, Ul (1990) Menemen, Gençoğlan ve Yazar (1999) Çukurova koşullarında yürüttükleri çalışmalarında dane verimi-sulama suyu ve bitki su tüketimi arasında doğrusal ilişkiler elde etmişlerdir.



Şekil 4.4. Farklı sulama uygulamalarında dane verimi-sulama suyu ve bitki su tüketimi ilişkisi

4.2.2. Bin dane ağırlığı

Araştırma sonucunda, konulardan elde edilen bin dane ağırlıkları ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.5'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Konulardan elde edilen bin dane ağırlıkları (g)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	253.3	325.6	290.5	289.8b
I_{80}	292.1	296.7	294.1	294.3b
I_{100}	335.8	326.9	323.7	328.8ab
I_{120}	339.0	338.2	340.1	339.1a

Çizelge 4.5 incelendiğinde, ortalama bin dane ağırlığı en yüksek I_{120} konusunda, 339.1 g, en düşük ise I_{60} konusundan 289.8 g olarak elde edilmiştir. I_{100} ve I_{80}

konularından elde edilen ortalama bin dane ağırlıkları ise sırasıyla 328.8 ve 294.3 g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Bin dane ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	569.764	284.882	0.8004 ns	
Konu	3	5457.055	1819.018	5.1109*	0.0432
Hata	6	2135.453	355.909		
Genel	11	8162.272			

ns:önemsiz, *: %5 düzeyinde önemli,

Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 5 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre üç farklı grup oluşmuştur. I_{120} konusu ilk grupta (a), I_{100} konusu ikinci grupta (ab), I_{80} ve I_{60} konuları ise üçüncü grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.5 ve 4.6). Bin dane ağırlıkları açısından, I_{120} ve I_{100} konuları arasında, yine aynı şekilde I_{100}, I_{80} ve I_{60} konuları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

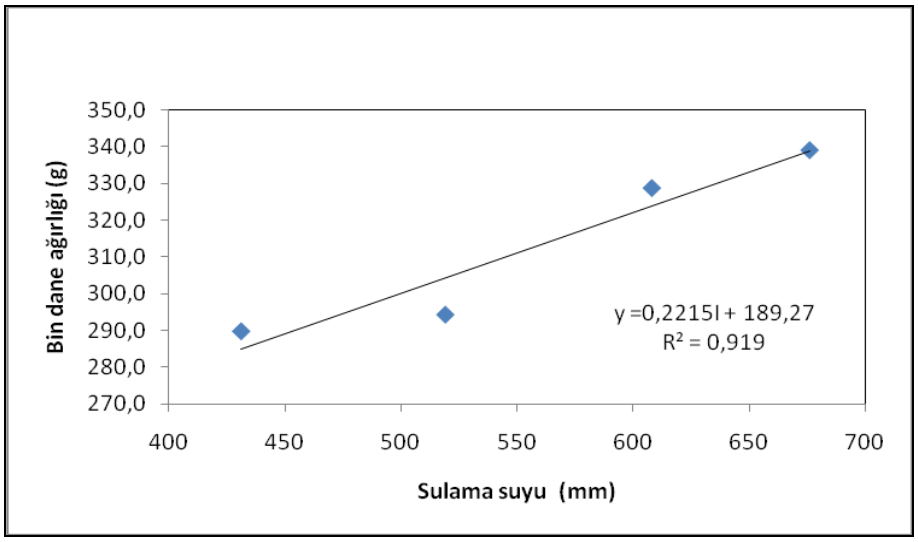
Özgürel ve Pamuk (2003)'un, kısıntılı sulama koşullarında en düşük (265 - 271 g), tam sulama koşullarında ise en yüksek (332 - 353 g) bin dane ağırlıklarına ulaşmış olmaları da, su kısıntısının bin dane ağırlığında önemli düzeyde düşmelere sebep olduğunu ortaya koymaktadır. Yılmaz ve ark. (2004), 5 farklı sulama konusunu incelediği çalışmasında mısırda bin dane ağırlığı üzerine sulamanın önemli bir etkisi olduğunu; Vural ve Dağdelen (2008), bin dane ağırlığı üzerine sulama konularının etkisinin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Gençel (2002), su kısıtı ve sulama aralığının mısır bitkisinde verime ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, konulara göre ortalama bin dane ağırlıklarını 328.7 – 353.21 g arasında bulmuştur.

4.2.2.1. Bin dane ağırlığının sulama suyu ve bitki su tüketimi ile ilişkisi

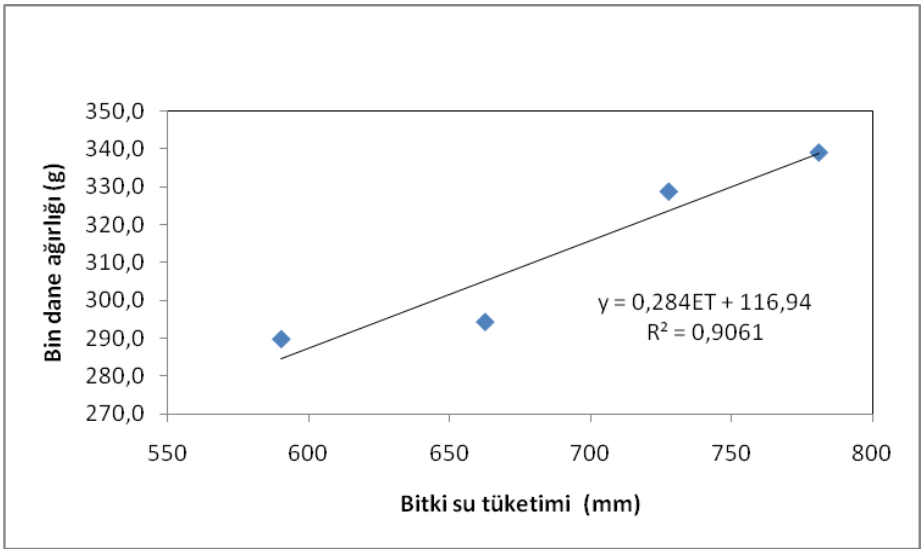
Bin dane ağırlıklarının uygulanan sulama suyu ve su tüketim değerleriyle arasındaki ilişkileri tanımlayan su-verim fonksiyonları saptanmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.5 ve 4.6'da verilmiştir.

Söz konusu şekillerden görüldüğü gibi, bin dane ağırlığı ile sulama suyu arasında istatistiksel yönden önemli ($P<0.05$) bir ilişki belirlenmiştir. Bin dane ağırlığı

ile sulama suyu arasındaki ilişkinin denklemi Y=0.2215I + 189,27 (R^2=0.919) şeklindedir. Bin dane ağırlığı ile bitki su tüketimi arasında yine istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bir ilişki bulunmuştur. Anılan ilişki Y= 0.284ET + 116.94 (R^2=0.9061) denklemiyle ifade edilmiştir.



Şekil 4.5. Bin dane ağırlığı-sulama suyu ilişkisi



Şekil 4.6. Bin dane ağırlığı - bitki su tüketimi ilişkisi

4.2.3. Koçan çapı

Araştırma sonucunda, konulardan elde edilen koçan çapları ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.7'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Konulardan elde edilen mısır koçan çapları (mm)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	45.0	45.7	45.7	45.5b
I_{80}	46.0	46.8	45.0	45.9b
I_{100}	47.0	47.7	46.7	47.1ab
I_{120}	50.2	48.7	47.7	48.9a

Çizelge 4.7 incelendiğinde, ortalama koçan çapı en yüksek 48.9 mm ile I_{120} konusundan, en küçük ise 45.5 mm ile I_{60} konusundan elde edilmiştir. I_{100} ve I_{80} konularından elde edilen ortalama koçan çapları ise sırasıyla 47.1 ve 45.9 mm olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Koçan çaplarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	2.045	1.022	1.7034 ns	0.2595
Konu	3	20.703	6.901	11.4965**	0.0067
Hata	6	3.602	0.600		
Genel	11	26.350			

ns:önemsiz, **: %1 düzeyinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre üç farklı grup oluşmuştur. I_{120} konusu ilk grupta (a), I_{100} konusu ikinci grupta (ab), I_{80} ve I_{60} konuları ise üçüncü grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.7 ve 4.8).

Yılmaz ve ark. (2004) ile Vural ve Dağdelen (2008), farklı sulama konularının koçan çapı üzerine etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

4.2.4. Koçan boyu

Araştırma sonucunda, konulardan elde edilen koçan boyları ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.9'da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Konulardan elde edilen koçan boyları (cm)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	16.6	14.5	15.7	15.6b
I_{80}	17.5	18.1	16.5	17.4ab
I_{100}	18.7	17.1	17.2	17.7ab
I_{120}	19.2	18.4	19.1	18.9a

Çizelge 4.9 incelendiğinde, ortalama koçan boyu en yüksek I_{120} konusundan 18.9 cm, en düşük ise I_{60} konusundan 15.6 cm olarak elde edilmiştir. I_{100} ve I_{80} konularından elde edilen ortalama koçan boyları ise sırasıyla 17.7 ve 17.4 cm olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Koçan boylarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	2.320	1.160	2.1929ns	0.1928
Konu	3	16.405	5.468	10.3357**	0.0087
Hata	6	3.174	0.529		
Genel	11	21.900			

ns:önemsiz, **: %1 düzeyinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre üç farklı koçan boyu grubu oluşmuştur. I_{120} konusu ilk grupta (a), I_{80} ve I_{100} konuları ikinci grupta (ab), I_{60} konusu ise üçüncü grupta (b) yer almıştır (Çizelge 4.9 ve 4.10).

4.2.5. Koçanda dane sayısı

Araştırma sonucunda, konulardan elde edilen koçanda dane sayıları ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.11'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Konulardan elde edilen koçanda dane sayıları (adet)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I60	678	565	668	637
I80	662	711	641	672
I100	732	682	670	695
I120	766	749	707	740

Çizelge 4.11 incelendiğinde, ortalama koçanda dane sayısı en yüksek I_{120} konusundan 740 adet, en düşük ise I_{60} konusundan 637 adet olarak elde edilmiştir. I_{100} ve I_{80} konularından elde edilen ortalama koçanda dane sayıları ise sırasıyla 695 ve 672 adet olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Koçanda dane sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	3358.473	1679.237	0.9140ns	
Konu	3	16897.352	5632.451	3.0656ns	0.1128
Hata	6	11023.888	1837.315		
Genel	11	31279.714			

ns:önemsiz

Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında koçanda dane sayısına ilişkin istatiksel açıdan farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.12).

Özgürel ve Pamuk (2003), denemelerinin birinci ve ikinci yılında koçan başına dane sayısının susuz konuda 427.33 - 258.72 adet; % 30, % 50 ve % 70 sulama suyu uygulanan konularda 457.68 – 577.00 adet, tam sulama konusunda ise 624.83 – 615.03 adet arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. İstanbulluoğlu ve Kocaman (1996), tepe püskülü döneminde oluşacak su eksikliğinin döllenmeyi engelleyerek dane sayısını azalttığını vurgulamıştır. Bu araştırmada da koçanda dane sayıları, yapılan su kısıtı ile azalmıştır.

4.2.6. Koçan başına dane ağırlığı

Araştırma sonucunda, konulardan elde edilen koçan başına dane ağırlıkları ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.13'te, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Konulardan elde edilen koçan başına dane ağırlığı (g)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	174.8	164.1	179.1	172.7c
I_{80}	202.4	215.6	179.9	199.3bc
I_{100}	240.8	207.8	202.1	216.9ab
I_{120}	253.3	242.7	235.7	243.9a

Çizelge 4.13 incelendiğinde, ortalama koçan başına dane ağırlığı en yüksek I_{120} konusundan 243.9 g, en düşük ise I_{60} konusundan 172.7 g olarak elde edilmiştir. I_{100} ve I_{80} konularından elde edilen ortalama koçan başına dane ağırlıkları ise sırasıyla 216.9 ve 199.3 g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Koçan başına dane ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	696.252	348.126	1.8906ns	0.2308
Konu	3	8076.022	2692.007	14.6194**	0.0036
Hata	6	1104.835	184.139		
Genel	11	9877.109			

ns:önemsiz, **: %1 düzeyinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre dört farklı grup oluşmuştur. İlk grupta I_{120} (a), ikinci grupta I_{100} (ab) üçüncü grupta I_{80} (bc) yer alırken, son grupta I_{60} (c) yer almıştır (Çizelge 4.13 ve 4.14).

Kısıntılı su uygulamasının koçanda dane ağırlığı üzerine önemli bir etkisi olduğu görülmektedir. Nitekim, koçanda dane sayısı üzerine su kısıtının etkisi önemsiz iken, koçanda dane ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Eck (1986), dane dolum döneminde yapılan kısıntının dane ağırlığını etkilediğini; Arnon (1975), dane ağırlığının mısır verimini etkileyen başlıca unsurlardan birisi olduğunu; Kara (2001), dane verimi üzerine olumlu yönde en büyük etkiye sahip olan özelliklerden birisinin koçanda dane ağırlığı olduğunu tespit etmişlerdir.

4.2.7. Dane koçan oranı

Araştırma sonucunda, konulardan elde edilen dane koçan oranları ile Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.15'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Konulardan elde edilen dane koçan oranları (%)

Konular	Bloklar			Ortalama
	I	II	III	
I_{60}	86.4	86.6	93.0	88.6
I_{80}	93.3	91.9	87.3	90.9
I_{100}	87.0	87.1	87.7	87.2
I_{120}	91.8	86.4	86.1	88.1

Çizelge 4.16 incelendiğinde, en yüksek ortalama dane koçan oranı I_{80} konusundan % 90.9, en düşük ortalama dane koçan oranı ise I_{100} konusundan % 87.2 olarak elde edilmiştir. I_{60} ve I_{120} konularından elde edilen ortalama dane koçan oranları ise sırasıyla % 88.6 ve %88.1 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.16. Dane koçan oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Tekerrür	2	5.700	2.850ns	0.2729	
Konu	3	21.084	7.028ns	0.6731	
Hata	6	62.648	10.441		
Genel	11	89.431			

ns:önemsiz

Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında dane koçan oranına ilişkin istatiksel açıdan farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.16).

4.3. Sulama suyu ve su kullanım randımanı

Mısır bitkisinin sulama suyu ve su kullanım randımanları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Çalışmada elde edilen dane verim değerlerinin uygulanan sulama suyu miktarlarına bölünmesiyle sulama suyu kullanım randımanı (IWUE); mevsimlik bitki su tüketim değerlerine bölünmesiyle ise su kullanım randımanı (WUE) hesaplanmıştır.

Çizelge 4.17. Sulama suyu ve su kullanım randımanı

Konular	Sulama suyu (mm)	Bitki su tük. (mm)	Dane verimi (kg/da)	IWUE (kg/m^3)	WUE (kg/m^3)
I_{60}	431	590.1	898.6	2.08	1.52
I_{80}	519	662.5	957.5	1.84	1.45
I_{100}	608	727.7	1318.8	2.17	1.81
I_{120}	676	781	1318.7	1.95	1.69

Çizelgeden görüldüğü gibi sulama suyu kullanım randımanı değerleri 1.84-2.17 kg/m^3, su kullanım randımanı değerleri ise 1.45-1.81 kg/m^3 arasıda değişmiştir. En yüksek IWUE ve WUE değerleri sırasıyla 2.17 ve 1.84 kg/m^3 ile I_{100} deneme konusundan elde edilmiştir.

Gençel (2002), Harran Ovası koşullarında mısırın sulama suyu kullanım randımanını 1.95-2.53 kg/m^3; su kullanım randamanını ise 1.94-2.27 kg/m^3 arasında bulmuştur. Köksal (1995) Çukurova koşullarında II. ürün mısır için tam su konularında WUE değerlerini 1.203–1.207 kg/m^3; IWUE değerlerini ise 1.614–1.478 kg/m^3 arasında değiştiğini belirlemiştir. Howell ve ark. (1997), damla sulama ile sulanan mısır bitkisi için WUE değerleri 1.08–1.54 kg/m^3 olarak belirlemiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye'nin en büyük üretim kapasitesine sahip Konya Kapalı Havzası'nda son yıllarda su kaynakları giderek azalmaktadır. Bununla birlikte bölgede bilinçsiz tarım devam etmekte ve toprak-su kaynakları giderek azalmakta veya kirlenmektedir.

Bölgede, son yıllarda mısır bitkisinin sulanmasında damla sulama yönteminin kullanımı artmıştır. Bu çalışmada, damla sulama yöntemi ile A sınıfı buharlaşma kabı kullanılarak farklı sulama suyu uygulamalarında mısır bitkisinde su-verim ilişkilerini ortaya koymak amaçlanmış olup, araştırmaya ait sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Bölge koşullarında, mısır bitkisinin yetiştirme süresi içinde gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimi I_{60}, I_{80}, I_{100}, ve I_{120} deneme konularında sırasıyla, 590.1, 662.5, 727.7 ve 781.0 mm olarak hesaplanmıştır. En fazla bitki su tüketimi 781 mm ile I_{120} deneme konusunda, en az bitki su tüketimi ise 590.1 mm ile I_{60} konusunda gerçekleşmiştir. Konulara göre uygulanan toplam sulama suyu miktarı 431 ile 697 mm arasında değişmekte olup, en fazla sulama suyu I_{120}, en az sulama suyu ise I_{60} konusuna uygulanmıştır.

Araştırma sonucunda dane verimleri arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) farklılıklar bulunmuştur. En yüksek ortalama dane verimi I_{100} konusundan 1318.8 kg/da, en düşük ortalama dane verimi ise I_{60} konusundan 898.6 kg/da olarak elde edilmiştir. I_{120} ve I_{80} konularından elde edilen ortalama dane verimleri ise sırasıyla 1318.7 ve 957.5 kg/da olarak bulunmuştur. Genel olarak uygulanan sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi arttıkça dane veriminin de arttığı gözlenmiştir. Konular arasında bin dane ağırlıkları açısından da istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) farklılıklar bulunmuştur. Bin dane ağırlığı en yüksek I_{120} konusunda 339.1 g, en düşük ise I_{60} konusundan 289.8 g olarak elde edilmiştir. I_{100} ve I_{80} konularından elde edilen ortalama bin dane ağırlıkları ise sırasıyla 328.8 ve 294.3 g olarak bulunmuştur.

Verim parametrelerinden koçan çapı, koçan boyu ve koçan başına dane ağırlığı istatistiksel açıdan % 1 düzeyinde önemli bulunurken koçanda dane sayısı ve dane koçan oranı istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Sulama programlarının yapılmasında önemli bir kriter olan sulama suyu ve su kullanım randımanı değerleri sırasıyla 2.17 ve 1.81 kg/m^3 ile I_{100} konusundan elde edilmiştir.

Yukarıda verilen araştırma sonuçlarına göre öneriler aşağıda özetlenmiştir:

Bölgede hem mısır bitkisinin hem de damla sulama yönteminin geçmişi çok fazla değildir. Son yıllarda Konya Ovası'nda mısır tarımında damla sulama yönteminin kullanımı hızlı bir artış göstermiştir. Ancak, damla sulama yönteminin kullanıldığı tarım alanlarında yapılan gözlemler, uygulanan sulama sisteminin doğru bir şekilde projelenmediğini ve işletilmediğini göstermektedir. Damla sulama yönteminin uygulayıcılara daha iyi anlatılması gerekmektedir.

Konya Ovası'nda mısır bitkisinin kısıntılı sulama şartlarında yetiştirilmesi verimde kayıplara neden olmaktadır. Mısır bitkisinin damla sulama yöntemi ile sulanması durumunda, 7 gün sulama aralığında A sınıfı kaptan buharlaşan değerin tamamının sulama suyu olarak verildiği I_{100} konusu (yaklaşık 600 mm) ideal sulama programı olarak kullanılabilir. Ancak her ne kadar I_{100} deneme konusunda maksimum dane verimi elde edilse de, I_{80} ve I_{60} konularında bulunan dane verimleri de Türkiye ve Konya ortalamasına çok yakındır. Bu nedenle Konya kapalı Havzası gibi sulama suyunun kıt olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde I_{80} ve I_{60} konuları da uygulanabilir. En fazla sulama suyunun uygulandığı I_{120} deneme konusundan alınan dane verimi I_{100} konusuna çok yakın bulunmuştur. Bu yüzden I_{120} deneme konusu, sulama suyunun etkin kullanımı açısından önerilmemektedir.

Türkiye'nin tarım yapılabilir arazisinin yaklaşık % 10'unu oluşturan Konya Ovası'nın su kaynakları kısıtlıdır. Bölgede sulama uygulamaları bilinçsizce yapılmaktadır. Bu araştırmada mısır bitkisinde sulama düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan buharlaşma kabı yöntemi, kullanımının pratik, bitki su tüketiminin belirlenmesinde gerçeğe yakın sonuçlar vermesi açısından güvenilir olmasından dolayı bölge çiftçisine önerilebilir.

Araştırmadan elde edilen bulguların, başta mısır üreticilerine daha sonrada konu ile çalışacak araştırmacılara ve sulama organizasyonlarına faydalı olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Anonim, 2004, 1995-2004 50. Yılında DSİ. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, DSİ İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı, Basım ve Fotofilm Şb. Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 2010, Konya İl Tarım Müdürlüğü Verileri. Konya.

Anar, L., 1994, Mısırın sulama suyu gereksinimi ve sulanması üzerine bir inceleme, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Bornova, İzmir.

Arnon, I., 1975, Mineral nutrion of maize. *International Potash Institue*, Bern / Switzerland.

Avcı, K., Ersöz, İ. K., 2001, Bafra koşullarında yetiştirilen mısırın su - verim ilişkileri, K. H. *Samsun Araştırma Enstitüsü*, Yayın No:117.

Ayla, Ç., 1993, Bolu ovasında yetiştirilen mısırın su tüketimi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, *Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*, Genel Yayın No: 180, Rapor Serisi No: 87, Ankara.

Ayyıldız, M., 1990, Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları*, No: 1196, Ankara.

Beyazgül, M., 1997, Menemen ovasında ikinci ürün mısırın su tüketimi, *Köy Hizmetleri Menemen Araştırma Enstitüsü*, Yayın No: 223 / R-149.

Bouyoucous, G.J., 1951, A Recalibration of the hydrometer method for the making mechanical analysis of soils, *Agronomy Journal*, 43, 434 – 438.

Boz, B., 2001, Çukurova koşullarında ceres maize bitki büyüme modelinin test edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 59s, Adana.

Bozkurt, Y., 2005, Çukurova koşullarında damla yöntemiyle sulanan ikinci ürün mısır bitkisinde optimum lateral aralığının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.

Braunworth Jr., W.S., Mack, H.J., 1987, Effect of deficit irrigation on yield and quality of sweet corn. *J. Am. Soc. Hort. Sci*. 112 (1), 29–32.

Burman, R. D., Nixon, P.R., Wright, J.L., Pruitt, W.O., 1983, Water requirements design and operation of farm ırrigation systems. Editör: Jensen, M.E., *ASCE, St. Joseph*, Michigan. 829 p.

Çetin, Ö., Yıldırım, Ö., Uygan, D. ve Boyacı, H., 2001, Damla yöntemiyle sulanan domateste A sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak sulama zamanının planlanması, *Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü*, Su Yönetimi Bölümü,

Eskişehir, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara.

Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., and 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. *Agr. Water Manage*., 82: 63-85.

Değirmenci, V., Gündüz, M. ve Kara, C., 1998, GAP bölgesi Harran ovası koşullarında II. Ürün mısırın su verim ilişkisi, KGHM Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Yayınları, Şanlıurfa, 35s.

Derviş, Ö., 1986, Çukurova koşullarında buğdaydan sonra ikinci ürün mısırın su tüketimi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, *Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*, Genel Yayın No: 106, Rapor Serisi No: 56, Tarsus.

Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1977, Guidelines for predicting crop water requirements, Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Roma Italy, 144,p.

Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979, Yield response to water. *United Nations FAO*, Pub. 33, Rome, (193) S.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). *Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları*, No. 1021, Ankara, s: 214.

Eck, H. V., 1986, Effects of water deficits on yield components and water use efficiency or ırrigated corn. *Agron. J*. 78: 1035–1040.

Erdem, T., Orta, A.H., Cinkılıç, L., ve Erdem, Y., 1997, Sera koşullarında damla yöntemiyle sulanan domates bitkisinin sulama zamanının planlanması, *6. Ulusal Kültürteknik Kongresi*, 05-08 Haziran 1997, Kirazlıyayla-Bursa, 293-300.

Ertek, A. ve Kanber, R., 1999, Pamukta uygun sulama dozu ve aralığının pan-evaporasyon yöntemiyle belirlenmesi, YYÜ Ziraaat Fakültesi Tarımsal Yap. ve Sul. Böl. Van, Ç.Ü Ziraat Fakültesi Tarımsal Yap. ve Sul. Böl. Adana. 53

Ertek, A. ve Kanber, R., 2002, Damla yöntemiyle sulanan pamukta farklı sulama programlarının kalite özelliklerine etkileri, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 5(1).

Ertek, A. ve Kanber, R., 2003, Damla sulama yöntemiyle uygulanan farklı sulama programlarının pamuk çırçır randımanına etkileri, *KSU Fen ve Mühendislik Dergisi* 6(1), Kahramanmaraş.

Evren, S., İstanbulluoğlu, A., 1995, Iğdır ovası koşullarında mısır su tüketimi ve su-verim ilişkileri. *K.H. Erzurum Araştırma Enstitüsü*, Yayın No: 56 Seri No: R-49.

Gençel, B., 2002, GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) Bölgesinde ikinci ürün mısır bitkisinin damla yöntemiyle sulanması üzerinde bir çalışma, Yüksek Lisans Tezi, *Ç.Ü. Fen Bil. Enst*., Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 61s., Adana.

Gençoğlan, C., 1991, Ağır bünyeli topraklarda farklı damlatıcı debileri ve uygulanan toplam sulama suyu miktarlarının nem dağılımına etkisi. Yüksak Lisans Tezi *Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Ens*., Adana.

Gençoğlan, C., 1996, Mısır bitkisinin su–verim ılıskileri, kök dağılımı ile bitki su stresi indeksinin belirlenmesi ve ceres–maize bitki büyüme modelinin yöreye uyumluluğunun irdelenmesi, Doktora Tezi, *Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.

Gençoğlan, C. ve Yazar, A., 1996, Kısıntılı su uygulamalarının mısır verimine ve su kullanım randımanına etkileri, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana.

Gençoğlan, C., Yazar, A., 1999, Kısıntılı su uygulamalarının mısır verimine ve su kullanım randımanına etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23 (1999): 233-241, Tübitak.

Günbatılı, F., 1979, Tokat-Kazova koşullarında mısırın su tüketimi, T.C. Köy işleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, *Tokat Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*, Genel Yayın No: 33, Rapor Serisi No: 21, Tokat.

Gündüz, M., Beyazgül, M. 1999, Balıkesir koşullarında mısırın su-verim ilişkileri, *K. H. Menemen Araştırma Enstitüsü*, Yayın No:108.

Güngör, Y. ve Yıldırım, O., 1989, Tarla sulama sistemleri, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, no 1155, Ankara.

Hanks, R.J., Ashcroft, G.L., Rasmussen, V.P. and Wilson, G. D., 1978, Corn production as ınfluenced by ırrigation and salinity- *Utah Studies Irri. Sci*. 1:47–59.

Howell, T. A., Schneider, A. D. and Evertt, S. R., 1997, Subsurface and surface micro irrigation of corn-Southern High Plains. *Trans. of the ASAE*. 40 (3): 635-641.

Igbadun, H.E., Mahoo, H.F., Tarımo, A.K.P.R., and Salim, B.A., 2006, Crop water productivity of an ırrigated maize crop in mkoji sub-catchment of the great ruaha river basin, Tanzania. *Agr. Water Manage*., 85(1-2): 141-150.

İkiel, C., Kaymaz, B., 2005, Adapazarı'nda iklim koşullarının mısır yetiştiriciliğine etkisi, *Ulusal Coğrafya Kongresi*, İstanbul.

İstanbulluoğlu, A., Kocaman, İ., 1996, Tekirdağ koşullarında mısırın su-verim ilişkileri, T. Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 251, Araştırma Yayın No: 97, Tekirdağ.

İstanbulluoğlu, A., Kocaman, İ. and Konukçu, F., 2002, Water use-production relationship of maize under Tekirdağ conditions in Turkey. *Pak. J. Biol. Sci*., 5(3): 287-291.

James, D.W., Hanks, R.J. and Jurinak, J.J., 1982, Modern irrigation soils, *John Wiley and Sons*, Inc, USA,235s

James, L.G., 1988, Principles of farm irrigation systems design. *John Wiley and Sons*. Inc. New York, 543 s.

Jensen, M.E., Burman, R.D., Allen, R.G., 1990, Evapotranspiration and ırrigation water requirement, *ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice*, No: 70, New York, 1-325.

Jones, H.G., 1992, Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology, 2nd edition. *Cambridge University Press*, Cambridge.

Kaman, H., 2007, Geleneksel kısıntılı ve yarı ıslatmalı sulama uygulamalarına bazı mısır çeşitlerinin verim tepkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.

Kanber, R., Yazar, A., Eylen, M., 1990, Çukurova koşullarında buğdaydan sonra yetiştirilen ikinci ürün mısırın su–verim ilişkisi, *Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlügü Yayınları*, Genel Yayın No: 173. Rapor Serisi No: 108, Tarsus. 77 S.

Kara, Ş. M., 2001, Bir melez mısır populasyonunda verim ve verim unsurları arasındaki ilişkilerin korelasyon ve path analizi yoluyla değerlendirilmesi, *http://tarimbilimleri.agri.ankara.edu.tr/cilt74.htm* 7 (4) 1-4.

Kara, M., 2005, Sulama ve sulama tesisleri. *Selçuk Üniv. Ziraat Fakültesi*, Konya.

Karaşahin, M., 2008, Konya ekolojik koşullarında farklı olum grubundan hibrit mısır çeşitlerinin (Zea mays L. indendata) damla ve karık sulama yöntemlerinde optimum bitki sıklığının tespiti, Doktora Tezi, Selçuk Ü., *Fen Bilimleri Enst.*, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.

Katerji, N., Hoorn, J.W. Hamdy, A., Karam, F. and Mastrorilli, M., 1996, Effect of salinity on water stress, growth and yield of maize and sunflower, *Agricultural Water Management* (30) p.237-249.

Kırda, C., Topcu, S., Kaman, H., Ulger, A.C., Yazıcı, A., Çetin, M., Derici, M.R., 2005, Grain Yield Response and N-Fertiliser Recovery of Maize under Deficit Irrigation, *Field Crop Res.*, 93: 132-141.

Kırnak, H., Gençoğlan, C., 2001, bitki su stresi indeksi (cwsı) tekniğinin ikinci ürün mısır bitkisinin sulamasında kullanımı, Harran Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (3-4):67-75.

Kırnak, H., Gençoğlan, C., Değirmenci, V., 2003, Harran ovası koşullarında kısıntılı sulamanın II. ürün mısır verimine ve bitki gelişimine etkisi, Atatürk Üniversitesi *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2):117-123.

Köksal, H., 1995, Çukurova koşullarında II. Ürün mısır bitkisi su verim ilişkileri ve CERES-Maize bitki büyüme modelinin yöreye uyumluluğunun saptanması, Doktora Tezi *Ç.Ü. Fen Bil. Enst*, Adana

Lamm, F. R., Nelson, M. E., Rogers, D. H., 1993, Resource allocation in corn roduction with water resource constraints. *Trans. Asae* 9: 379-385.

Musick, L. T. and Dusek, D. A., 1980, Irrigated corn yield response to water, *Trans. ASAE*. 23: 92-98,103.

Orta, A.H., İstanbulluoğlu, A. ve Albut, S., 1997, Tekirdağ koşullarında mısırın su tüketimi, Ankara Üniv, Ziraat Fak, *Tarım Bilimleri Dergisi, J. Agric., Sci*., 3(2):38-43

Oylukan, S., Güngör, H., 1975, Orta Anadolu'da mısır su tüketimi, *Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Genel Yayın No: 129. Rapor Seri No: 88, Eskişehir, 43 S.

Ögretir, K., 1993, Eskişehir koşullarında mısırın su–verim ilişkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana (83) S. 1993.

Özgürel, M., Pamuk, G. 2003, Mısır bitkisinin su-verim ilişkileri ve CERES-maize bitki büyüme modelinin bölge koşullarına uygunluğunun irdelenmesi üzerine bir araştırma, Tübitak, proje no: 2340.

Pandey, R.K., Maranvılle, J.W., and Chetıma, M.M., 2000, Deficit ırrigation and nitrogen effects on maize in a sahelian environment II. shoot growth, nitrogen uptake and water extraction, *Agr. Water Manage*., 46: 15- 27.

Retta, A., Hanks, R.J., 1980, Corn and alfalfa production as influenced by limited rrigation, *Irrig. Sci*. 1, 135–147.

Richards, L.A., 1954, Diagnosis and ımprovement of saline and alkali soils, US Dept. Agric., *Agric Handb*. No: 60, USA.

Sezgin, F., 1991, Mısır bitkisinde bitki sıklığı ve sulamanın yaprak ındisi ile verime etkileri üzerinde araştırmalar, Doktora Tezi, *Ege Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kültürteknik Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.

Shaozhong, K., Huanjie, C. ve Jianhua, Z., 2000, Estimation of maize evapotranspiration under water deficits in a semiarid region, *Agricultural Water Management*, 43:1-14.

Singh, B.P., 1987, Effects of ırrigation on the growth and yield of okra. *HortScience*, 22: 879-880.

Stegman, E.C., 1986, Efficient ırrigation timing methods for corn production, *Transactions of the ASAE*, Vol.29 (1), p.203-210.

Şahin, M., 2005, Konya kent merkezi yeşil alanlarının sulanmasında karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri, Doktora Tezi, *Selçuk Üniv, Fen Bil.Enst*, Konya.

Şahin, M., Zengin, M., Soylu, S., Süheri, S. ve Yavuz, D., 2010, Konya Ovası'nda sulu tarımın sorunları ve çözüm önerileri, *Uluslararası Sürdürülebilir Su ve Atık Su Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 26-28 Ekim 2010, Konya, V:1, 71-80.

Şimşek, M., Gerçek, S., 2005, Yarı-kurak koşullarda damla sulamada farklı sulama aralıklarının mısır bitkisinin (Zea mays l. indentata) su verim ilişkilerine etkisi, Atatürk Üniversitesi, *Ziraat Fak. Dergisi*, 36 (1), 77-82, ISSN 1300-9036.

Tanner, C.B. and Sinclair, T.R., 1983, Efficient water use in crop production: Research or re-search? (Eds. H.M. Taylor et al.). Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. *Amer. Soc. Apron*. Inc. 1-27.

Tolk, J. A., Howell, T. A. and Evett, S. R., 1998, Evapotranspiration and yield of corn grown on three high plains soils, *Agronomy Journal*, Vol.90, p. 447-454.

Tosso, T. J. and Torres, P. V. C., 1986, Water relations of grapevines irrigated at different levels using drip, sprinkler or furrow irrigation, *II. Effect on vegetative growth and yields.*

Tülücü, K., 1985, Tarımsal sulamada kısıtlı su uygulaması, su-üretim fonksiyonu kavramı ve kaynakların en iyi kullanımı, *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, seri D.2, cilt 9, s.1, Adana.

Tüzüner, A., 1990, Toprak ve Su Analiz Laboratuarları El Kitabı. *T.C. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü*, Ankara.

UI, M.A., 1990, Menemen ovası koşullarında II. ürün olarak yetiştirilen mısır bitkisinin değişik gelişim aşamalarında uygulanan sulamaların verime etkisi üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, E. Ü, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kültürteknik Anabilim Dalı, İzmir. 115 S.

U. S. Salinity Laboratory Staff, 1954, Diagnosis and improvomed of saline and alkali soils, *U. S. Dept. Of Agr., Handbook*, 60, Washington D. C.

Uzunoğlu, S., 1991, Ankara yöresinde hibrit mısırın su tüketimi, *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*, Genel Yayın No: 172. Rapor Seri No: R. 64, Ankara. 26 S.

Vural, Ç., Dağdelen, N., 2008, Damla sulama yöntemiyle sulanan cin mısırda farklı sulama programlarının verim ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisi, *ADÜ Ziraat Dergisi*, 5 (2): 97-104.

Wright, F. S., Powell, N. L., Roos, B. B., 1984, Underrow ripping and ırrigation effects on corn yield, *Transactions Of The Asae*, 973- 975.

Yazar, A., 1990, Utilization of infrared thermometry technique for assessing crop water stres and irrigation scheduling for soybean, *Doğa Tr.d. of Agriculture and Forestry*. 14:517-533.

Yazar, A., Sezen, S., Gencel, B., 2002, Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Irrig. Drain*. 51, 293–300.

Yıldırm, O., Korukçu, A., 1999, Damla sulama sistemlerinin projelenmesi, *Ankara Üniv Ziraat Fakültesi*. Ankara.

Yıldırım, Y., E. ve Kodal, S., 1998, Ankara koşullarında sulamanın mısır verimine etkisi, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22:65-70, Tübitak.

Yılmaz, E., Dağdelen, N., Sezgin, F., Gürbüz, T., 2004, Karık yöntemiyle sulanan ikinci ürün mısırda farklı sulama düzeylerinin verim ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisi, *Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 09100, Aydın.

Yurtsever, N., 1984, Deneysel İstatistik Metodlar, Tarım Orman Ve Köy İşleri Bakanlığı, *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları* 623. Ankara.

Yüksel, A. N., Delibaş, L., İstanbulluoğlu, A. ve Kocaman, İ., 1997, Tekirdağ koşullarında mısırın su-üretim ilişkileri, *6. Ulusal Kültürteknik Kongresi*, 5- 8 Haziran 1997, s. 436-444, Bursa.