

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Filiz GÖKÇEL

**ÇUKUROVA KOŞULLARINDA YARI ISLATMALI (PRD) VE KISINTILI
DAMLA SULAMA PROGRAMLARININ II. ÜRÜN MISIR VERİMİ VE SU
KULLANMA RANDİMANINA ETKİLERİ**

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ADANA- 2008

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇUKUROVA KOŞULLARINDA YARI ISLATMALI (PRD) VE
KISINTILI DAMLA SULAMA PROGRAMLARININ II. ÜRÜN MISIR
VERİMİ VE SU KULLANMA RANDIMANINA ETKİLERİ**

Filiz GÖKÇEL

YÜKSEK LİSANS

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

**Bu tez 05/02/ 2008 Tarihinde Aşağıdaki Juri Üyeleri Tarafından Oybirliği
/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.**

İmza..... İmza..... İmza.....
Prof. Dr. Attila YAZAR Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ
DANIŞMAN ÜYE ÜYE

Bu tez Enstitümüz Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi Tarafından
Desteklenmiştir.**

Proje No: ZF2006YL73

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS

ÇUKUROVA KOŞULLARINDA YARI ISLATMALI (PRD) VE KISINTILI DAMLA SULAMA PROGRAMLARININ II. ÜRÜN MISIR VERİMİ VE SU KULLANMA RANDIMANINA ETKİLERİ

Filiz GÖKÇEL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANA BİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Attila YAZAR
Yıl : 2006 Sayfa: 68
Jüri : Prof. Dr. Attila YAZAR
Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER
Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ

Bu çalışma, Çukurova koşullarında yarı ıslatmalı (PRD) ve kısıntılı sulama programlarının II. ürün mısır verimi ve su kullanma randımanı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2006 yılında yapılmıştır.

Araştırma Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında killi Mutlu serisi topraklarında Pioneer-3394 mısır çeşidi kullanılarak yürütülmüştür.

Denemede A sınıfı buharlaşma kabından 7 günlük sulama aralığındaki yığılmış buharlaşma miktarları tam su %100 (TS-100), kısıntılı su %50 (KS-50), yarı ıslatmalı %100 (PRD-100), %75 (PRD-75), %50 (PRD-50) olarak damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Tam su ve kısıntılı sulama konularına 7 günlük sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan su miktarı sırasıyla %100 ve %50 olarak uygulanmıştır. Yarı ıslatmalı konularda ise laterallerin dönüşümlü olarak çalıştırılmasıyla 7 günlük sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan su miktarının %100'ü , %75'i ve %50'si uygulanarak yürütülmüştür. Tam su alan konulara 644 mm, kısıntılı su ve PRD-100 konularına 396, PRD-75 konularına 333 mm ve PRD-50 konularına 271 mm su uygulanmıştır.

En fazla verim TS-100 konusundan 1040.3 kg/da olarak elde edilirken KS-50 ve PRD-100 konularında elde edilen verimler 772.3 kg/ da ve 774.3 kg/ da olarak benzerlik göstermiş ve konular arasında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Dane verimi (Y) ile sulama suyu (I) arasında $Y = -0.0006I^2 + 1.6213I + 296.99$ ($R^2 = 0.91^{**}$) şeklinde ikinci dereceden bir ilişki elde edilmiştir. Dane verimi (Y) ile su tüketimi (ET) arasında $Y = -0.0027ET^2 + 4.2591ET - 585.65$ ($R^2 = 0.88^{**}$) şeklinde ikinci dereceden bir ilişki belirlenmiştir. En yüksek su kullanım randımanı PRD-75 konusunda 1.77 kg/m³ elde edilirken, en düşük su kullanım randımanı TS-100 konusunda 1.54 kg/m³ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yarı ıslatmalı sulama, Kısıntılı sulama, Verim, Su Kullanma Randımanı, Mısır

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECT OF PARTIAL ROOT ZONE DRYING AND DEFICIT DRIP IRRIGATION ON YIELD AND WATER USE EFFICIENCY OF CORN UNDER CUKUROVA CONDITIONS

Filiz GÖKÇEL

DEPARTMENT OF AGRICULTURAL STRUCTURES AND IRRIGATION
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
CUKUROVA UNIVERSITY

Supervisor : Prof. Dr. Attila YAZAR

Year : 2006 Page: 68

Jury : Prof. Dr. Attila YAZAR

Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER

Prof. Dr. Bülent ÖZEKİCİ

This study was carried out to determine yield- water use relations of the second crop maize under traditional deficit irrigation and partial root zone drying on yield and yield components under Cukurova conditions in 2006.

Experimental site is located at the Research Field of the Agricultural Structures and Irrigation Department on clay soils in Mutlu Soil series. Pioneer 3394 hybrid corn variety was used in this study.

Irrigation water quantity based on cumulative evaporation from class A pan at 7 day irrigation interval was applied through drip system to full irrigation (TS-100) and deficit irrigation (KS-50) and PRD-100, PRD-75 and PRD-50. Full and traditional deficit irrigation treatments received 100 and 50 % of cumulative evaporation at 7 day interval. In PRD treatments 2 of the 4 laterals alternately provided irrigation water and PRD-100, PRD-75 and PRD-50 received 100, 75 and 50 % cumulative evaporation value, respectively. A total of 644 mm irrigation water was applied to TS-100 treatment, while KS-50 and PRD-100 treatment plots received 396 mm, PRD-75 received 333 mm and PRD-50 treatment received 271 mm of irrigation water.

The highest grain yield was obtained from the TS-100 treatments as 1040.3 kg/da, while KS-50 and PRD-100 treatments resulted in yields of 772.3 and 774.3 kg/da respectively. There was significant difference among the treatment with respect to grain yields. Significant second degree polynomial relationships between grain yield (Y) vs irrigation water (I) and grain yield (Y) vs water use (ET) were found as $Y = -0.0006I^2 + 1.6213I + 296.99$ ($R^2 = 0.91^{**}$); $Y = -0.0027ET^2 + 4.2591ET - 585.65$ ($R^2 = 0.88^{**}$) and, respectively. Water use efficiencies (WUE) for the second crop maize varied from 1.77 kg/m³ to 1.54 kg/m³. The highest WUE was found in PRD-100 treatment as 1.77 kg/m³, the lowest one was found in TS-100 treatment as 1.54 kg/m³.

Key Words: Partial root zone drying, Deficit irrigation, Yield, Water use efficiency, corn

TEŞEKKÜR

Araştırma konumun belirlenmesinden tezimin yazımına kadar her aşamada desteğini ve sabrını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Attila YAZAR'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Araştırma sırasında yardımlarından dolayı Arş. Gör. Yeşim BOZKURT ÇOLAK ve Arş. Gör. Burçin GENÇEL, ayrıca Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Deneme Alanı çalışanları ile stajyer öğrencilere teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım ve tez yazım aşamasında büyük destek aldığım babam Yemliha GÖKÇEL'e , annem Meryem GÖKÇEL'e ve kardeşim Deniz GÖKÇEL'e de teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Mısır Bitkisi.....	4
2.2. Su- Verim ilişkileri.....	5
2.3. Yarı Islatmalı (PRD) ve Kısıntılı Sulama.....	10
MATERYAL ve YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Araştırma Yeri.....	15
3.1.2. Toprak Özellikleri.....	15
3.1.3. Sulama Suyunun Sağlanması.....	16
3.1.4. Sulama Sistemi.....	16
3.1.5. İklim Durumu.....	17
3.1.6. Ekilen Mısır Çeşidi.....	17
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analiz Yöntemleri.....	18
3.2.2. Toprak Hazırlığı ve Ekim.....	18
3.2.3. Gübreleme.....	18
3.2.4. Bakım.....	19
3.2.5. Araştırma Konuları ve Deneme Deseni.....	19
3.2.6. Sulama Yöntemi.....	21
3.2.7. Günlük Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi.....	22
3.2.8. Toprak Suyu Gözlemleri.....	22
3.2.9. Bitki Boyu.....	25

3.2.10. Kuru Madde Miktarı (Biomass) ve Yaprak Alan İndeksi (LAI).....	25
3.2.11. Hasat.....	25
3.2.12. Hasat İndeksi.....	25
3.2.13. Su Tüketimi.....	26
3.2.14. Su Kullanım Randımanı (WUE).....	26
3.2.15. Bitki Üretim Fonksiyonu.....	27
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	28
4.1. Mısır Bitkisinin Gelişme Dönemleri.....	28
4.2. Sulamaya İlişkin Bulgular.....	28
4.3. Toprak Profiline Su İçeriği Gözlemleri.....	29
4.4. Toprak Profiline Su Potansiyeli (Tansiyometre ölçümleri).....	31
4.5. Bitki Su Tüketimi (ET).....	33
4.6. Dane Verimi.....	35
4.6.1 Dane Veriminin Sulama Suyu ve Su Tüketimi İle İlişkisi.....	37
4.7. Mısırın Su Kullanım Randımanı.....	39
4.8. Oransal Evapotranspirasyon Açığı (1-ETa/ETm) İle Oransal Verim Azalışı (1-Ya/Ym) İlişkisi ve Verim Tepki Etmeni (ky).....	42
4.9. Bin Dane Ağırlığı.....	43
4.9.1. Bin Dane Ağırlığı İle Sulama Suyu ve Su Tüketimi İlişkisi.....	44
4.10. Kuru Madde Verimi.....	45
4.10.1 Kuru Madde Verimi İle Sulama Suyu ve Su Tüketimi İlişkisi.....	46
4.11. Yaprak Alan İndeksi (LAI).....	47
4.12. Bitki Boyu.....	49
4.13. Hasat İndeksi.....	51
4.14. Diğer Verim Unsurları.....	53
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	65
EKLER.....	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri.....	15
Çizelge 3.2. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri.....	16
Çizelge 3.3. Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Analiz Sonuçları.....	16
Çizelge 3.4. Büyüme Dönemindeki Uzun Yıllık ve 2006 Yılı İklim Verileri.....	17
Çizelge 4.1. Konulara Uygulanan Sulama Suyu Miktarları.....	29
Çizelge 4.2. Konulara Göre Bitki Su Tüketimi Değerleri.....	34
Çizelge 4.3. Bitki Su Tüketimine İlişkin Varyans Analizi.....	35
Çizelge 4.4. Bitki Su Tüketimine İlişkin Duncan Gruplaması.....	35
Çizelge 4.5. Deneme Parsellerinden Elde Edilen Ortalama Mısır Dane Verimleri.....	36
Çizelge 4.6. Mısır Dane Verimlerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	36
Çizelge 4.7. Konulara Göre Dane Verimlerinin Duncan Gruplaması.....	36
Çizelge 4.8. İkinci Ürün Mısır Bitkisinin Sulama Suyu ve Su Tüketim Randımanı..	39
Çizelge 4.9. Su Kullanım Randımanı (WUE) Değerlerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	41
Çizelge 4.10. Sulama Suyu Kullanım Randımanı (IWUE) Değerlerine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	41
Çizelge 4.11. Sulama Suyu Kullanım Randımanı (IWUE) Değerlerinin Duncan Gruplaması.....	41
Çizelge 4.12. Konulardan Elde Edilen Ortalama Bin Dane Ağırlıkları (g).....	43
Çizelge 4.13. Bin Dane Ağırlıklarına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	43
Çizelge 4.14. Konulardan Elde Edilen Hasattaki Kuru Madde Miktarı.....	45
Çizelge 4.15. Kuru Madde Verimlerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	46
Çizelge 4.16. Deneme Konularına İlişkin Yaprak Alan İndekslerinin Zamana Göre Değişimi.....	48
Çizelge 4.17. Bitki Boylarının Konulara Göre Değişimi (cm).....	49
Çizelge 4.18. Hasattaki Ortalama Bitki Boyları (cm).....	50
Çizelge 4.19. Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	50
Çizelge 4.20. Bitki Boyuna İlişkin Duncan Gruplaması Sonuçları.....	50
Çizelge 4.21. Hasat İndekslerinin Konulara Göre Değişimi.....	51

Çizelge 4.22. Hasat İndekslerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	51
Çizelge 4.23. Koçan Başına Dane Sayısına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	53
Çizelge 4.24. Koçan Başına Dane Sayısına İlişkin Duncan Gruplaması.....	54
Ek Çizelge 1. TS–100 Konusuna İlişkin Sulama Tarihleri ve Yığışımli Evapotranspirasyon.....	66
Ek Çizelge 2. KS–50 Konusuna İlişkin Sulama Tarihleri ve Yığışımli Evapotranspirasyon.....	66
Ek Çizelge 3. PRD–100 Konusuna İlişkin Sulama Tarihleri ve Yığışımli Evapotranspirasyon.....	67
Ek Çizelge 4. PRD–75 Konusuna İlişkin Sulama Tarihleri ve Yığışımli Evapotranspirasyon.....	67
Ek Çizelge 5. PRD–50 Konusuna İlişkin Sulama Tarihleri ve Yığışımli Evapotranspirasyon.....	68

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Deneme Planı.....	20
Şekil 3.2. PRD–100, PRD–75, PRD–50 Konularındaki Nötronmetre Borularının Yerleşim Düzeni.....	23
Şekil 3.3. PRD-100 Konusunda Tansiyometrelerin Yerleşimi.....	24
Şekil 3.4. KS-50 Konusunda Tansiyometrelerin Yerleşim.....	24
Şekil 4.1. Araştırma Konularında Toprak Su İçeriğinin (mm/120cm) Zamana Göre Değişimi.....	30
Şekil 4.2. Toprak Profilineki Su Potansiyelinin Zamana Göre Değişimi (PRD–100, Sıra Üzeri).....	32
Şekil 4.3. Toprak Profilineki Su Potansiyelinin Zamana Göre Değişimi (PRD–100, Sıra Arası).....	32
Şekil 4.4. Toprak Profilineki Su Potansiyelinin Zamana Göre Değişimi (KS–50, Sıra Arası).....	33
Şekil 4.5. Konulara Göre Bitki Su Tüketiminin Zamana Göre Değişimi.....	34
Şekil 4.6. Dane Verimi Sulama Suyu İlişkisi.....	38
Şekil 4.7. Dane Verimi-Su Tüketimi (ET) İlişkisi.....	38
Şekil 4.8. Su kullanım Randımanı Verim İlişkisi.....	40
Şekil 4.9. Su kullanım Randımanı ET İlişkisi.....	40
Şekil 4.10. Oransal Evapotranspirasyon Açığı İle Oransal Verim Azalış İlişkisi....	42
Şekil 4.11. Konulara Göre Bin Dane Ağırlığı-Sulama Suyu yada ET İlişkisi.....	44
Şekil 4.12. Kuru Madde Verimi ile Su Tüketimi İlişkisi	47
Şekil 4.13. Kuru Madde Verimi ile Sulama Suyu İlişkisi	47
Şekil 4.14. Deneme Konularına İlişkin Yaprak Alan İndekslerinin Zamana Göre Değişimi.....	48
Şekil 4.15. Konulara Göre Bitki Boylarının Zamana Göre Değişimi.....	50
Şekil 4.16. Hasat İndeksi Su Kullanım Randımanı İlişkisi.....	52

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasındaki en büyük sorunlardan biri de küresel ısınmadır. İklim değişikliklerine neden olan küresel ısınma, sıcaklığın artmasına ve yağışların azalmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak kuraklığın zaman ilerledikçe kaçınılmaz boyutlara ulaşması tahmin edilmektedir. Bilim adamları küresel ısınmanın 2100 yılından itibaren dünyanın yarısına yakınında görülmemiş kuraklığa yol açacağını öngörmektedir.

Dünyada ve Türkiye’de artan nüfusa bağlı olarak kentsel kullanım, endüstriyel kullanım, tarımsal kullanım ve kirlilik gibi nedenlerle su kaynakları dolayısıyla tarıma ayrılan su miktarı giderek azalmaktadır. Bu da eldeki kaynakların etkin kullanımını gerektirmektedir. Geleneksel sulama yöntemlerinin kullanımı ile istenilen su tasarrufu sağlanamaz. Gerek arazideki kayıpların, gerekse suyun araziye getirilinceye kadarki kayıpların azaltılması veya tamamen engellenmesi basınçlı sulama sistemlerinin kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Toprak ve su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve toplum yararına en iyi biçimde değerlendirilmesi, çağımızda hemen hemen tüm ülkelerin önde gelen amaçları arasında yer almaktadır (Baştuğ, 1987).

Su kaynaklarının %70’ine yakın bölümü sulama amacıyla tarımda kullanılmaktadır. Son yıllarda ülkemizin önemli bir bölümünde çok büyük boyutlara ulaşan kuraklık, hem yeraltı hem de yerüstü kaynaklarını olumsuz yönde etkilemiştir. Diğer yandan bu bölgelerde endüstriyel ve kentsel kullanım gereksinimleri, sulama suyu kaynakları üzerinde büyük bir rekabete yol açmıştır.

Damla sulama, su kaynaklarının etkin kullanımındaki en iyi gelişmelerden biridir. Buharlaşmanın azalması, yüzey akışının önlenmesi, derine sızan suyun önlenmesiyle sağlanan su tasarrufu önemli boyutlardadır. Damla sulama daha çok meyve bahçelerinde ve serada yetişen bitkilerde kullanılmasına rağmen kaynakların azalması ve etkin kullanımı açısından son yıllarda sıra bitkilerinde de kullanılmaya başlamıştır.

Damla sulama sistemi gibi su ve enerji tasarrufu sağlayan modern teknolojilerin kullanılması ile mevcut su kaynaklarının optimum kullanımı sağlanabilir. Yeni sulama teknolojileri, yüksek verimli çeşitlerle uygun gübre kullanımı, su programları ile verim ve nitelik ölçütlerinde de önemli artışlar sağlayacaktır. Damla sulama sistemlerinde su uygulama randımanlarının %90-95'e varması, bitkilerin su kullanım etkinliğini arttırması sürdürülebilir tarım için temel koşullardan biri olarak ele alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Bozkurt, 2005).

Damla sulama yönteminin yaygınlaşmasının nedenleri arasında 1) su ve gübre uygulama üniformitesinin yüksek olma potansiyeli; 2) verim ve kalitede artış potansiyeli; 3) suda çözünür bitki besin elementleri ve suyun kök bölgesinden sızma yoluyla kaybının azalması; 4) suyun sınırlı ve pahalı olması sayılabilir (Hutmacher ve ark., 1995).

Kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan bölgelerde optimum bitki gelişimi yönünden yağışın yetersiz ve dağılışının düzensiz oluşu, mısır tarımında büyük bir risk oluşturmakta ve sulamayı en önemli verim etmeni durumuna getirmektedir. Sulamanın öneminin her geçen gün 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 (Sarımeahmetoğlu, 2007).

Su kaynaklarının kısıtlı ya da pahalı olduğu alanlarda damla sulama uygulanması ekonomik yönden karlı olmakla beraber üniform su dağılımı ve kimyasalların kullanımı bakımından da avantajlıdır. Suyun etkin kullanılmasını sağlayacak kısıntılı sulama teknikleri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Damla sulama ile sağlanan su tasarrufunu daha da arttırabilmek için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan biri de yarı ıslatmalı (Partial Root-Zone Drying), kısıntılı damla sulama işletme biçimidir. Yarı ıslatmalı (Partial Root-Zone Drying) uygulama, su kullanımında azalma sağlayan yeni bir teknolojidir ve bu konuda sıra bitkilerinde yapılan çalışmalar kısıtlıdır.

PRD'nin başarısı kök bölgesinde eş zamanlı ıslak ve kuru bölgeler yaratmasıdır. Kök bölgesinin yalnızca bir bölümünün sulanması ve bir sonraki sulamaya dek toprak suyunun korunmasıdır (White, 2003).

Son yıllarda geliştirilen PRD tekniği ile birim alana uygulanan sulama suyu miktarındaki azalmaya karşın verim ve kalitenin önemli ölçüde etkilenmediği belirtilmektedir. PRD sulama tekniği, bitkinin optimum su gereksiniminin karşılanamadığı durumlarda bitkiye, damla yöntemi ile geleneksel kısıntılı su uygulanması yerine, bitki sırasının her iki tarafına yerleştirilen iki lateralden birinin bir sulamada diğerinin izleyen sulamada çalıştırılması şeklinde uygulanan kısıntılı sulama uygulamasıdır.

Yarı ıslatmalı sulama uygulaması altında bitki kök bölgesinin periyodik olarak yarısının ıslatılması ile, bilinen klasik kısıntılı sulama yöntemine kıyasla su kullanma randımanı daha yüksek olacağı belirtilmektedir (Chaffey, 2001).

Son yıllarda ülkemizde birçok bölgede kuraklık ve su sıkıntısı görülmeye başlamıştır. Mevcut kaynaklar göz önünde bulundurulduğunda Çukurova bölgesi için de yakın gelecekte böyle bir durum söz konusu olmaktadır. Günümüz koşulları için elverişli koşullar giderek azalacak ve önlem alınmazsa kuraklık bölgemizde de etkin olacaktır.

Bu çalışma, Çukurova koşullarında yarı ıslatmalı (PRD) ve geleneksel kısıntılı sulama programlarının II. ürün mısır verimi ve su kullanma randımanına etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Mısır Bitkisi

Sıcak iklim tahılı olan mısırın (*Zea Mays L.*) Germineae familyasının Maydeae oymağına girdiği ve bu oymak içerisinde bulunduğu belirtilmektedir. Anılan oymağın en önemli türü olan *Zea*’nın arkeolojik ve paleobotanik bulgular sonucu Amerika kökenli olduğu ve Güney Amerika’da çok uzun yıllardan beri kültürünün yapıldığı belirtilmiştir (Kün,1985; Ul, 1990; Gençdoğan, 1996).

Mısır bitkisi, gelişim dönemlerinde topraktaki su açığına karşı farklı tepkiler gösterir. Su stresine duyarlı gelişme dönemleri vejetatif, 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).

Dane mısır üretimi yönünden gelişme dönemi uzunluğu, ortalama günlük sıcaklığın 20°C olduğu durumda erkenci çeşitlerde 80- 110 gün, orta çeşitlerde ise 110–140 gün arasında değişmektedir. Günlük ortalama sıcaklık 20°C’nin altında ise, çeşide bağlı olarak sıcaklıktaki her 0.5°C düşüş için olgunlaşma süresi 10- 20 gün uzamakta ve sıcaklık 15°C olduğunda hasata gelmesi 200–300 güne kadar çıkmaktadır. Günlük ortalama sıcaklığın 10- 15 °C olduğu soğuk koşullarda mısır dane bağlayamadığından genellikle silajlık olarak yetiştirilir. Mısır tohumlarının çimlenebilmesi için gerekli optimum sıcaklığın 18- 20°C arasında olduğu saplanmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1979).

Mısır bitkisinin toprak seçiciliğinin fazla olmadığı ve hemen her toprakta tarımın yapılabilceği konusunda ortak görüşe sahip olan araştırmacılardan Larson ve Hanway (1977); Kün (1985); Bozkurt (2005), yine de çok kumlu ya da ağır killi olanlar dışında kalan, organik madde ve alınabilir besin maddelerince zengin, derin, iyi drenajlı ve yüksek su tutma kapasitesine sahip toprakların, yüksek verim için daha uygun olduklarını açıklamışlardır. Aynı araştırmacılar, mısır tarımının pH yönünden oldukça geniş sınırlara (5.5- 8.5) sahip topraklarda yapılabilceğini de belirtmişlerdir. Ancak,

mısır tarımı yönünden en uygun toprakların, hafif asitli ya da nötr (pH 6- 7) topraklar olduğu belirtilmiştir.

Doorenbos ve Kassam (1979), toprak tuzluluğunun 1.7 mmhos/cm olduğu durumda tuzluluk nedeniyle verimde herhangi bir azalma olmamasına karşın, tuzluluk 2.5 mmhos/cm olduğunda verimde % 10; 3.8 mmhos/cm' de % 25; 5- 8 mmhos/cm' de % 50 oranında azalmalar meydana geldiğini, toprak tuzluluğunun 10 mmhos/cm ve daha fazla olması durumunda ise verim elde etmenin olanaksız olduğunu bildirmişlerdir.

2.2. Su- Verim ilişkileri

Sulama sistemlerinin ekonomik yönden değerlendirilmesi, verim ile sulama suyu arasındaki ilişkinin bilinmesini zorunlu kılmaktadır. Eğer, su bir girdi, verim çıktı ise; ikisi arasındaki ilişki bitki su-verim fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Ancak, anılan fonksiyonlar önemli ölçüde deneysel olduklarından yalnız belli yöreleri ve koşulları temsil ederler. Bunun yanında, su-verim fonksiyonlarında iklim değişkenleri, bitki besin maddeleri, toprak tuzluluğu, toprak ve sulamadaki yersel değişkenlikler, hastalık ve zararlılar vb gibi etmenler dikkate alınmış veya alınmamış olabilir. Tüm bunlara karşın su-verim fonksiyonları, işletme ve ekonomik analizler için en yüksek net gelirin hesaplanmasında, marjinal üretimin karşılaştırılmasında da gereklidir (Russo ve Bakker, 1987).

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 tüketimin ise Ağustos ve Eylül aylarında gözlenmiştir. Sulama suyu (I)-dane verimi(Y) arasında, $Y=183.52+ 1.18 I$ ($r=0.595$); mevsimlik su tüketimi (ET) ile dane verimi arasında ise, $Y=63.54+1.05 ET$ ($r=0.678$) şeklinde doğrusal ilişkiler bulunmuştur. Toplam sulama suyu (I) ile yüz dane ağırlığı (YD) ve koçan başına düşen dane verimleri (D/K) arasında sırasıyla, $YD=246.15+ 0.1 I$ ($r=0.47$) ve $D/K=67.19+0.15 I$ ($r=0.7$) şeklinde doğrusal ilişkiler belirlenmiştir. Mevsimlik verim etmeni (ky) 0.98 olarak bulunmuştur. Uygun sulama programı seçildiğinde sulama suyu

yeterinden az olsa da su kullanım randımanının arttığı gözlenmiştir (Kanber ve Ark., 1990).

Retta ve Hanks (1980), mısırdaki sulama suyunun olanağa göre kısıtlandığı durumda, oransal su tüketimindeki eksilme ile oransal dane verimindeki azalma arasında doğrusal bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. İki yıllık deneme sonucu, verim tepki etmeni, ky , değerlerini sırasıyla 1.12 ve 1.39 olarak saptamışlardır.

Su stresi, mısırın en kritik yetiştirme dönemi olan tepe püskülü çıkışının 2 hafta öncesi ile 2- 3 hafta sonrası arasındaki dönemde etkilidir (Singh ve Singh, 1995).

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, 1.40m) 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 yığılımlı 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/m³, sulama aralığının 6 gün olduğu konularda ise 1.94–2.11 kg/m³ arasında değişmiştir. En düşük su kullanım randımanı sulama aralığının 6 gün ve I-33 sulama düzeyinde (1.94 kg/m³), en yüksek su kullanım randımanı ise sulama aralığının 3 gün I-33 sulama düzeyinde (2.27 kg/m³) hesaplanmıştır.

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 (A_1 : 0,70; A_2 : 1,40 ve A_3 : 2,10 m) ve iki farklı sulama düzeyi (I_{100} , I_{67}) 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 A_2 I_{100} konusunda 1.40 kg/m^3 , en düşük su kullanım randımanı A_1 I_{100} konusunda 1.13 kg/m^3 olarak hesaplanmıştır (Bozkurt, 2005).

Stegman (1981), Oakes'ta kumlu tınlı toprakta yaptığı çalışmada mısır bitkisi gelişimini; ekim- 12 yapraklı, 12-yapraklı- süt olumu; süt olumu-fizyolojik olgunluk olarak üç kritik döneme ayırmış ve bu dönemlere düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 farklı su stresi uygulamıştır. Verim ile mevsimlik ET arasında, eğimi 2.8 kg/ m^3 olan doğrusal bir ilişki elde etmiştir. Kullanılabilir suyun %30-40'nın tüketilmesine izin verilen her üç dönemde de düşük su stresinin uygulandığı konudan en yüksek verim alınmıştır.

Yüksek bir verimin, kritik dönem boyunca gerekli su miktarının tümüyle karşılanması, vejetatif ve olgunlaşma evrelerinde ise orta derecede kısıntılı su uygulaması şeklinde uygun bir sulama programı ile sağlanabileceği belirtilmiştir (Otegui ve ark., 1995).

Kurak bir alanlarda verim ve su kullanım etkinliğini ölçmek için mısır bitkisinde yapılan çalışmada; dönüşümlü karıkla sulama, sabit karıkla sulama ve geleneksel sulama karşılaştırılmıştır. Kök gelişimi, toplam kök kuru ağırlığı ve kök yoğunluğu dönüşümlü karıkla sulanan konularda diğer uygulamalara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Kang ve ark., 2000; Kaman, 2002).

Önder (1994), farklı sulama yöntemlerinin performanslarını karşılaştırmak amacıyla Köy Hizmetleri Tarsus Araştırma Enstitüsünde siltli-killi toprakta yürüttüğü çalışmada; dekara ortalama 723.5- 885.4 kg mısır dane verimi elde etmişlerdir.

Sammis ve ark. (1988), yaptıkları bir çalışmada bitki boyu ile evapotranspirasyon ve verimi karşılıklı olarak irdelemiş ve aralarında doğrusal ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Anılan ilişkilerin mısır bitkisinde özellikle çıkış ve püskülleme

arasındaki dönemde sulama programların hazırlanmasında kullanılabileceğini göstermişlerdir.

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, strese en fazla etkilenen dönemlerin bilinmesi, sulama işletmeciliği açısından son derece önemlidir (Yazar, 1990).

Uygun sulama zamanının seçimi çok önemli olduğundan bitkinin su stresine duyarlı olduğu dönemde, sulama geciktirildiğinde, bir sonraki sulamada fazla su uygulansa bile verim düşmektedir. Sulama aralığını bir takvime veya sabit bir sulama programına bağlama yerine bitki gelişim dönemlerine göre değişen bitki su gereksinimlerini karşılama esnekliği gösterebilen sulama zamanı ve sulama miktarı saptanmalıdır (Doorenbos ve Pruitt, 1977).

Su stresine duyarlı olan ve hızlı gelişen mısır bitkisinin sulanmasına 6–7 yapraklı dönemde başlanmalı, sapa kalkma, çiçeklenme ve dane dolum dönemlerinde de mutlaka sulamalar yapılmalıdır. Çukurova koşullarında yüzey sulama ile her sulamada 100 ile 150 mm arasında değişmek koşuluyla ortalama 4–5 kez sulama yapılmalıdır (Gençoğlu, 1996).

Bushland, Texas'ta farklı gelişme dönemlerinde su kısıntısı yapılan konularda mısırın mevsimlik su gereksinimini 400 mm, mevsimlik su tüketimi ise 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/m³ arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Su kısıntısının ortalama dane verimini azalttığı ve kısıntı uygulanan konularda su kullanım randımanı 1.72–2.87 kg/m³ 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 (Musick ve Dusek, 1980).

Mısır bitkisinin suya en fazla tepkiyi vejetatif, püskül çıkarma ve dane oluşum dönemlerinde gösterdiği belirlenmiş ve bu dönemlerde yapılan su kısıntısının verimde önemli düşmelere neden olacağı ifade edilmiştir (Yıldırım ve ark., 1995).

Gençoğlu (1996), mısır dane veriminin, su kısıntısının yapılmadığı I_{100} sulama konusunda 1001.5 ile 1003.4 kg/da, %100 kısıntının yapıldığı I_0 konusunda 105.0–177.4 kg/da arasında değiştiğini belirtmiştir. Sonuç olarak su kısıntısı arttıkça dane verimi azalmıştır. Sulama konularında bitki su stresi arttıkça dane ağırlığı, LAI, kuru madde miktarı, bitki boyu, yaprak sayısı, bitki başına koçan sayısı, bitki başına dane sayısı ile verimi ve birim alandaki dane sayısı azalmıştır. Bitki boyu ile LAI değerlerinin I ve ET ile aralarında denemenin birinci yılında doğrusal, ikinci yılında ise 2. dereceden ilişkiler olduğu bulunmuştur. Dane ağırlığı ve kuru madde miktarının I ve ET ile aralarında ayrı ayrı her iki yılda da sırasıyla ikinci dereceden ve doğrusal eşitlikler olduğu saptanmıştır.

2.3. Yarı Islatmalı (PRD) ve Kısıntılı Sulama

PRD'nin başarısı bitki kök bölgesinde ıslak ve kuru alanları alternatif bölgeleri olarak yaratmasıdır. Sulamadaki bu basit yaklaşım hormonal ve kimyasal değişimlere neden olmasına rağmen bitki su kullanım randımanını arttırmaktadır. PRD stratejisindeki başarının anahtarı bitki kök bölgesindeki suyun azalma önem ve zamanlamasının iyi yapılabilmesidir (McKeering, 2004).

Yarı ıslatmalı sulama uygulaması ile sulama suyundan yarı yarıya tasarruf sağlanarak bitki kökleri ve yaprakları arasındaki hidrolik, kimyasal ve hormonal bazı etkileşimler sonucu geleneksel kısıntılı sulama uygulamalarından farklı olarak meyve kalitesi ve verimde düşme olmaksızın üretim sağlanabileceği öngörülmektedir. Bu hipotezi sağlayan bazı destekleyen bazı sonuçlar tarla koşullarında asma, armut, mısır ile kontrollü koşullarda biber ve domates (Kang ve ark., 2000; Zebge-Dominguez ve ark., 2003) bitkileri ile yapılan araştırmalardan elde edilmiştir.

Yarı ıslatmalı sulama programı diğer su kısıntılarından farklı bir tekniktir. Bu teknikte önemli oranda su tasarrufu sağlanmasına karşın verimde ve kalitede herhangi bir azalma olmadığı belirtilmektedir. Yarı ıslatmalı (PRD) sulama programı ile kök bölgesinin bir tarafına su uygulanırken diğer bir kısmı kuru kalmaktadır. Bunun sonucunda fizyolojik olarak köklerden gövdeye doğru Absisik Asit (ABA)'ın taşınımı

artmaktadır. Ayrıca yarı ıslatmalı sulama programı ile su kullanım randımanı da artmaktadır (Caspari ve Neal, 2004).

Kang ve ark., (2001) yaptıkları bir çalışmada, acı biberin kökleri ikiye ayrılıp ayrı saksılara konularak damla sulama yöntemiyle üç ayrı sulama uygulamasının etkileri araştırılmıştır. Uygulamalar tarla kapasitesinin %65 ve %55'i uygulanarak yapılmıştır. Tarla kapasitesinin %65 sinde köklerin yarısının ardışık değiştirilerek yapılan sulamada, diğer konuya kıyasla en yüksek verim ve en iyi su kullanım randımanı elde edildiği gözlenmiştir.

Bir başka çalışmada bitki köklerinin bir bölümünün kuru kalmasıyla meydana gelen susuzluğun, ksilem özsuyu pH'sını arttırdığı saptanmıştır. Su stresi sonucu köklerden yapraklara giden sinyaller, örneğin ksilem özsuyu pH'sının artması gibi, stoma açıklıklarını kapatmış ve böylece yapraklardaki su tüketiminin azaldığı belirtilmiştir. Stoma davranışında gözlenen değişiklikler, ksilem ile taşınan absisik asit konsantrasyonunun değişmesiyle tetiklendiğine ilişkin veriler elde edilmiştir (Wilkinson ve Davies, 1997).

Nebraska'da soya fasülyesin de karık sulama yöntemi kullanılarak, yarı ıslatmalı konuların karşılaştırıldığı iki yıl süren bir tarla denemesinde, verim, su kullanım randımanı ve toprak su değişimi araştırılmıştır. Araştırmacılar iki konu arasında yaklaşık %46'lık bir sulama suyu tasarrufuna rağmen verimde herhangi bir değişiklik olmamıştır (Graterol ve ark., 1993).

Tardieu ve Davies (1992), arazi ve laboratuarda yürüttükleri çalışmalarla, bitkiler de stomanın etkisinde su potansiyelinin azalmasıyla absisik asit konsantrasyonunun arttığını saptamıştır. Bitkilerde su stresine bir tepki olarak absisik asit konsantrasyonunun artarak, stoma açıklığının azaldığını bildirmişler.

Chaffey (2001), bitkilerin bazı köklerinin kuru kalmasıyla verimin azalmayacağını göstermiştir. Yarı ıslatmalı sulama (PRD) diğer kısıntılı sulama yöntemleri ile karşılaştırıldığında, bitkilerin su eksikliği nedeniyle zarar görmediği ve meyve tadında gelişme olduğu bildirilmiştir. Yarı ıslatmalı sulama uygulaması altında stomaların kapanması ve yaprak oluşumunun duraksaması absisik asit üretimine dayandırılmaktadır.

Stikic ve ark., (2003) domates bitkisi gelişimi ve bu dönemlerdeki su kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla PRD yönteminden yola çıkarak bir çalışma yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar PRD davranışının bitki gelişiminin bütün döneminde azaldığını, ürünün su kullanım randımanı ve şeker içeriğinin arttığını sergilemiştir.

Altunbey (2005), Kahramanmaraş koşullarında fasülye bitkisinin tam ve yarı ıslatmalı toprak altı damla sulamaya tepkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmış, çalışmasında Class A-pan buharlaşma verilerini kullanmıştır. Class A-pan'dan buharlaşan su miktarının %60 (K_{cp1}), %80 (K_{cp2}), %100 (K_{cp3}), %120 (K_{cp4}) oranlarında toprak altı damla sulama ile tam (S_{100}) ve yarı ıslatmalı (S_{50}) olarak bitkiye verilmesi ile oluşturulmuştur. Bu çalışma sonucunda yarı ıslatmalı sulama programının tam ıslatmalı toprak altı sulamaya göre hem verimde hem de bitkisel özelliklerinde olumsuz bir etkisi olmamış sulama suyu kullanma randımanı, su kullanım randımanını ve verim tepki etmenini arttırdığını belirlemiştir.

Kang ve ark., (1998) tarafından yapılan bir çalışmada mısır kökleri iki ve üç ayrılarak saksılara yerleştirilmiş ve kök kuruluşunun bitki gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Kökler nöbetleşe sulanarak yürütülen çalışmada, bitkilerin su kullanım randımanı ve kök gelişiminin arttığı belirlenmiştir. Bunun sonucunda, bitki köklerinin dönüşümlü sulanarak verim kaybı olmaksızın su tasarrufunun sağlanabileceği belirlenmiştir.

Çin'in kuzey batısındaki bir vahada 2004- 2005 yıllarında yapılan çalışma da pamuk bitkisi geleneksel karık sulama ile PRD yöntemi sabit ve değişken karıklar olmak koşuluyla sulanarak karşılaştırılmıştır. Bu yolla pamuğun ürün verimi ve fizyolojik gelişimi incelenmiştir. Her iki yılda da PRD ile alternatif karıklarla sulama, üç sulama seviyesi arasında en yüksek verimi sağlamıştır (Du ve ark., 2006).

Kang ve ark., (2000) tarafından yapılan bir başka çalışmada mısır bitkisinin verim ve su kullanma randımanını belirlemek için tarla denemesi yürütülmüştür. Çalışmada sulamalar; dönüşümlü olarak birer atlamalı (kısmi sulama) , sabit atlamalı sulama (her defasında kökün aynı kısmının sulanması) ve bütün karıkların sulanması şeklinde uygulanmıştır. Kök gelişimi, toplam kök kuru ağırlığı ve kök yoğunluğu, dönüşümlü olarak birer atlamalı karıklarda, diğer uygulamalara oranla daha fazla

olduğu gözlenmiştir. Böylece kurak alanlarda su tasarrufu sağlamak için ardışık karık sulamanın mısır üretiminde bir çözüm olabileceği önerilmiştir.

Kırda ve ark. (2004), sulama suyundan tasarruf sağlamaya yönelik serada yetiştirdikleri domates üzerinde PRD ile geleneksel kısıntılı damla sulamaya tepkisini belirlemek için iki yıllık bir çalışma yapmışlardır. Tam sulanan konularla PRD ile sulanan konular arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Sonuç olarak PRD'nin sadece su kullanımını azaltmakla kalmayıp meyve niteliğini geliştirerek meyvedeki çözülebilir kuru madde miktarı yoluyla arttırdığını belirlemişlerdir.

Avustralya'da asmada yarı ıslatmalı (PRD) sistem test edildiği bir başka çalışmada bitki kök sisteminin yarı ıslak ve diğer yarı kuru bırakma işlemi ile 10-14 günlük dönemlerde nöbetleşe sulanmıştır. Araştırma sonucunda verimde herhangi bir azalma olmadığı gibi geceleri ıslak köklerden kuru köklere su akışının olduğu ileri sürülmüştür (Stoll ve ark., 2000).

Bir başka çalışmada düzenli kısıntılı sulama ile yarı ıslatmalı (PRD) sulama etkisi acı biber de meyve niteliği ve gelişimi yönünden karşılaştırılmıştır. Kısıntılı sulama ve PRD'lerde çiçeklenme sonrası yüksek oranda çürüme olmasına rağmen, meyvelerin %80'den daha fazlası PRD'lerde etkilenmemiştir (Dorji ve ark., 2005).

Zebge ve ark., (2004) PRD' nin etkilerini, karık ve damla sulama uygulamaları vasıtası ile bitki su ilişkisi ve meyve kalitesi yönünden incelemişlerdir. Çalışmada damla sulama ile uygulanan PRD konularında meyvenin kırmızimsı rengi ve toplam çözülebilir katı madde konsantrasyonu daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Sulama programlarının hazırlanmasında kullanılan yöntemlerden birisi de kısıntılı sulamadır. Anılan yöntem, su kaynağının sulanacak alan için yeterli olmadığı koşullarda etkili su kullanımı sağlamaktadır. Kısıntılı sulama ile bitkilerin belirlenen bazı dönemlerinde su kısıntısı yapıldığında (bitkiler strese sokulduğunda) verimde önemli bir düşmenin olmadığı gözlenmiştir. Kısıntı yoluyla sağlanan su ile daha fazla tarım alanı sulanabileceği saptanmıştır (Kanber ve Kırda, 1994).

Kısmi kök bölgesi sulamasının ve su kısıntısının, meyve kuru ağırlığına ve meyve kalitesine olan etkisini araştırmak için domates bitkisinde bir çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmada, tam sulama, her iki kök bölgesine yarı su uygulandığı sulama ve nöbetleşe kısmi kök bölgesi sulaması olmak üzere üç konu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda meyve kuru ağırlığında %5 önem düzeyinde bir fark bulunmazken, meyve sayısı ve yaş meyve ağırlığında fark elde edilmiştir. Kısmi kök bölgesi sulaması ve her iki kök bölgesi sulaması konularında, meyve sayısı ve meyve su içeriği bakımından bir fark bulunmamıştır. Kısmi kök bölgesi sulaması konusunda meyveler bir hafta daha önce olgunlaşmış ve aynı zamanda %50 su tasarrufu sağlanmıştır. Yarı su uygulama ve nöbetleşe kısmi sulama tekniğinin, su kaynağının sınırlı olduğu alanlarda uygulanabileceği bildirilmiştir (Zebge-Dominguez ve ark., 2003).

Wakrim ve ark., (2004) fasülye bitkisinde, yarı ıslatmalı sulama ve kısıntılı sulama tekniğinin su kullanım randımanı ve bitki su ilişkisine olan etkilerini araştırmışlardır. Sulama konuları; bitkiden oluşan terlemenin tamamının verildiği (%100) kontrol konusu, terlemenin yarısının verildiği (%50) kısıntılı sulama konusu ve yarı ıslatmalı sulama konusundan oluşmuştur. Çalışma sonucunda kısıntılı sulama ve yarı ıslatmalı sulama konuları arasında, kuru madde miktarı, su kullanım randımanı ve bitki su içeriği bakımından fark görülmemiştir. Tam sulanan konularda kuru madde miktarı diğer uygulamalara göre %25–30 daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca su kullanım randımanı tam sulanan konularda 1.91 kg/m^3 , kısıntılı sulanan konuda 2.85 kg/m^3 ve yarı ıslatmalı konuda 2.92 kg/m^3 olarak belirlenmiştir.

Kurak koşullarda tuzlu topraklarda yetişen bitkilerde, ksilem absisik asit konsantrasyonu artmaktadır. Bitkide, ksilem elementleri su potansiyeli düştüğünde absisik asit konsantrasyonunun artması yaprak ve kök gelişimini etkilemektedir (Munns ve Cramer, 1996).

Dorji ve ark., (2005) tarafından yapılan bir araştırmada biber bitkisinin gelişim ve kalitesi üzerine geleneksel kısıntılı ve yarı ıslatmalı sulama konularını karşılaştırmışlardır. Araştırma konuları tam su (TS–100), geleneksel kısıntılı su (KS–50) ve tam su konusunun yarısı kadar su alan ve her sulamada bitki köklerinin bir yarısı su alan yarı ıslatmalı su (PRD–50)’den oluşmuştur. Gün doğmadan önceki yaprak su

potansiyeli (LWP) değerleri en yüksek TS konusundan görülmüş ve bunu PRD-50 konusu izlemiştir. Gün ortasında değerler düşmesine karşın sıralama TS-100>PRD-50>KS-50 şeklinde olmuştur. Toplam meyve verimleri TS konusu ile karşılaştırıldığında KS-50 konusunda %34,7 PRD-50 konusunda ise %19 azalma olmuştur. Kök, toprak üstü ve meyve kuru madde yüzde değerleri arasındaki farklılık her üç sulama konusu için istatistiksel anlamda önemli olmamıştır. Su kullanım randımanı en yüksek PRD-50 konusunda gerçekleşmiş ve sırasıyla KS-50 ve TS-100 konuları izlemiştir.

Çukurova koşullarında farklı kısıntılı sulama uygulamaları altında mısır çeşitlerinin sulama suyu ve gübre kullanım etkinliğini belirlemek için bir çalışma yapılmıştır. Tüm çeşitler için kısıntılı sulama konuları arasında istatistiksel anlamda bir fark belirlenmemesine karşın yarı ıslatmalı sulama uygulaması (PRD) konularından elde edilen verimler geleneksel kısıntılı sulama uygulamalarına kıyasla daha fazla olmuştur (Sarımehmetoğlu, 2007).

İki ya da üç yaşındaki bazı fidan köklerinin iki saksıya bölünmesiyle yapılan bir çalışmada, yarı ıslatmalı sulama uygulaması altında kökten filize giden hidrolik olmayan sinyallerin etkileri araştırılmıştır. Kök sisteminin yarısının kuru bırakılmasıyla stoma iletkenliğinde azalmalar görülmüş ve bazı fidan çeşitlerinde, stomaların daha fazla duyarlılık gösterdiği bildirilmiştir (Auge ve Moore, 2002).

Kaman (2006), 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 yığışimli 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.

3. MATERYAL VE YÖNTEM**3.1. MATERYAL****3.1.1. Araştırma Yeri**

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında 2006 yılında yürütülmüştür. Deneme alanı denizden yüksekliği ortalama 20 m olan 36° 59' N enlem ve 35° 18' E boylamlarındadır.

3.1.2. Toprak Özellikleri

Mutlu serisine giren deneme alanı toprakları oldukça yaşlı allüviyal depozitler üzerinde oluşmuş vertisollerdir. Hemen hemen düz ve düze yakın topoğrafyalarda yer alırlar. Bütün profil yüksek oranda kil içerir. Kireç bakımından orta derecede zengindir ve koyu kırmızı kahve renklidir (Özbek ve ark.,1974). Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Anılan çizelgelerde görüldüğü gibi katmanlara göre toprak pH’sı 7.61- 7.87; tuz içeriği, 0.12- 0.19 dS/m; hacim ağırlığı, 1.14–1.30 g/cm³; kuru ağırlık esasına göre solma noktasının su içeriği, %24.0–26.4 ve tarla kapasitesi %37.3–40.1 arasında değişmektedir. Toprak profilinin 120 cm’lik derinliğindeki toplam kullanılabilir su 198 mm’dir. Tuzluluk bakımından deneme alanının herhangi bir sorunu bulunmamaktadır.

Çizelge 3.1. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri

Katman Derinliği (cm)	Dane İrilik Dağılımı(%)			Bünye Sınıfı	Tarla Kapasitesi (Pw)	Solma Noktası (Pw)	Doyma Noktası (Pw)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)
	Kum	Silt	Kil					
0–20	28.2	20.3	51.5	C	40.1	26.4	63.4	1.14
20–40	28.6	20.2	51.2	C	38.5	25.5	64.5	1.20
40–60	27.3	19.1	53.6	C	37.3	24.6	65.1	1.26
60–80	28.4	18.1	53.5	C	38.4	25.3	68.5	1.25
80–100	27.7	19.2	53.1	C	38.5	25.2	67.9	1.28
100–120	26.5	19.3	54.2	C	39.1	25.1	66.3	1.30

Çizelge 3.2. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri

Katman Derinliği (cm)	Tuz İçeriği (dS/m)	pH	CaCO ₃ (%)	Toplam Azot (%)	Organik Madde (%)	Kasyonlar (me/l)				Anyonlar (me/l)		
						Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	SO ₄	Cl
0–20	0.19	7.87	5.92	0.077	1.28	1.60	0.50	0.62	0.1	1.80	0.30	0.65
20–40	0.16	7.61	6.30	0.042	1.30	1.70	0.68	0.67	0.1	1.74	0.93	0.69
40–60	0.15	7.70	6.46	0.056	0.98	1.76	0.80	0.72	0.1	1.52	2.15	0.68
60–80	0.12	7.81	6.35	0.042	-	2.70	0.85	0.73	0,0	1.55	2.20	0.68
80–100	0.14	7.85	6.95	0.042	-	2.72	0.85	0.74	0.1	1.50	2.25	0.70
100–120	0.16	7.65	7.69	0.020	-	2.75	0.82	0.75	0,0	1.49	2.30	0.71

3.1.3. Sulama Suyunun Sağlanması

Denemede kullanılan sulama suyu, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Araştırma Uygulama Çiftliğinden geçen DSİ sulama kanalından sağlanmıştır. Sulama kanalından alınan sulama suyu örnekleri USSS (1954)'de verilen esaslardan abak ve çizelgelerden yararlanarak laboratuarda analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 3.3'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda kullanılan sulama suyu C₂ S₁ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Analiz Sonuçları

Sulama Suyu Sınıfı	EC (dS/m)	pH	Kasyonlar (me/l)				Anyonlar (me/l)				%Na	SAR
			Na	C	Mg	K	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	Cl		
C ₂ S ₁	0.26	7.1	1.07	2.15	1.23	0.04	-	2.29	0.72	1.48	23.8	0.82

3.1.4. Sulama Sistemi

Denemede kullanılan damla sulama sistemi denetim birimi, kum-çakıl filtre, disk filtre, su sayaçları, manifold, lateral, vanalar, bağlantı parçaları vs. meydana gelmektedir. Ana hat PVC, manifold ve lateraller ise PE borulardan oluşturulmuştur. Lateraller Ø16 mm çapında olup üzerinde 100 kPa işletme basıncında debisi 4.00 L/h

olan damlatıcılar yer almaktadır. Damlatıcılar lateral hattı üzerinde 0.35 m, her mısır sırasına bir lateral gelecek şekilde 0.70 m aralıklarla yerleştirilmiştir.

3.1.5. İklim Durumu

Akdeniz iklim kuşağında bulunan Adana ilinde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. Araştırmanın yürütüldüğü 2006 yılına ilişkin iklim verileriyle uzun yıllık aylık ortalama iklim verileri (1990- 2005) Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne bağlı Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtlarından saptanmıştır.

Çizelge3.4 Büyüme Dönemindeki Uzun Yıllık ve 2006 Yılı İklim Verileri

	İklim Öğeleri	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Uzun Yıllık Değerler (1990–2005)	Ortalama sıcaklık (°C)	25.9	28.3	28.8	26.2	21.9
	Oransal Nem (%)	66.6	71.9	71.2	65.2	61.3
	Rüzgar Hızı (m/s)	2.4	2.6	2.4	2	1.6
	Yağış (mm)	16.7	9.4	7.5	17.2	38.2
	Buharlaşma (mm)	210.1	243.3	224.6	181	120.8
Araştırma Yılı İklim Verileri (2006)	Ortalama sıcaklık (°C)	26.5	28.7	27.8	25.2	24.1
	Oransal Nem (%)	63.9	64.8	71	62.5	61.1
	Rüzgar Hızı (m/s)	1.2	0.9	1.3	1	1
	Yağış (mm)	14.4	8.1	14.8	24.2	36.6
	Buharlaşma (mm)	206.3	231.7	220.6	182.9	117.7

3.1.6. Ekilen Mısır Çeşidi

Araştırmada Pioneer–3394 mısır çeşidi kullanılmıştır. Her toprağa uyum sağlayabilen, dik yapraklı, dane kalitesi ve hektolitresi yüksektir, ortalama 114 günde olgunlaşır, sap ve kök sistemi çok sağlamdır, olgunlaşmadan sonra rutubetini çok hızlı kaybeder, bölgemizdeki hastalıklara dayanıklıdır. Verim potansiyeli yüksek olan bu çeşidin önerilen ekim sıklığı 8400 adet/da' dır (Anonim, 2006).

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analiz Yöntemleri

Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri, 0- 120 cm profil derinliğinden 20 cm'lik katmanlardan sistematik örnekleme esasına göre Hollanda tipi burgu kullanılarak alınmıştır (Petersen ve Calvin, 1965). Toprak bünyesi; Bouyoucos (1951), tarafından esasları verilen Hidrometre Yöntemi ile saptanmıştır. Hacim ağırlığı, bozulmamış toprak örneklerinde belirlenmiştir. Tarla kapasitesi ve solma noktası, basınçlı plaka aygıtı kullanılarak bozulmuş toprak örneklerinin sırasıyla 1/3 ve 15 atmosferde tuttukları nem miktarının saptanmasıyla bulunmuştur. pH, cam elektrotlu Beckman pH metresiyle satürasyon çamurunda belirlenmiştir. Tuz içeriği, satürasyon çamurunda Standart Wheatstone Köprüsü Yöntemi ile saptanmıştır (USSL, 1954). Kalsiyum karbonat; Çağlar (1969), tarafından verilen esaslara göre Scheibler Kalsimetresi ile belirlenmiştir.

3.2.2. Toprak Hazırlığı ve Ekim

Deneme alanı toprağı ekimden birkaç gün önce goble-disk çekilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Pnömatik mibzerle 07.06.2006 hem ekim yapılmış hem de taban gübresi verilmiştir. Tohumlar 5 cm derinliğe, metre kareye 8 bitki düşecek şekilde sıra arası 70 cm, sıra üzeri 18 cm olmak üzere ekilmiştir.

3.2.3. Gübreleme

İlk gübre ekimle birlikte deneme konularına 15–15–15 gübresinden saf madde esasına dayanarak hektara 48 kg N, 48 kg P₂O₅ ve 48 kg K₂O verilmiştir. Geriye kalan N ise sulama parsellerine %46'lık üre formunda saf madde esasına göre 07.06.2006 tarihinde 60 kg/ha 06.07.2006 tarihinde 75 kg/ha ve 03.08.2006 tarihinde 50 kg/ha olarak bitki sırası yakınlıklarına elle verilerek toprağı karıştırılmıştır.

3.2.4. Bakım

Deneme sürecinde yabancı otlarla mücadele için bir kez herbisit uygulanmış ve belirli dönemlerde çapalama yapılmıştır. Bitki zararlılarına karşı kimyasal mücadele uygulanmıştır. Bu amaçla koçan kurdu için etkili maddesi Lambda Cyholothrin, sap kurdu için etkili maddesi Teflubenzuron olan ruhsatlı ilaçlar kullanılmıştır.

3.2.5. Araştırma Konuları ve Deneme Deseni

Bu çalışmada A sınıfı buharlaşma kabın'dan 7 günlük sulama aralığında yağışlımlı buharlaşma miktarı damla sulama yöntemi ile beş farklı sulama konusu olarak uygulanmıştır. Konular;

Tam su (%100), TS-100

Kısıntılı su (%50), KS-50

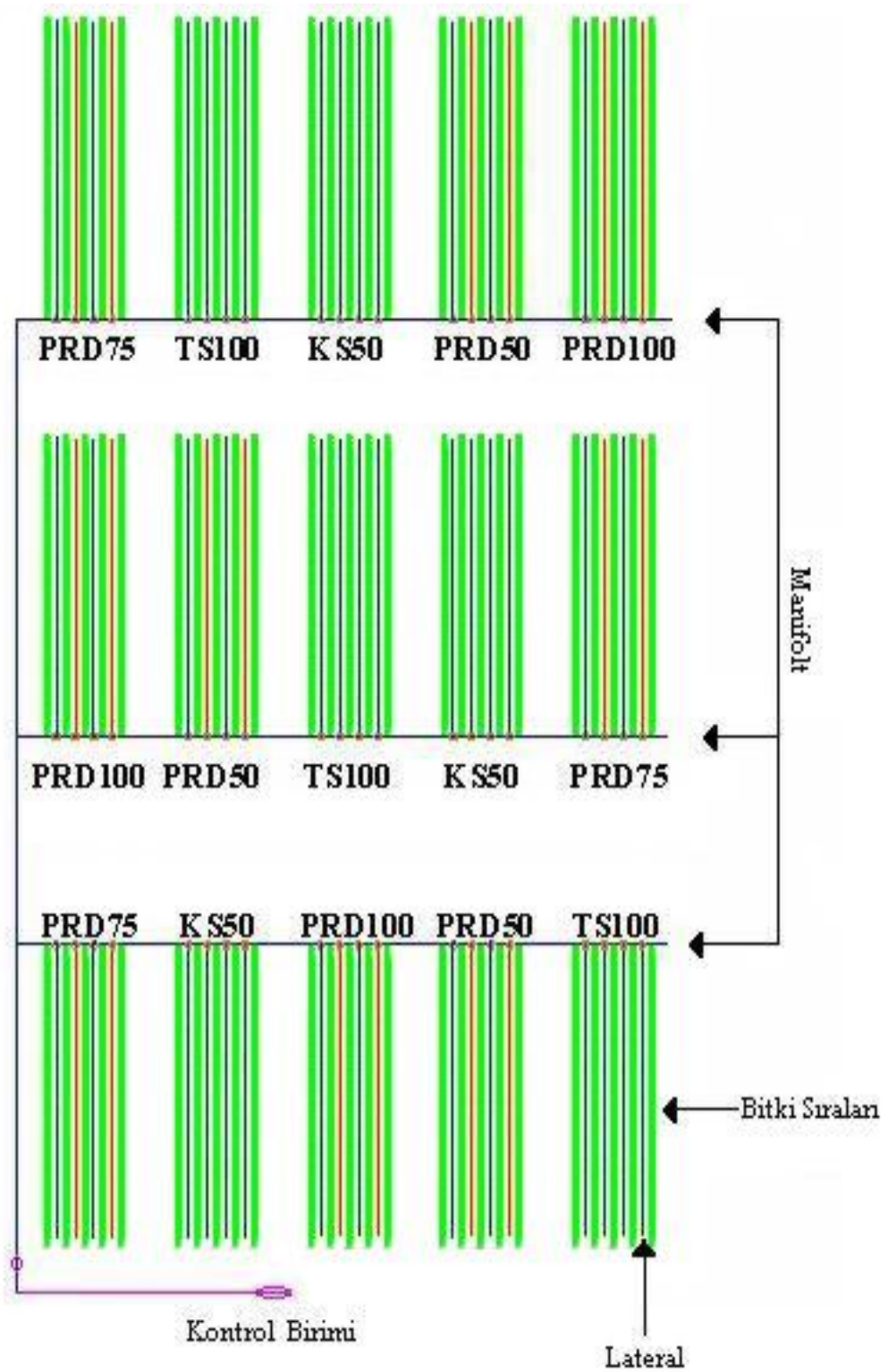
Yarı ıslatmalı (%100), PRD-100

Yarı ıslatmalı (%75), PRD-75

Yarı ıslatmalı (%50), PRD-50'dir.

Araştırma tesadüf bloklarında üç yinelemeli olarak yürütülmüştür.

Sulamalar 7 günde bir yapılmıştır. TS-100 ve KS-50 konularında her lateralde sulama yapılmış, TS-100; A sınıfı buharlaşma kabın'dan bir haftalık sulama aralığındaki buharlaşan su miktarının tamamı KS-50'de ise %50'sinin uygulanmasıyla yürütülmüştür. PRD'lerde ise dönüşümlü olarak 4 lateralden 2'si (1-3) ve (2-4) şeklinde sulama yapılmıştır. PRD-100'de A sınıfı buharlaşma kabın'dan buharlaşan miktarın tamamı sulanan sıralara; PRD-75'de % 75'i PRD-50'de ise %50'si uygulanmıştır. Her yinelemede TS-100, KS-50, PRD-100, PRD-75, PRD-50 konuları rastgele yerleştirilip her konuda 4 adet lateral kullanılmıştır. Her parsel 5 bitki sırasından oluşturulmuş ve parsel uzunluğu 10 m olarak belirlenmiştir. Deneme parsellerinin yerleşim düzeni Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme Planı

3.2.6. Sulama Yöntemi

Denemede kullanılan damla sulama sisteminde lateraller Ø16 mm çapında olup üzerinde 100 kPa işletme basıncında debisi 4.00 L/h olan içten geçik damlatıcılar yer almaktadır. Damlatıcılar lateral hattı üzerinde 0.35 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Lateraller; her mısır sırasına bir lateral gelecek şekilde 0.70 m aralıklarla yerleştirilmiştir.

Sulama uygulamaları damla sistemi kullanılarak beş farklı işletim biçiminde yapılmıştır. Sulama suyu, araştırma alanı yakınından geçen DSİ sulama kanalından sağlanmıştır. Kapalı sistemle deneme alanına iletilen su hidrantlardan alınarak uygulanmıştır. Her lateralın başına yerleştirilen vanalar yardımıyla sulama süreleri ayarlanmıştır. Denemede tam sulama konusuna (TS-100) uygulanacak sulama suyu bir haftalık sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan suyun tamamı (E_0) sistemin damlatıcı debisi ve aralığı dikkate alınarak belirlenen su verme hızı olan 16 mm/h'e bölünerek saat olarak sistemin çalışma süresi elde edilmiştir. Süre hesabından yola çıkılarak TS-100, KS-50, PRD-100, PRD-75, PRD-50 konularına orantılı olarak sulama uygulanmıştır.

$$H(h) = \sum E_0 \text{ (mm)} / 16 \text{ (mm/h)}$$

H: sulama süresi, h

Ayrıca, A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan suyun tamamı parsel alanı ile çarpılarak hacme dönüştürülerek kontrolleri yapılmıştır.

$$V = A.E_p$$

V= Uygulanan sulama suyu miktarı, L

A= Parsel alanı, m²

E_p = Yıgışimli buharlaşma, mm

Çalışmada ıslatma yüzdesi $P = \%100$ olarak alınmıştır (Howell ve ark., 1997).

Koçan oluşumundan sonraki dönemde A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan su miktarı yetersiz görülmüş 3.8.2006 tarihinden sonraki 4 konulu sulama 90 cm toprak derinliğindeki nem açığına göre yapılmıştır.

3.2.7. Günlük Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi

Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında bulunan meteoroloji parkındaki A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Her sabah saat 9.00’da su düzeyi ölçümleri yapılmıştır. Ölçülen su düzeyi bir önceki su düzeyinden çıkarılarak günlük buharlaşma miktarı elde edilmiş ve bir haftalık toplam buharlaşma sulama suyu olarak uygulanmıştır. A sınıfı buharlaşma kabında su seviyesi düştükçe ağız seviyesinde 5 cm boşluk kalacak şekilde doldurulmuştur.

3.2.8. Toprak Suyu Gözlemleri

Toprak profilinde nem değişimleri sulamadan bir gün önce 2 haftada bir kez 0-30 cm’lik katmanda gravimetrik, 30–120 cm arasında ise 20 cm’lik artışlarla nötronmetre yöntemiyle belirlenmiştir.

Nötronmetre sayımları yapabilmek amacıyla TS–100 ve KS–50 konularında her bir parsel ortasına 1 adet sıra üzerine PRD–100, PRD–75, PRD–50 konularında ise 1 sıra üzeri 2 sıra arasına olmak üzere 3 adet 120 cm derinliğe 38.1 mm iç çapında ve 3.2 mm et kalınlığında alüminyum tüpler yerleştirilmiştir. Nötron sayımları 32 saniye süre ile yapılmış ve anılan sayımlarda Campbell Pasific Nuclear Corp tarafından yapılmış BF³ (nötron kaynağı Americium-Berilium) dedektör tüpü içeren 503 Hydroprope, DR tipi nötronmetre kullanılmıştır.



Şekil 3.2. PRD–100, PRD–75, PRD–50 Konularındaki Nötronmetre Borularının Yerleşim Düzeni

Standart okumalar su doldurulmuş bir varilde yapılmıştır. Her okumada 15 standart sayım yapılmış, en büyük ve en küçük değerler atılarak, 13 okumanın ortalamaları alınmış ve elde edilen değer, ölçümün standart sayımı olarak göz önüne alınmıştır. Gerçek ve standart sayımların birbirine oranlanması ile bulunan sayım oranları, kalibrasyon denkleminde kullanılarak her bir katmandaki toprak su içeriği kestirilmiştir.

Bunun yanında toprak profilinde matrik potansiyel değişimini izlemek için PRD–100 konusunda sıra üzeri ve sıra arasına 3'er adet, KS–50 konusunda ise sıra üzerine 3 adet 30–45–60 cm derinliklerine toplam 9 adet tansiyometre çakılmıştır. Tansiyometre okumaları sulamalardan bir gün önce ve sulama sonrasında düzenli olarak yapılmıştır.



Şekil 3.3. PRD-100 Konusunda Tansiyometrelerin Yerleşimi



Şekil 3.4. KS-50 Konusunda Tansiyometrelerin Yerleşimi

3.2.9. Bitki Boyu

Her parselde işaretlenmiş 3 bitkinin süreç boyunca haftalık boy değişimleri ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

3.2.10. Kuru Madde Miktarı (Biomass) ve Yaprak Alan İndeksi (LAI)

Biomass her parselden alınan 3 bitkinin toprak yüzeyinden kesilmesi ile ölçülmüştür. Alınan örneklerin önce yaprak alanları ölçülmüş ve sonra etüvde 65°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmasıyla toprak üstü kuru madde miktarı belirlenmiştir. Alınan bitki örneklerinin yaprak alanları optik yaprak alan ölçer ile ölçülmüş ve yaprak alanları hesaplanmıştır.

3.2.11. Hasat

Fizyolojik olgunluğa gelen bitkiler 21.09.2006 tarihinde elle hasat edilmiştir. Hasatta 10 m uzunluğundaki 5 bitki sırasından ortadaki 3'ü 2 m başlangıç ve 2 m sonundan dikkate alınmayarak 6 m uzunluğundaki sırada bütün bitkiler hasat edilmiştir. Ayrılan koçanlar güneşte kurutularak danelleme işlemi yapılmıştır. Elde edilen dane verimleri %15.5 su içeriğine göre düzeltilmiş ve dekara verim olarak hesaplanmıştır. Bin dane ağırlığı, koçan başına dane sayısı, bitki başına koçan sayısı gibi verim bileşenleri belirlenmiştir.

3.2.12. Hasat İndeksi

Birim alandan elde edilen dane ağırlığının toprak üstü toplam kuru maddeye oranı olarak tanımlanan hasat indeksi (HI) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Beadle, 1985).

$$HI=Y/DM$$

Bu eşitlikte:

HI: Hasat indeksi

Y: Birim alandan elde edilen dane verimi, kg

DM: Birim alandan elde edilen toprak üstü kuru madde ağırlığıdır, kg

3.2.13. Su Tüketimi

Mısır bitkisinin 120 cm'lik toprak profilinden tükettiği su (Evapotranspirasyon) Howell ve ark., (1986)'nın belirttiği su dengesi eşitliği ile saptanmıştır.

$$ET = I + P + D_p \pm R_{off} \pm \Delta s$$

Eşitlikte:

ET: Bitki su tüketimi, mm

I: Sulama suyu, mm

P: Yağış, mm

D_p: Derine süzülme, mm

R_{off}: Yüzey akış kayıpları, mm

Δs: Toprak profilindeki nem değişimi, mm

3.2.14. Su Kullanma Randımanı (WUE)

Sulama suyu ve su tüketim randımanlarını belirlemek amacıyla Howell ve ark., (1994)'nın verdiği aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$IWUE = Y / I$$

$$WUE_{ET} = Y / ET$$

Bu eşitlikte:

IWUE: Sulama suyu kullanma randımanı, kg/m³

WUE_{ET}: Toplam su kullanma randımanı, kg/m³

ET: Evapotranspirasyon, mm

I: Uygulanan Sulama Suyu, mm

Y: Sulanan konularda elde edilen verimlerdir, kg/da

3.2.15. Bitki Üretim Fonksiyonu

Denemede oransal evapotranspirasyon açığı ile verim azalması arasındaki ilişkilerin ve verim etmeni (ky) değerlerinin belirlenmesinde Stewart modeli kullanılmıştır (Stegman ve ark., 1981). Anılan model matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$(1 - Y_a/Y_m) = ky \cdot (1 - E_a/E_m)$$

Burada;

E_a ve Y_a : Bitkinin yetiştirildiği koşullardaki gerçek su tüketimi ve bu tüketime karşılık elde edilen gerçek verim;

E_m ve Y_m : Bitkinin büyüme mevsimi boyunca herhangi bir su eksikliğinin olmadığı koşullarda maksimum su tüketimi ve buna karşılık elde edilen maksimum verim;

ky : Evapotranspirasyondaki bir birim azalmaya karşılık verimdeki azalmayı gösteren verim etmenidir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Mısır Bitkisinin Gelişme Dönemleri

Araştırmada Pioneer–3394 hibrit mısır çeşidi kullanılmıştır. Ekim 07.06.2006 tarihinde yapılmış ve ilk çıkışlar 5 gün sonra 12.06.2006 tarihinde gözlenmiştir. İlk tepe püskülü 24.07.2006 tarihinde görülmüştür. Koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinin başlangıcı sırasıyla 26.07.2006 ve 17.08.2006 olarak gözlenmiştir. Fizyolojik olgunluğa erişen mısırlar 21.09.2006 tarihinde hasat edilmiştir.

4.2. Sulamaya İlişkin Bulgular

Ekim sonrası bitkilerin çimlenmesi ve parsellerde yeknesak bitki gelişimi sağlamak için 2.6, 17.06 ve 24.06 tarihlerinde yağmurlama ile 60, 14, 50 mm ve 06.07.2006 tarihinde damla sulama sistemi ilk kez çalıştırılarak 23 mm olmak üzere toplam 147 mm eşit su verilmiştir. Denemede 13.06.2006 tarihinde konulu sulamalara başlanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarları ve tarihleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Konulara göre uygulanan sulama suyu miktarı 124 ile 498 mm arasında değişmiştir. En fazla sulama suyu TS–100, en az sulama suyu PRD–50 konusuna uygulanmıştır. Deneme boyunca 7 konulu sulama yapılmış ve her bir sulamada uygulanan su miktarları 7 ile 138 mm arasında değişmiştir.

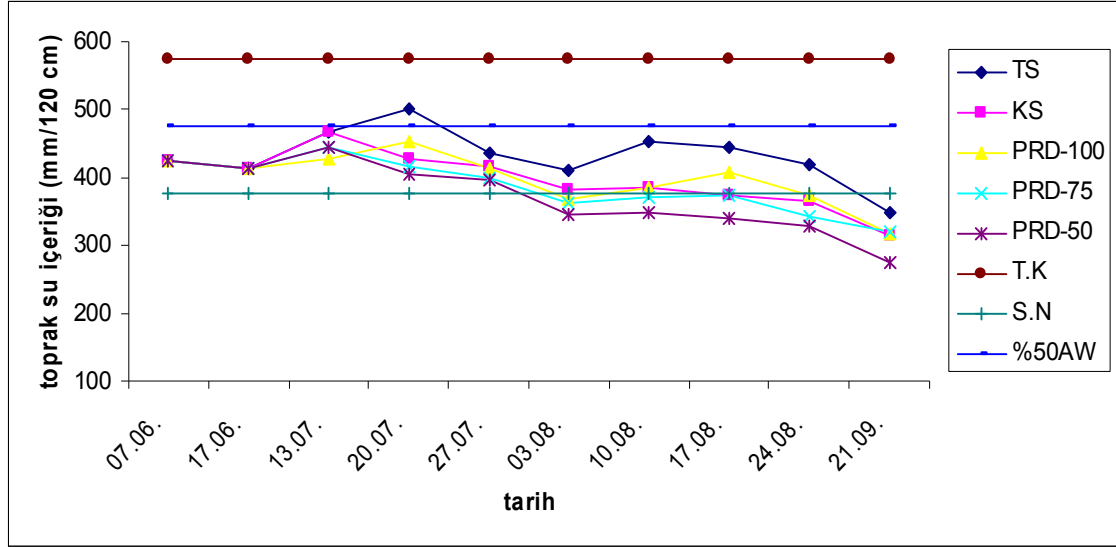
Koçan oluşumundan sonraki dönemde A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan su miktarı yetersiz görülmüş 3.8.2006 tarihinden sonraki 4 konulu sulama 90 cm toprak derinliğindeki nem açığına göre yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Konulara Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm)

I: SULAMA SUYU MİKTARI, mm					
Sulama Tarihi	TS-100	KS-50	PRD-100	PRD-75	PRD-50
02.06.2006	60	60	60	60	60
17.06.2006	14	14	14	14	14
24.06.2006	50	50	50	50	50
06.07.2006	23	23	23	23	23
Toplam	147	147	147	147	147
13.07.2006	27	14	14	10	7
20.07.2006	37	19	19	14	9
27.07.2006	36	18	18	14	9
03.08.2006	138	69	69	52	35
10.08.2006	82	41	41	31	20
17.08.2006	90	45	45	34	23
24.08.2006	87	44	44	33	22
Toplam	498	249	249	187	124
Genel Toplam	644	396	396	333	271

4.3. Toprak Profiline Su İçeriği Gözlemleri

Araştırma konularına toprak profilinin 120 cm derinliğinde su içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 4.1’de verilmiştir. Anılan şekilde, toprak su içeriğinin 120 cm toprak profilinde Ağustos ayı başına dek tarla kapasitesi ile solma noktası arasında olduğu görülmektedir. Bu grafik sulamadan bir gün önceki toprak su içeriği değerlerini göstermektedir. Bu tarihten sonra TS-100 dışındaki tüm konuların sulama öncesi su içeriğinin SN’nın altında olduğu görülmektedir. Tam su alan TS-100 konularına koçan oluşumuna dek bir haftalık buharlaşmanın tamamı (mm) uygulanırken KS-50 ve PRD-100 konularına yarısı uygulanmıştır. Konulu sulamalara geçilmesinin ardından uygulanan sulama suyu miktarı farklılıklarına bağlı olarak toprak su içeriği değerleri farklılık göstermektedir. Koçan oluşumundan sonraki dönemde (03.08.2006) tüm konularda sulama öncesi toprak su içeriğinin solma noktasına yaklaştığı fark edilmiş ve bu tarihten itibaren sulamalar 90 cm derinliğindeki nem açığına göre yapılmıştır.



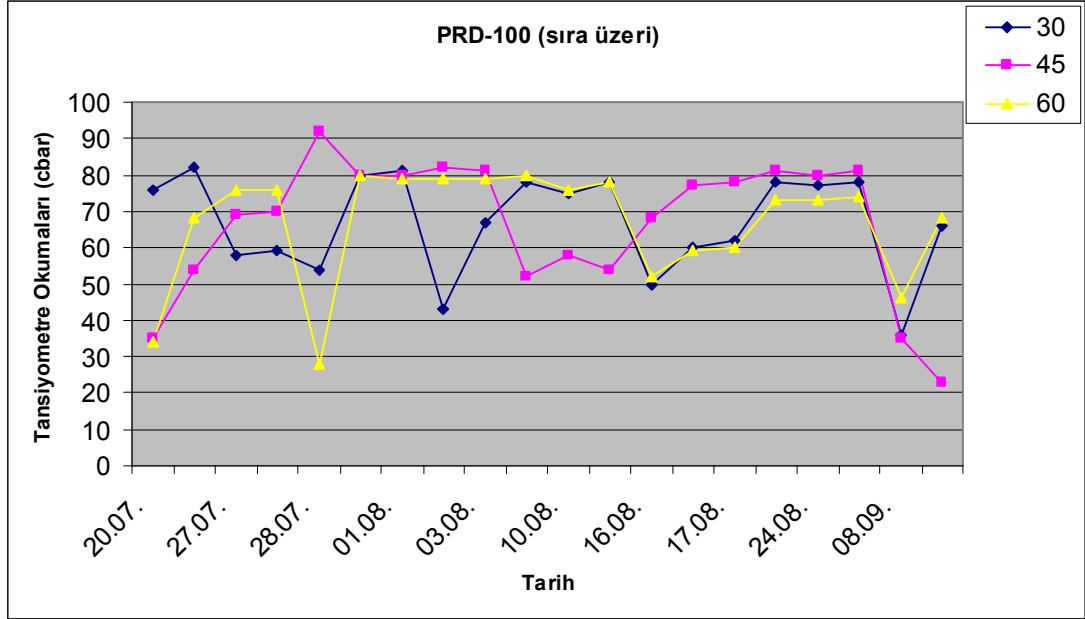
Şekil 4.1. Araştırma Konularında Sulama Öncesi Toprak Su İçeriğinin (mm/120cm) Zamana Göre Değişimi

TS-100 konusunda sulama öncesi toprak profilindeki su içeriği bütün büyüme mevsimi boyunca tarla kapasitesi (T.K.) ile solma noktası (S.N.) arasında kalmıştır. Koçan oluşumundan sonraki dönemde su içeriği S.N. yaklaşıp da bu noktanın altına düşmemiştir. KS-50, PRD-100, PRD-75 ve PRD-50 konuları ise koçan oluşumu dönemine kadar profil su içeriği S.N.'nin altına düşmemiştir. Bu dönemden başlayarak toprak profilinde su içeriği S.N.'nin altına düşmüş ve mevsim sonuna kadar bu durum böyle seyretmiştir. Toprak profili su içeriği konulara göre sıralandığında en fazla su alan TS-100 konusunda sulama öncesi toprak profilindeki su içeriği diğer konulardan daha yüksek bulunmuştur. Şekil 4.1, TS-100 konusunda kullanılabilir suyun %60-70'i tüketildiği zaman sulama yapıldığını göstermektedir. En az sulanan PRD-50 konusu ise en kuru toprak profili ile sonuçlanmıştır. Çünkü anılan konuya az sulama suyu uygulanmıştır. Mısır bitkisi için kritik dönem olan tepe püskülü çıkarıncaya kadarki devrede konular T.K. ile S.N. arasında kalmışlardır.

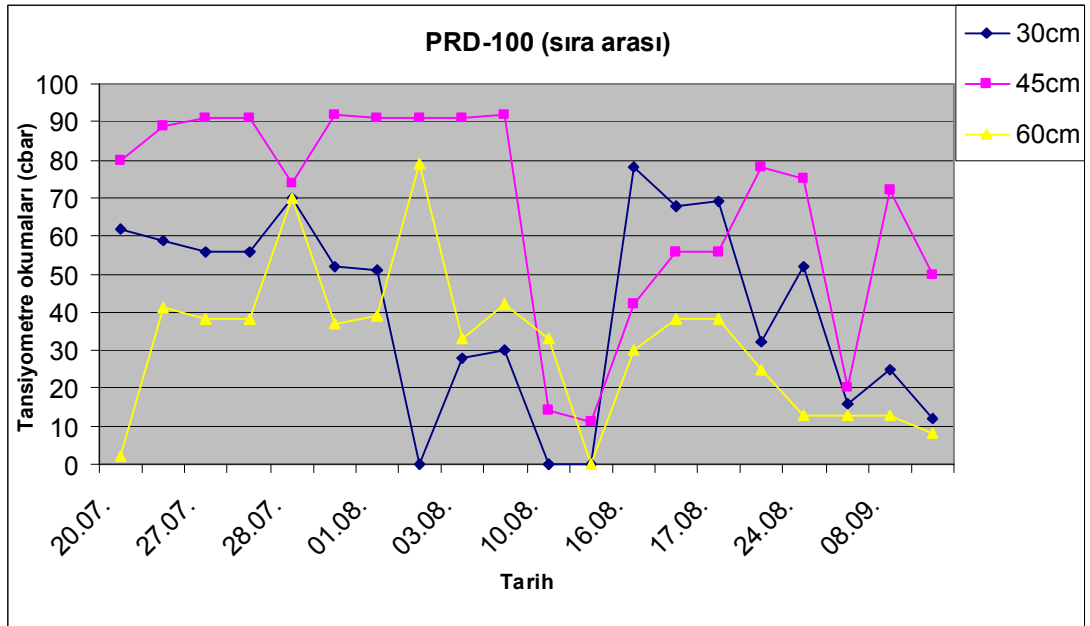
4.4. Toprak Profiline Su Potansiyeli (Tansiyometre ölçümleri)

Araştırmada, iki farklı konumda 3 farklı derinliğe yerleştirilen toplam 9 tansiyometre ile toprak profilinde su potansiyelinin değişimi izlenmiştir. Tansiyometrelerden 3 tanesi KS-50 konusunda sıra üzerine 30, 45, 60 cm derinliklerine çakılmıştır. PRD-100 konusuna ise 3'ü sıra üzerine 3'üde sıra arasına olmak üzere toplam 6 tansiyometre yine 30, 45, 60 cm derinliklerinde çakılmış ve okumalar cbar cinsinden kaydedilmiştir.

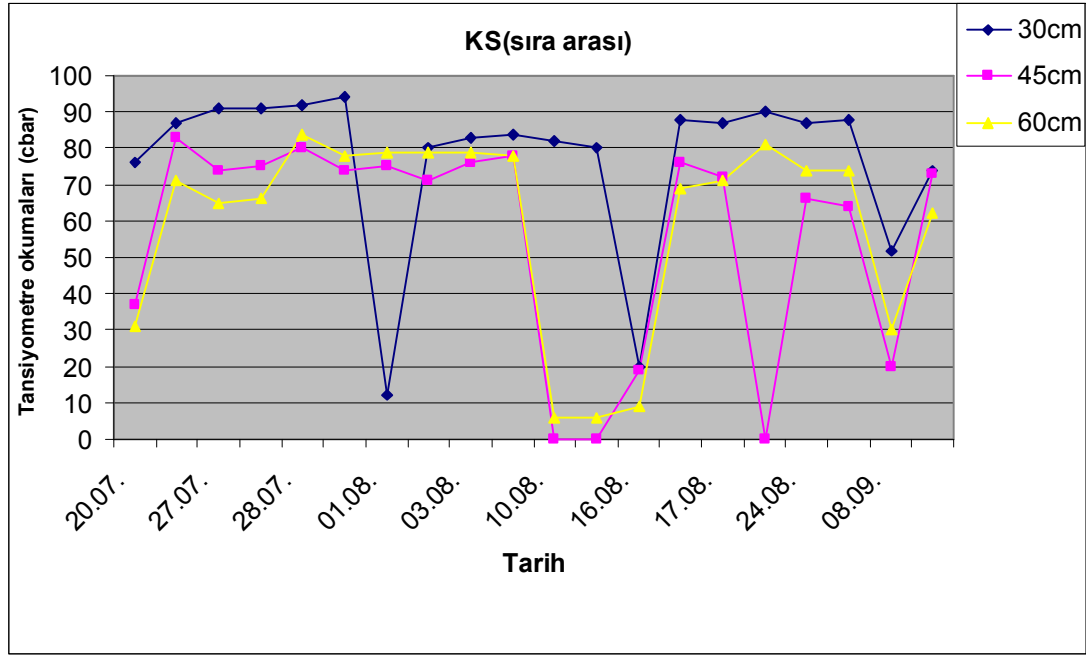
KS-50 (sıra üzeri), PRD-100 (sıra üzeri) ve PRD-100 (sıra arası) konularına ilişkin toprak profilindeki toprak su potansiyeline ilişkin grafikler Şekil 4.2, 4.2 ve 4.4'de gösterilmiştir. PRD-100 konusunda sıra üzerinde toprak profilindeki su potansiyelleri 30-80 cbar arasında görülmüştür. Sulamalardan sonra toprak su potansiyeli değerleri yükselmiş (tansiyometrelerde daha küçük değerler), sulamayı izleyen günlerde su potansiyeli azalmıştır. Genel olarak 45 cm çakılan tansiyometrelerdeki okumalar azalan derinlikte en düşük olmuş, 30 ve 60 cm derinlikteki tansiyometreler ise daha yüksek su potansiyelleri göstermiştir. PRD-100 konusunda sıra arasında toprak profilindeki su potansiyelleri 10-80 cbar arasında kalmıştır. 45 cm derinliğe çakılan tansiyometreden bu derinliğin diğer iki derinliğe göre daha kuru olduğu anlaşılmıştır. 60 cm derinliğindeki değişim genel olarak daha dar bir alanda gelişmiştir. Bu derinlikteki su potansiyelinin korunduğu bu bölgede yeterli nemin olduğunu göstermektedir. KS-50 (sıra arası) profildeki su dağılımı daha dar bir alanda değişim göstermiştir. Değerler birbirine yakındır ve KS-50 konusundaki toprak profilinde su potansiyeli PRD-100 sıra arası, PRD-100 sıra üzerine göre daha azdır.



Şekil 4.2. Toprak Profilineki Su Potansiyelinin Zamana Göre Değişimi (PRD-100, Sıra Üzeri)



Şekil 4.3. Toprak Profilineki Su Potansiyelinin Zamana Göre Değişimi (PRD-100, Sıra Arası)

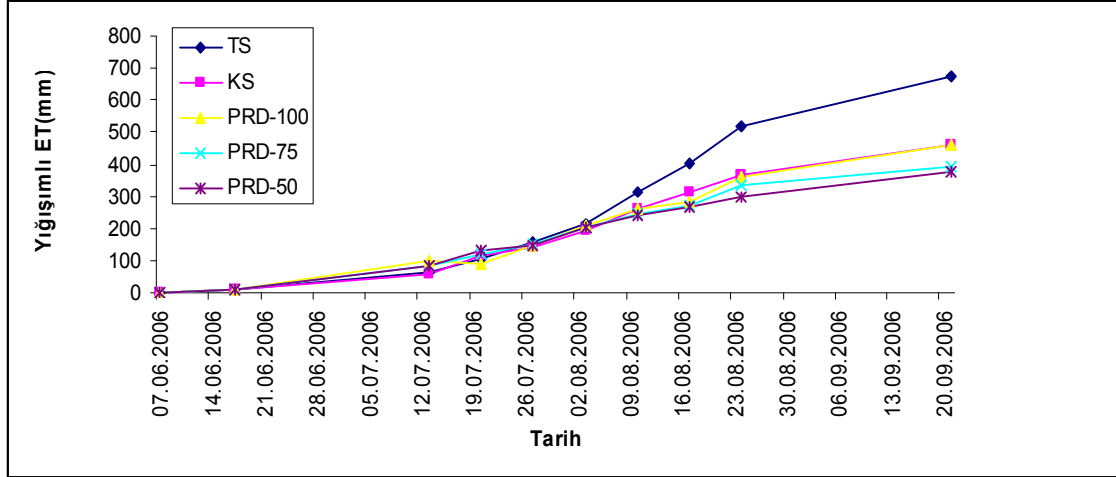


Şekil 4.4. Toprak Profilineki Su Potansiyelinin Zamana Göre Değişimi (KS-50, Sıra Arası)

4.5. Bitki Su Tüketimi (ET)

Deneme konularına göre bitki su tüketimi değerleriyle bunlara ilişkin varyans analizi ve Duncan gruplaması sonuçları sırasıyla Çizelge 4.2, 4.3 ve 4.4’de verilmiştir. Deneme konularına göre bitki su tüketimleri ve sulama suyu miktarları Ek Çizelge 1-5’de verilmiştir. Çizelgelerde görüldüğü gibi yığışımlı bitki su tüketimi değerleri uygulanan su miktarı arttıkça artmıştır. En yüksek tüketim TS-100 konusunda görülürken (677 mm), KS-50 ve PRD-100 konularında benzerlik göstermiş (460 mm) ve en az PRD-50 konusunda olmuştur (375 mm). İkinci ürün mısır bitkisinin gelişme döneminde çok az yağış kaydedildiği için tüketim tamamıyla uygulanan sulama suyuna bağlı olmuştur. Çukurova koşullarında ikinci ürün mısır bitkisinin konulara göre yığışımlı su tüketim değerlerinin zamana göre değişimi Şekil 4.5’de verilmiştir. Geleneksel kısıntılı sulama uygulanan KS-50 konusu ile yarı ıslatmalı sulanan PRD-100 konularında bitki su tüketimi benzerlik göstermiştir. Bu sonuç farklı işletim biçimleri olmasına rağmen aynı miktar sulama suyu uygulanan geleneksel kısıntılı

sulama (KS-50) ile yarı ıslatmalı damla sulamanın (PRD-100) tüketiminin benzer olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.5. Konulara Göre Bitki Su Tüketiminin Zamana Göre Değişimi

Temmuz ayı sonlarına kadar tüm konularda bitki su tüketim hızı benzerlik gösterirken, Ağustos başlarından itibaren farklılıklar ortaya çıkmıştır. Tam su konularındaki tüketim hızı en yüksek kısıntılı sulama konularında ise uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak azalmıştır. Kısıntılı su uygulanan konularda bitki yeteri kadar su alamadığından atmosferik istemi karşılamada yetersiz kalmıştır. Buna bağlı olarak bitki su tüketimleri düşük olmuştur.

Çizelge 4.2. Konulara Göre Bitki Su Tüketimi Değerleri

KONULAR	BİTKİ SU TÜKETİMİ (mm)			Ortalama Mevsimlik Su Tüketimi (mm)	Sulama Suyu (mm)
	I	II	III		
TS-100	697	652	682	677	644
KS-50	491	452	438	460	396
PRD-100	441	435	502	460	396
PRD-75	406	420	354	393	333
PRD-50	361	390	374	375	271

Çizelge 4.3. Bitki Su Tüketimine İlişkin Varyans Analizi

	S.D.	K.T.	K.O.	F	OLASILIK
Yineleme	2	2.145	1.073	0.0050	0.0000**
Sulama	4	170474.233	42618.558	199.4088	
Hata	8	1709.796	213.725		
Toplam	14	172186.175			

Çizelge 4.4. Bitki Su Tüketimine İlişkin Duncan Gruplaması

KONULAR	ORTALAMA ET (mm)
TS-100	677.1a
KS-50	444.9b
PRD-100	438.3b
PRD-75	412.8bc
PRD-50	375.1c

Varyans analizi sonuçlarına göre farklı sulama suyu miktarları ve işletim biçiminin bitki su tüketimine etkilerinin istatistiksel olarak 0.05 önem düzeyinde farklı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3.). Yapılan Duncan gruplamasına göre (Çizelge 4.4.) sulama suyu miktarlar ve işletim biçimine göre 4 farklı grup ortaya çıkmıştır. Tam su alan geleneksel damla sulama işletimi olan TS-100 birinci grupta yer alırken, eşit ve tam su konusunun %50 sini alan geleneksel kısıntılı sulama (KS-50) ve yarı ıslatmalı PRD-100 konuları aynı grupta yer almıştır. PRD-75 ve PRD-50 konuları sırasıyla 3. ve 4. grubu oluşturmuştur.

4.6. Dane Verimi

Araştırma sonucunda konulardan elde edilen ve %15.5 nem içeriğine göre düzeltilmiş mısır dane verimleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Bu değerlerin varyans analizleri Çizelge 4.6’de ve bunların Duncan Gruplandırması sonuçları ise Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Deneme Parsellerinden Elde Edilen Ortalama Mısır Dane Verimleri

KONULAR	DANE VERİMİ (kg/da)			
	I	II	III	ORTALAMA
TS-100	1124.1	1054.4	942.4	1040.3
KS-50	750.1	812.7	754.2	772.3
PRD-100	776.1	719.3	827.5	774.3
PRD-75	709.8	686.8	696.1	697.6
PRD-50	660.3	555.9	619.5	611.9

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi en yüksek dane verimi tam sulama konusundan (TS-100) ortalama 1040 kg/da olarak elde edilmiştir. En düşük dane verimi ise yarı ıslatmalı damla sulama işletme biçimlerinden PRD-50 konusunda 611 kg/da olarak elde edilmiştir. Eşit sulama yapılan geleneksel kısıntılı sulama (KS-50) ile yarı ıslatmalı sulama (PRD-100) konularından elde edilen verimler sırasıyla 772 ve 774 kg/da olarak elde edilmiştir. Sulama suyu miktarı arttıkça verimlerin arttığı, farklı işletim biçimli iki kısıntılı sulamada ise verimlerin hemen hemen aynı olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.6. Mısır Dane Verimlerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

	S.D.	K.T.	K.O.	F	OLASILIK
Yineleme	2	4639.138	2319.569	0.7057	0.0002**
Sulama	4	308835.26	77208.816	23.4898	
Hata	8	26295.216	3286.902		
Toplam	14	339769.62			

Çizelge 4.7. Konulara Göre Dane Verimlerinin Duncan Gruplaması

KONULAR	ORTALAMA VERİM (kg/da)
TS-100	1040.0a
KS-50	772.4b
PRD-100	774.3b
PRD-75	697.4bc
PRD-50	611.9c

Varyans analizi sonuçlarına göre sulama suyu miktarı ve farklı işletim biçiminin 0.05 önem düzeyinde istatistiksel olarak dane veriminde önemli bir farklılık oluşturduğu görülmüştür. Yapılan Duncan gruplamasına göre 4 farklı grup ortaya çıkmıştır. Tam su alan konu olan TS-100 1. grupta, geleneksel kısıntılı sulama KS-50 ve yarı ıslatmalı sulama PRD-100 2. yer almıştır. Sulama suyu miktarları eşit olan bu iki farklı işletim biçiminden elde edilen verimlerin istatistiksel olarak benzerlik göstermesi ve aynı grup içinde yer alması işletim biçiminin verim üzerinde önemli bir etkisi olmadığını göstergesidir. Yarı ıslatmalı PRD-75 ve PRD-50 konuları sırasıyla 3. ve 4. grubu oluşturmuşlardır.

Kaman (2006) Çukurova koşullarında II. ürün mısır bitkisinde yaptığı çalışmada en yüksek verimi tam su konusundan elde ederken eşit su verilen yarı ıslatmalı sulama konularından elde edilen verim geleneksel kısıntılı sulama konularından yüksek çıkmıştır. Tam sulama ve yarı ıslatmalı sulama altında Mısır bitkisi üzerine Çin’de yapılan bir araştırmada verim değerleri istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer aldığı başka bir değişle elde edilen verimler arasında bir fark görülmediği belirlenmiştir (Kang ve ark., 2000). Domateste yapılan bir çalışmada yarı ıslatmalı sulama ile %50 su tasarrufu yapılırken meyve sayısı, ortalama yaş meyve ağırlığı, toplam yaş meyve verimi ve hasat indeksinde önemli değişiklikler olmadığı; meyvelerin daha iyi renklendiği daha çok kuru madde birikimi elde edildiği bildirilmiştir (Zebge ve ark., 2004). Diğer taraftan fasülyede yarı ıslatmalı sulama ile yapılan sulamanın beklenildiği gibi su tasarrufu sağlarken, bakla ve sürgün kuru ağırlığında azalmaya neden olduğu yönünde sonuçların elde edildiği çalışmalar da bulunmaktadır (Wakrim ve ark., 2004).

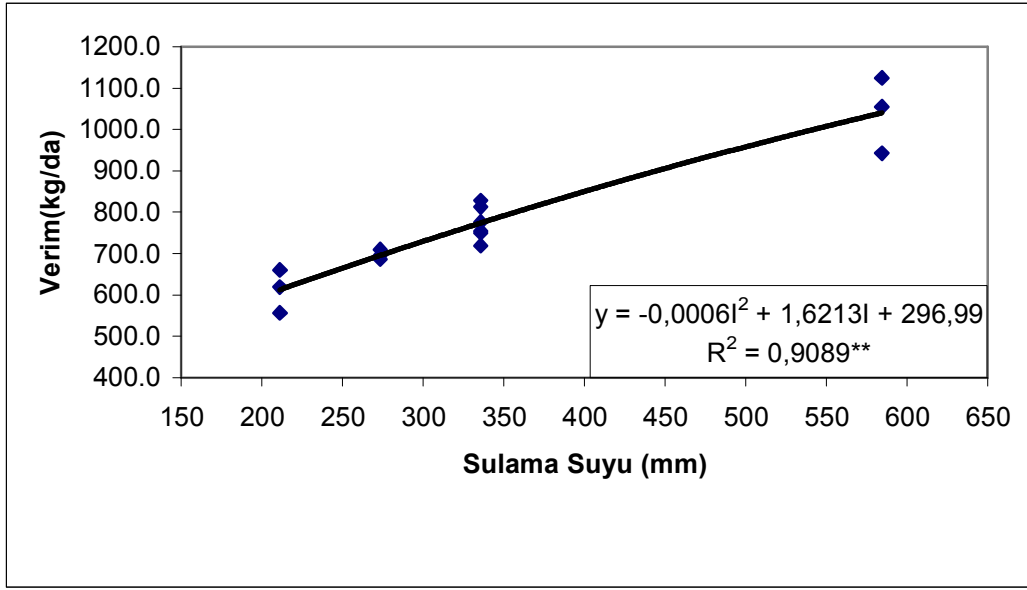
4.6.1. Dane Veriminin Sulama Suyu ve Su Tüketimi İle İlişkisi

Deneme konularına uygulanan sulama suyu ile su tüketim değerleriyle ortalama dane verimleri arasındaki ilişkileri tanımlayan su verim fonksiyonları belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de verilmiştir.

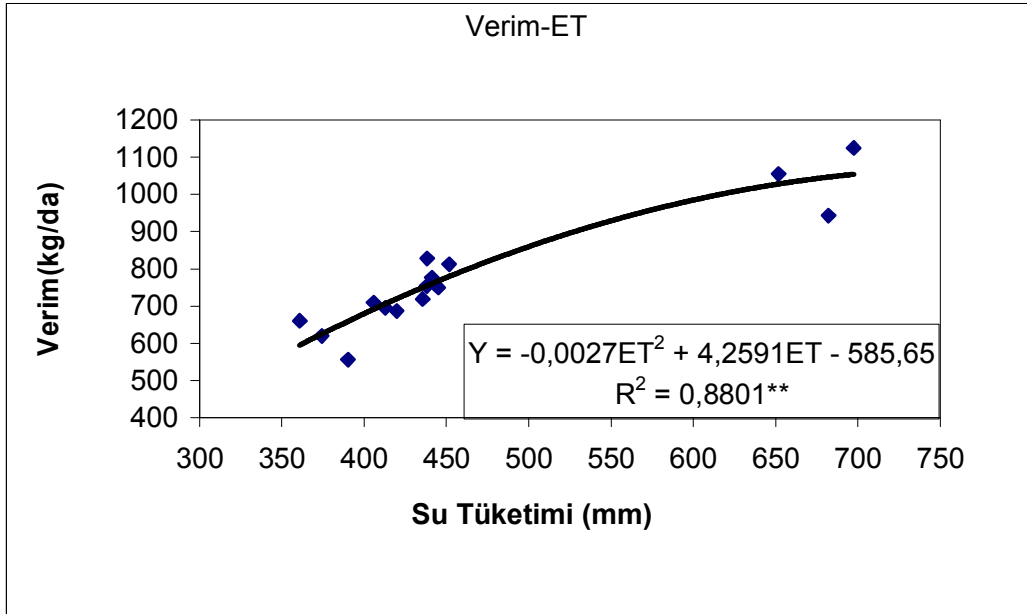
Şekil 4.6’da görüldüğü gibi sulama suyu ile dane verimi arasında ikinci dereceden istatistiksel yönden önemli ($P<0.05$) bir ilişki belirlenmiştir. Dane verimi (Y)

ile sulama suyu (I) arasındaki ilişkinin denklemi $Y = -0.0006I^2 + 1.6213I + 296.99$ ($R^2 = 0.91^{**}$) şeklindedir.

Dane verimi (Y) ile bitki su tüketimi (ET) arasında yine ikinci dereceden istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bir ilişki bulunmuştur. Anılan ilişki $Y = -0.0027 ET^2 + 4.2591 ET - 585.65$ ($R^2 = 0.88^{**}$) denklemiyle ifade edilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.6. Dane Verimi Sulama Suyu İlişkisi



Şekil 4.7. Dane Verimi-Su Tüketimi (ET) İlişkisi

Gençoğlu ve Yazar (1999), Çukurova koşullarında sulama suyu ile dane verimi arasında ikinci dereceden eşitlikler belirlemişlerdir. Bozkurt (2005) Çukurova koşullarında yaptığı bir çalışmada verim sulama suyu arasında, $Y = -0.0037I^2 + 5.835I - 1397.7$ ($R^2 = 0.62^{**}$); dane verimi su tüketimi arasında $Y = -0.0039ET^2 + 5.926ET - 1365.1$ ($R^2 = 0.54^{*}$) şeklinde ikinci dereceden denklemler elde etmiştir. Derviş (1990), sulama ve verim arasında ikinci dereceden denklemler elde etmişlerdir. Kanber ve ark. (1990) ile Köksal (1995) Çukurova doğrusal ilişkiler saptamışlar ve yine Gençel (2002) Harran ovası koşullarında sulama suyu-dane verimi ve su tüketimi-dane verimi arasında ikinci dereceden denklemler elde etmiştir.

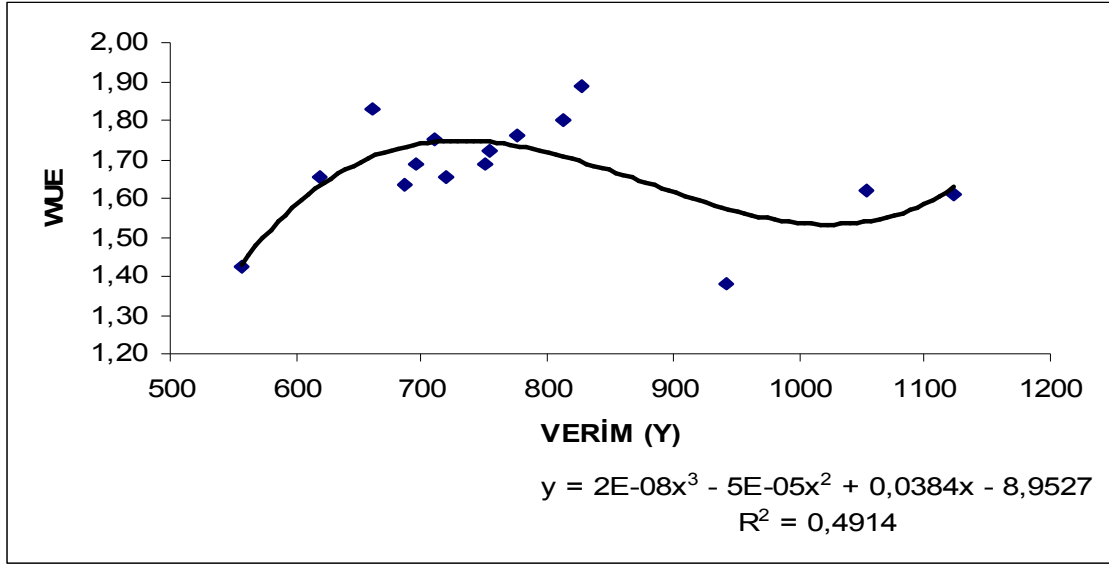
4.7. Mısırın Su Kullanma Randımanı

Çizelge 4.8’de denemede konularına ilişkin sulama suyu (IWUE) ve su tüketim randıman (WUE) değerleri verilmiştir. Elde edilen dekar başına dane verimi değerleri uygulanan toplam sulama suyuna bölünerek sulama suyu kullanım randımanı (IWUE); mevsimlik su tüketimine bölünerek ise su kullanma randımanı (WUE) hesaplanmıştır.

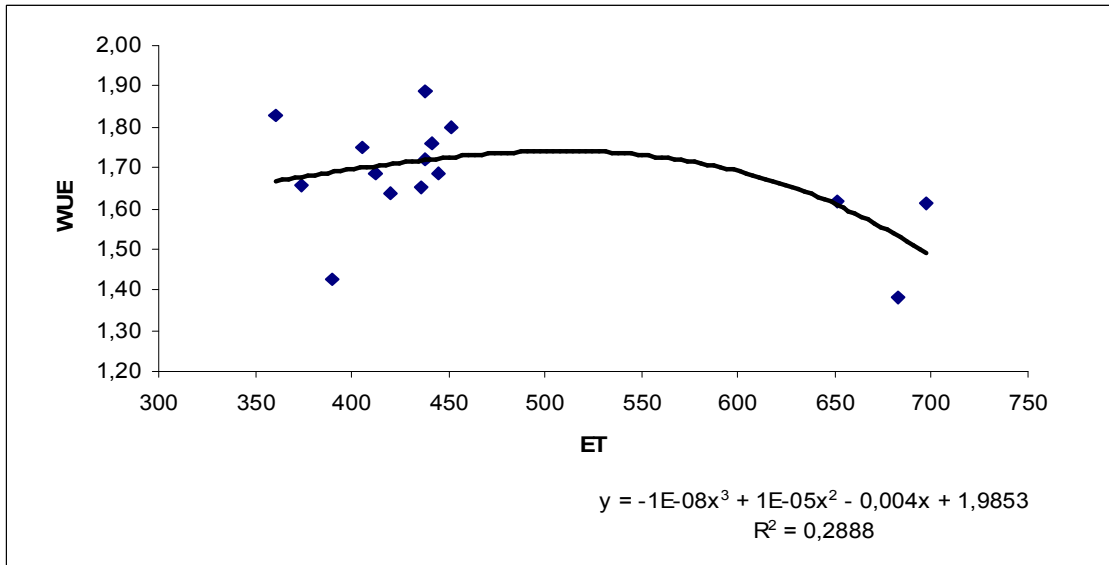
Çizelge 4.8. İkinci Ürün Mısır Bitkisinin Sulama Suyu ve Su Tüketim Randımanı

Sulama Konuları	Sulama Suyu (mm)	Su Tüketimi (mm)	Dane Verimi (kg/da)	IWUE (kg/m ³)	WUE (kg/m ³)
TS-100	644	677	1040	1.78	1.54
KS-50	396	444.9	772	2.30	1.67
PRD-100	396	438.2	774	2.30	1.68
PRD-75	333	412.8	697	2.55	1.77
PRD-50	271	375.2	611	2.90	1.64

Çizelgede görüldüğü gibi IWUE değerleri 1.78- 2.90 kg/m³, WUE değerleri ise 1.54- 1.77 kg/m³ arasında değişmiştir. En yüksek IWEU değeri PRD-50 ve en yüksek WUE değeri PRD-75 konularından elde edilmiştir.



Şekil 4.8. Su kullanım Randımanı Verim İlişkisi



Şekil 4.9. Su kullanım Randımanı ET İlişkisi

Su kullanım randımanı (WUE) ile verim arasında $y=2E-8x^3-5E-05x^2+0.0384x-8.9527$ ($R^2=0.49$) şeklinde bir ilişki belirlenirken; su kullanım randımanı (WUE) ile mevsimlik su tüketimi (ET) arasında $Y=-1E-08x^3+1E-05x^2-0.004x+1.9853$ ($R^2=0.29$) şeklinde polinom eşitlikler belirlenmiştir (Şekil 4.8 ve Şekil 4.9). Su

kullanma randımanı değeri istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemsiz bulunmuştur (Çizelge4.9).

Çizelge 4.9. Su Kullanma Randımanı (WUE) değerlerine ilişkin Varyans Analiz Sonuçları

	S.D.	K.T.	K.O.	F	OLASILIK
Yineleme	2	150.146	75.073	0.266	0.2856
Sulama	4	1520.15	380.038	1.3467	
Hata	8	2257.515	282.189		
Toplam	14	3927.811			

Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri ise %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Çizelge 4.10). Yapılan Duncan gruplamasında 4 farklı grup elde edilmiştir. Geleneksel kısıntılı sulama (KS-50) ile yarı ıslatmalı PRD-100 konuları aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.10. Sulama Suyu Kullanım Randımanı (IWUE) değerlerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

	S.D.	K.T.	K.O.	F	OLASILIK
Yineleme	2	0.048	0.024	0.9352	0.0003**
Sulama	4	2.017	0.504	19.6975	
Hata	8	0.205	0.026		
Toplam	14	2.270			

Çizelge 4.11. Sulama Suyu Kullanım Randımanı (IWUE) değerlerinin Duncan Gruplaması

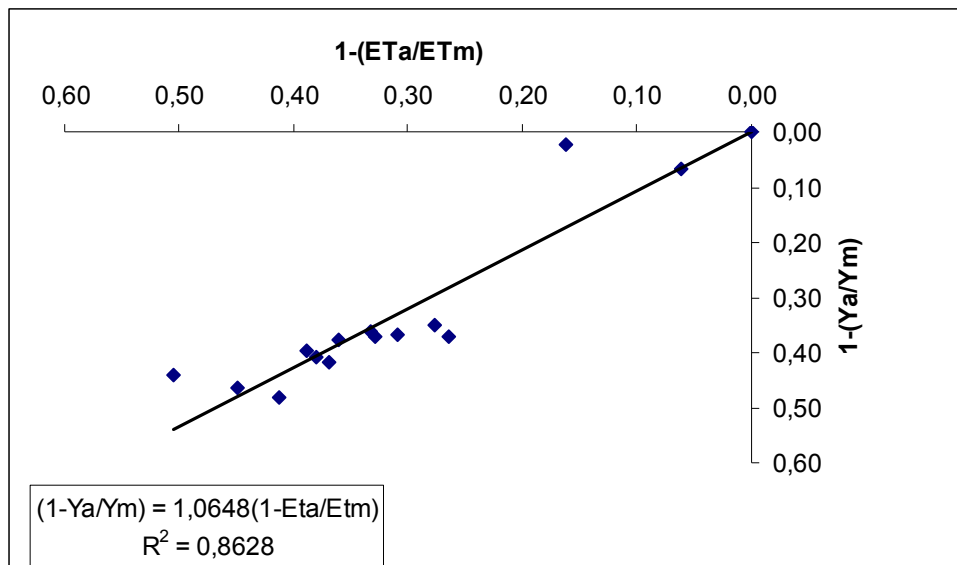
KONULAR	IWUE
TS-100	1.777 c
KS-50	2.300 b
PRD-100	2.303 b
PRD-75	2.553 ab
PRD-50	2.897 a

Howell ve ark. (1994), Bushland'da yaptığı bir çalışmada mısır bitkisi için su kullanma randımanının (WUE) değerlerinin $0.89\text{--}1.48\text{ kg/m}^3$; sulama suyu kullanma randıman (IWUE) $1.51\text{--}2.48\text{ kg/m}^3$ arasında değiştiğini belirlemiştir. Gençoğlu ve Yazar (1999) Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada, sulama düzeylerine bağlı olarak IWUE değeri için $1.03\text{--}1.62\text{ kg/m}^3$; WUE değerlerini ise $1.00\text{--}2.43\text{ kg/m}^3$ arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Köksal (1995) ise Çukurova koşullarında II. ürün mısır için tam su konularında WUE değerlerini $1.203\text{--}1.207\text{ kg/m}^3$; IWUE değerlerini ise $1.614\text{--}1.478\text{ kg/m}^3$ arasında değiştiğini belirlemiştir. Howell ve ark. (1997), damla sulama ile sulanan mısır bitkisi için WUE değerleri $1.08\text{--}1.54\text{ kg/m}^3$ olarak belirlemiştir.

4.8. Oransal Evapotranspirasyon Açığı ($1-ET_a/ET_m$) İle Oransal Verim Azalışı ($1-Y_a/Y_m$) İlişkisi ve Verim Tepki Etmeni (k_y)

Oransal evapotranspirasyon açığı ile oransal verim azalışı değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için saptanan su-verim ilişkilerini kullanarak, en yüksek evapotranspirasyon (ET_m) miktarına karşılık gelen en yüksek verim (Y_m) değeri belirlenmiştir. Daha sonra ($1-ET_a/ET_m$) ile ($1-Y_a/Y_m$) oranları belirlenmiştir.

Denemede, ($1-ET_a/ET_m$) ile ($1-Y_a/Y_m$) arasında doğrusal regresyon analizi yapılarak, yetiştirme mevsimi için geliştirilen verim tepki etmeni (k_y) 1.06 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Oransal Evapotranspirasyon Açığı İle Oransal Verim Azalış ilişkisi

Sulama planlanması açısından çok önemli olan verim tepki etmenini Gençoğlan (1996), 1.23; Çakır (2004), 0.81- 1.36; Kanber ve ark. (1990), 0.98; Yıldırım ve ark. (1995) Ankara’da 0.94; Doorenbos ve Kassam (1979), 1.15; Gençel (2002) GAP bölgesinde yaptığı çalışmada 1.13; Dağdelen ve ark. (2006) 1.04- 1.03; Değirmenci ve ark. (1998), Harran ovası koşullarında ikinci ürün mısır için 1.17 olarak elde etmişlerdir.

4.9. Bin Dane Ağırlığı

Deneme konularından elde edilen ortalama bin dane ağırlıkları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Bin dane ağırlığı için en büyük değer 411.9 g olarak TS–100 konusunda elde edilirken en küçük değer 382.1 g olarak PRD–50 konusundan elde edilmiştir.

Varyans analizi yapılmış ve sulama suyu miktarının bin dane ağırlığı üzerinde 0.05 önem düzeyinde etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.12. Konulardan Elde Edilen Ortalama Bin Dane Ağırlıkları (g)

KONULAR	BİN DANE AĞIRLIĞI (g)			
	I	II	III	ORTALAMA
TS–100	416.5	424.1	395.1	411.9
KS–50	403.4	394.4	398.1	398.6
PRD–100	398.5	394.4	435.2	409.4
PRD–75	400.7	381.6	411.6	398.0
PRD–50	392.5	380.9	372.9	382.1

Çizelge 4.13. Bin Dane Ağırlıklarına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

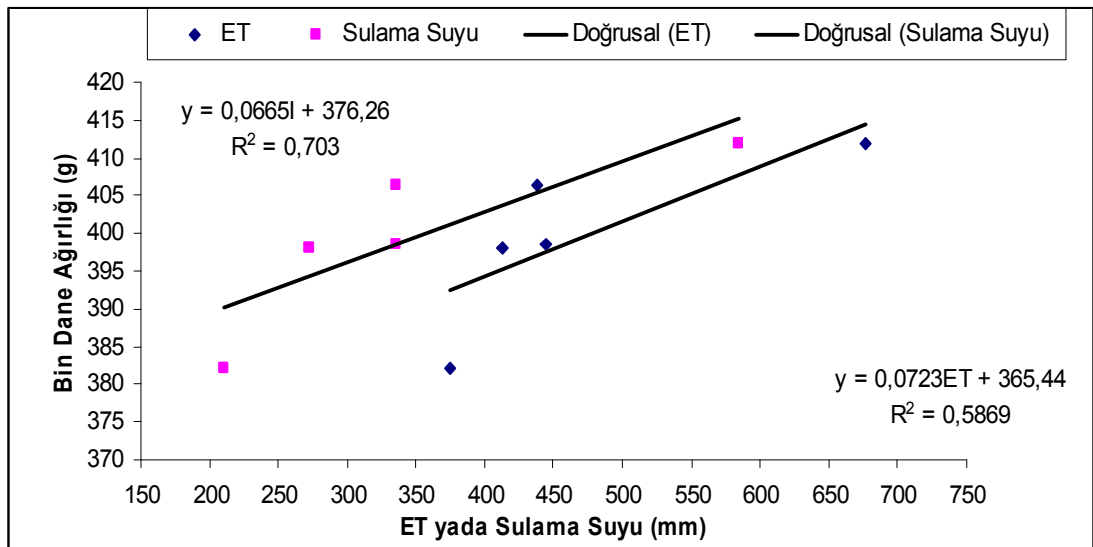
	S.D.	K.T.	K.O.	F	OLASILIK
Yineleme	2	150.14	75.073	0.266	0.3328
Sulama	4	1520.15	380.03	1.346	
Hata	8	2257.51	282.18		
Toplam	14	3927.81			

Bozkurt (1995), Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada, II. ürün mısır için bin dane ağırlıklarını 328.8–302.2 g arasında belirlemiştir. Ul (1990), Menemen koşullarında bin dane ağırlığının 223.5–283.8 g arasında değiştiğini belirtmiştir. Bir başka çalışmada II. ürün mısır için bin dane ağırlıklarının tam su alan konularda 321.36–332.76 g; su kısıntısı uygulanan konularda ise 134.41–161.69 g elde edilmiştir (Gençoğlu, 1996).

4.9.1. Bin Dane Ağırlığı İle Sulama Suyu ve Su Tüketimi İlişkisi

Araştırma konularından uygulanan sulama suyu miktarları ve bu konulara ilişkin su tüketimleriyle (ET) bin dane ağırlıkları arasındaki elde edilen ilişkiler Şekil 4.11’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, bin dane ağırlığı- su tüketimi ve bin dane ağırlığı- sulama suyu arasında doğrusal ilişkiler belirlenmiştir.

Şekilden de anlaşılabileceği gibi uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça bin dane ağırlığının arttığı söylenebilir. Geleneksel kısıntılı sulama ile yarı ıslatmalı sulamadan elde edilen bin dane ağırlıkları ile sulama suyu ve su tüketimi ilişkileri benzerlik göstermiştir.



Şekil 4.11. Konulara Göre Bin Dane Ağırlığı-Sulama Suyu ya da ET İlişkisi

Bozkurt (2005) Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada, II. ürün mısır için bin dane ağırlığı (Y) sulama suyu (I) arasında $Y=0.0958I+ 255.02$ ($R^2= 0.67$); bin dane ağırlığı (Y) ile bitki su tüketimi (ET) arasında $Y=0.0723 ET+ 365.44$ ($R^2= 0.59$) şeklinde doğrusal ilişkiler elde etmiştir. Kanber ve ark. (1990) Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada sulama suyu bin dane ağırlığı arasında doğrusal ilişkiler belirtmişlerdir.

4.10. Kuru Madde Verimi

Sulama konularından elde edilen kuru madde miktarlarını belirlemek amacıyla, her deneme konusunu temsil eden 3 bitki toprak yüzeyinden kesilerek hasat edilmiş ve etüvde 65°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Konulara göre hasattaki kuru madde miktarları ve anılan değerlerin varyans analizi ise sırasıyla Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15’de verilmiştir. Hasatta en yüksek kuru madde verimi 2666.8 kg/da olarak TS-100 konusunda en düşük kuru madde verimi ise 1824.6 kg/da olarak PRD-50 konusunda elde edilmiştir. Tam su alan deneme konusundaki kuru madde miktarı diğer konulara göre yüksek çıkmıştır. Bitkinin vejetatif gelişme döneminde su gereksiniminin fazla olması dolayısıyla tam su alan konuların kuru madde miktarlarının diğer konulara oranla yüksek çıkmasına bağlanabilir.

Çizelge 4.14. Konulardan Elde Edilen Hasattaki Kuru Madde Miktarı

KONULAR	KURU MADDE MİKTARI (kg/da)			
	I	II	III	ORTALAMA
TS-100	3121.2	2131.2	2748.1	2666.8
KS-50	2430.7	2452.9	1981.7	2288.4
PRD-100	2166.7	1954.5	2343.6	2154.9
PRD-75	2127.4	2131.2	2089.1	2115.9
PRD-50	2153.3	1785.5	1535.0	1824.6

Çizelge 4.15. Kuru Madde Verimlerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

	S.D.	K.T.	K.O.	F	OLASILIK
Yineleme	2	275818.61	137909.305	1.7349	0.0604
Sulama	4	1125806.01	281451.503	3.5406	
Hata	8	635944.61	79493.077		
Toplam	14	2037569.23			

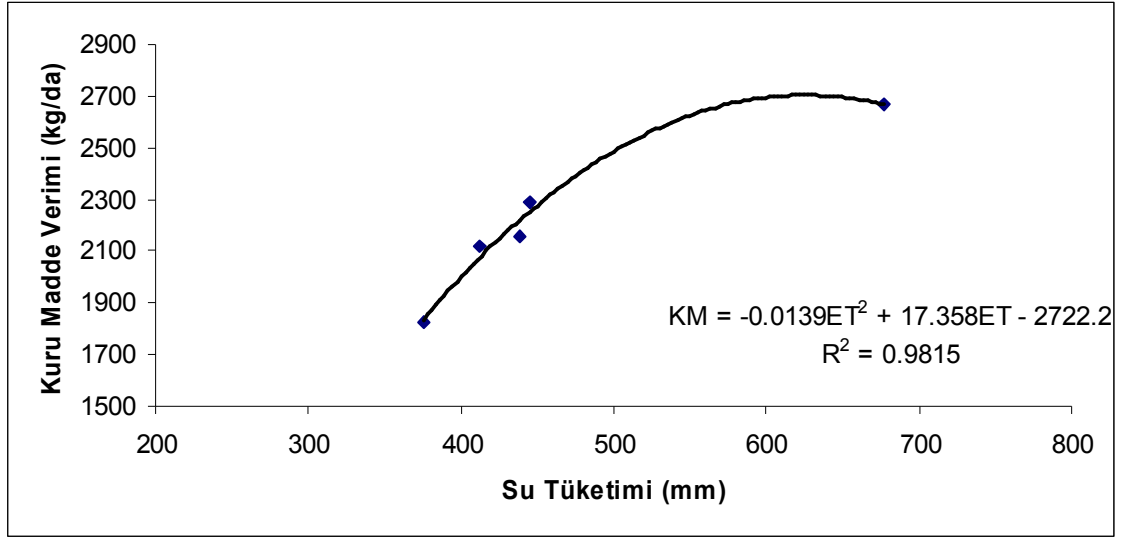
Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.15) kuru madde miktarı üzerinde farklı sulama işletimlerinin ve sulama düzeylerinin %5 önem düzeyinde istatistiksel açıdan farklı bir etkisi bulunmamaktadır. İstatistiksel olarak konular arasında fark olmasa da ortalama kuru madde veriminin tam su alan konuda, diğer konulara göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bozkurt (2005) Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada kuru madde veriminin tam su alan konuda diğerlerine göre en yüksek çıktığını; yine bir başka çalışmada ortalama kuru madde verimleri, tam sulama konusu altında yarı ıslatmalı sulama ve geleneksel kısıntılı sulama konularından yüksek çıkmıştır. Araştırmanın ilk TS konusuna oranla ortalama kuru madde üretimi PRD konusunda %19 ve KS konusunda %17 daha düşük gerçekleşmiştir (Kaman, 2006).

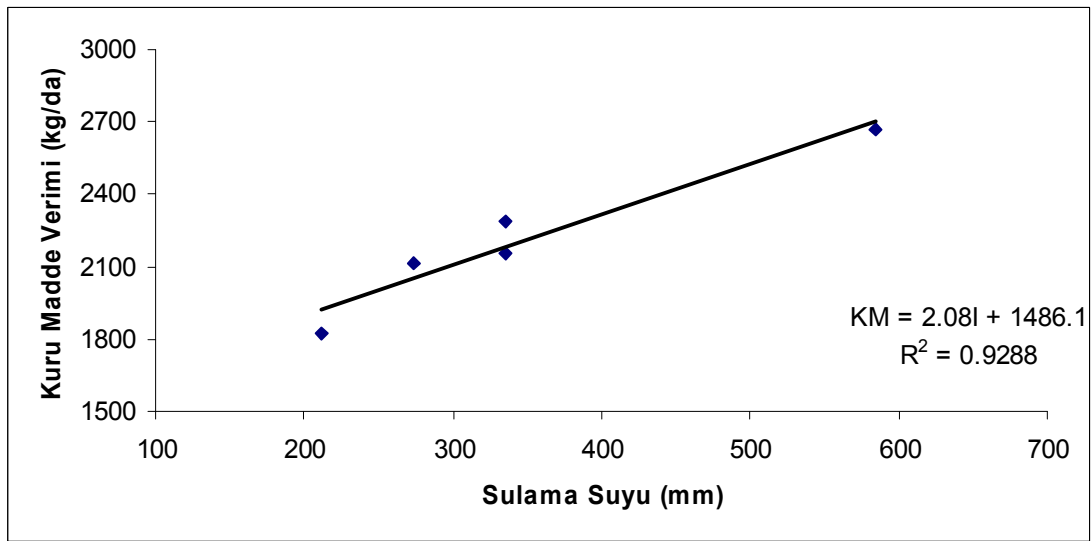
4.10.1. Kuru Madde Verimi İle Sulama Suyu ve Su Tüketimi İlişkisi

Deneme konularından elde edilen toprak üstü kuru madde verimleri ile sulama suyu ve su tüketimi arasındaki ilişkilere ilişkin Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’ de verilmiştir.

Şekil 4. 12’ye baktığımızda su tüketimi (ET) ile kuru madde miktarı (KM) arasında ikinci dereceden bir eşitlik ile ilişkilendirilmiştir. Bu denklem $KM = -0.0139ET^2 + 1735ET - 2722.2$ ($R^2=0.98^{**}$) şeklindedir. Şekil 4.13’ü incelendiğinde ise sulama suyu (I) ile kuru madde (KM) arasında $KM = 2.08 I + 1486.1$ ($R^2=0.99^{**}$) şeklinde doğrusal bir ilişkinin olduğu görülür. Hanks ve ark., (1978), Bozkurt (2005), Boz (2001), Gençoğlu (1996), Coscolluela ve Faci (1992), Gençel (2002), Barrett ve Skogerboe (1978) farklı yerlerde yaptıkları çalışmalarda kuru madde miktarı ile su tüketimi arasında doğrusal ilişkiler elde etmişlerdir.



Şekil 4.12. Kuru Madde Verimi ile Su Tüketimi İlişkisi



Şekil 4.13. Kuru Madde Verimi ile Sulama Suyu İlişkisi

4.11. Yaprak Alan İndeksi (LAI)

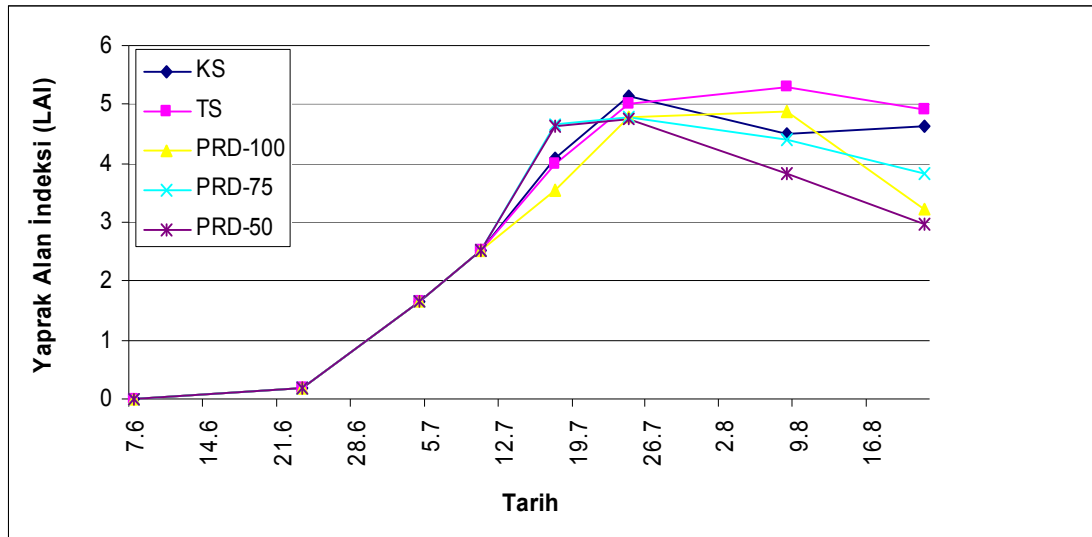
Araştırma sürecinde tepe püskülü görününceye dek 7 gün, sonrasında 14 gün aralıklarla toprak üstü kuru madde miktarını belirlemek amacıyla alınan bitki örneklerinde yaprak alanları optik yaprak alan ölçer ile ölçülmüş ve yaprak alan indeksi

hesaplanmıştır. Konulara ilişkin yaprak alan indekslerinin (LAI) zamansal değişimleri Çizelge 4.16 ve Şekil 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Deneme Konularına İlişkin Yaprak Alan İndekslerinin Zamana Göre Değişimi

TARİH	TS-100	KS-50	PRD-100	PRD-75	PRD-50
07.06.2006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23.06.2006	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
04.07.2006	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
10.07.2006	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
17.07.2006	4.0	4.1	3.6	4.7	4.6
24.07.2006	5.0	5.1	4.8	4.8	4.8
08.08.2006	5.3	4.5	4.9	4.4	3.8
21.08.2006	4.9	4.6	3.2	3.8	3.0

Yaprak alan indeksleri genel olarak 0.0–5.3 arasında değişmiştir. Tepe püskülü görününceye dek yaprak alanının düzenli olarak arttığı belirlenmiştir. Bu dönemden sonraki artışlar ise vejetatif gelişme dönemine göre daha az olmuştur. Hasatta en yüksek yaprak alanı TS-100 konusunda 4.9; en düşük değer ise PRD-50 konusunda belirlenmiştir.



Şekil 4.14. Deneme Konularına İlişkin Yaprak Alan İndekslerinin Zamana Göre Değişimi

Köksal (1995), LAI değerini tam sulanan konularda 4.84, susuz konuda ise 3.80; Bozkurt (2005), LAI değerinin 4.2 ile 5.18 arasında değiştiğini bulmuştur. Gençoğlu (1996), LAI değerini tam su konusunda 4.55 olarak belirlerken sulanmayan konuda 2.50 bulmuştur. Dağdelen ve ark., (2006) en yüksek 5.2; Howell ve ark. (1995)'de LAI değerinin tepe püskülü çıkıncaya kadar hızla arttığını ve sonra giderek azaldığını gözlemişlerdir. Tam su alan konuda ortalama 5.19; susuz konuda ise ortalama 3.21 elde etmişlerdir. Çakır (2004), 1.29–5.46 arasında olduğunu belirlemiştir.

4.12. Bitki Boyu

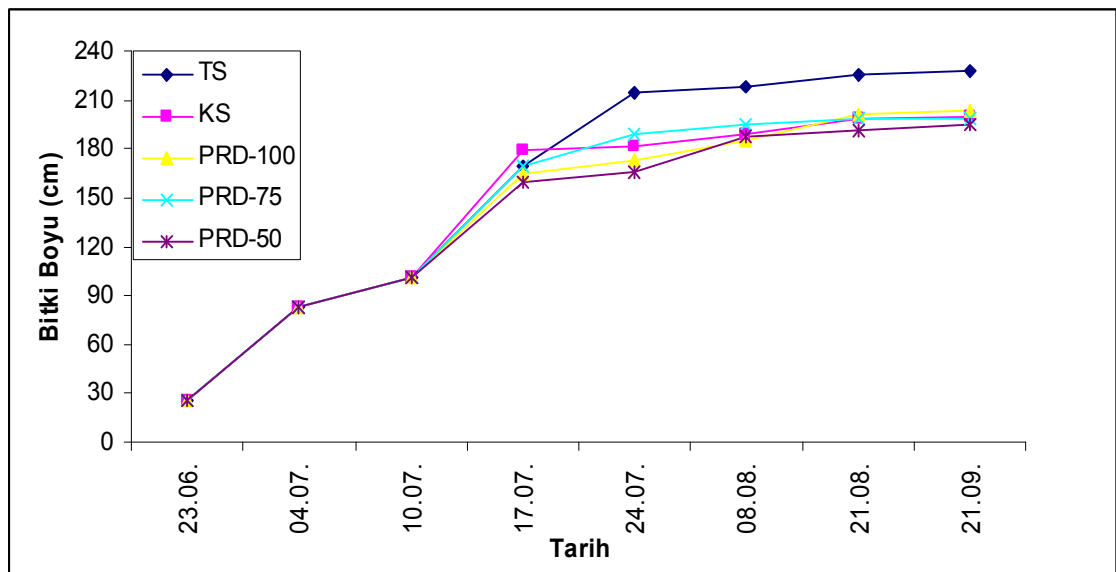
Yapılan çalışmada her parselden işaretlenmiş 3 bitki boyu değişimi periyodik olarak izlenmiştir ve ortalamaları alınmıştır (Çizelge 4.17). Çizelge 4.18'de farklı sulama düzeylerinin uygulandığı 5 deneme konusundaki bitki boylarının hasattaki ölçümleri verilmiştir. En yüksek bitki boyu TS–100 konusunda 228 cm en düşük bitki boyu ise PRD–50 konusunda 195 cm olarak elde edilmiştir. KS–50 ve PRD–100 konularında ise bitki boyları birbirine yakın çıkmıştır. Genel olarak baktığımızda farklı sulama düzeylerinin bitki boyunun gelişimine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.17. Bitki Boylarının Konulara Göre Değişimi (cm)

TARİH	TS–100	KS–50	PRD–100	PRD–75	PRD–50
23.06.2006	26	26	26	26	26
04.07.2006	82.5	82.5	82.5	82.5	82.5
10.07.2006	101	101	101	101	101
17.07.2006	169	179	155	169	160
24.07.2006	213	181	158	189	166
08.08.2006	218	189	185	195	188
21.08.2006	225	198	202	198	191
21.09.2006	228	200	204	199	195

Çizelge 4.18. Hasattaki Ortalama Bitki Boyları (cm)

KONULAR	Bitki Boyu (cm)			
	I	II	III	ORTALAMA
TS-100	226	232	226	228
KS-50	195	212	193	200
PRD-100	198	210	216	204
PRD-75	203	199	195	199
PRD-50	192	197	196	195



Şekil 4.15. Konulara Göre Bitki Boylarının Zamana Göre Değişimi

Çizelge 4. 19. Bitki Boyuna İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

	S.D.	K.T.	K.O.	F	OLASILIK
Yineleme	2	134.400	67.200	1.6716	0.0014**
Sulama	4	2082.000	520.500	12.9478	
Hata	8	321.600	40.200		
Toplam	14	2538.000			

Çizelge 4.20. Bitki Boyuna İlişkin Duncan Gruplaması Sonuçları

KONULAR	ORTALAMA BİTKİ BOYU
TS-100	228 ^a
KS-50	200 ^b
PRD-100	208 ^b
PRD-75	199 ^b
PRD-50	195 ^b

Varyans analizi sonucuna göre %5 önem düzeyinde bitki boyu için sulama suyu miktarı önemli bulunurken farklı işletim biçiminin önemli olmadığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.19). Yapılan Duncan gruplamasına göre 2 grup ortaya çıkmış TS-100 konusu 1. grupta yer alırken KS-50, PRD-100, PRD-75 ve PRD-50 konuları 2. grupta yer almıştır (Çizelge 4.20). Bozkurt (2005), Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada bitki boyunun 253–271 cm arasında değiştiğini; Gençel (2002), Harran ovası koşullarında yaptığı çalışmada bitki boylarının 242–289 cm; Sammis ve ark. (1988), farklı yer ve çeşitlerde bitki boyunun su stresinin iyi bir göstergesi olduğunu belirtmişler ve 269–287 cm arasında değiştiğini saptamışlardır.

4.13. Hasat İndeksi

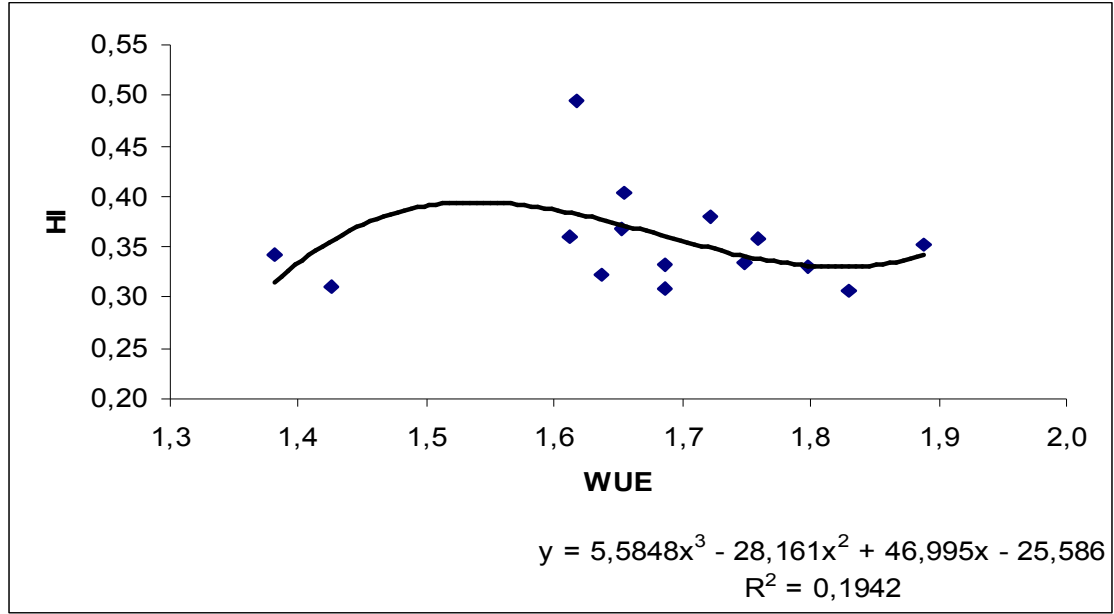
Dane veriminin toprak üstü kuru maddeye oranı olarak bilinen hasat indeksi (HI) belirlenerek Çizelge 4.21’de verilmiştir. Hasat indeksinin elde edilen bu değerlere ilişkin varyans analizi Çizelge 4.22’ de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Hasat İndekslerinin Konulara Göre Değişimi

KONULAR	HASAT İNDEKSİ			
	I	II	III	ORTALAMA
TS	0.36	0.49	0.34	0.40
KS	0.31	0.33	0.38	0.34
PRD-100	0.36	0.37	0.35	0.36
PRD-75	0.33	0.32	0.33	0.33
PRD-50	0.31	0.31	0.40	0.34

Çizelge 4.22. Hasat İndekslerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

	S.D.	K.T.	K.O.	F	OLASILIK
Yineleme	2	0.003	0.001	0.5621	
Sulama	4	0.009	0.002	0.9492	
Hata	8	0.019	0.002		
Toplam	14	0.030			



Şekil 4.16. Hasat İndeksi Su Kullanım Randımanı İlişkisi

Konulara göre en yüksek hasat indeksi TS-100 konusunda 0.40, en düşük ise PRD-50 konusunda 0.31 olarak elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre hasat indeksi üzerinde sulama suyu miktarı ve farklı işletim biçiminin 0.05 önem düzeyinde istatistiksel olarak etkisinin farklı olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.22). Bozkurt (2005), Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada hasat indeksinin 0.33- 0.42 arasında değiştiğini belirlemiştir. Gençdoğan (1996) yaptığı çalışmada hasat indeksini ilk yıl için 0.25- 0.27 ikinci yıl için 0.20–0.43 arasında değiştiğini bulmuştur. Gençel (2002) Harran ovası koşullarında yaptığı çalışmada HI'nin 0.21- 0.34 arasında değiştiğini bulmuştur. Boz (2001) Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada HI'ni 0.31- 0.55 arasında değiştiğini belirlemiştir. Kaman (2006) Çukurova koşullarında yaptığı çalışmada HI'ni tam su konusunda 0.50–0.51; yarı ıslatmalı konuda 0.49–0.52 ve kısıntılı sulama konusunda 0.33–0.39 arasında değiştiğini belirlemiştir.

4.14. Diğer Verim Unsurları

Çalışmada ortalama koçan boyları 16.2- 20.8 cm arasında değişmiştir. En büyük ortalama koçan boyu TS-100 konusunda 20.8 cm en düşük PRD-50 konusunda 16.2 cm olarak belirlenmiştir. Denemede KS-50 ve PRD-100 konularında koçan boyları sırasıyla 18.7 ve 19.1 cm olarak ölçülmüştür. Yapılan varyans analizi sonucuna göre %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak damla sulama işletim biçimi önemsiz bulunmuştur.

Ortalama koçan sayısı 4920-6350 adet/da arasında değişirken %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Denemede koçan başına elde edilen dane sayısı ortalama 394-555 adet dane arasında değişmiştir. En yüksek dane sayısı TS-100 konusundan 555 adet olarak elde edilmiştir. KS-50 ile PRD-100 konularında ise anılan değerler sırasıyla 496-502 olarak belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça koçan başına dane sayısının arttığı belirlenmiştir. Yine %5'lik önem düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23). Sulama düzeylerine göre Duncan gruplamasına baktığımızda tam su alan (TS-100) konu, geleneksel kısıntılı sulama (KS-50) ve yarı ıslatmalı sulama (PRD-75) aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.24.) .

Çizelge 4.23. Koçan Başına Dane Sayısına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

	S.D.	K.T.	K.O.	F	OLASILIK
Yineleme	2	1893.733	946.867	0.9060	0.0026**
Sulama	4	45117.067	11279.267	10.7924	
Hata	8	8360.933	1045.117		
Toplam	14	55371.733			

Çizelge 4.24. Koçan Başına Dane Sayısına İlişkin Duncan Gruplaması

KONULAR	Ortalama Koçan Başına Dane Sayısı
TS-100	554.7 a
KS-50	527.3 a
PRD-100	471.3 ab
PRD-75	488.0 a
PRD-50	394.3 b

Sulama düzeyleri ve işletim biçimlerinin verim unsurlarına etkilerinin istatistiksel olarak önemsiz çıkmasına rağmen tam su alan konulardaki koçan boyları, koçan başına dane verimi, koçan başına dane sayısı ve koçan sayıları diğer kısıntılı işletim biçimlerine oranla yüksek çıkmıştır. Ancak işletim biçimleri incelendiğinde geleneksel kısıntılı sulama (KS-50) ile yarı ıslatmalı sulama (PRD-100) konularından elde edilen sonuçların benzer olduğu görülmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çukurova koşullarında yarı ıslatmalı (PRD) ve kısıntılı sulama programlarının II. ürün mısır verimi ve su kullanma randımanı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2006 yılında Çukurova Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmiştir.

Sulama uygulamaları damla sulama yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Dört eşit sulama ve yedi konulu sulama olmak üzere toplam 11 sulama yapılmıştır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarı 271 ile 644 mm arasında değişmiştir.

Yapılan araştırmada en yüksek dane verimi tam sulama konusunda (1040.3 kg/da), en düşük dane verimi ise yarı ıslatmalı sulama (PRD-50) konusunda (611.9 kg/da) olarak elde edilmiştir. Geleneksel kısıntılı sulama (KS-50) ile yarı ıslatmalı sulama konularında (PRD-100) ise dane verimleri arasında fark görülmemiştir (KS-50 =772.3 kg/da; PRD-100 =774.3 kg/da). Varyans analizine göre %5'lik önem düzeyinde konular verim bakımından istatistiksel olarak farklı çıkmış ve Duncan gruplamasında PRD-100 ve KS-50 konuları aynı grup içinde yer almıştır.

En yüksek sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri PRD-50 ve PRD-75 konularından elde edilmiştir. IWUE değerleri 1.78- 2.90 kg/m³, WUE değerleri ise 1.54-1.77 kg/m³ arasında değişmiştir.

Dane verimi (Y) ile Sulama Suyu (I) arasında $Y = -0.0006I^2 + 1.6213I + 296.99$ ($R^2 = 0.91^{**}$) şeklinde ikinci dereceden bir ilişki elde edilmiştir. Dane verimi (Y) ile su tüketimi (ET) arasında $Y = -0.0027ET^2 + 4.2591ET - 585.65$ ($R^2 = 0.88^{**}$) şeklinde ikinci dereceden bir ilişki belirlenmiştir.

Çalışmada oransal evapotranspirasyon azalmasına karşın verimdeki oransal azalmayı tanımlayan verim tepki etmeni k_y 1.06 olarak bulunmuştur.

En yüksek bin dane ağırlığı TS-100 konusunda 411.9 g olmuştur. En düşük bin dane ağırlığı ise 382.1g olarak PRD-50 konusundan elde edilmiştir. Diğer işletim biçimlerinden elde edilen bin dane ağırlıkları bu değerler arasında değişmiştir. Varyans analizine göre %5'lik önem düzeyinde bin dane ağırlıkları istatistiksel olarak önemsiz

bulunmuştur. Genel olarak baktığımızda bin dane ağırlığında farklı işletim biçimlerinin önemsiz olduğu söylenebilir.

Konulardan elde edilen kuru madde miktarları 1824.6- 2666.8 kg/da arasında değişmiştir. En fazla kuru madde TS-100 konusundan elde edilirken, en düşük değer PRD-50 konusundan elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz ile kuru madde miktarının %5'lik önem seviyesinde, önemsiz olduğu belirlenmiştir. Tam su konusunun diğer konulara göre yüksek çıkması bitkinin gelişme döneminde daha fazla su alması olarak gösterilebilir.

Hasat indeksi TS-100 konusunda 0.40; PRD-50 konusunda 0.34 olarak elde edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre farklı işletim biçimleri ve sulama düzeylerinin 0.05 önem düzeyinde hasat indeksine önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

Yapılan varyans analizine göre bitki boyu %5'lik önem seviyesinde konular arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmuştur. Duncan gruplamasına göre 2 grup elde edilmiş; TS-100 konusu 1. grupta yer alırken diğer konular 2. grupta yer almıştır. Tam su (TS-100) konusunda sulama suyu miktarına bağlı olarak bitki boyunun daha iyi gelişmiş olduğu söylenebilir ve zorunlu kalınmadıkça su kısıntısına gidilmemesi önerilebilir.

Koçan boyları ve konulardan elde edilen koçan sayıları istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Koçanlardaki dane sayıları 394.33- 554.66 tane/koçan arasında değişmiştir. Tam su (TS-100) konusunda diğer konulara göre yüksek çıkması su miktarının en yakın konunun aldığı su miktarının iki katını alması olarak gösterilebilir.

Yukarıda verilen araştırma sonuçlarının ışığında aşağıda sıralanan öneriler geliştirilebilir.

Genel olarak baktığımızda Çukurova koşullarında su kısıntısı mısır veriminde azalmalara neden olmaktadır. Zorunlu kalınmadıkça su kısıntısından kaçınılması önerilebilir. Günümüz koşullarında su kaynakların azalması ve gittikçe kuraklaşmaya doğru gidildiği düşünülürse mevcut kaynakların en ekonomik şekilde kullanılması gerekmektedir.

Yapılan araştırmalarda yeni bir işletim biçimi olan yarı ıslatmalı sulama ve geleneksel kısıntılı sulama benzer sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Geleneksel kısıntılı

sulama ile yarı ıslatmalı sulamanın benzer sonuçlar gösterdiği verim, su kullanma randımanı ve bitki su tüketimi gibi önemli konularda hemen hemen aynı olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak yarı ıslatmalı sulama işletim sisteminin suyun pahalı ve az olduğu yörelerde yüksek su kullanma randımanı sağlayacağı söylenebilir. Ancak bu tip işletimde her bitki sırasına bir lateral gerektiğinden damla sulama sisteminin maliyetini artıracaktır. Bu nedenle ekonomik açıdan söz konusu durumun göz önünde bulundurulması gereklidir.

KAYNAKLAR

- ALTUNBEY, H., 2005. Fasulyenin Tam ve Yarı Islatmalı Toprak Altı Damla Sulamaya Tepkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 43s, Kahramanmaraş.
- ANONİM, 2006. Kullanılan Çeşide (Pioneer 3394) Ait Üretici Firma (PIONEER) Kataloğu.
- AUGE, R.M., and MOORE, J.L., 2002. Stomatal Response to Nonhydraulic Root-to-Shoot Communication of Partial Soil Drying in Relation to Foliar Dehydration Tolerance. *Environ Exp. Bot.*, 47:217-229.
- BARRETT, J.W.H., SKOGERBOE, G.V., 1978. Effect of Irrigation Regime on Maize Yield. *Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE*, Vol. 104. No. IR2, P:179–193.
- BAŞTUĞ, R., 1987. Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su-Üretim Fonksiyonlarının Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 120s., Adana
- BEADLE, C.L., 1985. Plant Growth Analysis. Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis. Edited by J. Coombs, D.O. Hall, S.P. Long and J.M.O. Scurlock. Chapter 2, P:20–25. Pergamon Pres, Oxford, England.
- BOZKURT, Y., 2005. Çukurova Koşullarında Damla Sulama Yöntemi İle Sulanan II. Ürün Mısır Bitkisinde Optimum Lateral Aralığının Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 70s, Adana
- BOUYOUCOUS, W.S., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Argon. J.* Vol. 43, pp: 434–448.
- BOZ, B., 2001. Çukurova Koşullarında CERES Maize Bitki Büyüme Modelinin Test Edilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 59s, Adana
- CASPARI, H. W., NEAL, S., 2004. Partial Rootzone Drying- A New Deficit Irrigation Strategy for Apple. *Acta Hort.*, 646, ISHS, 93-100

- CHAFFEY, N., 2001. Restricting water Supply Enhances Crop Growth. *Trends Plant Sci.*, 6(8):346.
- COSCULLUELA, F., FACI, J.M., 1992. Development of Water Production Function of Corn (*Zea Mays* L.) by the Use of a Line-Source Sprinkler. *Invest. Agr: Prod. Prot. Veg.* Vol. (7):169–194.
- ÇAĞLAR, K.Ö., 1969. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:10, Ankara 230s.
- ÇAKIR, R., 2004. Effects of Water Stress at Different Development Stages on Vegetative and Reproductive Growth of Corn. *Field Crops*, 89(1):1–16.
- DAĞDELEN, N., YILMAZ, E., SEZGİN, F., GÜRBÜZ, T., 2006. Water-Yield Relation and Water Use Efficiency of Cotton and Second Crop Corn in Western Turkey. *Agricultural Water Management*, 82: 63–85.
- DEĞİRMENCİ, V., GÜNDÜZ, M., KARA, C., 1998. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Harran Ovası Koşullarında II. Ürün Mısırın Su-Verim İlişkisi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Yayınları, Şanlıurfa, 35s.
- DERVİŞ, Ö., 1984. Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra II. Ürün Mısırın (NK-PX10) Su Tüketimi. Tarsus Bölge Toprak-Su Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Rapor No: 106. Rapor Serisi No:56.
- DORJI, K., BEHBOUDIAN, M.H., ZEBGE-DOMINGUEZ, A., 2005. Water Relations, Growth, Yield, and Fruit Quality of Hot Pepper Under Deficit Irrigation and Partial Rootzone Drying. *Science Direct, Scientia Horticulturae* 104 (2005)137- 149.
- DU, T., KANG, S., ZHANG, J., LI F., HU, X., 2006. Yield and Physiological Responses of Cotton to Partial Root-Zone Irrigation in Oasis Field of Northwest China. *Agricultural Water Management* 84: 41- 52.
- DOORENBOS, J. and PRUITT, W.O., 1977. Guidelines for Prediction Crop Water Requirements. *Irrigation and Drainage Paper 24*. FAO, Rome, Italy, 144 P.
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.H., 1979. Yield Response to Water. *Irrigation and Drainage Paper: 33*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 193p.

- GENÇEL, B., 2002. GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) Bölgesinde İkinci Ürün Mısır Bitkisinin Damla Yöntemiyle Sulanması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 61s., Adana.
- GENÇOĞLAN, C., 1996. Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri, Kök Dağılımı ile Bitki Su Stresi İndeksinin belirlenmesi ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uyumluluğunun İrdelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- GENÇOĞLAN, C. YAZAR. A., 1999. Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23: 233–241.
- GRATEROL, Y.E., EISENHAUER, D.E., ELMORE, R.W., 1993. Alternate-Furrow Irrigation for Soybean Production. Agricultural Water Management, 24: 133–145.
- HANKS, R.J., ASHCROFT, G.L., RASMUSSEN, V.P. and WILSON, G.D., 1978. Corn Production as Influenced by Irrigation and Salinity- Utah Studies Irri. Sci. 1:47–59.
- HOWELL, T.A., MUSICK, J.T. and TOLK, J.A., 1986. Canopy Temperature of Irrigated Winter Wheat. Transactions of the ASAE, Vol. 29(6):1692- 1699.
- HOWELL, T.A., YAZAR, A., SCHNEIDER, A.D., DUSEK, D.A and COPELAND, K.S., 1994. Yield and Water Use Efficiency of Corn in Response to LEPA Irrigation. ASAE Transactions of the ASAE, 38(6):1737- 1747.
- HOWELL, T.A., SCHNEIDER, A.D., EVETT, S.R., 1997. Subsurface and Surface Microirrigation of Corn Southern High Plains. Transactions of the ASAE, 40(3):635–641.
- HUTMACHER, R.B., PHENE, C.J., DAVIS, K.R., VAIL, S.S., KERBY, T.A., PETERS, M., HAWK, C.A., KEELEY, M., CLARK, D.A., BALLARD, D., HUDSON, N., 1995. Evapotranspiration, Fertility Management for Subsurface Drip Acala and Pima Cotton. In proc. 5th Int.1. Microirrigation Congress, ed. F. R. Lamm, pp: 147-154,. St. Joseph, Mich. ASAE.
- KAMAN, H., 2002. Yarı Islatmalı Sulama Uygulaması Altında Yetişen Domates ve Pamuğun Kök Bölgesindeki Tuz Yığılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri

- Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- KAMAN, H., 2006. Çukurova Koşullarında Geleneksel Kısıntılı ve Yarı Islatmalı Sulama Uygulamalarına bazı Mısır Çeşitlerinin Verim Tepkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana.
- KANBER, R., YAZAR, A., EYLEN, M., 1990. Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra Yetiştirilen İkinci Ürün Mısırın Su Verim İlişkisi. Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:173. Rapor serisi no:108, Tarsus, Mersin 77S.
- KANBER, R., KIRDA, C., 1994. Evaluation of Deficit Irrigation Programmes of Cotton, Maize, Wheat and Soybean. International Conference on Land and Water Resources Management in the Mediterranean Region. Volume V Istituto Agronomico Mediterraneo Valenzano Bari Italy. P: 117–133.
- KANG, S., LIANG, Z., HU, W., ZHANG, J., 1998. Water Use Efficiency of Controlled Alternate Irrigation on Root-Divided Maize Plants. *Agricultural Water Management*, 38: 69–76.
- KANG, S., LIANG, Z., PAN, Y., SHI, P., and ZHANG, J., 2000. Alternate Furrow Irrigation for Maize Production in an Arid Area . *Agricultural Water Management*, 45: 267–274.
- KANG, S., ZHANG, L., HU, X., Z., AND JERİE, P., 2001. An Improved Water Use Efficiency for Hot Pepper Grown Under Controlled Alternate Drip Irrigation on Partial Roots. *Sci. Hortic.*, 89: 257-267.
- KIRDA, C., ÇETİN, M., DAŞGAN, Y., TOPÇU, S., KAMAN, H., EKİCİ, B., DERİCİ, M.R., ÖZGÜVEN, A.I., 2004. Yield Response of Greenhouse Grown Tomato to Partial Root Drying and Conventional Deficit Irrigation. *Agricultural Water Management* 69: 191- 201.
- KÖKSAL, H., 1995. Çukurova Koşullarında II. Ürün Mısır Bitkisi Su Üretim Fonksiyonları ve Farklı Büyüme Modellerinin Yöreye Uygunluğunun Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Doktora Tezi, 199s, Adana.

- KÜN, E.,1985. Sıcak İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No.953, Ankara
- LARSON, W.E., HANWAY , J.J., 197. Corn and Corn Improvement. Corn production Editor. G.F. Sprague, American Society of Agronomy. Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA
- McKEERING, L. M. 2004. Evaluation the Potential to Impose Partial Root Zone Drying (PRD) on Clay Soils in Commercial Cotton Production Systems, University of Southern Queensland Faculty of Engineering and Surveying,124s, England.
- MUNNS, R., and CRAMER, G.R., 1996. Is Coordination of Leaf and Root Growth Mediated by Absciscic Acid Opinion? Plant and Soil, 185: 33–49.
- MUSICK, L. T., DUSEK, D.A., 1980. Irrigated Corn Yield Response to Water. Transactions of the ASAE, 23(1): 92–98, 103.
- OTEGUI, M. E., ANDRADE, F.H., SUERO, E.E.,1995. Growth, Water Use and Kernel Abortion of Maize Subjected to Drought at Silking. Field Crops Res. 40 (2), 87–94
- ÖĞRETİR, K., 1993. Eskişehir Koşullarında Mısırın Su-Verim İlişkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, ADANA, 85s.
- ÖNDER, S., 1994. Çukurova Koşullarında Mısırın Su-Verim İlişkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, ADANA, 273s.
- ÖZBEK, H., DİNÇ, U., KAPUR, S., 1974. Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:73, Bilimsel Araştırmalar ve incelemeler No:8, ADANA, 149s.
- PETERSEN, R.G., CALVIN, L.D., 1965. Sampling Methods of Soil Analysis (C:A: Black et. Al. Edit.), Part 1, Agronomy Series No:9, Am. Soc. Of Agr. Inc. Pub., Madison Wisconsin, USA, P:54-72.
- RETTA, A., HANKS, R.J., 1980. Corn and Alfalfa Productions as Influenced by Limited Irrigation. Irrig. Sci. 1: 135–147.

- RUSSO, D., BAKKER, D., 1987. Crop-Water Production Functions for Sweet Corn and Cotton Irrigated with Saline Water Soil Sci. Am. J., Vol. 51, pp: 1554–1562.
- SAMMIS, T.W., SMEAL, D., WILLIAMS, S., 1988. Predicting Corn Yield Under Limited Irrigation Using Plant Height. Trans. ASAE, 31(3): 830–838.
- SARIMEHMETOĞLU, G., 2007. Farklı Sulama Uygulamaları Altında Mısır Çeşitlerinin Sulama Suyu ve Gübre Kullanım Randımanı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 43s, Adana.
- SINGH, B.R., SINGH, D.P., 1995. Agronomic and Physiological Responses of Sorghum, Maize and Pearl Millet to Irrigation. Field Crops Res. 42(2–3), 57–67.
- STEGMAN, E.C., 1981. Corn Grain Yield as Influenced by Timing of Evapotranspiration Deficits. Irrig. Sci. 3: 75–87.
- STOLL, M., LOVEYS, B., and DRY, P., 2000. Hormonal Changes Induced by Partial Rootzone Drying of Irrigated Grapevine. J. of Exp. Bot., 51(350): 1627-1634.
- STIKIC, H., POPOVIC, S., SRDIC, M., SAVIC, D., JOVANOVIC, Z., PROKIC, LJ., ZDRAVKOVIC, J., 2003. Partial Root Drying (PRD): A New Technique for Growing Plants that Saves Water and Improves the Quality of Fruit. Bulg. J. Plant Physiol, Special Issue, 4- 171.
- TARDIEU, F., and DAVIES, W.J., 1992. Stomatal Response to Abscissic Acid is a Function of Current Plant Water Status. Plant Phy., 92:540-545.
- UL, M.A., 1990. Menemen Koşullarında II. Ürün Olarak Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Değişik Gelişim Aşamalarında Uygulanan Sulamaların Verime Etkisi. Doktora Tezi, E. Ü. Fen Bilimleri Enst. Kültürtenik Anabilim Dalı, 115s, İzmir.
- USSL, 1954. United States Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agriculture handbook No: 60. USDA, (160)S.
- WAKRIM, R., WAHBI, S., TAHI, H., AGANCHICH, B., SERRAJ, R., 2004. Comparative Effects of Partial Root Drying (PRD) and Regulated Deficit Irrigation (RDI) on Water Relations and Water Use Efficiency in Common

- Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 106: 275-287.
- WILKINSON, S., AND DAVIES, W.J., 1997. Xylem Sap pH Increase: A Drought Signal Received at the Apoplastic Face of the Guard Cell that Involves the Suppression of Saturable Abscissic Acid Uptake by the Epidermal Symplast. *Plant Physiol.*, 113:559-573.
- WHITE, S., 2003. Regulated Deficit Irrigation and Partial Root Zone Drying. National Centre for Engineering in Agriculture, Toowoombai.
- YAZAR, A., 1990. Utilization of Infrared Thermometry Technique for Assessing Crop Water Stress and Irrigation Scheduling for Soybean. *Doğa Tr. Journal of Agriculture and Forestry*. 14: 517–533.
- YILDIRIM, O., KODAL, S., SELENAY, M.F., YILDIRIM, E., 1995. Kısıntılı Sulamanın Verime Etkisi. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri. S. 347–365. Kemer Antalya.
- ZEBGE, J.A., BEHBOUDIAN, M.H., CLOTHIER, B.E., 2004. Partial Rootzone Drying Is A Feasible Option For Irrigating Processing Tomatoes, *Agricultural Water Management* 68: 195- 206.
- ZEBGE-DOMINGUEZ, J.A., BEHBOUNDIAN, M.H., LANG, A., CLOTHIER, B.E., 2003. Deficit Irrigation and Partial Rootzone Drying Maintain Fruit Dry Mass and Enhance Fruit Quality in ‘Petopride’ Processing Tomato. *Scientia Horticulturae*, 98: 505–510.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Manisa’da doğdum. İlköğretime Hatay’da başladım, Mersin’in Tarsus ilçesinde tamamladım. 1999 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi programına başladım ve 2004 yılında Toprak bölümünden mezun oldum. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nün açmış olduğu yüksek lisans sınavını kazandım ve Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim dalında Yüksek Lisans’a başladım.

EKLER

Ek Çizelge 1. TS-100 Konusuna İlişkin Sulama Tarihleri ve Yığışimli Evapotranspirasyon

TS-100		Başlangıç	Yağış	Sulama	Toplam	D. Sonu	D. Sonu	Yığışimli
Tarih	Sulama (lo)	Nemi(mm)	(mm)	Suyu(mm)	Nem(mm)	Nemi(mm)	ET(mm)	ET(mm)
07.06.	Ekim	424.33			424.33	414.18	10.14	0.00
17.06.	Yağ. Sul.	414.18	16	86.63	516.81	466.17	50.64	10.14
13.07.	1. K. Sul.	466.17		27.32	493.49	449.81	43.68	60.79
20.07.	2. K. Sul.	449.81		37.18	486.99	436.67	50.32	104.47
27.07.	3. K. Sul.	436.67		36.00	472.67	411.03	61.64	154.79
03.08.	4. K. Sul.	411.03		138.00	549.03	451.79	97.24	216.43
10.08.	5. K. Sul.	451.79		81.95	533.74	444.22	89.52	313.67
17.08.	6. K. Sul.	444.22		90.30	534.52	419.79	114.73	403.18
24.08.	7. K. Sul.	419.79		87.00	506.79	347.60	159.19	517.91
21.09.	Hasat	347.60			347.60			677.11

Ek Çizelge 2. KS-50 Konusuna İlişkin Sulama Tarihleri ve Yığışimli Evapotranspirasyon

KS-50		Başlangıç	Yağış	Sulama	Toplam	D. Sonu	D. Sonu	Yığışimli
Tarih	Sulama (lo)	Nemi (mm)	(mm)	Suyu(mm)	Nem(mm)	Nemi(mm)	ET (mm)	ET(mm)
07.06.	Ekim	424.33			424.33	414.18	10.14	0.00
17.06.	Yağ. Sul.	414.18	16	86.63	516.81	468.15	48.66	10.14
13.07.	1. K. Sul.	468.15		13.66	481.81	427.43	54.38	58.81
20.07.	2. K. Sul.	427.43		18.59	446.02	415.70	30.32	113.19
27.07.	3. K. Sul.	415.70		18.00	433.70	383.16	50.54	143.51
03.08.	4. K. Sul.	383.16		69.00	452.16	384.43	67.73	194.05
10.08.	5. K. Sul.	384.43		40.92	425.36	372.91	52.45	261.78
17.08.	6. K. Sul.	372.91		45.41	418.32	366.54	51.78	314.23
24.08.	7. K. Sul.	366.54		43.50	410.04	315.85	94.19	366.01
21.09.	Hasat	315.85			315.85			460.20

Ek Çizelge 3. PRD-100 Konusuna İlişkin Sulama Tarihleri ve Yığışimli Evapotranspirasyon

PRD-100		Başlangıç Nemi (mm)	Yağış (mm)	Sulama Suyu(mm)	Toplam Nem(mm)	D. Sonu Nemi(mm)	D. Sonu ET (mm)	Yığışimli ET(mm)
Tarih	Sulama (lo)							
07.06.	Ekim	424.33			424.33	414.18	10.14	0.00
17.06.	Yağ. Sul.	414.18	16	86.63	516.81	428.14	88.67	10.14
13.07.	1. K. Sul.	428.14		13.66	441.80	453.09	-11.29	98.82
20.07.	2. K. Sul.	453.09		18.59	471.68	413.59	58.09	87.53
27.07.	3. K. Sul.	413.59		18.00	431.59	369.67	61.92	145.61
03.08.	4. K. Sul.	369.67		69.00	438.67	386.28	52.39	207.53
10.08.	5. K. Sul.	386.28		40.92	427.20	407.03	20.17	259.92
17.08.	6. K. Sul.	407.03		45.41	452.45	372.74	79.71	280.09
24.08.	7. K. Sul.	372.74		43.50	416.24	316.56	99.68	359.80
21.09.	Hasat	316.56			316.56			459.48

Ek Çizelge 4. PRD-75 Konusuna İlişkin Sulama Tarihleri ve Yığışimli Evapotranspirasyon

PRD-75		Başlangıç Nemi (mm)	Yağış (mm)	Sulama Suyu(mm)	Toplam Nem(mm)	D. Sonu Nemi(mm)	D. Sonu ET (mm)	Yığışimli ET(mm)
Tarih	Sulama (lo)							
07.06.	Ekim	424.33			424.33	414.18	10.14	0.00
17.06.	Yağ. Sul.	414.18	16	86.63	516.81	444.88	71.93	10.14
13.07.	1. K. Sul.	444.88		10.24	455.12	417.00	38.12	82.1
20.07.	2. K. Sul.	417.00		13.94	430.94	398.20	32.74	120.2
27.07.	3. K. Sul.	398.20		13.50	411.70	362.09	49.61	152.9
03.08.	4. K. Sul.	362.09		51.75	413.84	370.43	43.41	202.5
10.08.	5. K. Sul.	370.43		30.69	401.12	375.37	25.75	246.0
17.08.	6. K. Sul.	375.37		34.06	409.43	344.25	65.18	271.7
24.08.	7. K. Sul.	344.25		32.62	376.87	320.74	56.13	336.9
21.09.	Hasat	320.74			320.74			393.0

Ek Çizelge 5. PRD-50 Konusuna İlişkin Sulama Tarihleri ve Yığışimli Evapotranspirasyon

PRD-50		Başlangıç	Yağış (mm)	Sulama Suyu(mm)	Toplam Nem(mm)	D. Sonu Nemi(mm)	D. Sonu ET (mm)	Yığışimli ET(mm)
Tarih	Sulama (lo)	Nemi (mm)						
07.06.	Ekim	424.33			424.33	414.18	10.14	0.00
17.06.	Yağ. Sul.	414.18	16	86.63	516.81	443.46	73.35	10.14
13.07.	1. K. Sul.	443.46		6.83	450.29	405.57	44.72	83.50
20.07.	2. K. Sul.	405.57		9.29	414.86	396.78	18.08	128.20
27.07.	3. K. Sul.	396.78		9.00	405.78	346.89	58.89	146.30
03.08.	4. K. Sul.	346.89		34.50	381.39	348.22	33.17	205.20
10.08.	5. K. Sul.	348.22		20.46	368.68	341.22	27.46	238.40
17.08.	6. K. Sul.	341.22		22.70	363.92	330.03	33.89	265.80
24.08.	7. K. Sul.	330.03		21.75	351.78	276.44	75.34	299.70
21.09.	Hasat	276.44			276.44			375.00