

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gölşen SARİMEHMETOĞLU

**FARKLI SULAMA UYGULAMALARI ALTINDA MISIR ÇEŞİTLERİNİN
SULAMA SUYU VE GÜBRE KULLANIM ETKİNLİĞİ**

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANA BİLİM DALI

ADANA, 2007

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SULAMA UYGULAMALARI ALTINDA MISIR ÇEŞİTLERİNİN
SULAMA SUYU VE GÜBRE KULLANIM ETKİNLİĞİ

Gülşen SARİMEHMETOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANA BİLİM DALI

Bu tez 07./ 03 / 2007 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

İmza:.....	İmza:.....	İmza:.....
Doç. Dr. Sevilay TOPÇU	Prof.Dr.Ahmet Can ÜLGER	Prof.Dr. Hayriye İBRİKÇİ
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma, Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2005YL26

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI SULAMA UYGULAMALARI ALTINDA MISIR ÇEŞİTLERİNİN SULAMA SUYU VE GÜBRE KULLANIM ETKİNLİĞİ

Gülşen SARİMEHMETOĞLU

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

Danışman: Doç.Dr. Sevilay TOPÇU

Yıl:2007, Sayfa: 43

Üye: Prof.Dr. Ahmet Can ÜLGER

Prof.Dr. Hayriye İBRİKÇİ

Günümüzde tarım alanlarını genişletme olanağı kalmadığı için üretimi artırmanın yolu birim alandan alınan verimliliğin yükseltilmesidir. Sulama ile bitkisel üretimi 5 kat artırmak mümkündür, ancak su kaynaklarının azalması ve hızlı büyüme nedeniyle kalitesinin bozulması tatlı su kaynaklarının en büyük kullanıcısı olan tarımda su kullanımını kısıtlama yoluna gidilmesini zorunlu kılmaktadır. Su tasarrufu sağlayan sulama teknikleri ve kuraklığa dayanıklı bitki çeşitlerinin seçilmesi toprak ve su kaynaklarının korunumu ve artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması için vazgeçilmez stratejilerdendir. Bu çalışma, farklı mısır çeşitlerinin değişik kısıntılı sulama teknikleri altında verim ve gübre kullanım etkinliklerinin belirlenmesini amaçlamaktadır. Damla sulama yöntemi ile sulanan dört mısır çeşidinin (P.31.G.98, P.3394, Rx:9292 ve Tietar) değişik sulama uygulamalarına gösterdikleri fizyolojik tepkilerin de incelendiği araştırma sonucunda mısır çeşitlerinin sulama uygulamalarına tepkileri farklı bulunmuş ve en yüksek verim P.3394 den elde edilirken, en düşük verim Rx:9292’de gözlenmiştir. Bununla birlikte tüm çeşitler için kısıntılı sulama konuları arasında istatistiksel anlamda bir farklılık belirlenmemiştir. Ancak yarı ıslatmalı sulama uygulaması konularından elde edilen verim geleneksel kısıntılı sulama uygulamasına kıyasla daha fazla olmuştur. Mısır çeşitlerinin gübre azotunu kullanım etkinlikleri sulama konularına bağlı olarak farklılık göstermiştir. Çeşitlerin tam sulama konusunda azot kullanım etkinliklerinin genel olarak yüksek, kısıntılı sulama konularında ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte çeşitlerin azot kullanım etkinlikleri yönünden su kısıntısının uygulanma yönteminden etkilenmeleri ise zayıf olmuş ve yıldan yıla farklılık göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Yarı ıslatmalı sulama , mısır çeşitleri, gübre kullanım etkinliği

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION APPLICATIONS ON THE WATER AND FERTILISER USE EFFICIENCY OF FOUR CORN GENOTYPES

Gülşen SARİMEHMETOĞLU

UNIVERSITY OF ÇUKUROVA
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE
AGRICULTURAL STRUCTURES AND WATERING DEPARTMENT

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Sevilay TOPÇU
Year:2007, Page: 43

Jury: Prof.Dr.Ahmet Can ÜLGER
Prof.Dr. Hayriye İBRİKÇİ

Enhancing arable lands is not possible anymore and therefore the agricultural production in cultivable lands has to be done more efficiently. Crop production can be increased by 5 folds under irrigated conditions; however the diminishing of water resources and degradation of its quality due to rapid population increase also necessitates a restriction of water usage in the agriculture which is the biggest user of fresh water sources. Applying water saving irrigation techniques and selecting drought tolerant crops are indispensable strategies for saving the water sources and meeting the food demand of ever increasing population. This study aims the determination of water and nitrogen use efficiency of four different corn genotypes (P.31.G.98, P.3394, Rx:9292 ve Tietar) under various irrigation applications including deficit irrigation techniques. Yield response of cultivars has been different under different water amounts, however, there was no statistical difference between deficit irrigation applications. The water use efficiency under partial root-zone drying irrigation was higher than those of obtained under traditional deficit irrigation treatment even without statistical difference. The highest and lowest yields were obtained under P.3394 and Rx:9292 cultivars respectively. Nitrogen use efficiency (NFU) has been affected from the irrigation as well as from the genotypes. The NFU was higher under FULL treatment, while those were lower under the deficit treatments. The differences in terms of NFU between deficit treatments was insignificant and also changed from year to year.

Key Words: Partial Rootzone Drying, Corn Genotypes, Nitrogen Fertiliser Use Efficiency

TEŞEKKÜR

Bu araştırma konusunu bana tez projesi olarak veren ve araştırmanın yürütülmesi süresince hiçbir fedakarlığı esirgemeyen Sayın Hocam Doç.Dr. Sevilay TOPCU'ya, çalışmalarım süresince bölüm deneme alanında yardımını benden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ahmet Can ÜLGER hocam ve Ar. Gör. Harun KAMAN'a, laboratuvar olanaklarından yararlanmamı sağlayan ve bana yardım eden Ar. Gör. Gökhan BÜYÜK ile Prof. Dr. Hayriye İBRİKÇİ hocalarıma ve yine bir kısım laboratuvar analizlerimde yardımını esirgemeyen Çukobirlik Yağ Fabrikası Müdürü Mahmut SARİMEHMETOĞLU'na, Çukobirlik Yağ Laboratuvarı Çalışanlarına, ablam Okşan SARİMEHMETOĞLU'na ve her zaman her konuda yanımda olan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Sulama ve Verim	4
2.2. Bitkilerde Azotlu Gübre Kullanımı	11
3. MATERYAL VE METOD	14
3.1. Materyal	14
3.1.1. Araştırma Materyali	14
3.1.2. İklim	14
3.1.3. Toprak Özellikleri	16
3.1.4. Sulama Suyunun Sağlanması	16
3.2. Metod	18
3.2.1. Toprak Hazırlığı ve Ekim	18
3.2.2. Denemelerde Sulama Konuları ve Deneme Deseni	19
3.2.3. Sulamaların Planlanması ve Uygulanması	19
3.2.4. Denemede Gübreleme	20
3.2.5. Yapılan Gözlem ve Ölçümler	21
4. BULGULAR	25
4.1. Toprak Su İçeriği	25
4.2. Toprak Örneklerinde Azot Analizi	27

4.3. Yaprak Alan İndeksi (LAI).....	29
4.4. Kuru Madde Gelişimi	32
4.5. Hasatta Bitki Boyu.....	35
4.6. Bitki Özsuyunda pH Ölçümleri	38
4.7. Hasatta Verim Kalite Özellikleri	38
4.8. Su ve Azot Kullanım Etkinliği	43
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİŞ	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Denemenin yürütüldüğü yıllara ait kimi iklimsel verilere ilişkin uzun yıllık ortalama değerler	15
Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	16
Çizelge 3.3. Denemede kullanılacak sulama suyunun analiz sonuçları.....	17
Çizelge 3.4. Serada ve saksılarda yürütülen ön denemede ele alınan mısır çeşitleri	18
Çizelge 3.5. Deneme konuları ve açıklamaları	20
Çizelge 4.1. Sulama tarihleri ve sulama suyu miktarları	26
Çizelge 4.2. Deneme alanının mevsim başlangıcında azot içeriği (kg da ⁻¹) (2004)	27
Çizelge 4.3. Verim değerleri (t ha ⁻¹)* (2005).....	40
Çizelge 4.4. Deneme konularına ilişkin sulama suyu kullanım etkinliği.....	43

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 4.1. Çeşit 2 için toprak su içeriğinin mevsimlik değişimi (2004).....	27
Şekil 4.2. Toprak su içeriğinin mevsimlik değişimi (2005).....	28
Şekil 4.3.. Yaprak alan indeksinin mevsimlik değişimi (2004)	30
Şekil 4.4. Yaprak alan indeksinin mevsimlik değişimi (2005).....	31
Şekil 4.5. Mısır çeşitlerinde kuru madde miktarının farklı sulama uygulamaları altında değişimi (2004).....	33
Şekil 4.6. Mısır çeşitlerinde kuru madde miktarının farklı sulama uygulamaları altında değişimi (2005).....	34
Şekil 4.7. Hasat döneminde deneme konularında kuru madde miktarı (2004).....	36
Şekil 4.8. Deneme konularında kuru maddenin mevsimlik değişimi (2005).....	37
Şekil 4.9. Sulama konularında pH değişimleri.....	39
Şekil 4.10. Hasat zamanındaki ilk koçan yükseklikleri (2004).....	41
Şekil 4.11. Mısır çeşitlerinin hasat zamanındaki koçan çapları (2004).....	42
Şekil 4.12. Mısır çeşitlerinin hasat zamanındaki koçan uzunlukları (2004).....	42
Şekil 4.13. Deneme konularında azot kullanım etkinliği (2004).....	45
Şekil 4.14. Tepe püskülü döneminde mısır çeşitlerinin azot kullanım etkinlikleri (2005).....	46
Şekil 4.15. Hasat döneminde mısır çeşitlerinin azot kullanım etkinlikleri (2005).....	47
Şekil 4.16. Hasat döneminde mısır çeşitlerinde danenin azot kullanım etkinlikleri (2005).....	48

1. GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye’de yıldan yıla artan nüfusa paralel olarak besin maddelerine olan gereksinim de artmaktadır. İnsanların büyük bir çoğunluğunun beslenme gereksinimini tahıllarla karşılaması nedeniyle tahıl üretiminin de önemi artmaktadır. Türkiye’de tahıl üretiminde buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer alan mısır; üretim ve tüketim alanları son yıllarda artan önemli bir kültür bitkisidir. Mısır; insan gıdası ve hayvan yemi olarak değerlendirilmesinin yanı sıra endüstride, nişasta, şurup, şeker ve alkol yapımında da kullanılmaktadır. Ülkemizde yaklaşık 14 milyon hektar alanda tahıl ekimi yapılmaktadır. Bu alan içerisinde mısır 550 000 hektar ekim alanına, 4.2 ton/ha ortalama verime ve 2 300 000 ton üretime sahiptir (Anonim, 1999).

Doğal kaynakların kısıtlı olması nedeniyle artan nüfus ile birlikte beslenme ve giyime olan gereksinimin karşılanmasındaki güçlük, günümüzün önemli sorunlarından birisidir. Tarımsal ürünlere olan gereksinimin artması neticesinde tarım alanlarını genişletme olanağı olmadığı için toplam verimi artırıcı önlemlerin alınması bir zorunluluk haline gelmiştir. Üretimi attırabilmenin tek yolu mevcut kaynaklarla en yüksek düzeyde ürün elde etmektir. Tarımsal üretimin arttırılmasında, diğer etkilerin yanı sıra sulamanın da büyük payı olduğu unutulmamalıdır.

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. Ancak sulamanın öneminin her geçen gün biraz daha artmasına karşılık, dünyanın birçok bölgesinde tarımsal amaçla kullanılan su kaynaklarının giderek azalması sorunu yaşanmaktadır. Artan dünya nüfusunun su kullanımı ve endüstriyel gereksinimleri de bu azalmayı belirli ölçüde hızlandırmaktadır (Guitjens, 1982).

Son yıllarda tarımsal girdilerin bilinçsiz ve aşırı düzeylerde kullanılması tüm dünya ülkelerinde çevre kirlenmesini yaratan nedenlerin başında gelmektedir. Çiftçilerin “fazla gübre uygulaması ürünün sigortasıdır” yaklaşımı başta toprak ve su olmak üzere,

doğal kaynakların kirlenmesini sağlayan önde gelen nedenler arasında bulunmaktadır. Bilindiği gibi bitkinin yaşamı ve varlığını sağlayan vazgeçilmez element azottur. Bu elementin bitkiye sunulması daha çok mineral gübreler şeklinde olup, çoğu zaman toprak, bitki analizleri ve uzman önerilerine dayanmadan yapılmaktadır (İbrikçi ve ark., 2001).

Türkiye tarımında önemli yeri olan Çukurova Bölgesinde, her yıl binlerce ton azotlu gübre kullanılmaktadır. Ancak bunun çevre kirlenmesi üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik çalışmalar yetersizdir. İçme suları için, dünya standardı olan 10 ppm $\text{NO}_3\text{-N}$ konsantrasyonu anılan bölgede bu miktarın 18 katına varan bir düzeye ulaşmıştır. İnsan hayatını tehdit eden ve özellikle de kanserojen etkisi olan NO_3 'ün içme sularında kritik düzeyin altında tutulması, gelişmiş ülkelerde yasal hale getirilmiştir. Bu nedenle tarımsal üretimi arttırmanın yanı sıra, doğayı da korumak oldukça önemlidir.

Beş önemli faktör, azotlu gübrelerin çevreyi ve içme suyunu kirleterek potansiyel toksik etki yaratmasına neden olmaktadır; bunlar (1) uygulanan azotlu gübrenin formu, (2) bitkiler tarafından kullanılan azotun etkinliği, (3) su kaynaklarının kendi hareket ve yapıları, (4) toprakların su kaynakları ile olan ilişkileri ve (5) yöresel iklim koşulları ve sulama yöntemleridir. Tek ve çok yıllık bitkilerin aşırı düzeyde azotla gübrenmeleri ve azotun bitki kök bölgesinde taşınıp yer altı ve içme sularına karışması sonucunda, nitratin zararlı etkileri ortaya çıkmaktadır (Lorenz, 1978).

Uygun sulama ve doğru gübreleme teknikleri yapıldığı takdirde yeni melez çeşitlerin de kullanılması ile yüksek verim potansiyeline ulaşılabilir. Ancak su kıtlığının yaygın olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde, sulu tarıma ayrılan su miktarında kısıtlama yapmak kaçınılmaz bir hale gelmiştir. Bu amaçla sudan en yüksek geliri sağlayacak sulama programlarına gereksinim duyulmaktadır. Öyle ki seçilen programlarda su artırımını en başta gelen amaçlardan biri olmuştur. Bu uygulama "kısıntılı sulama" diye adlandırılan sulama tekniklerinin kullanılmasını gündeme getirmiştir. Bu amaçla uygulanan kısıntılı sulama; genellikle su kaynaklarının yetersiz olduğu, kurak ve yarı kurak bölgelerde yaygın bir uygulamadır ve amacı mevsim içi sulamalarda optimum

ürünü sağlamak amacıyla, gerekenden daha az su uygulayarak, mevcut su kaynağı ile daha fazla tarım alanının sulanmasına olanak sağlamaktır. Bu uygulamanın başarısı büyük oranda bitkilerin su eksikliğine dayanıklı olduğu dönemlerin (kritik dönemler) bilinmesine bağlıdır. Kısıntılı sulama uygulamalarında sulama suyunun azaltılması ile yeşil aksamın büyümesi, dolayısıyla da su kullanımının sınırlandırılması mümkün olabilmekte, ancak bu genellikle ürün verimi ve kalitesinde önemli oranda düşmeleri beraberinde getirmektedir (Kırda ve ark., 1999).

Yeni geliştirilmekte olan diğer bir kısıntılı sulama uygulaması da yarı ıslatmalı sulama uygulamasıdır. Yarı ıslatmalı sulama uygulaması ile geleneksel sulamalarda uygulanan su miktarının belli oranlarda azaltılarak bitki köklerinin yarısının ıslatılması ve takip eden sulamalarda ise diğer yarısına su verilmesidir. Son yıllarda bölünmüş kök tekniği kullanılarak, kontrollü koşullarda yapılan saksı çalışmaları sonucunda, bitkilerde su stresi mekanizmasının açıklanmasında önemli bilgiler elde edilmiştir (Kang ve ark., 1998).

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 destekleyen bazı sonuçlar tarla koşullarında asma, armut, mısır ile kontrollü koşullarda biber ve domates (Kang ve ark., 2000; Mingo ve ark., 2003; Zegbe-Dominguez ve ark., 2003) bitkileri ile yapılan araştırmalardan elde edilmiştir.

Yarı ıslatmalı sulama uygulaması altında bitki kök bölgesinin periyodik olarak yarısının ıslatılması ile, bilinen klasik eksik sulama yöntemine kıyasla su kullanım randımanı daha yüksek olacaktır (Chaffey, 2001).

Bu çalışmada amaç dört farklı sulama uygulaması altında ikinci ürün melez mısır çeşitlerinin (P.31.G.98- Pioneer, P.3394- Pioneer, Rx:9292-May ve Tietar-Monsanto) sulama suyu ve azot kullanım etkinliklerini belirlemektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**2.1. Sulama ve Verim**

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

Mısır bitkisinin suya en fazla tepki gösterdiği dönemlerin vejetatif, püskül çıkarma ve dane oluşum dönemi olduğu belirlenmiş, anılan dönemlerde yapılan su kısıntısının verimde önemli düşmelere neden olacağı ifade edilmiştir (Yıldırım ve ark., 1995).

Sammis ve Ark. (1988), yaptıkları bir çalışmada bitki boyu ile evapotranspirasyon ve verimi karşılıklı olarak irdelemiş ve aralarında doğrusal ilişkiler olduğunu belirlemişlerdir. Anılan ilişkilerin mısır bitkisinde özellikle çıkış ile püsküllenme arasındaki dönemde sulama programlarının hazırlanmasında kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Harran ovası koşullarında, damla sulama yöntemiyle sulanan ikinci ürün mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini, su sıkıntısının verime ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Deneme, 2000 yılında, Şanlıurfa ili Koruklu beldesinde TUBİTAK Araştırma İstasyonunda yürütülmüştür. Çalışmada geniş aralıklarla (alternatif karıklar, 1.40m) yüzeye yerleştirilen lateraller, iki farklı sulama aralığı (3gün ve 6 gün) ve 3 farklı sulama düzeyi (I-100, I-67, I-33) ele alınmıştır. Lateraller üzerinde damlatıcı aralığı 0.70m'dir. Sulama düzeyleri sulama aralıklarında yığışımlı Class A Pan buharlaşma değerinin %100'ü (I-100) 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 mm ile 562 mm arasında değişmiştir. Dane verimleri 725.3 kg/da ile 1192.0 kg/da arasında değişmiştir. En yüksek verim, sulama aralığının 6 gün ve I-33 sulama düzeyinde (733.3 kg/da), en yüksek verim ise yine aynı sulama aralığında I-100 sulama düzeyinden (1192 kg/da) elde edilmiştir (Gençel, 2002).

Kansas'ta sulama sıklığının mısır verim üzerine etkisini saptamak amacıyla lateral aralığının 1.5 m ve derinliğinin 0.40 m olduğu siltli-tınlı toprakta gömülü damlama yöntemiyle 1, 3, 5 ve 7 gün aralıklarla sırasıyla 12.7, 25.4, 38.1 ve 50.8 mm suyun uygulandığı çalışmada; konular arasında verim bakımından önemli farklılıklar bulunamamıştır. Sulama aralığının 7 gün olduğu ve 50.80 mm su tüketildiğinde sulamaya başlanılan konuda, kök bölgesinden aşağılara sızan su miktarı en aza indirilmiş ve sulama suyu kullanım randımanı en yüksek düzeye çıkarılmıştır (Caldwell ve ark., 1994).

Howell ve ark., (1994), Bushland'da LEPA (low energy precision application) yöntemini kullanarak farklı düzeylerde uygulanan sulama suyunun mısır verimine olan etkisini belirlemek amacıyla killi-tınlı toprakta bir deneme yürütmüşlerdir. Söz konusu çalışmada tanık konuya (%100), 1.5 m'lik toprak profilinden 7 günde tüketilen suyun %80, %60, %40, %20 ve %0'ı uygulanmıştır. Sulama konularına, çıkıştan sonra uygulanan azot ise sulama suyu ile orantılı olarak verilmiştir. Anılan çalışmada mevsim ortalamasından daha fazla yağışın düştüğü yılda dane verimi 600-1200 kg/da arasında değişmiş ve mevsimin ortalamasından daha az yağışın olduğu yılda ise, 400-1500 kg/da verim alınmıştır. Sulama suyu miktarı yetiştirme mevsimi boyunca düşen yağışa bağlı olarak farklılık göstermiş ve yağışın fazla olduğu yılda 640 mm su uygulanmıştır. Dane verimi (Y) ile su tüketimi (ET) arasında önemli bir ilişki bulunmuştur ($Y = 0.00169 [ET - 147]; r^2 = 0.88$). LEPA sistemiyle mısır bitkisine kısıntılı su uygulandığında, kısıntının teksele dane ağırlığını etkileyerek verimi düşürdüğü gözlenmiştir. Hasat indeksinin, farklı su düzeylerinde fazla değişmemesine karşın, uygulanan su miktarı azaldıkça hasat indeksinin de azaldığı belirlenmiştir. Aşırı su kısıntısı yaprak alanı indeksini azaltırken, daha az düzeydeki su kısıntısı ise kuru maddeyi azaltmıştır. Mısır bitkisinin en yüksek

kuru madde üretim hızı, 25 g/m²/gün ile tepe püskülü çıkmadan hemen önce gözlenmiş ve bu hızın dane doldurma döneminin sonunu dek sürdüğü belirlenmiştir.

Musick ve Dusek (1980) Bushland'da sulama suyu kullanım randımanını (WUE) yeterli sulama suyunun uygulandığı koşullarda 1.25-1.46 kg/da-mm; Howell ve ark., (1994), aynı bölgede yaptıkları çalışmada uygulanan sulama suyu miktarı ve yıllara göre 0.89-1.48 kg/da-mm; Köksal (1995), Çukurova koşullarında ikinci ürün mısır için tam sulanan konuların 1.203-1.207 kg/da-mm; Kanber ve ark., (1990), mısırın farklı gelişim dönemlerinde su kısıntısı uygulayarak yürüttükleri çalışmada 0.441-1.169 kg/da-mm; Braunworth ve Mack (1989), Oregon koşullarında tatlı mısırdaki yürüttükleri çalışmada 6.44-6.80 kg/da-mm; Öğretir (1993), Eskişehir koşullarında 1.43-1.83 kg/da-mm; Caldwell ve ark., (1994), Kansas'ta gömülü damla sulama yöntemiyle suladıkları mısırın WUE'nı 1.34-1.93 kg/da-mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Steward (1975), Davis'te en yüksek WUE'nı 1.7 kg/da-mm olarak; Rhoades ve Bennett (1990)'ın Hook (1985)'dan bildirdiğine göre, mevsimlik bitki su tüketiminin (ET) düşük olduğu bölgelerde (ABD'nin güneyinde) WUE'nın 3 kg/da-mm değerine dek yükseldiğini belirtmişlerdir.

Çukurova koşullarında ikinci ürün mısırın su-verim ilişkilerini saptamak amacıyla Tarsus Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü'nde 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 olduğu gözlenmiştir. Sulama suyu (I) ile 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 $D/K=67.19+0.15 I$ ($r=0.7$) şekline doğrusal bağlantılar 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).

Sulama suyu, evapotranspirasyon (Et) veya transpirasyon (T) ile dane/meyve verimi, kuru madde miktarı vd. arasındaki ilişkiyi gösteren matematiksel tanımlamalar, verim fonksiyonları olarak adlandırılmaktadır. Değinilen konuda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bunlar ilk kez 1958 yılında de WIT tarafından değerlendirilmiştir (Hanks, 1983). Araştırmacı, kurak ve solar radyasyonun yüksek olduğu iklimlerde, toplam kuru madde (Y) ile transpirasyon (T) ve açık su yüzeyi buharlaşması (Eo) arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu belirlemiştir.

$$Y = m T / E_o$$

Eşitlikteki m değeri, kg/ha/gün boyutunda bitkiye bağlı gelişme katsayısıdır. Anılan değer mısır bitkisi için 210 kg/ha/gün olarak saptanmıştır (Tanner ve Sinclair, 1983)

Anılan ilişki solar radyasyonun sınırlı olduğu nemli bölgeler için daha basite indirgenmektedir.

$$Y = n.T$$

Burada; n değeri, birim sudan birim alanda elde edilen kuru madde miktarını gösteren bir katsayıdır.

North Dakota'da kumlu-tınlı toprakta mısırın vejetatif, dölleme ve dane dolum dönemlerinde düşük (kullanılabilir nemin %30-40'ı tüketildiğinde, orta (kullanılabilir nemin %65-80'i tüketildiğinde) ve yüksek (kullanılabilir nemin %80-100'ü tüketildiğinde) su stresi uygulanarak yürütülen çalışmada, su kısıntısı yapılamayan konuya uygulanan 3 yıllık ortalama su miktarı 470.7 mm, su tüketimi 528 mm ve dane verimi de 1155 kg/da olarak belirlenmiştir. Dölleme döneminde aşırı su stresi uygulandığında, su kullanım randımanı (WUE), su kısıntısı uygulanmayan konuya göre %31 oranında azaldığı saptanmıştır. Dane verimi (Y, Mg/ha) ile su tüketimi (ET, cm)

arasında $Y = -3.76 + 0.28 ET$ ($r^2 = 0.71$) eşitliği ile verilen doğrusal ilişki bulunmuştur (Stegman, 1984).

Robertson ve ark., (1980), iki farklı mısır çeşidinde su stresinin kök dağılımına etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, üç farklı sulama programı uygulamışlardır. Mısır kök uzunluğunun ve dane veriminin, her üç sulama programında da önemli, düzeyde arttığı saptanmıştır. Toprak profilinin 150 cm derinliğine kadar sulanan konularda birim alandaki kök uzunluğunun, kuru konuya göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Sulama aralığının fazla olduğu koşullarda mısır köklerinin su kullanımı, sık ve orta sulama aralığındaki su kullanımından daha fazla olduğu saptanmıştır. Sulama aralığının arttırıldığı koşullar, bitkide su stresini yükseltirken kök uzunluğunu da arttırmıştır.

Wilkinson ve Davies (1997) tarafından yapılan bir 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 tetiklenmiştir.

Bacon ve ark., (1998) yaptıkları çalışmada, toprak su içeriğinin azalmasına bağlı olarak, ksilem özsuyu pH' sının artışıyla arpa yapraklarının uzama oranında değişiklik saptamışlardır. Toprağın kurumasıyla artan özsu pH' sı ile yaprak uzama oranının azalması arasında karşılıklı etkileşim olduğunu gözlemişlerdir. Yaprak uzama oranını azaltan ksilem özsuyu pH' sı artışının, susuzluk sinyali olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Lu ve Neumann (1998) yaptıkları denemede, su stresi altında arpa ve mısır bitkilerinde, oluşan ilk yapraklarda gelişmenin ve hücre büyümesinin yavaşladığını bildirmişlerdir. Ayrıca mısır ve arpa bitkilerinin, yapraklarında hücre duvarı uzunluğunun azalması, yaprak gelişimini yavaşlatan su stersine bağlı olabileceğini ifade etmişlerdir. Lu ve Neumann (1999) tarafından yapılan bir başka çalışmada, su stresi

altında çeltik bitkisinin ilk yapraklarının gelişme oranının yavaşladığı ve kökten yaprağa giden hidrolik iletkenlikte azalmaların olduğu gözlenmiştir. Ayrıca anılan azalmalar, su stresi altında yaprak gelişiminin sürekli yavaşlamasını düzenleyen birincil mekanizma olarak görülmüştür.

Tedeschi ve Zerbi (1985), patlıcan bitkisinin su içeriğinin çiçek üretimi, çiçek dizilimi ve meyve tutumu gibi üreme nitelikleri üzerinde göze çarpan bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Su sıkıntısı fenolojik evrelerin zamanını toplam biyomas ve meyve verimini etkilemektedir. Patlıcanda (*solanum melongena* L.) yapılan su stresi çalışmasında, A sınıfı buharlaşma kabından olan bir buharlaşmaya göre sulama yapılmıştır. Buna göre 7 farklı uygulama ile 20, 40, 60, 80, 100 ve 120 mm buharlaşma olduğunda, kayıplar kadar su verilmiş olup; yedinci uygulamada hiç su verilmemiştir. Sonuçta meyve veriminin bitki başına düşen çiçek sayısı ile yakından ilişkili olduğu saptanmıştır. Pazarlanabilir meyvelerin ortalama ağırlığının, sulama rejiminden bağımsız olduğu bulunmuştur. En yüksek verim ise, en fazla evapotranspirasyon gerçekleştiği, en sık sulanan 20 mm uygulamasından elde edilmiştir.

Ricciardi ve ark. (2000), baklada (*Vicia faba* L.) yaptıkları çalışmada farklı genotipler arasındaki farklılıklarını belirlemek için su stresine karşı gösterdikleri tepkileri incelemişlerdir. Genotiplerin su stersine karşı gösterdikleri tepkileri değerlendirmek için bir indeks geliştirmişlerdir ve bitkilerin yaprak su potansiyelleri, stoma geçirgenlikleri ve absisik asit (ABA) içeriklerini ölçmüşlerdir. Sonuçta, yaprak su potansiyelleri ve stoma geçirgenlik ölçümleri, su sıkıntısının belirlenmesinde olumlu sonuç verirken; genotipler arasındaki farklılığın belirlenmesinde yetersiz olduğu bulunmuştur. Su stresine maruz bırakılan 8 genotipte ortalama 5344 ng/g absisik asit bulunmuştur. Ancak, absisik ölçümü su sıkıntısı durumunda genotipler arasındaki farklılıkları belirlemek açısından yetersiz bulunmuştur.

Davies ve ark. (1994)'nın bildirdiğine göre bitki hücresinin su kaybetmesi bitki büyüme düzenleyicisi olan absisik asit (ABA) birikimini teşvik etmektedir. Normal olarak sulanan herhangi bir su stresi durumunu göstermeyen bitkilere ABA uygulandığı zaman su stres durumunda gözlenen belirtiler görülmektedir. Topraklarda kuruma

durumunda kökler tarafından ABA sentezlenerek yeşil aksama gönderilmekte, bunun yanında yaprakların su kaybetmesi ile de yapraktaki ABA konsantrasyonu daha da artmaktadır. Topraktaki su azlığının bir sonucu olarak, köklerde sentezlenip yeşil aksama gönderilen ABA uyarıcısının pek çok bitki, türünde kuraklığa karşı bir tepki olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmada stoma geçirgenliği ile ksilemdeki ABA miktarı ve toprak su seviyesi arasında ilişkilerin olduğunu göstermiştir.

Kang ve ark., (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, verim ve su kullanım etkinliği için kurak bir alanda bir tarla denemesinde mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Çalışmada sulamalar; (1) nöbetleşe değişimli karık sulama (her sulamada dönüşümlü olarak iki komşu karıktan biri sulanmış), (2) sabit karık sulama (her sulamada sabit olarak iki komşu karıktan biri sulanmış), ve (3) geleneksel sulama (her karık her sulamada sulanmış) şeklinde uygulanmıştır. Kök gelişimi, toprak kök kuru ağırlığı ve kök yoğunluğu, nöbetleşe değişimli sulanan karıklarda, diğer uygulamalara oranla daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. böylece kurak alanlarda su tasarrufu sağlamak için nöbetleşe değişimli karık sulamasının, mısır üretiminde bir çözüm olabileceği önerilmiştir.

Kang ve ark. (2002), tarafından armut bahçesinde toprak su dağılımı, su tutma ve su kullanım verimliliğine ilişkin bir araştırma yürütmüştür. Anılan çalışmada; (1) geleneksel sulama, (2) sabit yarı kök bölgesi sulaması ve (3) nöbetleşe değişim yarı kök bölgesi sulaması olmak üzere üç konu araştırılmıştır. Çin’de yapılan denemede, armut bahçesinin maksimum su kullanımı yaz ortasında 7 mm gün⁻¹’ü aşmış ve sonbahar ortasına doğru yaklaşık olarak 3.5 mm gün⁻¹’e düştüğü görülmüştür. Yarı kök bölgesi kuruluğu tekniğinin, meyve verimini azaltmaksızın su kullanımında önemli tasarruf sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

Domates bitkisinin geleneksel ve yarı ıslatmalı sulama gibi farklı kısıntılı sulama uygulamaları altında azot kullanım randımanının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, tam ve yarı ıslatmalı sulama konularında azot verimleri arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmazken, geleneksel kısıntılı sulama konusunda elde

edilen azot verimi istatistiksel olarak tam sulama konusundan daha düşük olduğu bildirilmiştir (Topçu ve ark., 2003, 2007).

2.2. Bitkilerde Azotlu Gübre Kullanımı

Yapılan çeşitli çalışmalarda mısır verimi ile topraktaki NO_3 konsantrasyonu arasında önemli bir korelasyonun olduğu (Magdoff ve ark., 1984; Blackmer ve ark., 1989; Brown ve ark., 1989; Fox ve ark., 1989), NO_3 -N konsantrasyonu 20-25 ppm olduğunda, maksimum mısır verimi için ek bir azotlu gübrelemeye gerek kalmadığı belirtilmiştir. Mısır ve çeşitli sebzelerde bitki gelişimi, verim ve kök büyümesi daha da derinlere ulaşan bitkilere göre topraktaki NO_3 ile daha iyi korele edilmişlerdir (Mullins ve Burmester, 1990). Çukurova Bölgesinin yaygın farklı toprak serilerinde yapılan Nmin analizleri sonucunda 3-9 kg mineral azot ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$), mısır ekimi öncesinde toprak profilinde (0-90 cm) bulunmaktadır. Bu değerler daha kurak bölgelerde veya yağışın az olduğu dönemlerde 0-60 cm toprak derinliğinde 7,7 ve 10 kgN/da 'a kadar çıkmıştır (Mosseddaq ve ark., 1992).

Azotlu gübre kullanımını azaltabilecek önemli bir yönetim şekli, etkili kök bölgesindeki mineral azot miktarını (Nmin) gübrelemede göz önünde bulundurmaktadır (Carter ve ark., 1974; Hergert, 1987 ve Miley, 1988). Çünkü bitkinin toprağa azot verme kapasitesi; ekim zamanı topraktaki mineral azota, özellikle de NO_3 'a ve büyüme döneminde organik maddeden mineralize olan azota bağlıdır (El Gharous, 1993).

Mısırdan N uygulamalarının yönetimi, N kullanma randımanı ve çevrede yarattığı olumsuz etkisini fazlasıyla etkiler. Literatürde rapor edilen tarla denemelerinde N, killi-tın bir toprakta 7.5, 10, 15, 20 kg N/da dozlarında, ekim ve 8 yaprak dönemlerinde uygulanmış ve 6 lokasyonun beş tanesinde dane veriminde artış gözlenirken, uygulama zamanı etkili bulunmamıştır. Öte yandan danede, gübreden kaynaklanan N'un miktarı her durumda gübreleme dozuna paralel olarak artmıştır. Tüm bitkide gübreden kaynaklanan N oranının düşük dozlarda % 31-60 ve yüksek dozlarda % 24-45 arasında

olduğu belirlenmiştir. Sulama başta olmak üzere diğer çevre koşullarının azota karşı alınan verim ve bitkilerin gübre azotundan yararlanmasını etkilediği vurgulanmıştır. Hasat sonrası toprakta kalan gübre N'undan yararlanma oranının, özellikle yüksek dozlarda geç N uygulamasında % 25-56 arasında bulunduğu ve yıkanma ile yitim potansiyelinin fazla olduğunu bildirmişlerdir (William ve Randall, 1997).

Mısır genotipleri azot alım ve kullanım zamanı açısından farklılık göstermektedir (Rhoades ve Stanley, 1981). Genetik farklılık genelde kök morfolojisi ve iyon alımı (Pace ve McClure, 1986) ya da azotun bitki içerisindeki kullanımından kaynaklanmaktadır (Moll ve ark., 1982; Anderson ve ark., 1984).

Lambert ve ark (1999), Illinois'de 3 lokasyonda yaygın olarak ekilen hibrit mısır çeşitlerinde 2 yıl süre ile yürüttükleri denemelerde daneye N'un taşınmasında en büyük etkenin lokasyon ve hibrit çeşitlerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Bitki türlerinin hatta çeşitlerinin azotu kullanım etkinliği farklı olduğu bilinmektedir. Özellikle farklı dozlarda kök uzunluğu ve morfolojisinin farklılık gösterdiği ve bunun da azot alımında etkili olduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konulmuştur (Drew ve ark., 1973; Maizlish ve ark., 1980). Bruetsch ve Estes (1976) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, mısır genotipleri arasındaki farklılığın bu çeşitlerin farklı zamanda olgunlaştığından, dolayısıyla belli gelişim dönemlerinde azotun farklı düzeylerde alındığını bildirmişlerdir.

İbrikçi ve ark. (2001) Çukurova Bölgesi'nde ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde azotlu gübre kullanımının optimizasyonu konusunda 2 farklı lokasyonda bir çalışma yürütmüşlerdir. Dört farklı azot dozu ve 10 mısır genotipinin gübre azotundan yararlanması ve azot kullanım etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışma 1999 ve 2000 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar toprakta var olan mineral azota bağlı olarak değişmekle birlikte dekara 24 ve 32 kilogram azot uygulamasının bitki gelişimi ve verimi bakımından uygun olduğunu belirtmişlerdir. Ancak 10 mısır çeşidinin azot dozu ve kullanım etkinlikleri bakımından değerlendirilmesi sonucunda genotipler arasındaki farklılıkların kolayca belirlenmesinin mümkün olmadığı konusuna dikkat çekilmektedir.

İyi sulama ve bakım ile düşük N uygulamasında maksimum N kullanım etkinliği elde edilebileceği bildirilmiştir (Ruselle ve ark., 1981). Mısırdaki azot kullanım etkinliği, maksimum verim elde etmek için önemli bir faktördür. Kullanılan yaygın çeşitler, yüksek N verimliliği düzeylerinde en iyi bir performansa ve çoğunlukla bir koçana sahiptir. Çevre üzerindeki N kirliliğinin etkisi ve N gübresindeki fiyat artışı, N gübresinin bitki tarafından kullanım etkinliğinin geliştirilmesi konusuna ilgiyi arttırmıştır. Bitkinin N absorbe yeteneğinin, N'un parçalanması ve bağlanma etkilerinin, N'un kullanım etkinliğini etkilediğini bildirmişlerdir (Novoa ve Loomis, 1981; Moll ve ark., 1982).

Dünya tahıl üretiminde yaklaşık olarak azot kullanım etkinliği %33'dür. Kayba uğrayan %67'lik miktarın parasal karşılığı 15,9 milyar dolardır. Bu kayıpların bitkilerin emisyonundan gaz olarak, toprak denitrifikasyonu, yüzey akışı, ve yıkanma yoluyla meydana geldiğini bildirmişlerdir (Raun ve Johnson, 1999). Tahıl üretiminde mevcut gübre kullanımına göre, N kullanım etkinliğinin %1 artması ile yaklaşık 23.5 milyon dolar kazanç sağlanacağını da belirtmişlerdir.

3. MATERİYAL VE METOD**3.1. Materyal****3.1.1. Araştırma Materyali**

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında yürütülecektir. Anılan alanın denizden ortalama yüksekliği ise 20 m olup 36° 59' N enlemi ve 35° 18' E boylamında yer almaktadır.

3.1.2. İklim

Araştırma alanı, kışlar ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçen Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Uzun yıllık iklim verilerinden elde edilen bilgilere göre uzun yıllık ortalama sıcaklığın 18.8 °C olduğu saptanmıştır. En sıcak ay , ortalama 28,1°C sıcaklık ile Ağustos ayı olup, en soğuk ay ise ortalama sıcaklığın 9.9°C olduğu Ocak ayıdır. Yıllık ortalama yağış 646.5 mm olmakla birlikte yağışların yıl içerisindeki dağılımları önemli farklılıklar gösterir. Yağışların tamamına yakını Kasım-Nisan aylarında düşmektedir. Uzun yıllık ortalama oransal nem %66 olup, özellikle yaz aylarında sıcaklığın artması ve tarım arazilerinde sulama mevsiminin başlamasıyla en yüksek değerine ulaşmaktadır. Rüzgar hızının ortalaması ise 1.7 m/s'dir. Açık su yüzeyi buharlaşması uzun yıllık toplam miktarı 1572 mm' dir ve açık su yüzeyi buharlaşmasının en yüksek olduğu ay Temmuz, en düşük olduğu ay Aralık ayıdır.

Çizelge 3.1. Adana ili uzun yıllar ve 2005 yılı bazı iklim verilerine ilişkin aylık ortalamalar

Yıllar	İklim Öğeleri	A Y L A R												
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
Uzun Yıllık	Sıcaklık, °C	9.9	10.4	13.1	17.1	21.4	25.2	27.7	28.1	25.4	21.0	15.1	11.1	18.8
	Oransal Nem, %	66.0	66.0	66.0	69.0	67.0	66.0	68.0	67.0	63.0	60.0	63.0	66.0	65.6
	Rüzgar Hızı, m/s	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	1.9	1.6	1.3	1.3	1.5	1.7
	Yağış, mm	111.1	92.8	67.9	51.4	46.7	22.4	5.4	5.1	14.8	43.6	67.2	118.1	649.5
	Güneşlenme Süresi, h	4.5	5.3	6.1	7.5	9.3	11.0	11.2	11.1	9.3	7.4	6.1	4.4	93.2
	Buharlaştırma (Epan), mm	47.3	56.1	84.9	119.7	170.5	210.1	243.4	224.6	181.0	120.8	66.3	47.0	1571.7
	Buhar Basıncı Açığı, mb	4.1	4.3	5.1	6.0	8.4	10.9	11.9	12.5	12.0	9.9	6.3	4.5	8.0
2005	Sıcaklık, °C	9.9	10.4	13.1	17.1	21.4	25.2	27.7	28.1	25.4	21.0	15.1	11.1	18.8
	Oransal Nem, %	66.0	66.0	66.0	69.0	67.0	66.0	68.0	67.0	63.0	60.0	63.0	66.0	65.6
	Rüzgar Hızı, m/s	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	1.9	1.6	1.3	1.3	1.5	1.7
	Yağış, mm	111.1	92.8	67.9	51.4	46.7	22.4	5.4	5.1	14.8	43.6	67.2	118.1	649.5
	Güneşlenme Süresi, h	4.5	5.3	6.1	7.5	9.3	11.0	11.2	11.1	9.3	7.4	6.1	4.4	93.2
	Buharlaştırma (Epan), mm	47.3	56.1	84.9	119.7	170.5	210.1	243.4	224.6	181.0	120.8	66.3	47.0	1571.7
	Buhar Basıncı Açığı, mb	4.1	4.3	5.1	6.0	8.4	10.9	11.9	12.5	12.0	9.9	6.3	4.5	8.0

3.1.3. Toprak Özellikleri

Deneme alanı toprakları, Mutlu serisi içindedir. Deneme alanı topografyası düz ve düze yakındır. Bütün profil yüksek oranda kil içerir. Kireç bakımından orta derecede zengindir ve hakim rengi koyu kırmızımsı kahverengidir. Toprak profili, yüksek oranda şişme özelliği taşıyan kil içermektedir.

Deneme alanı toprağı pH'sı 7.7-8.0; tuz içeriğı 0.40-0.41 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$; hacim ağırlığı 1.16-1.25 g cm^{-3} ; tarla kapasitesi su içeriğı 0.40-0.41 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ve solma noktası ise 0.26-0.28 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ arasında değişmektedir (Çizelge 3.2). deneme alanı topraklarının tuzluluk yönünden herhangi bir sorunu bulunmamaktadır.

Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Katmanı	Bünye Sınıfı	TK $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	SN $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$	A _s gr cm^{-3}	pH	EC _e dS m^{-1}	Organik madde %	Toplam Azot %
0-30	C	0.40	0.26	1.19	7.8	0.25	0.80	0.075
30-60	C	0.40	0.26	1.19	7.7	0.18	0.55	0.045
60-90	C	0.41	0.28	1.16	7.7	0.19	0.30	0.025
90-120	C	0.41	0.28	1.25	8.0	0.16	0.06	0.004

3.1.4. Sulama Suyunun Sağlanması

Deneme için sulama suyu, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden geçen DSİ sulama kanalından sağlanmıştır. Sulama kanalından alınan sulama suyu örnekleri USSSL (1954)'de ayrıntısı verilen yöntemler kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 3.3'de verilmiştir. Sulama suyu analizi sonucunda denemede kullanılan sulama suyunun bitki gelişmesini aksatacak bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri

Suyun Sınıfı	EC _w dS m ⁻¹	Na %	pH	Kasyonlar (me/lit)				Anyonlar (me/lit)			
				Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ⁻³	HCO ⁻³	Cl ⁻¹	SO ⁻⁴
C ₂ S ₁	0.358	12.5	7.1	0.45	0.07	1.54	1.54	–	1.6	0.94	1.06

3.1.5. Bitki Materyali

Denemede kullanılan mısır çeşitlerinin seçiminde sera koşullarında saksı denemesi şeklinde Kasım-2003–Ocak-2004 arasında yapılan ön denemenin sonuçlarından yararlanılmıştır. Ön denemede Çukurova Yöresi’nde yaygın olarak yetiştirilen 10 mısır çeşidinin (Çizelge 3.4.) 3 farklı toprak su içeriği düzeyinde bitki su tüketimi, toprak üstü aksamının alanı ve kuru madde miktarı ile kök gelişimleri izlenmiştir. Ön denemede ele alınan sulama konuları 1-Tam Su (bitki kök bölgesinde toprak su içeriğinin tarla kapasitesinde tutulduğu konu) 2-Kısıntılı Su (tarla kapasitesinin 2/3 düzeyi) ve 3-Stres konusu olarak belirlenmiş ve saksı denemesi sekiz yinelemeli olarak çalışılmıştır. Ön denemede yaklaşık 8 hafta süreyle saksılar günaşırı tartılarak konulara göre belirlenen su düzeylerini sağlayacak şekilde sulanmışlardır. Sekizinci haftanın sonunda toprak üstü ve kök kısımlarının tartımları ile kuru madde verimleri belirlenmiş ve sulama suyundaki kısıntılara hassas, su stresine orta hassas ve dayanıklı olmak üzere farklı özellikte 3 çeşit belirlenerek (Çizelge 3.4.) tarla denemesinde kullanılmıştır. Bu 3 çeşide ek olarak son birkaç yılda ovada ekilmeye başlanan ve ümitvar olduğu belirtilen Tietar mısır çeşiti de deneme çeşitleri arasına eklenerek 4 çeşit belirlenmiştir. Sonuç olarak 4 mısır genotipi (Çeşit1-P.31.G.98, Çeşit2-P.3394, Çeşit3-Rx:9292 ve Çeşit4-Tietar) tarla denemesinde 2004 ve 2005 yıllarında denemeye alınmıştır.

Çizelge 3.4. Serada ve saksılarda yürütülen ön denemede ele alınan mısır çeşitleri

Çeşit Adı	Üretici Firma
C.7993	Monsanto
DK.585	Monsanto
DK.626	Monsanto
P.31.G98*	Pioneer
P.3394*	Pioneer
Pegasso	Advanta
Rx:770	May Tohumculuk
Rx:9292*	May Tohumculuk
Sele	May Tohumculuk
Tector	Syngenta

* Ön deneme sonucunda seçilerek tarla denemesinde kullanılan çeşitler

3.2. Metod

3.2.1. Toprak Hazırlığı ve Ekim

Deneme alanında azot kullanım etkinliği ile ilgili çalışmayı olumsuz etkilememesi amacıyla her iki yılda da topraktaki azotun kullanılmasını sağlamak amacıyla kış aylarında buğday bitkisi yetiştirilmiştir. Bitkilerin topraktaki azotu kaldırması amacıyla buğday bitkisine gübre uygulaması yapılmamış ve buğday bitkisinin hasadı ilk yıl 11 Haziran 2004’de, ikinci yıl ise 22 Haziran 2005’te gerçekleştirilmiştir. Her iki yılda da buğday hasadından sonra anız yeri yakılmadan iki kez diskaro ile sürülmüş ve azotlu gübre dışında taban gübresi uygulanmıştır. Azot uygulanmayan parseller belirlendikten sonra ise azotlu gübre uygulaması gerçekleştirilmiştir. Gübre uygulamasından sonra 3. kez diskaro ile sürüm ve ertesi gün tapan işlemi yapıldıktan sonra, arazi mısır tohumlarının ekimine hazır hale getirilmiştir.

Ekim işleminin elle yapılabilmesi için, sıra arası 70 cm’ye ayarlanmış bir markörle arazi üzerinde traktörle iz bırakılmıştır. Deneme konularının yerlerini belirlemek amacı ile levhalar yerleştirilerek parselasyon işlemi tamamlandıktan sonra, dört farklı mısır çeşitlerinin ekimi sırasıyla 24 Haziran 2004 ve 22 Haziran 2005’de elle yapılmıştır. Elle ekim işleminin yapılabilmesi için 18 cm aralıklarla

işaret konmuş 8 cm uzunluğunda ince boru kullanılmıştır. Ekim işleminden mısır tohumlarının daha homojen bir şekilde çimlenmesini sağlamak amacıyla arazi yüzeyinde iki kez silindir ile geçilmiştir. Arazi koşullarında yürütülen çalışmada bitki sıra arası ve sıra üzeri uzaklıklar sırasıyla 70 cm ve 16-18 cm olacak şekilde ekim yapılmış ve her parselde 7 sıra azotlu, 3 sıra azotsuz olmak üzere 10 bitki sırası yer almıştır.

Her iki yılda da ekim işlemi sırasında gravimetrik yöntemle deneme başlangıcındaki, toprak su ve azot içeriğini belirlemek amacıyla değişik derinliklerden naylon torbalara toprak örnekleri alınmış örneklerin laboratuarda analizleri yapıncaya dek birkaç damla toluen damlatılarak derin dondurucuda depolanmıştır.

3.2.2. Denemelerde Sulama Konuları ve Deneme Deseni

Sulamalar damla sulama yöntemi kullanılarak ve 7 gün ara ile yapılmıştır. Deneme konuları, bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yerleştirilmiştir. Denemede TS, KS65, YIS65a ve YIS65s sulama konuları ele alınmış ve (Çizelge 3.5) her sulama konusu, azot uygulanan ve azot uygulanmayan olmak üzere 10 sıradan oluşmuştur. Azot uygulanmayan sıralar denemede sadece azot kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

3.2.3. Sulamaların Planlanması ve Uygulanması

Denemede can suyu amacıyla yapılan sulamalarda yağmurlama yöntemi kullanılmıştır. Deneme konularına başlama ise damla sulama sisteminin kurulmasını takiben olmuştur. İlk sulama birinci yılda 22 Temmuz 2004, ikinci yılda ise 18 Temmuz 2005'de yapılmıştır. Mısırın damlama sulama yöntemi ile sulandığı denemede, sulamalar 7 günde bir olacak şekilde sabit aralıkta gerçekleştirilmiştir.

Damla sulama sistemine ait lateraller iki bitki sıra arasına yerleştirilmiştir. Sistemde lateral boyunca damlatıcı aralığı 33 cm ve damlatıcı debisi 4 L sa^{-1} olmuştur.

Parsellere uygulanacak su miktarları A – Sınıfı buharlaşma kabından alınan buharlaşma ölçümleri kullanılarak $I = K \times E_p$ bağıntısı ile hesaplanmıştır. Bu eşitlikteki, I sulama suyu (mm); K buhar kabı ve bitki katsayısı; E_p ise sulama aralığı süresince A – Sınıfı buhar kabından gerçekleşen toplam buharlaşma (mm) miktarıdır.

Çizelge 3.5. Deneme konuları ve açıklamaları

Deneme konuları	Açıklama
TS	Bitkinin ihtiyaç duyduğu sudan bir kısıntı yapılmaksızın geleneksel olarak uygulanan kontrol konusudur.
KS65	Kontrol konusu olan tam sulama konusunda uygulanan su miktarının % 65'inin bitki köklerinin her iki tarafına uygulandığı geleneksel kısıntılı sulama konusudur.
YIS65a	Tam sulama konusuna uygulanan su miktarının %65'inin her sulamada ardışık olarak köklerin bir yarısını ıslatacak şekilde uygulandığı sulama konusudur.
YIS65s	Tam sulama konusuna uygulanan su miktarının %65'inin her sulamada sabit olarak köklerin bir yarısını ıslatacak şekilde uygulandığı sulama konusudur.

3.2.4. Denemede Gübreleme

Her sulama konusu, azot uygulanan ve azot uygulanmayan olmak üzere 10 bitki sırasından oluşmuştur. Azot uygulanmayan parseller sadece topraktan gelen azotun belirlenmesi amacı ile değerlendirilmiştir. Azot uygulanan parsellerde gübreleme daha önce yörede yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirilerek dekara 30 kg saf azot gelecek şekilde uygulanmıştır. Denemede

kullanılan gübre miktarları eşit olup, taban ve üst gübrelemesi şeklinde iki defada uygulanmıştır. Taban gübresi olarak 12 kg/da potasyum ve 13 kg/da fosfor elementlerinin tamamı ekim öncesi hem azot uygulanan, hem de uygulanmayan parsellerdeki toprağa verilmiştir. Azot gübre uygulaması ise üç aşamada yapılmıştır. İlk olarak tabana uygulanacak 10 kg/da'lık bölümü, bitkilerin çimlenmesi ile birlikte azotlu konuların bulunduğu sıralara elle uygulanmıştır. Aynı şekilde geriye kalan 20 kg/da'lık bölümü ise de her iki yılda da iki eşit oranda birinci ve ikinci sulama öncesi verilerek gübre uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Üst gübrenin bu şekilde iki aşamada verilmesiyle yarı ıslatmalı sulama konularından YIS65a parsellerinde suyun bir sulamada köklerin sadece bir tarafına verilmesi nedeniyle oluşabilecek düzensiz azot uygulamasının önlenmesi amaçlanmıştır.

3.2.5. Denemede Tarımsal Savaşım

Deneme süresince tarımsal savaşımında yöre çiftçileri tarafından izlenen yöntemler uygulanmış ve mümkün olduğunca hastalık ve zararlıların denemenin sağlıklı yürütülmesini engelleyecek düzeyde zarar vermesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte özellikle 2004 yılında deneme alanında bulunan diğer mısır tarlalarının eşzamanlı tarımsal savaşımının yapılamaması bu çalışmayı da olumsuz etkilemiştir. Bu nedenle başta koçan kurdu (*Sesamia sp.*) olmak üzere yaprak biti gibi zararlıların etkisi nedeniyle bitkilerde önemli gelişme bozuklukları gözlenmiştir. Her iki deneme yılında da ekim öncesi yabancı ot savaşımı kimyasal yollarla yapılmıştır.

3.2.6. Yapılan Gözlem ve Ölçümler

Denemenin her iki yılında da mısır çeşitlerinin farklı sulama uygulamalarına tepkilerinin belirlenmesi amacıyla bitki boyu, yaprak alanı, kuru madde miktarı, ilk koçan yüksekliği, koçan çapı gibi ürün verim ve kalitesini etkileyen bazı

parametreler gözlemlenmiştir. Aynı zamanda denemede toprak su içeriği, yetiştirme mevsimi süresince sulama öncesi, sonrası ve sulamalar arasında olmak üzere nötron metre ile izlenmiştir.

Denemenin birinci yılında, farklı sulama konuları altında yetişen mısır çeşitlerinde yaprak alan gelişimi bitki yetiştirme sezonu boyunca izlenmiştir. Ancak yaprak alan ölçerin Temmuz 2004’de arızalanması ve yine bütçenin henüz açılmamış olması nedeniyle yaprak alanlarının belirlenmesinde bitki yapraklarının yaş ağırlıkları dikkate alınmıştır. Deneme parsellerinden alınan bitki örneklerinin yaprakları gövdesinden ayrıldıktan sonra, yaprakların yaş ağırlıkları belirlenmiş ve bu yapraklardan bir tanesinin alanı ise kağıt üzerine çizilmiş ve daha sonra planimetre ile bu alan ölçülerek belirlenmiştir. Planimetre ile yapılan ölçüm sonucunda bulunan alan ile aynı yaprağın yaş ağırlığı arasındaki oranın tüm diğer yapraklara uygulanmasıyla yaprak alanlarının belirlenmesine çalışılmıştır. Yaprak alan ölçer aletinin tamirinin yapılmasıyla denemenin ikinci yılında Temmuz 2005 itibariyle sulama öncesi deneme konularında yaprak alanlarının belirlenmesi yaprak alan ölçer aletiyle yapılmıştır. Ancak birkaç bitkinin yapraklarının alanlarının ölçümünden sonra ölçüm değerlerinde aşırı sapmalar belirlenmiştir. Bu nedenle yaprak alanının belirlenmesinde her iki yılda farklı yöntemler denenmiş ve sonuç olarak Stewart ve ark. (1999) tarafından önerilen Eşitlik 1’in kullanılması uygun görülmüştür.

$$\text{Yaprak Alanı (cm}^2\text{)} = W_m * L * 0.743 \quad [3.1]$$

Anılan çalışmada 10 farklı yöntem kullanılarak 20 hibrid mısır çeşidinin yaprak alanları belirlenmiş ve bu yöntemler ile alan ölçer aletiyle belirlenen yaprak alanları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. En yakın sonucun yaprakların maksimum en (W_m) ve boylarının (L) ölçülmesi ve daha sonra bu boyutların bir sabit (0.743) ile düzeltilmesi sonucunda Eşitlik 1’in elde edildiği belirtilmiştir. 2005 yılında farklı sulama uygulamalarının yaprak alan gelişimine belirlenmesi için düzenli aralıklarla kesilen bitkilerde yaprakların maksimum en ve boy uzunlukları belirlenmiş ve her bir yaprak için kaydedilmiştir. Daha sonra bu değerler yukarıdaki eşitlik yardımıyla alana

dönüştürülmüş ve bir bitkideki tüm yaprak alanlarının toplamaları alınarak da bitki yeşil alanı belirlenmiştir. Daha sonra bir bitki yeşil alanı bir bitkiye düşen toprak alanına bölünerek yaprak alan indeksi değerleri hesaplanmıştır.

Kuru madde miktarlarının belirlenmesinde yaprak alanının belirlenmesi amacıyla toprak üstündeki ilk boğumdan kesilen bitkiler 65 °C de sabit ağırlığa gelinceye etüvde kurutulmuş ve daha sonra tartılmışlardır.

Bitki su stresinin göstergesi olarak denemenin ikinci yılında toprak su içeriğine bağlı olarak bitki özsuyu pH'sı sulama konularında sulama öncesi ve sonrasında olmak üzere gelişme dönemi süresince iki kez iki sulama arasındaki kuruma döneminde (sulama aralığında) ölçülmüştür. Bu amaçla pH-metre ve ince uçlu bir prob kullanılmıştır.

Hasat parsellerinde yanlardan birer sıra ve kenarlardan yarım metre kenar etkisi alındıktan sonra kalan alandaki koçanların tamamı elle toplanarak dekara verim hesaplanmıştır. Her iki yılda da hasatta dane nem oranı belirlenmiş ve daha sonra dane verimi % 15 neme göre düzeltilmiştir.

Sulamaların ürün verimine etkisinin belirlenmesi amacıyla sulama suyu kullanım randımanı sıkça kullanılan ölçütlerden biridir. Büyüme mevsimi boyunca mısır parsellerine uygulanan toplam sulama suyuna (mm) karşılık elde edilen verim (kg ha^{-1}) sulama suyu kullanım etkinliği (SKE) olarak tanımlanmaktadır ve aşağıdaki bağıntıyla hesaplanmıştır.

$$\text{SKE (kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}) = \text{Verim (kg ha}^{-1}) / \text{Toplam Sulama Suyu (mm)} \quad [3.2]$$

Deneme alanından ekim öncesinde etkili kök derinliğinden toprak örnekleri alınarak toprakta bulunan Olsen-P ve $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u analizi yapılmıştır. Hasattan sonra her parselden alınan toprak örneklerinde toprakta kalan artık N miktarı belirlenmiştir. Mısır bitkisinin tepe püskülü oluşma zamanında ve hasatta olmak üzere iki kez tüm bitkide azot analizi yapılmıştır. Hasatta danede bulunan azot miktarının yanı sıra deneme sonunda toprak örneklerinde de mineral azot (NO_3 ve NH_4) belirlenmiştir. Tarla denemesinden alınan bitki örnekleri etüvde 65 °C de sabit

ağırlığa gelinceye kadar kurutularak öğütülmüş ve daha sonra bu örneklerde analiz yapılmıştır. Tarla denemelerinden alınan bitki örneklerinde toplam azot içeriğini saptamak için mikro Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (Bremner, 1960). Deneme yıllarında her bir konu için 4 yinelemeli olarak toprak yüzeyinden kesilen mısır bitkisi örnekleri önce etüvde 65 oC’de sabit ağırlığa ulaşincaya dek kurutulmuş ve daha sonra da öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Sonra laboratuvarında tüm araştırma konuları için azot konsantrasyonu (%N) belirlenmiştir.

Bitki N miktarı ve N alımı belirlendikten sonra azotlu gübre kullanım etkinliği (NKE, %), bitkinin gübreden aldığı N miktarının (N_{gg} , kg N ha⁻¹) verilen azotlu gübre miktarına (N_g , kg N ha⁻¹) oranı belirlenerek hesaplanmıştır.

$$NKE (\%) = (N_{gg}/N_g) \times 100 \quad [3.3]$$

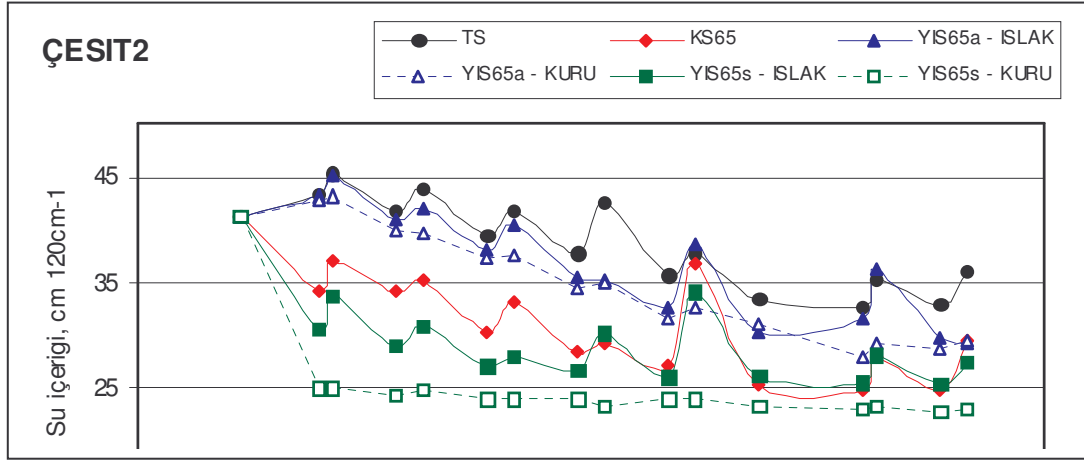
4. BULGULAR VE TARTIŞMA**4.1. Toprak Su İçeriği**

Denemenin birinci yılında damla sulama yöntemiyle, ilk sulama 22.07.2004 ve son sulama ise 15.09.2004'de yapılarak toplam sulama sayısı dokuz olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte ekim işleminden sonra denemenin tamamında iyi bir çıkış sağlamak için üç kez yağmurlama sulama yöntemiyle sulama uygulamaları yapılmıştır. Denemenin ikinci yılında da ekim işleminden sonra iyi bir çıkış sağlayabilmek amacıyla üç kez yağmurlama sulama ve haftada bir kez olacak şekilde de toplam dokuz damla sulama uygulaması gerçekleştirilmiştir. Denemenin 2. yılında sulamalara 13.09.2005 tarihinde son verilmiştir (Çizelge 4.1).

Sulama uygulamalarının farklılıklarının izlenmesi ve aynı zamanda bitkiler tarafından topraktan kaldırılan suyun belirlenmesi amacıyla 120 cm kök derinliğinde toprak su içeriği nötronmetre yöntemiyle izlenmiştir. Şekil 4.1.'de farklı çeşit ve sulama konularında gözlenen toprak su içeriklerinin büyüme mevsimi boyunca değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi tam sulama konularında mısır çeşitlerinin tümünde toprak su içeriği daha yüksek olmuştur. YIS65a konusunun toprak su içeriği bu konuda parsellere uygulanan sulama suyunun diğer kısıntılı sulama uygulamaları ile aynı olmasına karşın daha yüksek bulunmuştur. YIS65a konusunda sulama suyu dönüşümlü olarak bir tarafa verilirken aynı miktarda su KS65 konusuna ikiye bölünerek bitkinin her iki tarafından verilmiştir. Dolayısıyla KS65 konusunda hem ıslanan toprak yüzeyi daha büyük olmuş ve bu nedenle buharlaşma kayıpları artmış, hem de uygulanan bir lateralden uygulanan su miktarının az olması nedeniyle daha yüzlek bir toprak derinliği ıslanmış ve bu su bitki kökleri tarafından daha çabuk tüketilmiştir. YIS65s konusunda da bitki kökleri her sulamada sadece bir taraftan su almışlardır. Ancak sürekli aynı taraftan suyu almaları nedeniyle köklerin kuru kaldığı sıraya doğru lateral su hareketinin YIS65a konusuna kıyasla daha hızlı olması muhtemeldir ve yine muhtemelen kuru tarafta yüzeyde buharlaşma kayıpları da biraz daha fazla gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.1. Sulama tarihleri ve sulama suyu miktarları.

Sulama tarihleri		Yağmur ve sulama suyu miktarları (mm)			
		TS	KS65	YIS65a	YIS65s
2004					
Çıkış sulaması	25.06.2004	40.11	40.11	40.11	40.11
Çıkış sulaması	29.06.2004	40.60	40.60	40.60	40.60
Çıkış sulaması	07.07.2004	36.97	36.97	36.97	36.97
1. Sulama	22.07.2004	70.00	45.50	45.50	45.50
2.Sulama	28.07.2004	33.50	21.78	21.78	21.78
3. Sulama	04.08.2004	33.50	21.78	21.78	21.78
4.Sulama	11.08.2004	27.00	17.55	17.55	17.55
Yağış	18.08.2004	10.00	10.00	10.00	10.00
5. Sulama	18.08.2004	25.00	16.25	16.25	16.25
6.Sulama	25.08.2004	29.70	19.31	19.31	19.31
7. Sulama	01.09.2004	27.50	17.88	17.88	17.88
8.Sulama	08.09.2004	30.45	19.79	19.79	19.79
9.Sulama	15.09.2004	31.95	20.77	20.77	20.77
Toplam		436.28	328.29	328.29	328.29
2005					
Çıkış sulaması	23.06.2005	46.00	46.00	46.00	46.00
Çıkış sulaması	28.06.2005	41.29	41.29	41.29	41.29
Çıkış sulaması	02.07.2005	28.56	28.56	28.56	28.56
1. Sulama	18.07.2005	78.00	50.70	50.70	50.70
2.Sulama	26.07.2005	42.58	27.68	27.68	27.68
3. Sulama	02.08.2005	35.02	22.76	22.76	22.76
4.Sulama	09.08.2005	60.00	39.00	39.00	39.00
5. Sulama	16.08.2005	45.00	29.25	29.25	29.25
6.Sulama	24.08.2005	45.00	29.25	29.25	29.25
7. Sulama	31.08.2005	45.00	29.25	29.25	29.25
8.Sulama	06.09.2005	20.00	13.00	13.00	13.00
9.Sulama	13.09.2005	30.00	19.50	19.50	19.50
Toplam		516.45	376.24	376.24	376.24



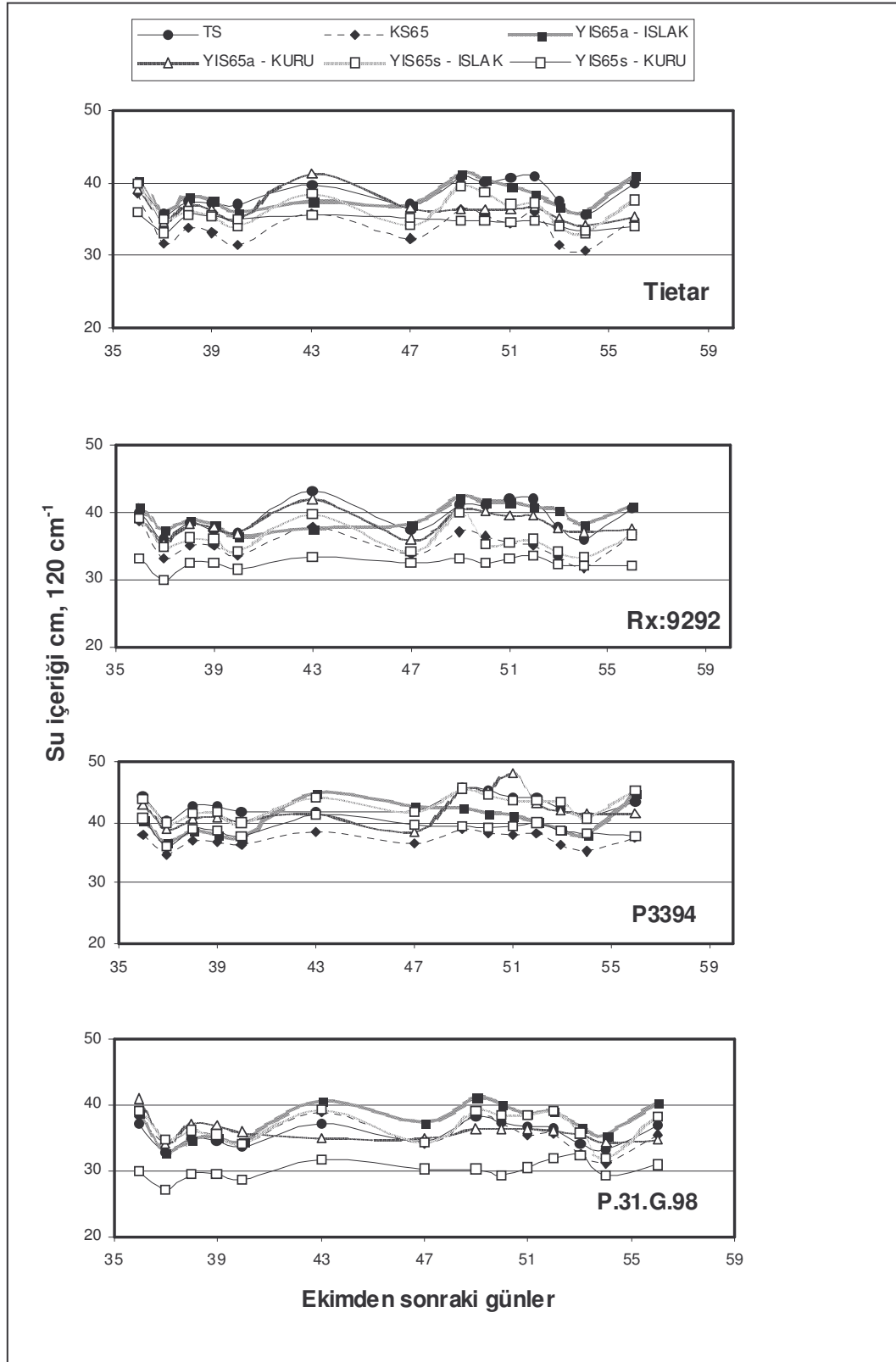
Şekil 4.1. Çeşit 2 için toprak su içeriğinin mevsimlik değişimi (2004)

4.2. Toprak Örneklerinde Azot Analizi

Deneme yıllarında sulama ve gübre uygulamalarına başlamadan önce toprağın başlangıç azot içeriğini belirlemek amacıyla deneme alanını temsil edecek şekilde dört değişik noktadan toprak örnekleri alınmıştır. 2004 yılı mevsim başı toprak azot içeriği Çizelge 4.2’de verilmiştir. Toprak örneklerinde yapılan analizler sonucu mevsim başlangıcında deneme alanının 90 cm’lik toprak profilinde ortalama azot içeriği 4.54 kg da^{-1} olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Deneme alanı topraklarının mevsim başı azot içeriği (kg da^{-1}) (2004)

Derinlik (cm)	1. Yineleme	2. Yineleme	3. Yineleme	4. Yineleme
0-15	1.68	0.84	1.22	2.81
15-30	1.76	0.76	1.05	0.91
30-60	0.66	1.90	0.64	1.11
60-90	0.41	1.36	0.36	0.70
Toplam	4.51	4.86	3.27	5.53

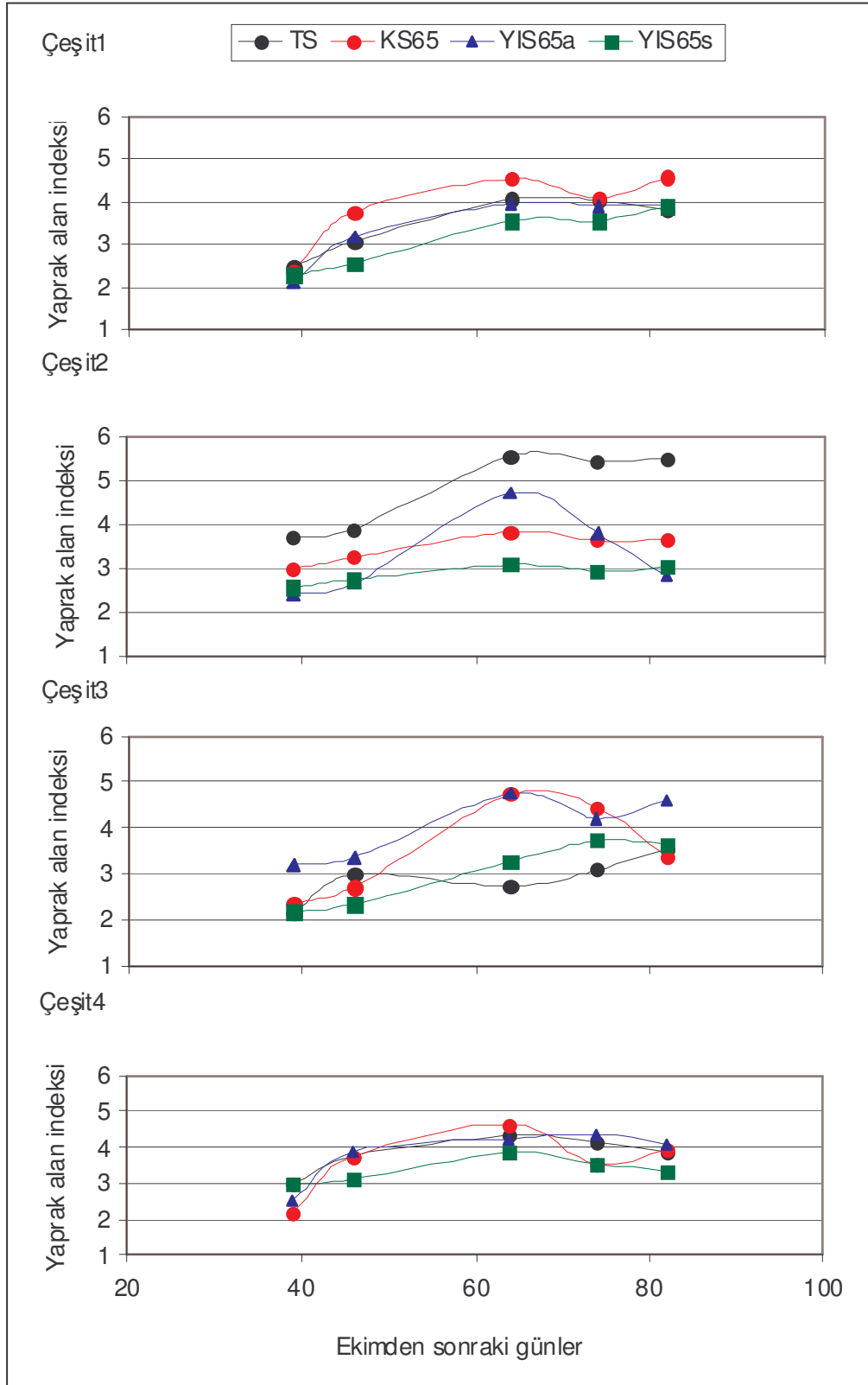


Şekil 4.2. Toprak su içeriğinin mevsimlik değişimi (2005)

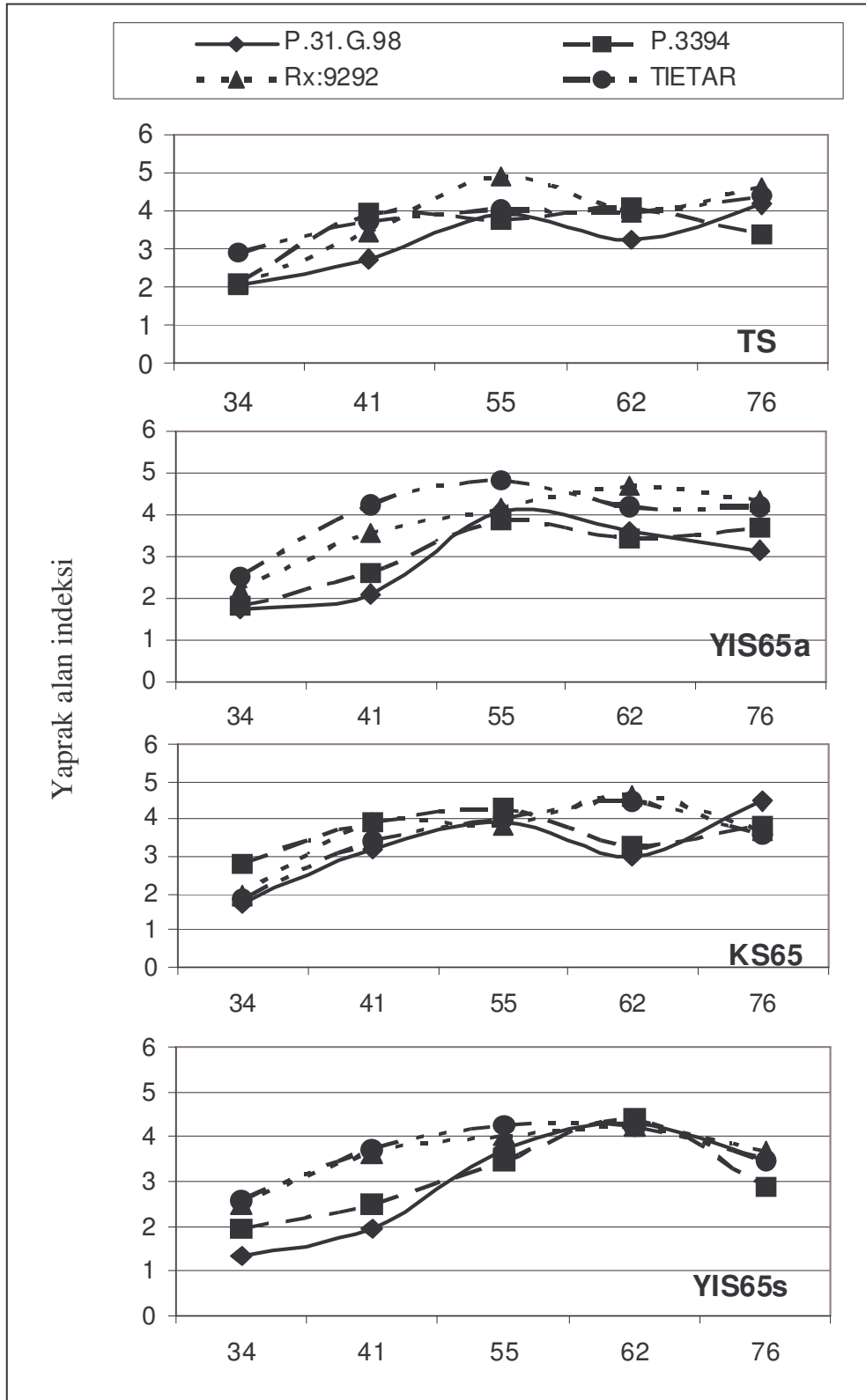
4.3. Yaprak Alan İndeksi (LAI)

Şekil 4.3 ve 4.4’de sırasıyla 2004 ve 2005 yıllarında belirlenen yaprak alan indeksi değerleri grafiklenmiştir. Araştırmanın her iki yılında da Rx:9292 mısır çeşidi sulama suyunun kesintisiz uygulandığı TS konusunda en yüksek yaprak alan indeksine sahip olmuştur. Genellikle tüm çeşitlerde su kısıntısı uygulanan konularda (YIS65a, YIS65s ve KS65) yaprak gelişimi ve maksimum yaprak alan indeksi TS sulama konusuna oranla daha düşük olmuştur. Bununla birlikte P.31.G.98 ile P.3394 mısır çeşitlerinde kısıntılı sulama konularından YIS65 sulama uygulamasının seçilmesi durumunda mevsimlik ortalama yaprak alan indeksi değerlerinin KS65 sulama konusundakilere oranla daha düşük gerçekleştiği görülmektedir. Her iki yıl için de geçerli olan bu durumun su eksikliği çekmesine karşın KS65 uygulaması altındaki bitkilerde herhangi bir şekilde yeşil aksamın büyümesinin engellememesi nedeniyle olduğu düşünülebilir.

İkinci yıl için TS sulama konusu altında yetiştirme mevsimi boyunca Rx:9292 mısır çeşidi yaprak alan indeksi değeri daha yüksek oranlarda gelişim göstermiştir. P.31.G.98 mısır çeşidi ise diğer çeşitlere oranla daha düşük değerleri almıştır. Genel olarak her iki yılda da YIS65 sulama konusu vejetatif aksamın gelişimini kısıtlayıcı etki yapmış ve bu nedenle yaprak alan indeksi değerleri anılan konuda genel olarak daha düşük olmuştur. Pioneer firmasının her iki çeşidi P.31.G.98 ve P.3394 kısıntılı sulamadan etkilenmiş ve muhtemelen su tüketimini azaltmak amacıyla yeşil aksamını azaltmıştır. Kırdı ve ark. (2005) mısır bitkisi (Sele çeşidi) ile yaptıkları çalışmada yarı ıslatmalı sulama konusunda olduğu gibi su kısıntısı uygulamasının yaprak alanının küçülmesine neden olduğunu belirtmişlerdir. Mısır bitkisi ile yapılan çalışmalar yaprak alanının sulama suyu miktarı ve uygulamasından ve özellikle de farklı azot dozlarından önemli derecede etkilendiklerini göstermektedir (Uslu ve Karaaltın, 1999, Pandley ve ark., 2000). Mısır çeşitlerinin maksimum yaprak alanları sulama konularına göre değişmiş ve örneğin yaprak alan indeksi değeri Rx:9292 çeşidi TS konusunda 4.92, olurken aynı çeşidin YIS65a konusunda anılan değeri 4.65, KS65 konusunda ise 4.62 olmuştur. Diğer çeşitlerde de benzer eğilim gözlenmiştir.



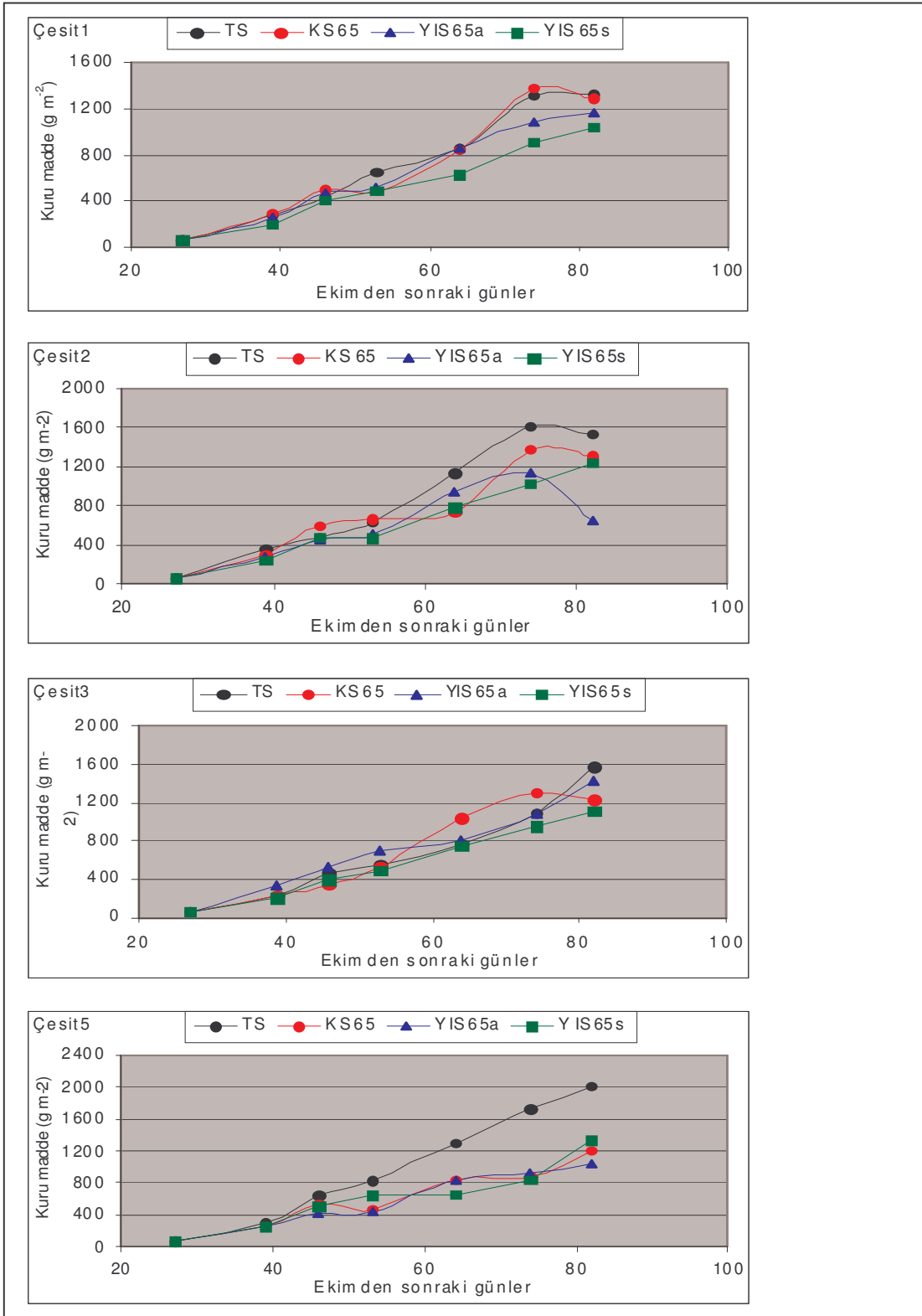
Şekil 4.3. Yaprak alan indeksinin mevsimlik değişimi (2004)



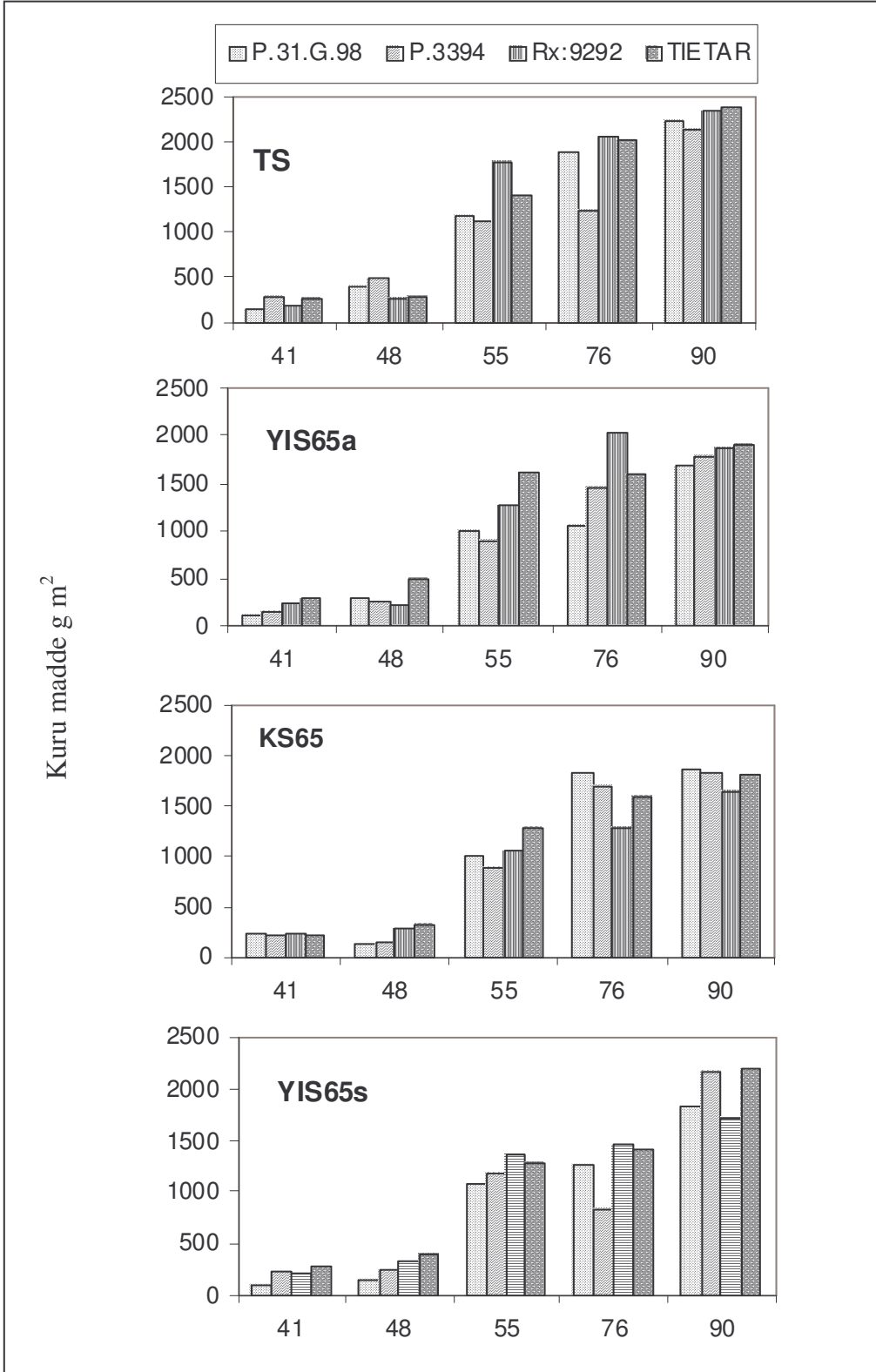
Şekil 4.4. Yaprak alan indeksinin mevsimlik değişimi (2005)

4.4. Kuru Madde Gelişimi

Mısır çeşitlerinin denemenin birinci yılına ilişkin kuru madde üretimi Şekil 4.5’de verilmiştir. Denemenin ilk yılında Çeşit1’de (P.31.G.98) sulama konuları arasında benzer bir eğilim gözlenirken, sezon sonuna doğru TS ve KS65 konularında daha fazla kuru madde üretimi olduğu görülmektedir. Daha sonra sırasıyla YIS65a ve YIS65s konuları yer almaktadır. Çeşit2’de (P.3394) ise, mevsim ortasında itibaren TS konusu en yüksek değere sahip olurken, diğer üç kısıntılı sulama konusu da benzer bir durum ortaya koymuştur. Çeşit3 (Rx:9292) çeşitinde kuru madde gelişimi genel olarak tüm sulama konularındaki benzer bir artış göstermekle birlikte KS65 konusu diğer konulara kıyasla yaklaşık 1 hafta önce maksimuma ulaşmıştır. Çeşit4 (Tietar) altında mevsim ortasına değin tüm kısıntılı sulama konuları benzer bir kuru madde üretimi gerçekleştirmiştir, ancak mevsim ortasından sonra en fazla kuru madde üretimi TS konusunda gözlenmiştir. Denemenin ikinci yılında (2005) Çeşit 4 (Tietar) tam sulama konusunda ilk yıldaki sonuçlara paralel olarak en fazla kuru madde gelişimi gösteren konu olmuştur (Şekil 4.6). Kısıntılı sulama konuları genel olarak tüm çeşitlerde kuru madde miktarında azalmaya neden olmuştur. Genotipik farklılıklarının kuru madde miktarına etkileri ile ilgili çalışmaya rastlanmamakla birlikte farklı ülkelerdeki araştırmacıların genellikle azot dozlarının ve sulama konularının kuru madde üzerindeki etkilerini araştırdıkları belirlenmiştir. Bu çalışmalarda bazılarında azot dozlarının birçok çeşitte kuru madde miktarında artış sağladığı belirtilmiştir (İbrikçi ve ark., 2001; Costa ve ark. 2002). İbrikçi ve ark., (2001) genotipik farklılıkların Çukurova Bölgesinde yaygın olarak ekilen 10 mısır çeşitinde kuru madde gelişimine önemli bir etkilerinin olmadığını belirtmişlerdir.



Şekil 4.5. Mısır çeşitlerinde kuru madde miktarının farklı sulama uygulamaları altında değişimi (2004)



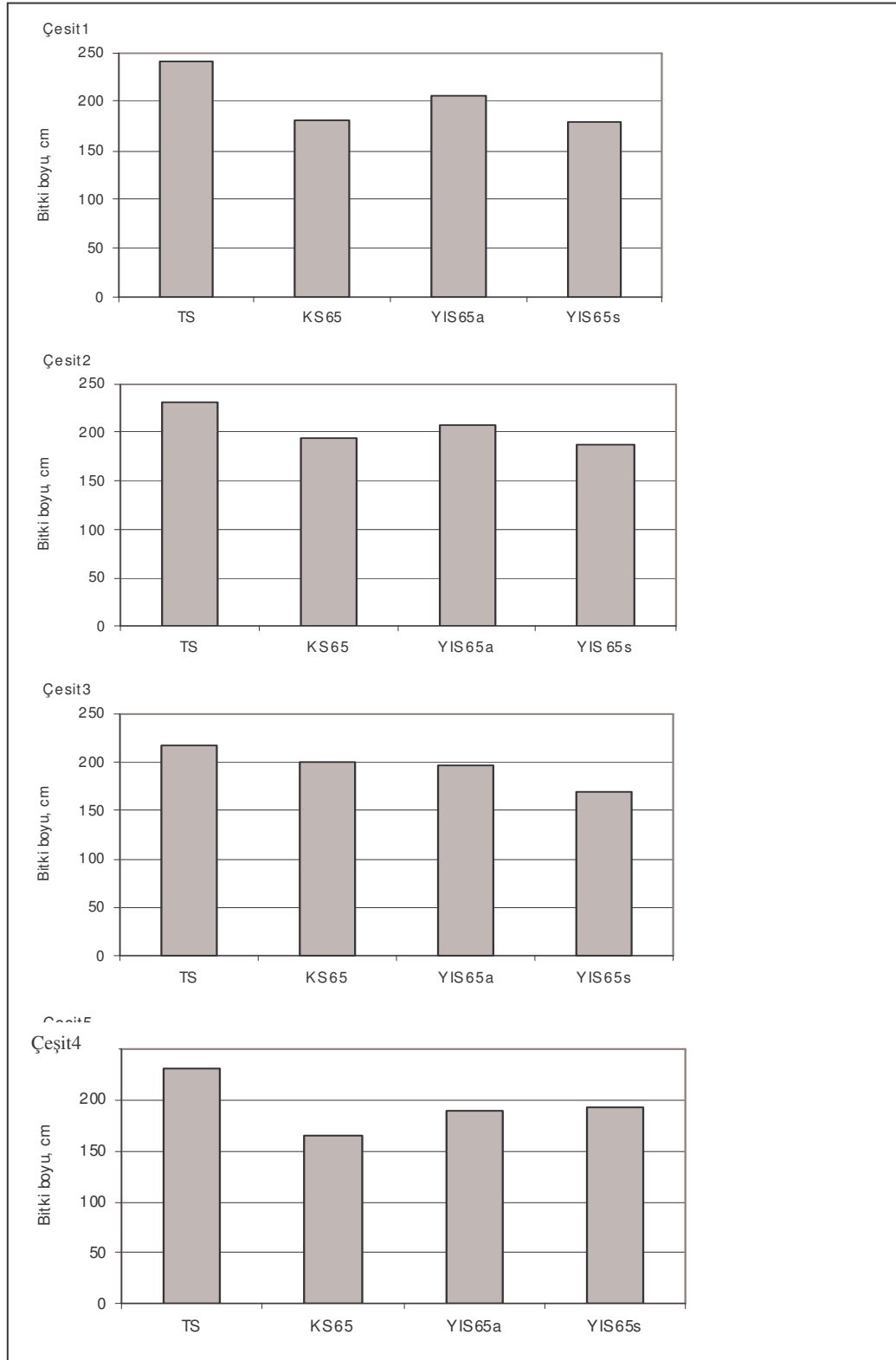
Şekil 4.6. Mısır çeşitlerinde kuru madde miktarının farklı sulama uygulamaları altında değişimi (2005)

4.5. Hasatta Bitki Boyu

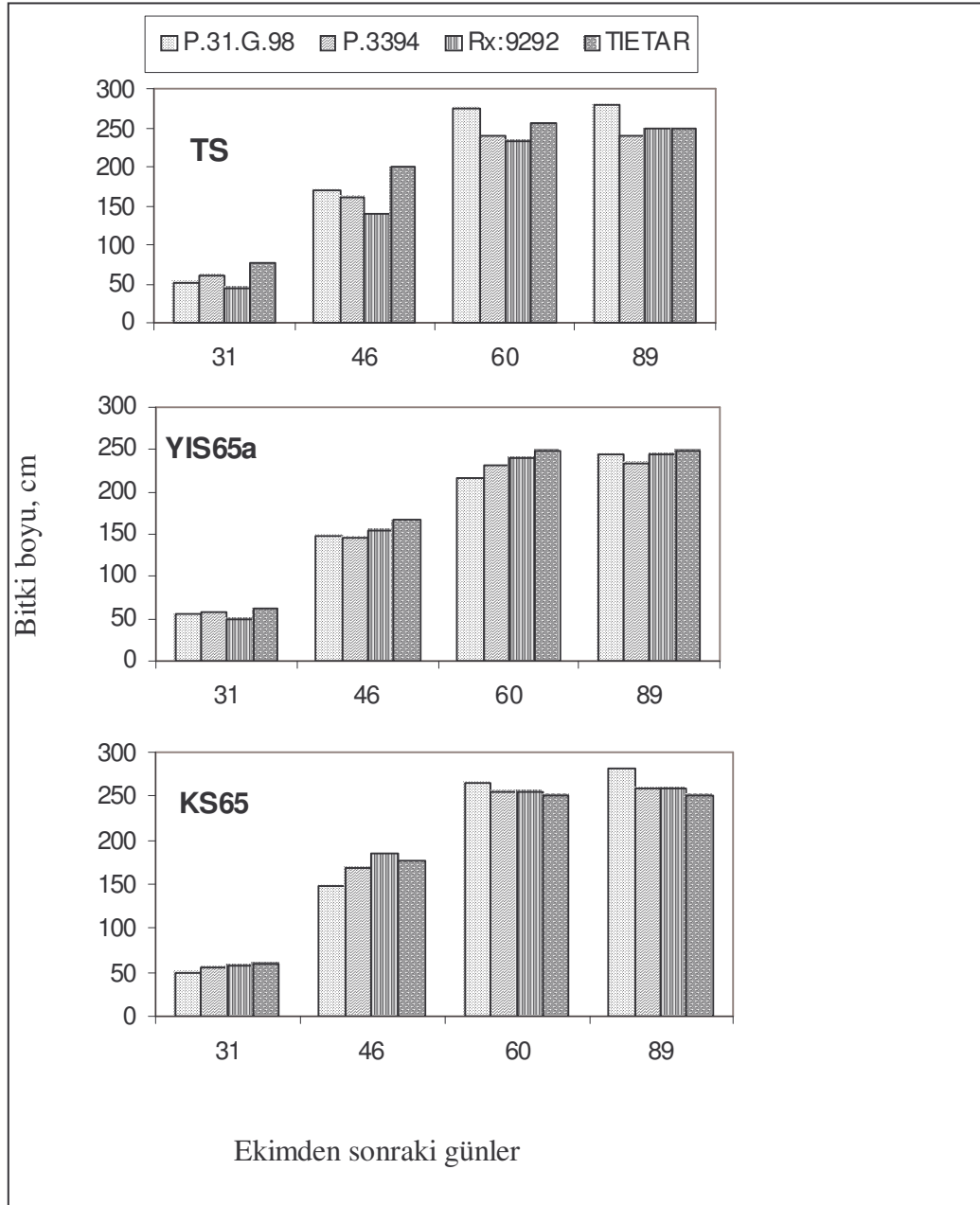
2004 deneme sezonunda hasatta yapılan bitki boyu ölçüm sonuçları Şekil 4.7’de verilmiştir. Çeşit1’de en yüksek bitki boyuna TS sulama konusu altında ulaşılmış ve bunu YIS65a konusu izlemiştir. KS65 ve YIS65s konularında ise bitkilerin yaklaşık olarak aynı boyda oldukları ve her iki konunun tüm sulama konuları içerisinde en düşük değerlere sahip oldukları gözlenmiştir. Çeşit2’de ise, bitki boyları en büyükten en küçüğe doğru sırasıyla TS, YIS65a, KS65 ve YIS65s konularında saptanmıştır.

Çeşit3’de de, yine TS sulama konusundaki bitkiler en yüksek boy uzunluğuna sahip olmuştur. Bu çeşitte KS65 ve YIS65a konularındaki bitkiler benzer gelişim göstermiş ve her iki konu TS konusunu izlemiştir. Buna karşın Çeşit3 için YIS65s parsellerindeki bitkilerin boyları tüm diğer sulama konularından daha düşük olmuştur. Çeşit4 altında en büyükten küçüğe doğru boy uzunluğu sıralaması ise TS, YIS65a, YIS65s ve KS65 şeklinde oluşmuştur.

Denemenin ikinci yılında da tüm çeşitlerde tam sulama konusunun bitki boyunu artırdığı gözlenmiştir. P.31.G.98 çeşitinin KS65 konusunda elde edilen bitki boyları TS konusuna benzerlik gösterirken bu çeşit YIS65a konusunda en düşük bitki boyuna sahip olmuştur. Diğer çeşitlerin sulama konuları altında gelişimleri denemenin ilk yılında elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.7. Hasat döneminde deneme konularında kuru madde miktarı (2004)



Şekil 4.8. Deneme konularında bitki boyunun mevsimlik değişimi (2005)

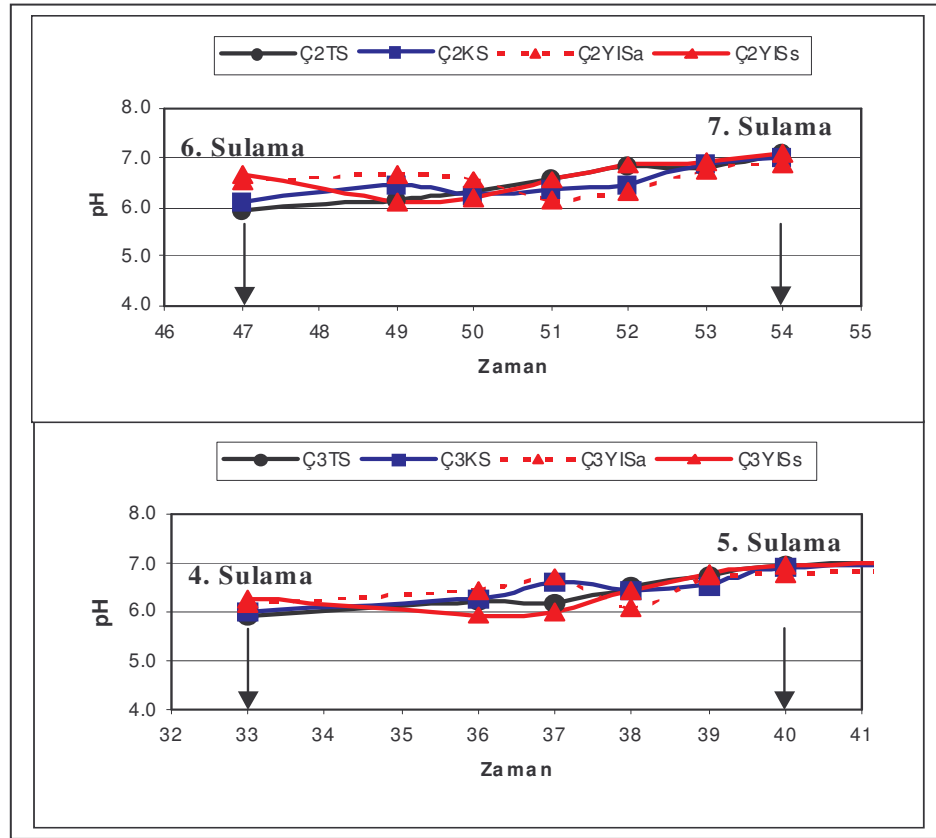
4.6. Bitki Özsuyunda pH Ölçümleri

2005 deneme sezonunda sulamadan bir gün öncesinden başlayarak izleyen bir sonraki sulamaya dek her gün bitki özsuyunda pH ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler iki farklı sulama aralığında yani iki kez yapılmıştır. Bu amaçla örnek bitkilerden yapraklar kesilmiş ve kesilen bu yaprakların basınç odacığı kullanılarak çıkarılan öz suyunda mikro elektrot ile pH değerleri ölçülmüştür. Şekil 3.7. de bir sulama aralığında (6. ve 7. sulama arası) çeşit 2 ve çeşit 3 için sulama konularına ilişkin pH değişimi örnek olarak verilmiştir. YIS65S konusunda ksilem özsuğu pH değerleri ölçüm yapılan çeşitlerin tümünde sulamadan itibaren 2 gün boyunca düşme eğilimi gösterirken, 3. günden itibaren pH tekrar yükselme trendine girmiş ve bu yükseliş diğer sulama tarihine kadar devam etmiştir. Buna karşın KS65 ve YIS65a konuları - ki bu konular da YIS65s konusu ile aynı miktarda su almışlardır, ancak suyun bitki kök bölgesine uygulanmasında farklılık göstermektedirler- sulamadan sonraki 3. ve 5. (çeşide bağlı olarak değişmektedir) güne kadar bu konularda pH değerleri artış gösterirken, 3. günden itibaren 1 veya 2 gün düşme eğiliminde olmuş ve daha sonra tekrar artış göstermiştir. Tam sulama konuları da aynı eğilimi göstermekle birlikte ilk 3-4 günde oluşan pH artışı YIS65a ve KS65 konularına kıyasla daha az olmuştur. Ancak su stresi arttıkça pH da yükselme trendi TS konusunda da diğer sulama konularıyla paralellik göstermektedir. Bu sonuçlar Wilkinson and Davies (1997) tarafından belirtildiği gibi yarı ıslatmalı sulama konusunda köklerin bir tarafının kuru kalmasının köklerden yapraklara bir kimyasal sinyalin gönderildiği ve bu kimyasal sinyalin kuvvetliliğine ve süresine bağlı olarak hormonal olarak stoma regülasyonunun sağlandığına ilişkin hipotezin doğru olabileceğini göstermektedir. Zira aynı durum her iki çeşitte de gözlenmiştir.

4.7. Hasatta Verim ve Kalite Özellikleri

Deneme yıllarına ilişkin dane verim değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Deneme genelinde sulama konularının ortalama verim değerleri arasındaki farklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. İki deneme yılında da TS sulama konusu

en yüksek verim değerine ulaşırken diğer sulama konuları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Her ne kadar kısıntılı sulama konuları istatistiksel olarak aynı gruba dahil olsalar da büyükten küçüğe doğru verim değerlerindeki sıralama 2004 yılında Tietar çeşiti dışında YIS65a > KS65 > YIS65s, 2005 yılında ise YIS65a > YIS65s > KS65 şeklinde gerçekleşmiştir. Her iki yıl sonucundan da görüldüğü gibi su kısıntısı yapılması gerektiği durumlarda YIS65a konusunun uygulanması diğer kısıntılı sulama uygulama yöntemlerine kıyasla daha iyi sonuç vermektedir. Mısır çeşitlerinin verimleri aynı sulama konusunda da farklılık göstermişlerdir. Örneğin P.3394 ve Tietar çeşitleri sulama suyunda herhangi bir kısıntı yapılmaması durumunda (TS konusu) her iki yılda da en yüksek verime sahip olurken, Rx:9292 her sulama uygulamasında da çeşitler arasında verimi en düşük olan çeşit olmuştur. Tietar çeşiti ilk yılda su kısıntısına verimini önemli düzeyde düşürerek tepki verirken, aynı tepki ikinci yılda daha zayıf kalmıştır.



Şekil 4.9. Sulama konularında pH değişimleri

Tüm sulama konuları ve çeşitler gözönüne alındığında, 2004 yılı verimlerinin denemenin ikinci yılı olan 2005 verimlerine kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir. Yıllar arasındaki bu farklılığın dönem başındaki iklim etmenlerinden kaynaklandığı söylenebilir, zira araştırmanın yapıldığı Haziran ayının başı ile Ekim ayının sonu arasında ilk yıl toplam 12 mm yağış düşmüş iken, ikinci yıl yağış toplamı 114.1 mm olmuştur. Bu farklılık erken vejetatif dönemde bitkilerin gereksinim duyduğu toprak suyunun birinci yıl yeterince sağlanamadığını göstermektedir. Mısır ile yapılan çalışmalardan bazıları hangi şekilde yapılırsa yapılsın, su kısıntısı uygulamasının verimde düşmeye neden olduğunu belirtirken (Kırda ve ark., 2005), bazıları (Kang ve ark., 2000) ise tam sulama ile yarı ıslatmalı sulama uygulaması altında alınan verimler arasında önemli farklılık olmadığını belirtmektedirler.

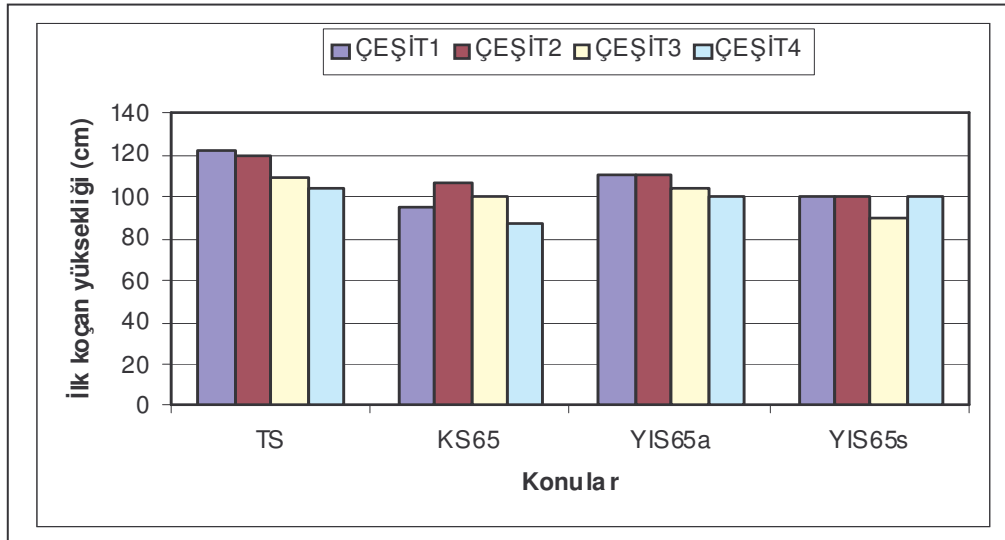
Çizelge 4.3. Deneme Konularına İlişkin Verim Değerleri (t ha⁻¹) (2004 ve 2005)

Sulama Konuları	Çeşitler				Ortalama
	Çeşit1	Çeşit2	Çeşit3	Çeşit4	
TS	B7.44a	AB8.62a	C4.31a	A9.12a	6.97
KS65	AB5.11b	AB5.67b	BC3.56a	CD2.99c	3.82
YIS65a	B5.69b	A7.41a	B4.80a	B5.63b	5.64
YIS65s	C3.90c	B4.70c	CD2.20b	B5.60b	4.10
Ortalama	5.5	6.6	3.72	5.83	

Sulama Konuları	Çeşitler				Ortalama
	Çeşit1	Çeşit2	Çeşit3	Çeşit4	
TS	C9.41a	A11.39a	BC9.62a	AB11.08a	10.38
KS65	B7.07b	A8.05b	B5.61b	A8.22b	7.24
YIS65a	AB7.68b	B8.22b	B7.66ab	A10.37ab	8.48
YIS65s	B6.47b	A8.07b	B5.89b	A9.42b	7.62
Ortalama	7.66	8.93	7.20	9.77	

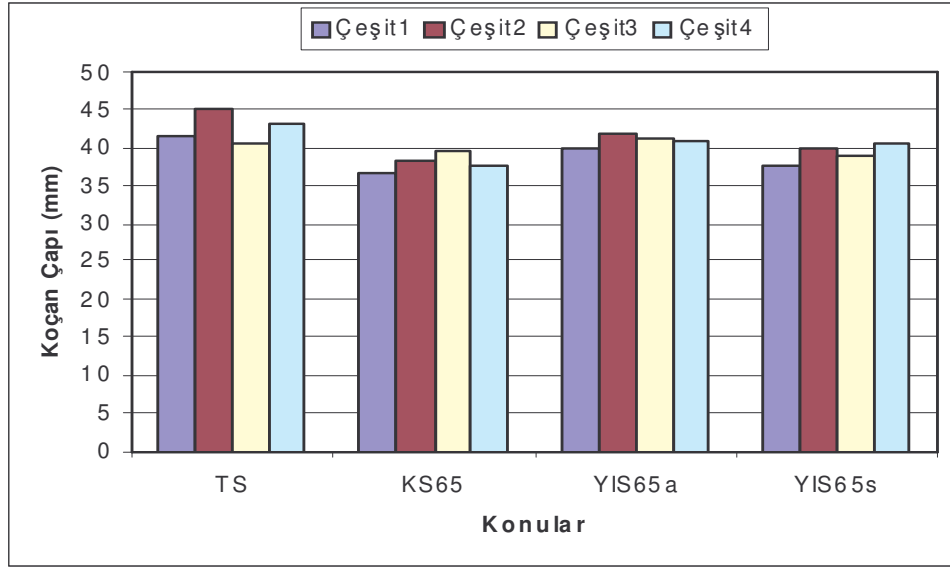
*LSD, $\alpha = 0.05$

Denemenin her iki yılında da hasat sırasında parsellerdeki bitki ve koçanlar sayılmış, ilk koçan yüksekliği ile hasat edilen koçanlarda çap ve boy ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca sap kalınlığı, 5 koçan ağırlığı, 5 koçandaki dane ağırlığı ve dane/koçan oranı gibi verim ögeleri de belirlenmiştir. Şekil 4.10 ve 4.11 ve 4.12’de 2004 yılına ilişkin deneme konularından elde edilen sırasıyla ilk koçan yüksekliği, koçan uzunluğu ve koçan çapı değerleri grafiklenmiştir. Çeşitlerin tümünde ilk koçana kadar olan yükseklik tam sulama konusunda en yüksek değerde olmuş, ve bu değeri sırasıyla YIS65a, YIS65s ve KS65 konularından elde edilen değerler izlemiştir. 2005 yılı sonuçları da ilk yıllarla benzerlik göstermektedir.

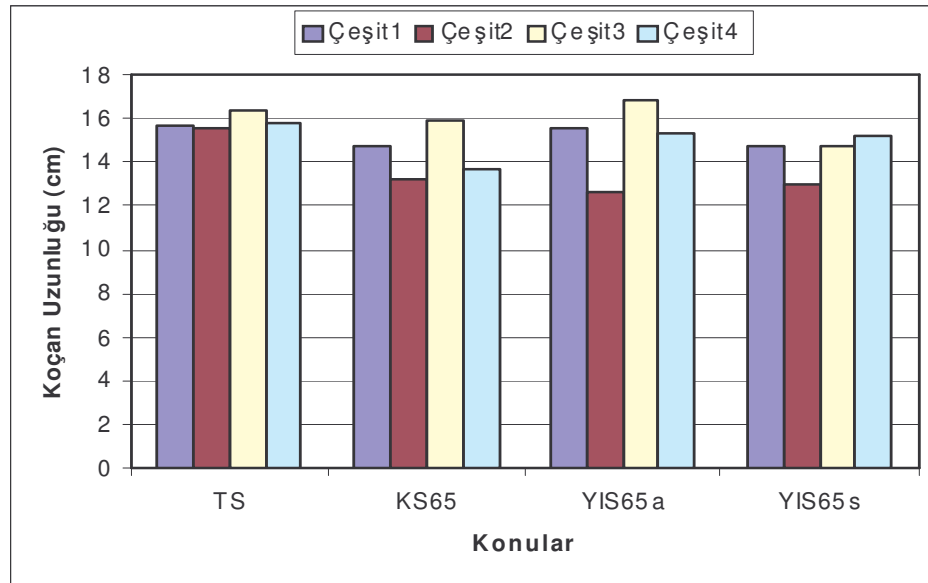


Şekil 4.10. Hasat zamanındaki ilk koçan yükseklikleri (2004)

Hasatta yapılan ölçümlerde sulamanın koçan çapını artırdığı, ancak çeşitlerin sulama suyunda yapılan kısıntıya aynı duyarlılıkla tepki vermediği gözlenmiştir. Çeşit2’de (P.3394) diğer çeşitlere kıyasla TS ve YIS65a koşullarında en yüksek koçan çapı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.11. Mısır çeşitlerinin hasat zamanındaki koçan çapları (2004)



Şekil 4.12. Mısır çeşitlerinin hasat zamanındaki koçan uzunlukları (2004)

Mısır çeşitlerinin % 65’lik bir su kısıntısına koçan uzunlukları yönünden verdikleri tepkiler farklılık göstermiştir (Şekil 4.12). Örneğin 1 (P.31.G.98) ve 3 (Rx:9292) numaralı çeşitler sulama konularından daha az etkilenmiş buna karşın 2 (P.3394) numaralı çeşitte azalan sulama suyu ile birlikte koçanlarda da kısıalma belirlenmiştir.

4.8. Su ve Azot Kullanım Etkinliği

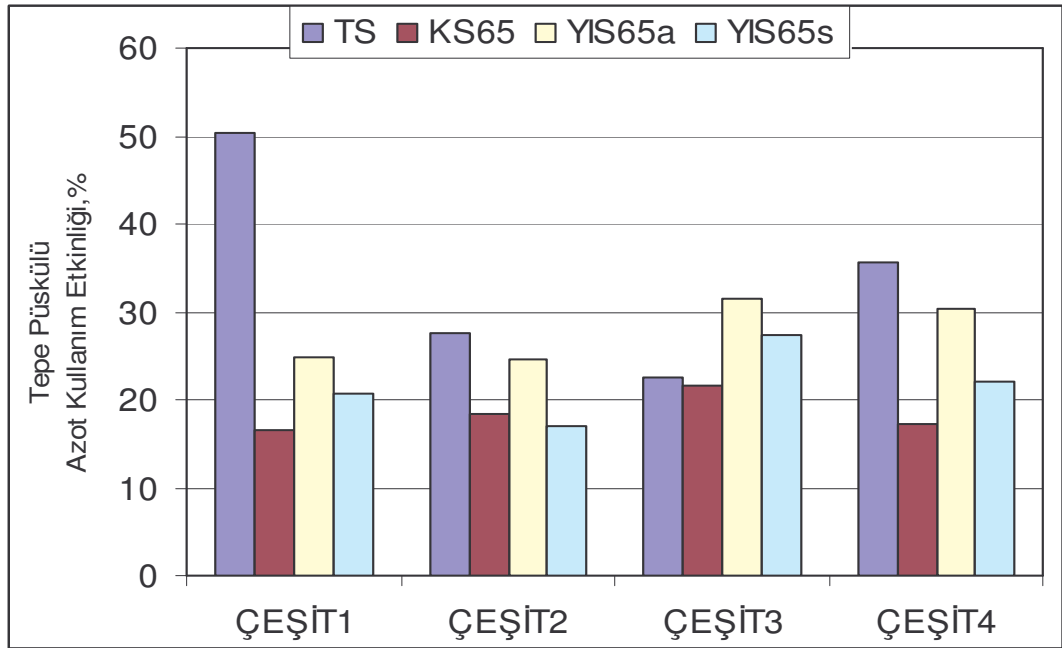
Deneme yıllarında TS ve diğer kısıntılı sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.1 verim değerleri ise Çizelge 4.3’te verilmişti. Birim alana uygulanan sulama suyuna karşılık elde edilen dane verimi hesaplanarak su kullanım etkinliği hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge4.4. Deneme konularına ilişkin su kullanım etkinlikleri (kg ha⁻¹ mm)

Sulama Konuları	Çeşitler			
	Çeşit1	Çeşit2	Çeşit3	Çeşit4
	(P.31.G.98)	(P.3394)	(Rx:9292)	(Tietar)
2004				
TS	24	28	14	29
KS65	25	28	18	15
YIS65a	28	37	24	28
YIS65s	20	24	11	24
2005				
TS	24	28	24	28
KS65	27	31	22	32
YIS65a	30	32	29	39
YIS65s	25	31	23	28

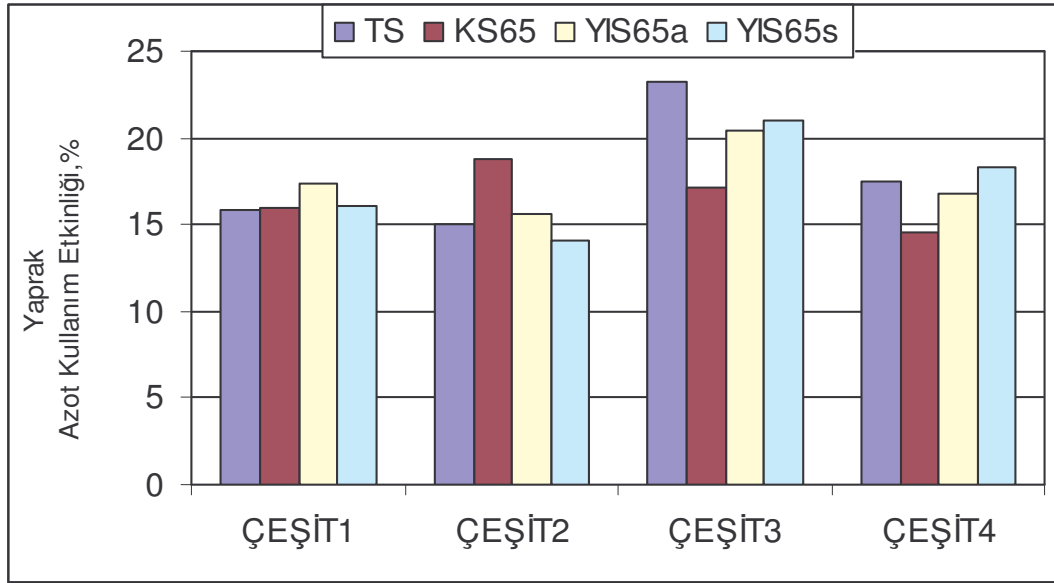
Tam sulama uygulaması altında su kullanım etkinliği en yüksek olan çeşit her iki yılda da Tietar olmuştur. P.3394 çeşiti çok az farkla Tietar çeşitini izlemekle birlikte Rx:9292 çeşiti her iki yılda tüm sulama konuları dikkate alındığında suyu en düşük randımanla kullanan çeşit olmuştur. P.3394 çeşiti her iki yılda da sulamanın tam veya kısıntılı uygulanmasına çok bağlı olmaksızın suyu en etkin kullanan çeşit olmuştur. Su kısıntısı yapılması durumunda mısır bitkisinde sulama suyunun daha etkin kullanıldığına ilişkin sonuçlara Gençoğlu (1996), Köksal, (1995) ve Dağdelen ve ark. (2006) tarafından yapılmış çalışmalarda da rastlanmıştır. Su kısıntısının YIS65a konusunda olduğu gibi uygulanması durumunda su kullanım etkinliği en yüksek değere ulaşmıştır. Anılan çeşitin KS65 ve YIS65s konularıyla aynı miktarda sulama suyu uygulanmasına karşın suyu daha etkin kullanmasının nedeni muhtemelen köklerin bir yarısının ardışık olarak kuru bırakılmasıdır. Bu şekilde köklerin her iki tarafının uzun süre kuru kalarak kök gelişimlerinin bu durumdan olumsuz etkilenmeleri engellenmiştir. KS65 konusunda da sulama suyunun aynı miktarda da olsa köklerin iki tarafına uygulanması toprak yüzeyinden olan buharlaşma kayıplarını artırmış ve bu nedenle su kullanım etkinliği KS65 konusunda daha düşük olmuştur.

Laboratuvar analizlerinden sonra deneme konularına ilişkin azot konsantrasyonu (%N), daha sonra da % N içeriklerinin kuru madde ile düzeltilerek azot verimleri belirlenmiştir. Daha sonra bu değerler azotsuz konular da dikkate alınarak yeniden hesaplanmış ve azot kullanım etkinliği değerleri Şekil 4.13 ve 4.16'da verilmiştir. Araştırmada azot analizleri için ilk bitki örnekleme sulama konularına başlanmadan 21.07.2004'de yapılmıştır. Daha sonra 16.08.2004'de tepe püskülü döneminde ve 01.11.2004'de hasatta azot analizleri için bitki örnekleme gerçekleştirilmiştir. Denemenin ikinci yılında ise 11.08.2005 tarihinde tepe püskülü analizi için bitki örnekleri alınmıştır. Her iki yılda da farklı bitki organlarının (gövde, yaprak, koçan, dane) azot kullanım etkinlikleri belirlenmiş ancak bazıları burada örnek olarak verilmiştir.



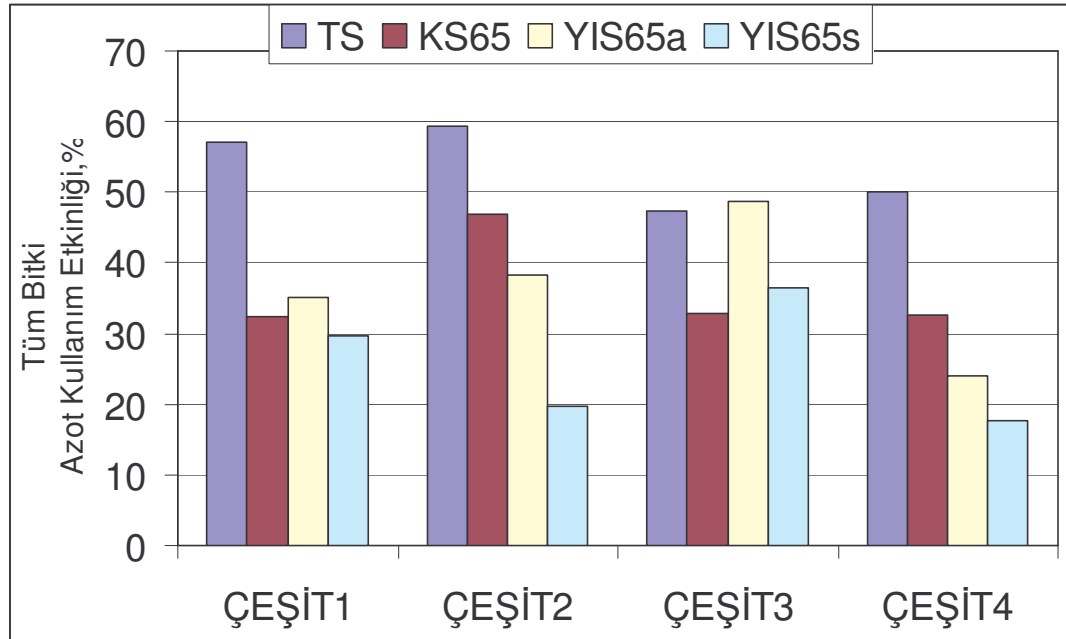
Şekil 4.13. Deneme konularında azot kullanım etkinliği (2004)

Denemenin ilk yılında tepe püskülü döneminde tüm bitkide (yaprak+gövde) yapılan analizler sonucunda azot kullanım etkinliği değerleri Çeşit3 dışındaki tüm çeşitlerde tam sulama konusunda gerçekleşmiştir. YIS65a konusu tüm çeşitlerde TS konusunun ardından azot kullanım etkinliğinin en yüksek olduğu sulama uygulaması olmuştur. KS65 konusunda ise hemen hemen tüm çeşitler azotu en düşük randımanla kullanmışlardır. İkinci yılda tepe püskülü döneminde sadece yaprakta yapılan azot kullanım etkinlikleri Şekil 4.14’da gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi Çeşit3 (Rx:9292) çeşiti dışında tüm çeşitlerde TS konusu kısıntılı sulama konularından ya daha düşük ya da aynı oranda azot kullanım etkinliğine sahip olmuştur. Bununla birlikte tüm çeşitler arasında Rx9292 mısır çeşitinin tüm sulamaları altında diğer çeşitlere kıyasla azot kullanım etkinliğinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer 3 çeşitin istatistiksel olarak ta birbirlerinden farklı olmadıkları belirlenmiştir.



Şekil 4.14. Tepe püskülü döneminde mısır çeşitlerinin azot kullanım etkinlikleri (2005)

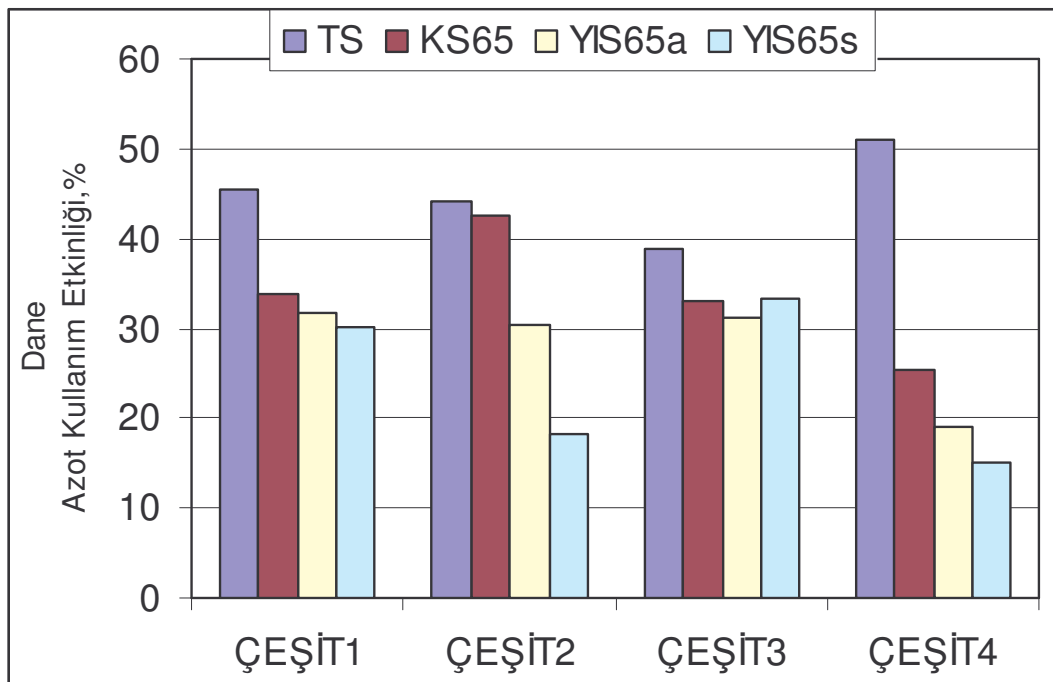
2005 yılı tüm bitkide (gövde+yaprak+dane+sömek) ve hasat döneminde yapılan analizlerin sonuçlarına göre TS konusunda bitkilerin hemen hemen tüm çeşitlerde azotu daha etkin bir şekilde kullandıkları belirlenmiştir. YIS65s uygulaması altında ise azot kullanım etkinliği yine hemen hemen tüm çeşitlerde en düşük değerde bulunmuştur. YIS65a ve KS65 konuları altında elde edilen azot kullanım etkinlikleri ise çeşitlere bağlı olarak değişmiştir. Örneğin Çeşit2 (P.3394) ve Çeşit4 (Tietar) KS65 konusunda azotu daha etkin kullanırken Çeşit1 (P.31G.98) ve Çeşit3 (Rx:9292) YIS65a konusunda azot kullanım etkinliği daha yüksek olmuştur. Bu sonuçlar Kırdı ve ark. (2005)'te öngörüldüğü gibi genotipik farklılıkların yarı ıslatmalı sulama uygulamasında olduğu ifade edilen köklerden yapraklara kimyasal sinyalizasyonu etkilediği ve bunun bir sonucu olarak ta farklı sulama uygulamalarının su ve azot kullanım etkinlikleri üzerine etkilerinin çeşitten çeşite değişmektedir.



Şekil 4.15. Hasat döneminde mısır çeşitlerinin azot kullanım etkinlikleri (2005)

Hasat zamanında mısır çeşitlerinin danelerinde yapılan analiz sonuçlarına göre ise azot kullanım etkinliğinin tüm çeşitlerde tam sulama (TS) konusunda en yüksek değerde olduğu saptanmıştır. Çeşitlerin su kısıntısına tepkileri ise farklı olmuştur. Örneğin Çeşit2 (P.3394) ve Çeşit4 (Tietar)’te KS65 konusunda azot kullanım etkinlikleri diğer kısıntılı sulama uygulamalarından daha yüksek olmuştur. Çeşit1 (P.31.G.98) ve Çeşit3 (Rx:9292) için ise kısıntılı sulama uygulamaları arasında istatistiksel olarak hiç bir fark bulunmamıştır. Her iki yılda farklı dönemlerde ve bitkinin farklı organlarınca kaldırılan azot ve kullanım etkinliklerine bakıldığında çeşitlerin veya kısıntılı sulama uygulamalarının farklılıklarının belirgin bir şekilde ortaya çıkarılması mümkün olmamaktadır. Bu durumun çeşitlerin diğer çevresel etkilerin de etkisiyle su kısıntısı uygulamalarına farklı tepkiler geliştirebilmelerinden ve/veya toprakaltı aksamın gelişiminin de su ve azot kullanımını etkilemesinden kaynaklandığı söylenebilir. Kaman (2007) farklı mısır çeşitlerinde farklı sulama uygulamaları altında kök gelişimini incelediği çalışmasında farklı genotiplerin farklı sulama uygulamaları altında toprak derinliğinde aktif kök dağılımının da farklı olduğunu saptamıştır. Ancak araştırmacı değişen diğer çevresel

koşulların da etkisiyle çeşitlerin kök yoğunluklarının farklı gelişebileceğini belirtmiştir. Kök dağılımındaki bu tür farklılıklar elbetteki kök bölgesinden kaldırılan su ve azot miktarını da etkileyecektir. Yine Çukurova Yöresi'nde yapılan başka bir araştırmada mısır genotipleri arasındaki azot kullanım etkinliği bakımından farklılığın belirlenmesinin güç olduğu belirtilmiştir (İbrikçi ve ark. 2001).



Şekil 4.16. Hasat döneminde mısır çeşitlerinde danenin azot kullanım etkinlikleri (2005)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde tarım alanlarını genişletme olanağı kalmadığı için üretimi artırmanın yolu birim alandan alınan verimliliğin yükseltilmesidir. Sulama ile bitkisel üretimin artırılması mümkündür, ancak su kaynaklarının azalması ve hızlı büyüme nedeniyle kalitesinin bozulması tatlı su kaynaklarının en büyük kullanıcısı olan tarımda su kullanımını kısıtlama yoluna gidilmesini de zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle su tasarrufu sağlayan sulama teknikleri ile kuraklığa dayanıklı bitki çeşitlerinin seçilmesi, toprak ve su kaynaklarının korunumu ve artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması için ülkelerin vazgeçilmez gelişme stratejilerinden biri haline gelmiştir.

Yukarıda açıklanan nedenlerle bu tez çalışmasında, dört farklı mısır çeşitinin değişik sulama uygulamaları altında verim ile su ve gübre kullanım etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Denemede kullanılan mısır çeşitlerinin seçiminde sera koşullarında saksı denemesi şeklinde Kasım-2003–Ocak-2004 arasında yapılan ön denemenin sonuçlarından yararlanılmıştır. Ön denemede Çukurova Yöresi'nde yaygın olarak yetiştirilen 10 mısır çeşidinin 3 farklı toprak su içeriği düzeyinde (1-Tam Su (bitki kök bölgesinde toprak su içeriğinin tarla kapasitesinde tutulduğu konu) 2-Kısıntılı Su (tarla kapasitesinin 2/3 düzeyi) ve 3-Stres konusu) ve 8 yinelemeli olarak bitki su tüketimi, toprak üstü aksamının alanı ve kuru madde miktarı ile kök gelişimleri izlenmiştir. Sekizinci haftanın sonunda toprak üstü ve kök kısımlarının tartımları ile kuru madde verimleri belirlenmiş ve sulama suyundaki kısıntılara hassas, su stresine orta hassas ve dayanıklı olmak üzere farklı özellikte 3 çeşit belirlenerek tarla denemesinde kullanılmıştır. Bu 3 çeşide ek olarak son birkaç yılda ovada ekilmeye başlanan ve ümitvar olduğu belirtilen Tietar mısır çeşiti de deneme çeşitleri arasına alınmıştır. Sonuç olarak 4 mısır genotipi (Çeşit1-P.31.G.98, Çeşit2-P.3394, Çeşit3-Rx:9292 ve Çeşit4-Tietar) tarla denemeleriyle 2 yıl (2004 ve 2005 yıllarında) boyunca incelenmiştir.

Damla sulama yöntemi ile ve 7 gün aralıklarla sulanan 4 mısır çeşiti Deneme konuları, bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak

yerleştirilmiştir. Denemede TS (Bitkinin ihtiyaç duyduğu sudan herhangi bir kısıntı yapılmaksızın geleneksel olarak uygulanan kontrol konusu), KS65 (Kontrol konusu olan tam sulama konusunda uygulanan su miktarının % 65'inin bitki köklerinin her iki tarafına uygulandığı geleneksel kısıntılı sulama), YIS65a (Tam sulama konusuna uygulanan su miktarının %65'inin her sulamada ardışık olarak köklerin bir yarısını ıslatacak şekilde uygulandığı sulama) ve YIS65s (Tam sulama konusuna uygulanan su miktarının %65'inin her sulamada sabit olarak köklerin bir yarısını ıslatacak şekilde uygulandığı sulama) konuları ele alınmıştır. Her sulama konusu, azot uygulanan ve azot uygulanmayan olmak üzere 10 sıradan oluşturulmuş ancak azot uygulanmayan sıralar denemede sadece azot kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

P.31.G.98, P.3394, Rx:9292 ve Tietar mısır çeşitlerinin değişik sulama uygulamalarına gösterdikleri fizyolojik tepkilerin de incelendiği araştırma sonucunda mısır çeşitlerinin sulama uygulamalarına tepkileri farklı bulunmuş ve en yüksek verim P.3394 den elde edilirken, en düşük verim Rx:9292'de gözlenmiştir. Bununla birlikte tüm çeşitler için kısıntılı sulama konuları arasında istatistiksel anlamda bir farklılık belirlenmemiştir. Ancak yarı ıslatmalı sulama uygulaması konularından elde edilen verim geleneksel kısıntılı sulama uygulamasına kıyasla daha fazla olmuştur. Kalite özellikleri yönünden ise sulamanın koçan çapını artırdığı, ancak çeşitlerin sulama suyunda yapılan kısıntıya aynı duyarlılıkla tepki vermediği gözlenmiştir. En yüksek verimin elde edildiği Çeşit2'de (P.3394) diğer çeşitlere kıyasla TS ve YIS65a koşullarında en yüksek koçan çapı gözlemlenmiştir. Çeşit2 ve Çeşit3'te yapılan pH ölçümleri sonucunda kısıntılı sulama uygulamalarının köklerden yapraklara doğru bitkilerin su kısıntısına karşı stomatal düzenleme yapmalarını sağlayacak bir kimyasal sinyalizasyonun olduğuna dair ipuçları vermektedir.

Verim ve kalite özelliklerine paralel olarak P.3394 çeşiti her iki yılda da sulamanın tam veya kısıntılı uygulanmasına çok bağlı olmaksızın suyu en etkin kullanan çeşit olmuştur. Tam sulama uygulaması altında su kullanım etkinliği en yüksek olan çeşit ise her iki yılda da Tietar olmuştur. P.3394 çeşiti çok az farkla Tietar çeşitini izlemekle birlikte Rx:9292 çeşiti her iki yılda tüm sulama konuları dikkate alındığında suyu en düşük randımanla kullanan çeşit olarak belirlenmiştir.

Mısır çeşitlerinin gübre azotunu kullanım etkinlikleri sulama konularına bağlı olarak farklılık göstermiştir. TS konusunda bitkilerin hemen hemen tüm çeşitlerde azotu daha etkin bir şekilde kullandıkları belirlenmiştir. Çeşitlerin tam sulama konusunda azot kullanım etkinliklerinin genel olarak yüksek, kısıntılı sulama konularında ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. YIS65s uygulaması altında azot kullanım etkinliği hemen hemen tüm çeşitlerde en düşük değerde bulunmuştur. YIS65a ve KS65 konuları altında elde edilen azot kullanım etkinlikleri ise çeşitlere bağlı olarak değişmiştir. Örneğin Çeşit2 (P.3394)ve Çeşit4 (Tietar) KS65 konusunda azotu daha etkin kullanırken Çeşit1 (P.31G.98) ve Çeşit3 (Rx:9292) YIS65a konusunda azot kullanım etkinliği daha yüksek olmuştur. Sonuç olarak çeşitlerin azot kullanım etkinlikleri yönünden su kısıntısının uygulanma yönteminden etkilenmelerinin zayıf olduğu ve bu etkilerin yıldan yıla değişiklik gösterdiği saptanmıştır.

İki yıl süreyle 4 mısır çeşitinin farklı sulama uygulamaları altında bitki gelişimi, verim, su ve gübre azotu kullanım etkinliklerinin araştırıldığı çalışma sonucunda P.3394 melez mısır çeşitinin su ve azotu diğer çeşitlere kıyasla daha etkin kullandığı ve daha yüksek verime sahip olduğu belirlenmiştir. İkinci yıl sonuçlarına göre Tietar çeşitinin de Çukurova Yöresinde P.3394 çeşiti ile birlikte çiftçilere önerilebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte çeşitlerin farklı sulama uygulamaları altında azot kullanım etkinliklerindeki farklılıkların arazi koşullarında belirlenmesi güç görünmektedir.

KAYNAKLAR

- ANDERSON, E.L., KAMPRATH, E.J. and MOLL, R.H.,1984. Nitrogen Fertility Effects of Accumulation, Remobilization and Partitioning of N and Dry Matter in Corn Genotypes Differing in Prolificacy. *Argon. J.* 76:397-404.
- BACON, M.A., WILKINSON, S., and DAVIES, W.J., 1998. PH-Regulation Leaf Cell Expansion in Droughted Plants is Absisic Acid Dependent. *Plant Phy.*, 118: 1507-1515.
- BLACKMER, A.M., POTTER, D., CERRATO, M.E. and WEBB. J., 1989. Correlations Between Soil Nitrate Concentrations In Late Spring and Corn Yields In Iowa. *J. Prod. Agric.* 2:103-109.
- BROWN, J.R., RICE, W.C., HOETTE, G.D., POTTER, D., CERRATO, M.E. and WEBB. J., 1989. Soil Nitrate Measurements For Prediction Of Nitrogen Response by Corn in a Udollic Ochraqulf. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 15: 239-251.
- BRUSETSCH, T.F. and ESTES, G.O., 1976. Genotype Variation in Nutrient Uptake Efficiency in Corn. *Argon. J.* 68:521-523.
- CALDWELL, D.S., SPURGEON, W.E. and MANGES, H.L., 1994. Frequency of Irrigation for Subsurface Drip Irrigated Corn. *Transactions of the ASAE*, 37(4):1099-1103.
- CARTER, J.N., JENSEN, M.E. and BOSMA, S.M., 1974. Determining Nitrogen Fertilizer Needs for Sugar Beets from Residual Nitrate and Mineralizable Nitrogen. *Argon. J.* 66:319-323.
- CHAFFEY , N., 2001. Restricting Water Supply Enhances Crop Growth. *Trends in Plant Sci.*, 6 (8):346.
- COSTA, C., DAWYER, L.M., STEAWART, D.W., and SMITH, D.L., 2002. Nitrogen Effects on Grain Yield and Yield Components of Leafy and Nonleafy Maize Genotypes. *Crop Ecology, Management&Quality. Crop Sci.*, 42:1556-1563.

- DAĞDELEN, N., YILMAZ, E., SEZGİN, F. and GÜRBÜZ, T., 2006. Water-Yield Relation and Water Use efficiency of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and Second Crop Corn (*Zea Mays* L.) in Western Turkey. *Agr. Water Manage.*, 82:63-85.
- DAVIES, W.J., TARDIEU, F. And TREJO C., 1994. How Do Chemical Signals Work in Plants Grow in Drying Soil. *Plant Physiol.* 104: 309-314.
- DREW, M.C., SAKER, L.R. and ASHLEY, T.W., 1973. Nutrient Supply and Growth of the Seminal Root Systems of Barley. I. The Effect of Nitrate Concnetration on the Growth of Axes and Laterals. *J. Exp. Bot.* 24:1189-1202.
- EL GHAROUS, M., 1993. Long -Term N Fertilization Effect on N Mineralization Potential Under Different Cropping Systems and Different Environments. PhD Dissertation. Argon. Dep., Oklahoma State Univ., Stillwater,OK.
- FOX, R.H., ROTH, G.W., IWERSEN, K.V and PIEKIELEK, W.P., 1989. Soil Tissue Nitrate Tests Compared for Predicting Soil Nitrogen Availability to Corn. *Argon. J.* 81: 971-974.
- GENÇEL, B., 2002. GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) Bölgesinde İkinci Üörn Mısır Bitkisinin Damla Yöntemiyle Sulanması Üzerinde Bir Çalışma,, Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 61s., Adana.
- GENÇOĞLAN, C., 1996. Mısır Bitkiisinin Su Verim İlişkileri, Kök Dağılımları İle Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesi ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uyumluluğunun İrdelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar vfe Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- HANKS, R.J., 1974. Model for Predicting Plant Yield as Influenced by Water Use. *Agron. J.* 66: 660-665
- HERGERT, G.W., 1987. Status Of Residual Nitrate-Nitrogen Soil Test in The United States Of America. SSSA Spec. Publ. 21. Madison , WI. Pp.73-78.

- HOWELL, T.A., YAZAR, A., SCHNEIDER, A.D., DUSEK, D.A., COPELAND, K.S., 1994. Yield and Water Use Efficiency of Corn in Response to LEPA Irrigation. ASAE Paper No: 94-2098
- İBRİKÇİ, H., ÜLGER, A.C., ŞEN, H.M., BÜYÜK, G., GÜZEL, N., ÇAKIR, B., ÖZGENTÜRK, G., 2001. Çukurova Bölgesinde İkinci Ürün mısır Yetiştiriciliğinde Azotlu Gübre Kullanımının Optimizasyonu. Tarp-1951 nolu proje Kesin Sonuç Raporu. TÜBİTAK.
- 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. 77S.
- KANG, S., LIANG, Z., HU, W., and ZHANG, J., 1998. Wter Use Efcieny of Controlled Alternate Irrigation on Root – Divided Maize Plants. Agr. Wat. Man., 38:69-76.
- KANG, S., LIANG, Z., PAN, Y., SHI, P., and ZHANG, J., 2000. Alternate Furrow Irrigation for Maize Production in an Aried Area. Agr. Wat. Man., 38:69-76.
- KANG, S., LIANG, Z., PAN, Y., SHI, P., and ZHANG, J., 2000. Alternate Furrow Irrigation For Maize Production in Arid Area. Aric. Water Manage. 45, 267-274.
- KANG, S., HU, X., GOODWIN, I., and JERIE, P., 2002. Soil Water Distribution, Water Use, and Yield Response to Partial Root Zone Drying under a Shallow Groundwater Table Condition in a Pear Orchard. Sci. Hort., 92: 277-291
- KIRDA, C., BAYTORUN, A.N., TANRIVERDİ, C., DERİCİ, R., ZAPATA, And TOPCU, S., 1997. Continous And Intermitted Application of Fertilizers as to Decrease Residual Nitrogen Fertilizer In Greenhouse Soils Planted to Tomatoes. International Conference On “Water Management, Salinity And Pollution Control Towards Sustainable Irrigation In The Mediterranean Region”, Volume Vi, Fertilizers And Water Quality, 22-26September, Valenzano (Bari), Italy.

- KIRDA, C., MOUTONNET, P., HERA, C., NIELSEN, D.R., 1999. Crop Yield Response to Deficit Irrigation. Kluwer Aca. Pub., Dordrecht, The Netherlands, Pp. 258.
- LAMBERT, R.J., ESGAR, R.W., and JOOS, D.K., 1999. Factors Affecting the Removal of Soil Nitrogen by Corn Hybrids. Illinois Fertilizer Proceedings January 24-26, 2000 Peoria, Illinois
- LORENZ, O.A., 1978. potential nitrate levels in edible plant parts. D.R. Nelson and J.G. MacDonalds (eds.) Nitrogen in the Environment: Soil-plant-nitrogen relationships. Academic Pres, New York, (1978). Pp. 201-209
- LU, Z., and NEUMANN, P.M., 1998. Water- Stress Maize, Barley and Rice Seedlings Show Species Diversity in Mechanisms of Leaf Growth Inhibition. J. Exp. Bot., 49: 1945-1952
- LU, Z., and NEUMANN, P.M., 1999. Water- Stress Inhibition Hydraulic Conductance and Leaf Growth in Rice Seedlings but not the Transport of Water via Mercury-Sensitive Water Channels in the Root. Plant Phys., 120: 143-151
- MAGDOFF, F.R., ROSS, D., AMADON, J., 1984. A Soil Test for Nitrogen Availability to Corn. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 1301-1304
- MAGDOFF, F.R., ROSS, D., AMADON, J., 1984. A Soil Test for Nitrogen Availability to Corn. Soil. Sci. Soc. Am. J. 48:1301-1304
- NOVOA, R., and LOOMIS, R.S., 1981. Nitrogen and Plant Production. Plant Soil, 58:177-204
- MAIZLISH, N.A., FRITTON, D.D. and KENDALL, W.A., 1980. ROOT Morphology and Early Development of Maize at Varying Levels of Nitrogen. Argon. J. 72:25-31.
- MILEY, W.N. and MAPLES, R.L., 1988. Cotton Nitrate Monitoring in Arkansas. Spec. Rep. Univ. Arkansas Agric. Exp. Stn. Fayetteville, AR
- ARMINGO, D., BACON, M. DAVIES, W., 2003. Non-Hydraulic Regulation of Fruit Growth in Tomato Plants (*Lycopersicon Esculentum* Cv. Solairo) Growing in Drying Soil. Journal of Experimental Botany, 54, 1205-1212.

- MOLL, R.H., KAMPRATH; E.J. and JACKSON, W.A., 1982. Analysis and Interpretations of Factors Which Contribute to Efficiency of Nitrogen Utilization. *Argon. J.* 74:562-56.
- MOSSADDAQ, F., BEDHIAF, M. and RHOMARI, Y., 1992. Fertilization of Cereals: Soil Nitrogen Test Calibration in Moracco's Ghrab Area. J. Ryan and Matar (ed.) *Fertilizer Use Efficiency Under Rain-fed Agriculture In West Asia and North Africa. Proc. Fourth Regional Workshop. Agadir, Moracco.* Pp.212-224.
- MULLINS, G.L. and BURMESTER, C.H., 1990. Dry Matter, Nitrogen, Phosphorus and Residual Nitrate-Nitrogen Effects on Irrigated Corn Yield. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49: 134-13.
- MUSICK, L.T., DUSEK, D.A. 1980. Irrigated Corn Yield Response to Water. *TRANSACTION of the ASAE. Vol: 23 No:1, P:92-103.*
- PACE, G.M. and MCCLURE, P.R., 1986. Comparision of Nitrate Uptake Kinetic Parameters Across Maize Inbred Lines. *J. Plant Nutr.* 9:1095-1111.
- PANDEY, R.K., MARANVILLE, J.W., and ADMOU, A. 2000. Deficit Irrigation and Nitrogen Effects on Maize in a Saheliann Environment I. Grain Yield and Yield Components. *Agr. Water Manage.*, 46:1-13.
- PLANTUREUX, S., GIRARDIN, P., FOUQUET, D., CHAPOT, J.Y., 1991. Evaluation and Sensitivity Analysis of the CERES-maize Model. *Agronomie* 11(1):1-8.
- RAUN, R.W., and JOHNSON, G.V., 1999. Improving Nitrogen Use Efficiency for Cereal Production. *Agron. J.* 91:357-363.
- RHOADES, F.M. and STANLEY; R.L. JR., 1981. Fertilizer Scheduling, Yield and Nutrient Uptake of Irrigated Corn. *Argon. J.* 73:971-974.
- RICCARDI, L., POLIGANO, G. B. and GIOVANNI D., 2000. Genotypic Response of Faba Bean to Water Stres. *Kluver Academic Publishers.* 118 : 39-46.
- ROBERTSON, W.R., HAMMOND, L.C., JOHNSON, J.T., BOOTE, K.J., 1980. Effects of Plant-Water Stress on Root Distribution of Corn, Soybeans and Peanuts in Sandy Soil. *Argon. J.* 72:548-550.

- SAMMIS, T.W., SMEAL, D., WILLIAMS, S., 1988. Predicting Corn Yield Under Limited Irrigation Using Plant Height. Trans. ASAE, 31(3):830-838
- STEGMAN, E.C., 1984. Efficient Water Scheduling Regimes for Corn Production. International Conference. Crop Water Requirement, 11-14 Sept. Paris. 1985. P:635-647.
- TANNER, C.B., SINCLAIR, T.R., 1983. efficient Water Use in Crop Production: Research or Re-search. (Edit. H.M. TAYLOR et al.) Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. Amer. Soc. Agron. Inc., 1-27
- TEDESCHI P., and ZERBI G., 1985. Flowering and Fruiting Courses and Yield of Eggplant (*Solanum Melongena* L.) Plants Grow in Lysimeters with Relation to Different Water Regimens. Acta Hort. (171): 398-390.
- TOPÇU, S., KIRDA, C., ÇETİN, M., YAZICI, A., KAMAN, H., DAŞGAN, Y., ve DERİCİ, R., 2003. Kısıntılı Sulama Koşullarında Domates Bitkisi Gübre Kullanım Etkinliği. 2. Ulusal Sulama Kon., 16-19 Ekim, Kuşadası, 391-399.
- TOPÇU, S., KIRDA, C., DASGAN, Y., KAMAN, H., CETIN, M., YAZICI, A. and BACON, A.M., 2007. Yield response and N-fertiliser recovery of tomato grown under deficit irrigation. Europ. J. Agronomy (26): 64-70.
- USLU, Ö.S. Vve KARAALTIN, S., 1999. Kahramanmaraş Şartlarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinde 1. Fizyolojik Özellikler ve Verime Etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I, Genel ve Tahıllar, 15-18 Kasım, Adana 434-439.
- 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 Absisic Acid Uptake by the Epidermal Symplast. Plant Phy., 113: 559-573.
- WILLIAM, J.E., and RANDALL, G.W., 1997. Fate of Fertilizer Nitrogen an Affected by Time and Rate of Application on Corn. Soil Sci. Soc. Am. J., 61:1695-1703.

- YAZAR, A., 1990. Utilization of Infrared Thermometry Technique for Assessing Crop Water Stres and Irrigation Scheduling for Soybean. *Doğa Tr.d. of Agriculture and Forestry*. 14:517-533.
- YILDIRIM, O., KODAL, S., SELENAY, M.F., YILDIRIM, E., 1995. Kısıntılı Sulamanın Verime Etkisi. 5. Ulusal K lt rteknik Kongresi Bildirileri. S. 347-365. Kemer-Antalya.
- ZEGBE-DOMINGUEZ, J.A., BEHBOUDIAN, 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 (*Lycopersicon Esculentum*, Mill.). *Scientia Horticulturae* 1916:1-6.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Adana’da doğdum. İlk, Orta ve Lise öğrenimimi Adana’da tamamladım. 1999 yılında Ç.Ü Ziraat Fakültesi, Tarım Teknolojisi Bölümünde Lisans eğitime başladım. Haziran-2003’de mezun oldum ve Eylül 2003’de Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünde Yüksek Lisansa başladım.