

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arife NUR

**ÇUKUROVA KOŞULLARINDA LİZİMETRE YÖNTEMİYLE
MISIR BİTKİ SU TÜKETİMİNİN VE BİTKİ
KATSAYILARININ BELİRLENMESİ**

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ADANA,2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇUKUROVA KOŞULLARINDA LİZİMETRE YÖNTEMİYLE MISIR
BİTKİ SU TÜKETİMİNİN VE BİTKİ KATSAYILARININ
BELİRLENMESİ**

Arife NUR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 23/08/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği /
Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof.Dr.Mustafa ÜNLÜ
DANIŞMAN

.....
Prof.Dr.Cafer GENÇOĞLAN
ÜYE

.....
Dr.Öğr.Ü.Burçak KAPUR
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç.Ü Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2012YL41

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇUKUROVA KOŞULLARINDA LİZİMETRE YÖNTEMİYLE MISIR BİTKİ SU TÜKETİMİNİN VE BİTKİ KATSAYILARININ BELİRLENMESİ

Arife NUR

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ
Yıl: 2019 Sayfa: 77
Jüri : Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ
: Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN
: Dr. Öğr. Üyesi Burçak KAPUR

Bu araştırma, Çukurova koşullarında, 28.04.2012 ile 02.09.2012 tarihleri arasında, lizimetre yöntemi kullanılarak mısır bitki su tüketimini ve bitki katsayılarını belirlemek amacıyla Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme arazisinde yürütülmüştür. Araştırmada Dekalb 6589 mısır çeşidi kullanılmıştır. A sınıfı buharlaşma kabı ile elde edilen yığışimli buharlaşma değerleri kullanılarak sulama suyu miktarları hesaplanmış ve 7-8 gün aralıkla sulamalar yapılmıştır. Bitki katsayılarının eldesi için FAO yaklaşımları kullanılarak çim kıyas bitki su tüketimlerinin kestirimi yapılmıştır. Mısır bitkisinin yığışimli gerçek su tüketim değerleri tartılı lizimetre yöntemine göre 618.2 mm ve su bütçesi yöntemine göre ise 488.8 mm olarak belirlenmiştir. FAO-56 Penman Monteith (FAO-56 PM) yöntemine göre mevsimlik kıyas bitki su tüketim değeri ise 609.8 mm olarak kestirilmiştir. FAO-56 PM kıyas bitki su tüketimi yöntemi dikkate alınarak belirlenen bitki katsayıları başlangıç dönemi için 0.26, bitki gelişme dönemi için 1.49 ve dönem sonu için ise 0.23 olarak saptanmıştır. Mısır bitkisinin dane verimi yaklaşık 600 kg/da, 1000 dane ağırlığı 291.6 g, en yüksek yaprak alan indeksi (LAI) değeri 4.57, kuru madde miktarı 3154.86 g/m² ve hasat indeksi (HI) değeri ise 0.19 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mısır, Lizimetre, Su Tüketimi, Bitki Katsayıları, Hasat İndeksi

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF MAIZE EVAPOTRANSPIRATION AND PLANT COEFFICIENTS BY USING LYSIMETER METHODS IN CUKUROVA REGION

Arife NUR

ÇUKUROVA UNIVERSITY AGRICULTURAL STRUCTURES AND IRRIGATION SCIENCE DEPARTMENT

Supervisor : Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ
Year: 2019 Pages: 77
Jury : Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ
: Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN
: Asst. Prof.Dr. Burçak KAPUR

This research was carried out in Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation between 28.04.2012 and 02.09.2012 in order to determine maize evapotranspiration and crop coefficients by using lysimeter method under Çukurova conditions. Dekalb 6589 maize variety was used in the study. The amount of irrigation water was calculated by using the cumulative evaporation values obtained with Class A pan and irrigation interval changed between was 7-8 days. The comparison of grass water consumption was estimated by using FAO approaches for obtaining plant coefficients. The cumulative actual evapotranspiration value of maize was determined as 618.2 mm by using the weighted lysimeter method and 488.8 mm by using the water budget method. Seasonal reference evapotranspiration value was estimated as 609.8 mm according to FAO-56 Penman Monteith (FAO-56 PM) method. The plant coefficient (kc) values were determined by using FAO-56 PM method as 0.26 for the beginning period, 1.49 for the plant development period and 0.23 for the end of the period. Grain yield of maize was found approximately 600 kg/da, 1000 grain weight was 291.6 g, highest leaf area index (LAI) value was 4.57, dry matter amount was 3154.86 g/m² and harvest index (HI) value was 0.19.

Keywords: Maize, Lysimeter, Evapotranspiration, Crop Coefficients, Harvest Index

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Su yenilenebilir ve tükenmeyen doğal bir kaynak sayılsa bile, bölgesel olarak, sonlu bir kaynak durumundadır. Zira son 50 yılda hızlı nüfus artışı ve gelişen sanayi, suyun kentsel ve endüstriyel kullanımını artırmış, su kaynaklarının tükenmesine ve kirlenmesine neden olmuştur. Tarımsal bitkiler suyun en büyük tüketicileridir. Bu nedenle, bitkiler tarafından tüketilen su miktarını doğru biçimde ölçen bir sistem gerekir. Bu amaçla lizimetreler kullanılır.

Lizimetreler, farklı iklim koşullarında toprak ve bitkilerden meydana gelen evaporasyon ve evapotranspirasyon miktarları ölçümünde kullanılan standart araçlardır. Birçok araştırmacı, lizimetreleri, su bütçesi, eşitliğindeki öğelerinin tam bilinmesinde kullanılan, bir hidrolojik deneme yöntemi diye tanımlamışlardır. Ayrıca, toprak içine süzülen (perkole) suyun ölçümü ve kimyasal analizler için toprak suyunun örneklenmesinde de kullanılan en doğru ve güvenilir araçlardır. O nedenle lizimetreler, farklı iklim koşullarında toprak ve bitkilerden meydana gelen evaporasyon ve evapotranspirasyon miktarları ve su niteliği ölçümünde kullanılan standart araçlar haline gelmişlerdir. Tartılabilir lizimetreler, kısa dönem bitki su tüketimini doğrudan ölçen en pratik araştırma yöntemi olarak kullanılmaktadır.

İnsan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan mısır bitkisi Anadolu'ya 1600 yıllarında gelmiş ve günümüzde buğdaydan sonra dünyada en çok üretilen tahıl olmuştur. Endüstride şurup, nişasta, yağ, alkol ve bira yapımında kullanılan önemli bir hammadde durumuna gelmiştir.

Ülkemizde ve özellikle çukurova bölgesinde mısır üretimi incelendiğinde genel olarak ekiliş alanları ve verim miktarlarının yıldan yıla artış gösterdiği belirlenmiştir. Buradan toplam bitkisel üretim oranlarındaki artışla birlikte yıllık sulama ihtiyacının da giderek arttığı görülmektedir. Genellikle ülkemizde ekilen mısır çeşitleri at dişi mısır, sert mısır, cin mısır (patlak mısır) ve şeker mısırı gibi çeşitlerdir. Çukurova bölgesinde daha çok birinci ve ikinci ürün olarak FAO

(Dünya Gıda Teşkilatı)'nın değişik olum gruplarına ait farklı at dişi mısır çeşitleri yaygın biçimde çiftçilerce benimsenmiştir. Bununla birlikte mısır unundan ekmek yapılan Karadeniz Bölgesi gibi bölgelerde sert mısır ekimi yaygınlık göstermiştir. Şeker mısır ve cin mısır ise çerezlik olarak tüketilmek amacıyla ülke genelinde küçük alanlarda ekilmektedir.

Çukurova koşullarında, 28.04.2012 ile 02.09.2012 tarihleri arasında, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme arazisinde yürütülen bu çalışmada, lizimetre yöntemi kullanılarak mısır bitki su tüketimi ve bitki katsayılarının belirlenmesi araştırılmıştır. Denemede Dekalb 6589 mısır çeşidi kullanılmıştır.

Çalışmada A sınıfı buharlaşma kabı ile elde edilen yığışimli buharlaşma değerleri kullanılarak, sulama suyu miktarları hesaplanmış ve 7-8 gün aralıkla sulamalar yapılmıştır. Denemede bitki katsayılarının eldesi için FAO yaklaşımları kullanılarak çim kıyas bitki su tüketimlerinin kestirimi yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre tartılı lizimetreden elde edilen mısır bitkisinin mevsimlik su tüketimi 618.2 mm ve su bütçesi yöntemine göre ise 488.8 mm olarak belirlenmiştir. FAO-56 Penman Monteith (FAO-56 PM) yöntemine göre mevsimlik kıyas bitki su tüketim değeri ise 609.8 mm olarak kestirilmiştir. FAO-56 PM kıyas bitki su tüketimi yöntemi dikkate alınarak belirlenen bitki katsayıları başlangıç dönemi için 0.26, bitki gelişme dönemi için 1.49 ve dönem sonu için ise 0.23 olarak saptanmıştır. Mısır bitkisinin dane verimi yaklaşık 600 kg/da, 1000 dane ağırlığı 291.6 g, en yüksek yaprak alan indeksi (LAI) değeri 4.57, kuru madde miktarı 3154.86 g/m² ve hasat indeksi (HI) 0.19 olarak bulunmuştur.

TEŞEKKÜR

Çalışma konusunun belirlenmesi, yürütülmesi, sonuçlarının değerlendirilmesi aşamalarında bana her türlü desteği veren yüksek lisans tez danışman hocam Prof.Dr. Mustafa Ünlü'ye, gerek tez çalışmamda gerekse özel yaşamımda bana yol göstererek yardımlarını esirgemeyen Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü hocalarım Prof. Dr. Rıza Kanber ve Prof. Dr. Bülent Özekici başta olmak üzere tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma sırasındaki yardımlarından dolayı Dr. Levent Koç'a, laboratuvar ve arazi çalışmalarında desteğini esirgemeyen Ayşe Mine Yıldız'a ve Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Deneme alanında çalışan herkese teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim sırasında bana büyük destek veren eşim Necmettin Nur'a, annem Fatma Süheyla Çeliköz'e gösterdikleri sabırdan dolayı şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER SAYFA	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ SAYFA	X
ŞEKİLLER DİZİNİ SAYFA	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Mısır Bitkisi	7
2.2. Lizimetre Yöntemi	11
2.3. Bitki Katsayılarının Belirlenmesi	14
2.4. Mısır Su Tüketimi	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal	19
3.1.1. Araştırma Yeri	19
3.1.2. Toprak Özellikleri	20
3.1.3. Sulama Suyunun Sağlanması	22
3.1.4. İklim Özellikleri	22
3.1.5. Bitki Çeşidi	24
3.1.6. Araştırmada Kullanılan Aygıtlar	25
3.1.6.1. Tartılı Lizimetre	25
3.2. Yöntem	27
3.2.1. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi	27
3.2.1.1 Tartılı Lizimetre Yöntemi	27
3.2.1.2 Su Bütçesi Yöntemi	27

3.2.1.3 Kıyas Bitki su Tüketimine İlişkin Ampirik Modeller	28
3.2.2. Bitki Katsayılarının Belirlenmesi.....	33
3.2.3. Tarımsal İşlemler	34
3.2.3.1. Tarla Hazırlığı	34
3.2.3.2. Ekim	34
3.2.3.3. Gübreleme	34
3.2.3.4. İlaçlama ve Bakım.....	34
3.2.3.5. Sulama sistemi.....	35
3.2.3.6. Günlük Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi ve Sulama Suyunun Hesaplanması.....	35
3.2.3.7. Hasat.....	36
3.2.4. Bitki Gelişimine İlişkin Gözlem ve Ölçümler.....	37
3.2.4.1. Bitki Boyu	37
3.2.4.2. Yaprak Alan İndeksi (LAI)	37
3.2.4.3. Kuru Madde Miktarları.....	37
3.2.4.4. Hasat İndeksi	38
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	39
4.1. Mısır Bitkisinin Gelişimi	39
4.2. Toprak Su Kapsamı Değişimi.....	39
4.3. Sulama Suyu Miktarları	40
4.3.1. Bitki Su Tüketim Ölçüm Sonuçları.....	40
4.3.2. Bitki Su Tüketim Yöntemlerinin Karşılaştırılması	43
4.3.3. Mısır Bitki Katsayılarının Belirlenmesi (K_c)	47
4.4. Bitki Büyümesi	55
4.4.1 Bitki Boyu	55
4.4.2 Yaprak Alan İndeksi (LAI)	57
4.4.3. Yaprak Alan İndeksi ile Su Tüketim İlişkisi	57
4.4.4 Kuru Madde Miktarı (Biyokütle)	58
4.4.5. Dane Verimi ve Hasat İndeksi	60

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	63
5.1.Sonuçlar	63
5.2. Öneriler	64
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	77





ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1.	Türkiye’de yıllara göre mısır ekim alanı, üretimi ve verimi.....	9
Çizelge 2.2.	2015 yılına ait bölgelere göre mısır üretimi.....	10
Çizelge 2.3.	2015 yılına ait illere göre mısır ekim alanı ve üretimi.....	11
Çizelge 3.1.	Deneme alanı toprağının bazı fiziksel özellikleri	20
Çizelge 3.2.	Deneme alanı toprağının bazı kimyasal özellikleri.....	20
Çizelge 3.3.	Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Analiz Sonuçları	22
Çizelge 3.4.	Araştırma Yöresinde Büyüme Dönemindeki Uzun Yıllık ve 2012 Yılı İklim Verileri	24
Çizelge 4.1.	Deneme dönemi süresince uygulanan sulama sayısı, tarihleri ve sulama suyu miktarları (mm)	40
Çizelge 4.2.	Lizimetre bitki su tüketimi ile kıyas ve potansiyel bitki su tüketim değerleri.....	44
Çizelge 4.3.	Lizimetre bitki su tüketimi ile kıyas bitki su tüketimleri arasındaki ilişkiler.....	47
Çizelge 4.4.	Bitki su tüketimi tahmin yöntemlerine ait mısır bitki katsayıları (K_c)	48
Çizelge 4.5.	K_c _PM ve hesaplanan diğer K_c değerleri arasındaki ilişki	49



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1.	Deneme alanının genel görünümü (Google Earth).....	19
Şekil 3.2.	Deneme alanından toprak örneklerinin alınması	21
Şekil 3.3.	Çalışmada kullanılan tartılı lizimetrenin şematik gösterimi	26
Şekil 3.4.	Deneme alanındaki damla sulama sisteminin genel görünümü.....	35
Şekil 3.5.	Deneme alanındaki A sınıfı buharlaşma kabının genel görünümü	36
Şekil 4.2.	Lizimetre, su bütçesi ve FAO-56 PM yöntemlerine göre belirlenen mısır bitkisinin mevsimlik su tüketim değerlerinin zamansal değişimleri	41
Şekil 4.3.	Lizimetre yöntemine göre belirlenen günlük su tüketim değerlerinin zamansal değişimleri.....	45
Şekil 4.4.	Lizimetre ve bazı ETo modellerine göre belirlenen günlük su tüketim değerlerinin zamansal değişimleri.....	46
Şekil 4.5.	PM (a) FAOP (b) yöntemlerine ait bitki katsayıları	50
Şekil 4.6.	FAOB (a) ve FAOR (b) yöntemlerine ait bitki katsayıları	51
Şekil 4.7.	PT (a) HARG (b) yöntemlerine ait bitki katsayıları	52
Şekil 4.8.	SCSB (a) ve FAO Pan (b) yöntemlerine ait bitki katsayıları	53
Şekil 4.9.	Bitki boylarının zamansal değişimi	56
Şekil 4.10.	Yaprak alan indekslerinin zamansal değişimi	57
Şekil 4.11.	Yığışımlı bitki su tüketimi – LAI ilişkisi	58
Şekil 4.12.	Kuru madde miktarının zamana bağlı olarak değişimi.....	59
Şekil 4.13.	Kuru madde miktarları ile yığışımlı su tüketim değerleri arasındaki ilişki.....	60



SİMGELER VE KISALTMALAR

PM	: PenmanMonteith
CO ₂	: Karbondioksit
H ₂ O	: Su
ET	: Evapotranspirasyon (mm)
ET _a	: Gerçek bitki su tüketimi (mm)
FAO	: Optimum koşullarda maksimum bitki su tüketimi (mm)
VPD	: Buhar basıncı açığı (mb)
RH	: Oransal (Nisbi) Nem (%)
HI	: Hasat İndeksi
LAI	: Yaprak Alan İndeksi



1. GİRİŞ

Günümüzde sulama amacıyla tarımda kullanılan su miktarı, toplam su kaynaklarının yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır. Küresel ısınma ile birlikte mevsimsel bazı değişiklikler yaşanmakta bu sebeple de yağış zamanında ve miktarında bazı olumsuz değişimler gözlenmektedir. Bundan dolayı ülkemizde de zaman zaman kuraklıklar meydana gelmekte ve böylece yer altı ve yerüstü su kaynakları bu durumdan önemli bir şekilde etkilenmektedir. Bununla birlikte, dünya nüfusunun artması sonucu kentsel içme ve kullanım suyu ihtiyacı da gözle görülür bir şekilde artmıştır. Ayrıca, sanayileşme ile birlikte gelişen endüstriyel üretimde de su kullanımı ciddi bir şekilde çoğalmıştır. Suyun son kullanıcıya ulaştırılması enerji gerektiren bir işlemdir ve enerji maliyetlerinin yanında işçilik maliyetleri de günden güne artmaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı su kaynaklarının doğru ve etkin bir şekilde kullanımı bir zorunluluk haline gelmiştir. Dolayısıyla, su kaynakları kullanımında birinci sırayı koruyan tarım sektöründe zaten sınırlı olan su kaynaklarının verimli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bunun sağlanması da etkin sulama programlarının geliştirilmesiyle mümkün olacaktır (Gençel, 2009).

Türkiye'nin yüz ölçümü 78 milyon hektar (783.577 km²) ve tarım arazileri de 28 milyon hektardır. 2015 DSİ verilerine göre 8.5 milyon hektar olan sulanabilir alanın %73'ü yani 6.225 milyon hektarı sulamaya açılmıştır (DSİ 2015). Hedeflenen rakam ise sulanabilir alanın tamamının sulanmasıdır. Dolayısıyla su potansiyelinin etkin bir şekilde kullanılması, ülkemizin kalkınması ve sosyoekonomik gelişimi için oldukça önemlidir. Günümüzde su kaynaklarının kısıtlı olması ve bu kaynaklara olan arzın giderek artması tarımsal üretimde sulama programlarının iyi bir şekilde planlanmasını gerektirmektedir. Sulama programları sulamanın miktarının ve zamanının belirlenmesi amacıyla toprak, bitki ve meteorolojik verileri temel alan yöntemlere ihtiyaç duyarlar. Buna karşın, bitkilerin gelişimleri toprak ve atmosferik koşullardan etkilendikleri için bu koşullar ile ilgili

bilgileri de içlerinde dolaylı olarak barındırırlar. Bu sebeple sulama programlarının hazırlanmasında bitkiyi temel alan ölçümlerin kullanılması ile ilgili uygulamalar giderek artmıştır (Grimes ve ark. 1987).

Sulama programlarının başarısı, toprak içindeki suyun akışı, topraktan suyun bitkiler tarafından alınması ve suyun tekrar atmosfere aktarılması süreçlerinin iyi bir şekilde tanımlanmış olmasına bağlıdır (Yazar, 2009). Su kaynaklarının doğru bir şekilde işletilmesi, sulama programlarının yapılarak sulama sistemlerinin planlanması için öncelikle bitki su tüketiminin (Evapotranspirasyon, ET) kesin olarak belirlenmesi gerekmektedir (Demir ve Meral, 2016; Abtew ve Melesse, 2013; Güngör ve ark., 2004). Toprak yüzeyinde sıcaklığın etkisiyle oluşan buharlaşma (evaporasyon) ile bitki yapraklarında meydana gelen terleme (transpirasyon) yoluyla kaybedilen suyun toplamı bitki su tüketimi olarak tanımlanmaktadır. Bitki su tüketimi iklim, toprak ve bitki faktörlerinin bir araya gelerek oluşturduğu ve bu koşullara bağlı olarak farklılık gösteren, bu sebeple de, değişik koşullar için tekrar tanımlanması gereken bir parametredir. Bitki su tüketiminin belirlenmesinde doğrudan ölçüm yöntemi sağlıklı sonuç vermekle beraber her koşul için ölçüm yapmak zaman gerektiren bir süreçtir. Bu konuda en güvenilir yaklaşım, tartılabilir lizimetre kullanmaktır. Lizimetreler su döngüsündeki önemli noktalardan biri olan suyun yeniden atmosfere dönüşü ile ilgili oldukça hassas bilgiler vermektedir. Ayrıca, lizimetreler toprak içine süzülen suyun miktarının belirlenmesinde ve kimyasal analizler için toprak suyunun elde edilmesinde de kullanılabilmektedirler. Dolayısıyla lizimetreler ET'nin hesaplanmasında ve su niteliği ölçümlerinde kullanılan referans sistemler olarak kullanılmaya başlanmıştır, (Heatherly ve ark., 1980; Dickinson, 1981; Howell ve ark., 1991). Bununla beraber lizimetrelerin sabit bir noktada olması, diğer sistemlere göre maliyetli olmaları, her defasında sadece tek bir bitkinin çalışabilmesi ve parsel bazında bilgi vermesinden dolayı doğrudan ölçümün sınırlılıkları söz konusu olmaktadır (Reicosky ve ark., 1983; Kanber ve Steduto, 1999). Bitki su tüketimi ayrıca iklim verilerinden yararlanılarak elde

edilen tahmin eşitlikleri ile de belirlenebilmektedir (Demir ve Meral, 2016; Güngör ve ark., 2004).

Bitkisel üretimin temelini oluşturan en önemli unsurun su olduğu bilinmektedir. Fakat suyun bitki gelişimi ile verimine etkisinin ve farklı gelişme dönemlerindeki su ihtiyacının doğru bir şekilde analiz edilmesi gereklidir. Böylece bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun zamanında ve uygun miktarda karşılanmasıyla yüksek verim ve optimum bitki gelişimi sağlanarak yüksek kaliteli ürünlerin elde edilmesi mümkün olabilir (Doorenbos ve Kassam, 1986).

Sulama yönetimi sulama zamanının ve miktarının bitkinin gelişme dönemlerine göre belirlenmesinin yanı sıra sulama sisteminin işletme ve bakım süreçlerinin yönetilmesini sağlayan bir süreçtir. Sulama yönetiminde çevresel şartlardan bağımsız bir şekilde karlılık amaçlanmıştır. Bu sebeple ne zaman ve ne kadar su uygulanacağını belirlemek esas faaliyet konusunu oluşturur (Yazar, 2009).

Bu çalışmanın konusu olan, insan ve hayvan beslenmesinde önemli unsurlardan birisi olan mısır bitkisinin anavatanı Amerika kıtasıdır ve kıtanın keşfinden sonra dünyaya yayılmıştır. Mısır bitkisi Anadolu'ya 1600 yıllarında gelmiş (Kün, 1997) ve günümüzde buğdaydan sonra dünyada en çok üretilen tahıl olmuştur. Endüstride şurup, nişasta, yağ, alkol ve bira yapımında kullanılan önemli bir hammadde durumuna gelmiştir (Uçak ve ark., 2010; Süzer, 2003).

Türkiye'de mısır üretimi incelendiğinde ekiliş alanı 1988 yılında 500.000 hektar iken 2015 yılında 688.170 hektara çıkmıştır. Üretim miktarı ise 1988 yılında 2 milyon ton iken 2015 yılında 6,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Yine mısırın verim oranları incelendiğinde 1988 yılı ile 2015 yılları arasında 400 kg/dekar'dan 930 kg/dekar'a yükseldiği belirtilmiştir (TÜİK, 2015).

2015 verilerine göre Adana ilinde toplam ekim alanı 489.115 ha, tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin ekilen alanı ise 384.053 ha olarak belirtilmiştir. Bu alan içerisindeki mısırın payı dane mısır için 95.782 ha, silajlık mısır için 5.890 ha ve toplamda da 101.672 ha şeklinde verilmiştir. Adana ilinde gerçekleştirilen mısır üretimi de dane mısır için 1.015.428 ton, silajlık mısır için 259.000 ton, toplamda

da 1.274.428 ton olarak elde edilmiştir. Verim ise dane mısır için 1.060 kg ve silajlık mısır için 4.397 kg olarak gerçekleşmiştir (<https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>). Elde edilen bu veriler incelendiğinde Adana ili ülkemiz toplam mısır üretiminin ekili alan bazında % 14.7 sini ve üretim miktarı bazında %15.86'sını oluşturmaktadır. Bu durum Adana ilinde mısır bitkisi üretiminin önemli bir düzeyde olduğunu göstermektedir. Ayrıca, 1988 yılı ile 2015 yılları arasında ülke bazında gerçekleşen toplam bitkisel üretim oranlarındaki artışa dikkat edildiğinde yıllık sulama ihtiyacının giderek arttığı görülmektedir.

Seyhan Barajının 1956 yılında kurulması ve Aşağı Seyhan Ovası sulama projesinin hayata geçirilmesi ile Çukurova bölgesinde sulu tarım giderek artmış ve sulama projesi öncesi bölgede %75 olan pamuk üretimi 1960'lı yıllarda %90'a ulaşmıştır. Fakat 1974-1975 yıllarında görülen beyaz sinek zararlısının etkisi ile maliyetlerde artış ile birlikte verimde de azalma meydana gelmiş bunun sonucunda da pamuğun ekiliş oranı hızla gerilemiştir (Şengonca ve Yurdakul, 1977). 1980 yıllarında mısır ve soya için kredi olanakları ile fiyat ve pazar desteğinin sağlanması pamuk üretimini giderek azalmıştır. Özellikle 1981 yılında hayat geçen "İkinci Ürün Araştırma ve Yayım Projesi" sonrasında mısır ve soya üretiminde önemli gelişmeler sağlanmıştır. Proje öncesinde yapılan bilimsel araştırmalar buğday hasadından sonra mısır, soya, yerfıstığı gibi ürünlerin yazlık ürün olarak yetiştirilebileceğini ortaya koymuştur. Böylece üreticilere kredi desteği ve pazar garantisi verilmesi sonucu mısır üretimi Çukurova bölgesinde giderek artmıştır (Yurdakul ve Emeksiz, 1994).

Genellikle ülkemizde ekilen mısır çeşitleri at dişi mısır, sert mısır, cin mısır veya patlak mısır ve şeker mısırı gibi çeşitlerdir. Uçak ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada Çukurova bölgesinde daha çok birinci ve ikinci ürün olarak FAO (Dünya Gıda Teşkilatı)'nın değişik olum gruplarına ait farklı at dişi mısır çeşitlerinin çiftçilerce benimsenmiş ve yaygınlık göstermiş olduğunu belirtmişlerdir. Bunula birlikte mısır unundan ekmek yapılan Karadeniz Bölgesi

gibi bölgelerde sert mısır ekimi yaygınlık göstermiştir. Şeker mısır ve cin mısır ise çerezlik olarak tüketilmek amacıyla ülke genelinde küçük alanlarda ekilmektedir (Biber ve Kara, 2006; Süzer, 2003).

Bu çalışmada Çukurova yöresinde yoğun bir şekilde yetiştirilen birinci ürün mısır bitkisinin gerçek su tüketiminin tartılı lizimetre kullanılarak belirlenmesi ve FAO yaklaşımları kullanılarak çim kıyas bitki su tüketimlerinin kestirimleri yapılarak mısır bitkisinin bitki katsayılarının hesaplanması amaçlanmıştır.





2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**2.1. Mısır Bitkisi**

Mısır (*Zea Mays* L.) bitkisinin gen merkezi Amerika kıtasıdır. Dünya’da ve Türkiye’de bitkisel kökenli proteinlerin yeterli ve ekonomik üretimi için oldukça büyük öneme sahiptir.

Tipik bir sıcak iklim tahılı olan mısır minimum 9-10 °C çimlenme sıcaklığına ihtiyaç duyup, ortalama çimlenme sıcaklığı 18 °C'nin üstündedir. Büyüme sıcaklığı 25-30 °C arasında olup 15 °C'nin altına düştüğünde ilk büyüme yavaşlar ve verimde ciddi düşüslere sebep olur. Mısır toprak seçiciliği fazla olan bir bitki değildir. Gerekli bitki besin maddeleri verilerek zamanında ve doğru şekilde işlenmiş değişik tip topraklarda mısır başarıyla yetiştirilebilir. Ancak organik madde ve besin maddelerince zengin, drenajı iyi olan derin, sıcak, tınlı topraklarda mısır en iyi gelişimi ve en yüksek verimi gösterir (İşler ve Kılınç, 2016).

Larson ve Hanway (1977); Kün (1985), mısır tarımının pH 5.5 – 8.5 gibi geniş bir aralığa sahip topraklarda yapılabileceğini ancak, hafif asit ya da nötr (pH 6-7) toprakların mısır yetiştiriciliği açısından en uygun topraklar olduğunu belirtmişlerdir.

Günlük ortalama sıcaklık 20 °C olduğunda dane mısır üretimi açısından gelişme dönemi uzunluğu, erkenci çeşitlerde 80-110 gün iken orta çeşitlerde 110-140 gün arasında değişmektedir (Doorenbos ve Kassam, 1979).

Mısır bitkisinin suya en ihtiyaç duyduğu vejetatif, püskül çıkarma ve dane oluşum dönemlerinde yapılan su kısıntısının verimde önemli düşmelere neden olacağı ifade edilmiştir (Yıldırım ve ark.,1995).

Dünya’da toplam 1.5 milyar hektar tarım alanının yaklaşık 712 milyon hektarında tahıl ekimi yapılır ve bu alanın 183 milyon hektarında mısır yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tahıl ekiliş alanı içinde mısırın payı % 25.7’dir (FAO, 2014). Dünya’da 2.7 milyar ton tahıl üretilmekte olup mısırın üretim miktarı

1.038.281 bin tondur. Toplam tahıl üretimi içinde Mısırın payı ise % 38.1'dir (FAO, 2014). Mısır bitkisi, ekiliş alanı bakımından dünyada üçüncü sırada gelmesine rağmen, üretim miktarı açısından birinci sıradadır. Dünyada mısırı en fazla üreten ülkeler ABD, Çin, Brezilya, Arjantin, Meksika, Hindistan, Ukrayna, Endonezya'dır. Üretimde Türkiye dünya çapında 24. sırada gelmektedir. Geçtiğimiz 10 yıl içerisinde mısır ekili alanlar dünya genelinde % 24 oranında artarken, üretim % 42.3 oranında artmıştır (ZMO, 2016).

Genel olarak mısır bitkisi, insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılır ayrıca sanayide de birçok ürünün ham maddesini oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkelerde üretilen mısırın büyük bölümü hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Az gelişmiş ve geri kalmış ülkelerde ise insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Mısırdan elde edilen nişasta, glikoz ve mısırözü yağı ekonomide değerli bir hammadde. Özellikle ABD'de etanol üretiminde hammadde olarak mısır kullanılmaktadır (ZMO, 2016).

Ülkemizde, 1950'li yıllarda mısır üretimi Karadeniz ve Marmara Bölgeleri'nde yoğun olarak yapılırken 1980'li yıllardan sonra Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde de yapılmaya başlanmıştır. Son yıllarda ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mısır üretiminde önemli ölçüde artış olmuştur. Mısır yetiştiriciliği Akdeniz, Karadeniz, Marmara, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yaklaşık 60 ilimizde yapılmaktadır. Üretim özellikle Adana, Mardin, Şanlıurfa, Sakarya, Osmaniye, Manisa, Mersin, Kahramanmaraş, Konya, Bursa, Aydın, İzmir, Samsun, Diyarbakır ve Hatay illerinde yoğunlaşmıştır. Ülkemizde mısır ekim alanlarının % 68'i tanelik, % 32'si ise silajlık mısır olarak ekilmektedir. Çukurova, Amik Ovası ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen mısır ise pamuk, buğday ve yağlı tohumlarla nöbetleşe olarak ekilmektedir (ZMO, 2016).

Sulanır alanların artmasıyla birlikte mısır üretimi özellikle son yıllarda önemli artışlar göstermiştir. Ekim alanlarındaki artış oranı son on yılda % 14.6, üretim miktarındaki artış oranı ise % 52.3'dür. İkinci ürün olarak mısır ekimi süt ve besi hayvancılığı için kaliteli, bol ve ucuz yem kaynağı sağlamaktadır. Mısır

üretiminde verimin artırılması sulanabilir alanların varlığına ve yüksek verimli ve kaliteli tohumluk kullanımına bağlıdır (ZMO, 2016).

Türkiye’de, üretilen mısırın %78’i hayvan yemi, %15’i Nişasta sanayinde, %5’i yerel tüketim, %3’ü ise endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Mısır tüketimi 6-6.5 milyon ton arasındadır. Kişi başına düşen yıllık mısır tüketimi 19 kg civarındadır (TMO, 2013).

Çizelge 2.1. Türkiye’de yıllara göre mısır ekim alanı, üretimi ve verimi (TUIK, 2014)

Yıllar	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim(ton/dekar)
2000	5 550 000	2 300 000	414
2001	5 500 000	2 200 000	400
2002	5 000 000	2 100 000	420
2003	5 600 000	2 800 000	500
2004	5 450 000	3 000 000	550
2005	6 000 000	4 200 000	700
2006	5 360 000	3 811 000	711
2007	5 175 000	3 535 000	683
2008	5 950 000	4 274 000	718
2009	5 920 000	4 250 000	718
2010	5 940 000	4 310 000	726
2011	5 890 000	4 200 000	713
2012	6 230 000	4 600 000	739
2013	6 600 000	5 900 000	894
2014	6 590 000	5 950 000	902
2015	6 881 699	6 400 000	930
*2016	6 820 000	6 300 000	920

Çukurova bölgesi ülkemizin mısır üretim bölgesi özelliğini korumaktadır. 1980'li yıllarda yürütülen ikinci ürün mısır projesi Adana'da mısır üretimi artışında oldukça etkili olmuştur. Ayrıca, ülke genelinde toplamda 6 adet olan nişasta bazlı şeker fabrikasının 3 tanesinin Adana yöresinde yer alması, anılan bölgede yüksek kapasiteli mısır özü yağı üretim tesislerinin yer alması, ülke genelinde yem vb. mısır işleme tesisleri için gerekli ürün temininde ilk sırada olması gibi faktörler Adana'da üretimi artıran birincil etkenlerdir (ZMO, 2016).

Çizelge 2.2. 2015 yılına ait bölgelere göre mısır üretimi (ZMO, 2016)

Bölgeler	Ekilen Alan (da)	Ekim Alanında Payı (%)	Üretim (ton)	Üretimdeki Payı (%)	Verim (ton/da)
Akdeniz	2 105 100	30.59	2 285 568	36.0	1085
Güneydoğu	1 862 600	27.06	1 666 249	26.0	894
Ege	836 000	12.16	897 409	14.0	1073
Marmara	691 000	10.04	644 834	10.0	933
İç Anadolu	640 000	9.30	625 682	9.7	977
Karadeniz	710 000	10.31	253 620	4.0	357
Doğu Anadolu	37 000	0.54	26 638	0.3	719
TOPLAM	6 881 700	100	6 400 000	100	930

Çizelge 2.3. 2015 yılına ait illere göre mısır ekim alanı ve üretimi (ZMO, 2016)

İller	Ekim Alanı (Dekar)	Ekim Alan (%)	Üretim (Ton)	Üretim (%)	Verim (ton/da)
Adana	1 115 280	16.2	1 443 550	22.5	1 294
Şanlıurfa	1 508 860	22.0	1 659 746	26.0	1 100
Mardin	580 200	8.4	670 000	10.5	1 154
Osmaniye	386 845	5.7	497 834	7.8	1 286
Mersin	211 331	3.0	316 998	4.9	1 500
Hatay	230 000	3.3	296 000	4.6	1 286
6 İl Toplamı	4 032 516	58.6	4 884 128	76.3	1 211
Diğer iller	2 849 184	41.4	1 515 872	23.7	532
TOPLAM	6 881 700	100	6 400 000	100	930

2.2. Lizimetre Yöntemi

Bitki su tüketimi ölçümlerinde lizimetrelerin kullanılması 20. yüzyılın başlarında gerçekleşmiş olup mikrometeorolojik çalışmalar için kullanımında ise son 40 yıllık süreçte büyük bir aşama kaydedilmiştir. Sonraki çalışmalar ise, lizimetre verilerinin nümerik modellerin doğruluklarının kontrolünde kullanılması yönünde olmuştur (Aydınşakir ve Büyüктаş, 2005).

Toprak-bitki-su ilişkilerinin incelenmesinde kullanılan lizimetreler, bitki besin elementleri ve zirai ilaçların topraktan yıkanarak uzaklaştırılması, çevre kirliliğiyle ilgili çalışmalarda da kullanılmaya başlanmıştır (Kanber ve ark., 1991; Francaviglia ve Capri, 2000; Yang ve ark., 2002; Renaud ve ark., 2004).

Ülkemizde ilk tartılı lizimetre Topraksu Merkez Araştırma Enstitüsünde yapılmış olup sistem, lizimetre odası, tartım aleti ve toprak tankı adıyla 3 bölümden oluşmaktadır. Lizimetre ile 1990'lı yıllara kadar tartım mekanik olarak yapılırken bu yıldan sonra lizimetreler geliştirilerek tartım elektro-mekanik olarak yapılmıştır (Kanber ve ark., 1999).

Oğuzer ve ark. (1984) yonca, pamuk, pırasa, mısır ve fiğ bitkilerinin lizimetrelerle bulunan bitki su tüketim değerleriyle, A sınıfı buharlaşma kabı, Piche, Livingstone, Wild tank ve evaporimetre yöntemleriyle ölçülen buharlaşma değerlerini karşılaştırmışlardır. Birer aylık dönemlerdeki bitki su tüketimi tahmininde A sınıfı buharlaşma kabı değerlerinin kullanılabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Aydınşakir ve ark. (2003) FAO-A Sınıfı Buharlaşma Kabı yönteminin hem tarla hem de mini lizimetre koşullarında en uygun çim kıyas bitki su tüketimi hesaplama yöntemi olduğunu, bunu Penman yönteminin takip ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca mini lizimetrelerin tarla koşullarını iyi temsil etmediği sonucuna ulaşmışlardır.

Wright ve Jensen (1978) Kimberly Idaho'da, tartılı lizimetrelerde, yonca bitkisinin gerçek su tüketimini 128 günlük bir süreçte ortalama 7.23 mm/gün, Penman'ın geliştirilmiş denklemiyle hesapladıklarında ise bitki su tüketimini 7.15 mm/gün olarak bulmuşlardır. Lizimetrelerden elde ettikleri bitki su tüketimi ile hesaplanan değer arasındaki farkın standart sapması 0.84 mm/gün olmuştur.

Allen (1986) çim ve yonca ekili lizimetrelerdeki bitki su tüketim değerlerini Penman kombinasyon bitki su tüketimi eşitlikleriyle kıyaslamak için Kimberly, Idaho ve Ohio'da bir çalışma yapmıştır. Söz konusu üç bölgede Monteith ve Thom-Oliver eşitlikleri en iyi sonuçları verirken, Kimberly'de Penman ve Priestley-Taylor versiyonlu eşitlikler bitki su tüketimini düşük olarak hesaplamıştır.

Abo-Ghobar ve Mohammad (1995) yonca ekili 4.00 m² lik drenaj tipi lizimetrelerden elde edilen bitki su tüketim değerlerini üç farklı yöntemle karşılaştırmışlar ve en yüksek korelasyon değerini A sınıfı buharlaşma kabından ($R^2=0.97$) elde etmişlerdir.

Abtew ve Obeysekera (1995) kofa (*Typha dimongensis*) bitkisinin lizimetreyle belirlenen bitki su tüketim değerleri ile Penman, Penman-Monteith Priestley-Taylor modellerini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda, Penman

eşitliği 0.57 mm/gün, Penman- Monteith eşitliği 0.39 mm/gün, Priestley-Taylor eşitliği ise 0.53 mm/gün hatayla bitki su tüketimini vermiştir.

Steduto ve ark. (1996) Akdeniz'in 7 ülkesinde tartılı lizimetrede yaklaşık 3000 günlük ve drenaj tipi lizimetre 750 günlük hesaplanan bitki su tüketim değerlerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, FAO Penman-Monteith modelinin tüm ülkelerde doğru sonuçlar verdiği, ancak bu eşitliğin bazı iklim şartlarında bitki su tüketimi tahmininde düşük değerler elde edildiği sonucuna varmışlardır.

Qian ve ark. (1996) tartılı lizimetrelerle ulaştıkları gerçek bitki su tüketim sonuçları ile A sınıfı buharlaşma kabı ve Penman-Monteith eşitlikleriyle bulunan bitki su tüketim değerlerini karşılaştırmışlardır. Lizimetre ölçüm sonuçlarına en yakın değerlerin A sınıfı buharlaşma kabı değerleri olduğunu belirlemişlerdir.

Henggeler ve ark. (1996) çim bitkisinin lizimetrelerden elde ettikleri kıyas bitki su tüketim değerlerini Texas ve New Mexico'da sekiz farklı eşitlikle kıyaslamışlardır, Penman-Monteith eşitliği ile bulunan sonuçların en güvenilir yaklaşım olduğunu belirlemişlerdir.

Howell ve Steiner (1997) mısır, sorgum ve kışlık buğday bitkilerinde lizimetreleri kullanarak ulaştıkları bitki su tüketimi değerlerini, Penman- Monteith, Penman 1948, Jensen-Haise, Priestly-Taylor, ve Pan buharlaşması eşitliklerinden elde edilen değerlerle karşılaştırdıkları bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma sonunda bitki su tüketimi tahminindeki en güvenilir eşitliğin Penman-Monteith eşitliği olduğunu saptamışlardır.

Hassas tartılı lizimetreler doğrudan bitki katsayısı çalışmaları için en etkili metodolojilerden biridir. ETc'nin bilinen değerlerinin kullanılması ve ETo tahmini ile Kc doğrudan hesaplanabilir. Herhangi bir zaman aralığı boyunca çizilen Kc ile bir bitki eğrisi geliştirilebilir. Bitki eğrisi birçok hidrolojik su dengesi çalışması için, özellikle sulama planlaması ve yönetimi ve temel sulama programlarının geliştirilmesi için kullanışlıdır. Ortalama bitki katsayıları (aylık olarak) genellikle günlük zaman aralığı kullanılarak hesaplanan Kc'ye göre daha uygundur (Allen ve ark., 1998; Yrisarry ve Naveso, 2000; Triebel, 2005).

2.3. Bitki Katsayılarının Belirlenmesi

Bitki katsayısı (Kc); bir bitkinin herhangi bir gelişme dönemindeki gerçek su tüketiminin, o dönem içerisindeki kıyas bitki su tüketimine oranı olarak tanımlanır (Jensen ve ark.,1990; Kanber ve ark.,1999). Daha genel bir ifade ile bitki katsayısı; bitki su tüketiminin referans bitki su tüketimine oranı ($Kc=ET_c/ET_o$) dır (Tuna, 2014).

Bir bölgede belli bir bitki için bulunan bitki katsayısı, benzer iklime sahip bölgelerde de bitki su tüketiminin tahmininde kullanılmaktadır. Bu ilişkilendirmeyi doğru yapabilmek için arazi çalışmalarının titizlikle yapılması ve kıyas bitki su tüketimleri ölçümlerinin de doğru olması gereklidir (Jensen ve ark.,1990; İlbeyi ve Kodal,1996; Ünlü, 2000).

Shih ve ark. (1997) drenaj tipi lizimetreler ile sorgum, soya fasulyesi ve mısırın gerçek su tüketimlerini belirledikleri bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda dört büyüme dönemi için bitki katsayılarını sorgum için 0.44, 0.71, 0.87 ve 0.62, soya fasulyesi için 0.45, 0.89, 0.92 ve 0.58 ve mısır için 0.40, 0.78, 0.89 ve 0.71, olarak bulmuşlardır.

Tyagi ve ark. (2000) 4.00 m² boyutunda elektronik tartılı lizimetreler ile yaptığı araştırmada buğday ve sorgumun mevsimlik bitki su tüketimleri sırasıyla 336 ve 495 mm, bitki katsayılarını (kc) 4 bitki büyüme dönemine göre buğday için 0.50, 1.36, 1.24 ve 0.42, sorgum için 0.53, 0.82, 1.24 ve 0.85 olarak belirlemişlerdir.

2.4. Mısır Su Tüketimi

Bitki için uygun sulama zamanı belirlenmesi çok önemlidir. Sulama, bitkinin su stresine duyarlı olduğu dönemde geciktirildiğinde, bir sonraki sulama zamanında uygulanan su miktarı arttırılsa bile verim düşmektedir. Sulama aralığını bir takvime ya da sabit bir sulama programına bağlamaktansa bitkinin gelişim dönemlerine göre farklılık gösteren su ihtiyacını karşılayan sulama zamanı ve sulama miktarı belirlenmelidir (Doorenbos ve Pruitt, 1977).

Tarsus Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsünde Çukurova koşullarında ikinci ürün mısırdaki su-verim ilişkilerini belirlemek için yapılan araştırmada sulama suyu ihtiyacı 290-427.8 mm, mevsimlik su tüketiminin ise 474.2-530.9 mm arasında olduğu bulunmuştur. Ağustos ve Eylül aylarında su tüketiminin en yüksek olduğu gözlenmiştir (Kanber ve ark., 1990).

Gelişimini hızlı tamamlayan ve su stresine duyarlı bir bitki olan mısır 6-7 yapraklı döneminde sulanmaya başlanmalı, sapa kalkma, çiçeklenme ve dane dolum aşamalarında da sulamalar yapılmalıdır. Çukurova şartlarında her sulamada 100-150 mm arasında ortalama 5-6 kez sulama yapılmalıdır (Gençoğlu, 1996).

Eskişehir şartlarında Oylukan ve Güngör (1975)'ün yaptıkları araştırmada mısırın su tüketimini 725 mm, sulama suyu gereksinimini ise 400 mm olarak belirlemişlerdir. Günbatılı (1979), Tokat/Kazova'da yaptığı 4 yıllık çalışmanın ortalamalarına göre mısır bitkisinin mevsimlik su tüketimini 637 mm, sulama suyu ihtiyacını 386 mm ve ortalama günlük su tüketimini ise 4.2 mm olarak bulmuştur. Temmuz ayında ortalama günlük su tüketiminin 6.81 mm ile en yüksek seviyede olduğunu tespit etmiştir. Mısıra ilk suyu tepe püskülü devresine yaklaştığında ya da diz boyuna geldiğinde, ikinci suyu tepe püskülü aşamasında, üçüncü suyu ise süt olum döneminde verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Yetiştirme yapılan bölgenin toprak, bitki ve iklim özelliklerine göre bazen hem diz boyu seviyesinde hem de tepe püskülüne yaklaştığında su verilip sulama sayısı artabileceğini vurgulamıştır (Kara, 2011).

Ayla (1993), mısır bitkisi su tüketimini belirlemek için Bolu koşullarında yaptığı üç yıllık çalışmada, toplam sulama suyu ihtiyacının 310-320 mm olduğunu ve toplam su tüketimi ortalamasının 550 mm olduğunu belirlemiştir. Su tüketiminin en fazla Temmuz ayında 155 mm ve Ağustos ayında 160 mm olduğunu verimin ise 832 kg/da olduğunu belirtmiştir.

Öğretir (1993), Orta Anadolu şartlarında mısırdaki su-verim ilişkisinin belirlenmesi, mısırın dört farklı dönemini kapsayan ve su yetersizliğinin dane verimine etkisini belirleme amaçlı 14 konuyu içeren bir çalışma yürütmüştür.

Deneme sonunda su sıkıntısı olmayan ve dört defa sulama yapılarak en yüksek verimin elde edildiği konuda sulama suyu ihtiyacını 440 mm, su tüketimini ise 659 mm olarak belirlemiştir.

İzmir-Bornova koşullarında yetiştirilen mısır bitkisi için Anar (1994)'ın hazırlandığı optimum sulama programında, Bornova Ovası için mısırın mevsimlik su tüketimi 769.6 mm, net sulama suyu ihtiyacı 636.1 mm ve toplam sulama suyu ihtiyacı ise 978.6 mm olarak hesaplanmıştır. Verimin yüksek olması için 9 kez sulama yapılması gerektiğini belirtmiştir. Gündüz ve Beyazgül (1999), Balıkesir şartlarında mısır bitkisiyle yaptıkları çalışmada sulama suyu ihtiyacını 586 mm ve bitki su tüketimini ise 761 mm olarak belirlemişlerdir.

Hong Kong'da Shaozhong ve ark. (2000)'nın, mısır su tüketimini belirlemek için yaptıkları çalışmada toplam bitki su tüketimini 442.72 mm olarak bulmuşlardır. İstanbulluoğlu ve ark. (2002), yaptıkları bir çalışmada mısır bitkisinin gelişme dönemlerini dikkate alarak sulama planı yapmışlardır. Vejetatif, püskül ve koçan dönemlerinde su kısıntısının uygulandığı kontrol konusunda en yüksek mevsimlik su tüketimi (ET) 586 mm olarak hesaplanmıştır. ET en yüksek Temmuz ayında; 217 mm olarak ölçülmüştür.

Yazar ve ark. (2002), Şanlıurfa Konuklu bölgesinde killi toprak yapısına sahip arazide; Pioneer-3394 hibrid mısır çeşidi kullanarak bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada üç ayrı sulama miktarı (% 100, % 67, % 33) ile 3 ve 6 günde bir olmak üzere iki farklı sulamayı damla sulama sistemiyle uygulamışlardır. Kesintisiz sulama uygulanan konuda 581 mm su tüketilmiştir.

Tanzanya'da Igbadun ve ark. (2006), mısır bitkisinde sulama programları oluşturulması için bilgisayarda simülasyon modelini kullanarak araştırma yapmışlardır. Beş ayrı sulama sıklığı (7, 9, 10, 12 ve 14 günde bir), iki farklı sulama miktarı (30 ile 70 mm) konusunda dane verimi, sulama miktarı ve mevsimsel evapotranspirasyon açısından karşılaştırmışlardır. Araştırmaya göre 7 günü geçen sulama aralıklarında dane verimi düşüşleri olmuştur. 7 günlük periyotta 45 mm'den daha az sulama yapılan uygulamada su kullanım verimliliği

diğerlerinden daha fazla olmuştur. En uygun sulama programı; verimin en yüksek, sızma kayıplarının minimum olduğu, 9 günde bir 50 mm sulamanın yapıldığı ve 10 günde bir 55 mm sulamanın yapıldığı konulardan elde edilmiştir.





3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yeri

Çalışma Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme arazilerinde, birinci ürün mısır yetiştirme döneminde, 28.04.2012 ile 02.09.2012 tarihleri arasında yapılmıştır. Konumu 37° 02' enlem ve 35° 22' boylamları arasında olan deneme alanı denizden 20 m yükseklikte yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Deneme alanının genel görünümü (Google Earth)

3.1.2. Toprak Özellikleri

Düz ve düze yakın topografyada yer alan Deneme alanı toprakları, Mutlu serisi içerisinde. Tüm profil yüksek oranda şişme özelliği olan ince kil içermekte olup kireççe orta derecede zengin ve koyu kırmızıya yakın kahverengi topraklardır. Kurak aylarda, 2-4 cm genişliğinde ve 150 cm'den daha derin çatlaklar oluşabilmektedir. Deneme alanı topraklarına ait bazı fizikler ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1 ve 3.2'de verilmiştir (Özbek ve ark., 1974).

Çizelge 3.1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Toprak Dane Büyüklük Dağılımı			Bünye	Hacim Ağırlığı (g.cm ⁻³)	Tarla Kapasitesi (g.g ⁻¹)	Solma Noktası (g.g ⁻¹)
	Kum(%)	Silt(%)	Kil(%)				
0-30	27.6	21.2	51.2	Kil	1.19	34.4	17.5
30-60	27.5	19.1	53.4	Kil	1.16	36.7	18.2
60-90	28.4	18.1	53.5	Kil	1.15	38.4	19.1
90-120	27.4	19.1	53.5	Kil	1.25	37.8	19.4
120-150	25.3	21.3	53.4	Kil	1.24	37.0	18.7

Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının bazı kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	Doygunluk (%)	pH	Tuz İçeriği dS/m ⁻¹	K ₂ O kg.ha ⁻¹	P ₂ O ₅ kg.ha ⁻¹	Organik madde(%)
0-30	64.6	7.87	0.21	473	25	1.34
30-60	67.3	7.61	0.12	473	29	1.07
60-90	69.3	7.81	0.14	-	-	-
90-120	66.5	7.97	0.13	-	-	-
120-150	72.4	7.64	0.18	-	-	-

Fiziksel ve kimyasal analizler yapmak için 120 cm profil derinliğinden 30 cm'lik katmanlar halinde sistematik örnekleme esasına göre bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır (Petersen ve Calvin, 1965, Benami ve Diskin, 1965) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2.Deneme alanından toprak örneklerinin alınması

3.1.3. Sulama Suyunun Sağlanması

Denemede kullanılan sulama suyu, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Araştırma Uygulama Çiftliğinden geçen DSİ sulama kanalından sağlanmıştır. Kullanılacak sulama suyuna ait örnekler USSSL (1954)'de verilen esaslardan, abak ve çizelgeler kullanılarak laboratuarda analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 3.3'de verilmiştir. Analizler sonucunda sulama suyu C₂S₁ sınıfı olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Analiz Sonuçları

Sulama Suyu Sınıfı	EC (dS.m ⁻¹)	pH	Kasyonlar(me/l)				Anyonlar(me/l)				% Na	SAR
			Na ⁺	C ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	CO ₃	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻		
C ₂ S ₁	0.260	7.1	1.07	2.15	1.23	0.04	-	2.29	0.72	1.48	23.8	0.82

3.1.4. İklim Özellikleri

Araştırma bölgesi olan Adana ilinde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Deneme alanındaki istasyon gözlem sonuçları ise yıllık ortalama sıcaklık 19.13 °C, en sıcak ay Ağustos ayı 37°C, en soğuk ay Şubat ayı 3.3°C'dir. Yıllık toplam yağış değeri 1073 mm, ortalama yıllık oransal nem %64.3, toplam buharlaşma 1490.5 mm/yıl, ortalama rüzgar hızı 0.97 m/sn'dir

Çukurova'da mısır yetiştirme döneminde (Nisan-Eylül) uzun yıllık ortalama minimum ve maksimum sıcaklıklar Nisan ve Ağustos aylarında sırasıyla 17.2-28.2°C iken, deneme yılında da Nisan ve Ağustos aylarında 18-29.6°C olmuştur. Bitki gelişim döneminde uzun yıllar sıcaklık ortalaması 24.28°C olup, deneme yılında ise 25.20°C olarak gözlemlenmiştir.

Bölgenin bitki gelişim dönemine denk gelen uzun yıllık ortalama oransal nem değeri % 64.13 dolaylarındadır. Özellikle yaz aylarında, sulama döneminin başlaması ve hava sıcaklığının artmasına bağlı olarak en yüksek değere ulaşan

oransal nem değerleri, kış aylarında düşüş göstermektedir. Bitki gelişim döneminde uzun yıllık minimum ve maksimum oransal nem değerleri Eylül % 60.2, Nisan ve Temmuz % 65.9, deneme döneminde ise Eylül %59.2 ve Mayıs % 68.5 olarak gözlemlenmiştir.

Uzun yıllık ortalama toplam yağışın 644.6 mm olduğu yörede, yağışlar yıl içinde homojen dağılımda olmayıp % 90'ı kış aylarında görülmektedir. Mısır bitkisinin gelişim dönemindeki uzun yıllık yağış ise 143 mm'dir. Deneme yılında en fazla yağış 303 mm ile Aralık ayında, en az yağış Temmuz ayında 4.2 mm olarak gözlemlenmiş olup Ağustos ve Eylül aylarında ise hiç yağış olmamıştır. Deneme yılı bitki gelişim dönemindeki yağış 110.8 mm olup, uzun yıllık bitki gelişim dönemindeki yağışa (143 mm) oranla % 22.51 düşüş göstermiştir.

Bölgenin bitki gelişim dönemindeki uzun yıllar metre kareye düşen ortalama günlük güneşlenme şiddeti $22.15 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{gün}$ olup, deneme yılında ise bu ortalama $23.7 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{gün}$ olarak gözlenmiştir. Aynı dönem için rüzgar hızı ise uzun yıllarda ortalama 1.83 m/s olup, çalışmanın yürütüldüğü dönemde ise ortalama 0.68 m/s olarak ölçülmüştür.

Bitki gelişme döneminde buharlaşma verilerine bakıldığında uzun yıllar için toplam 1139.9 mm, deneme yılında ise 1131 mm olduğu görülmüştür. Böylece aylık ortalama buharlaşma uzun dönem verilerine kıyasla % 0.78 azalma göstermiş ve 188.5 mm olarak hesaplanmıştır. Yine aynı dönem için uzun yıllık buhar basıncı açığı ortalama 10.28 mb iken deneme yılına ait ortalaması ise 12.3 mb olmuştur. Yöreye ait uzun yıllık iklim verileri Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne bağlı Adana Bölge Müdürlüğünden; denemenin yapıldığı 2012 yılına ait iklim verileri ise çalışmanın yürütüldüğü alanda bulunan otomatik kayıt yapabilen iklim istasyonundan alınmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Araştırma Yöresinde Büyüme Dönemindeki Uzun Yıllık ve 2012 Yılı İklim Verileri

Yıl	İklim Ögeleri	AYLAR					
		Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Uzun Dönem	Sıcaklık, °C (1930-2008)	17.20	21.50	25.30	27.90	28.20	25.60
	Oransal Nem, % (1930-2008)	65.9	64.2	63.4	65.9	65.2	60.2
	Yağış, mm (1932-2007)	51.4	45.8	19.0	6.2	5.5	15.1
	Rüzgar Hızı, m/s ⁻¹ (1929-1990)	1.80	1.80	1.90	2.00	1.90	1.60
	Güneşlenme Şid. MJ/m ⁻² gün (1969-2002)	20.10	19.80	24.60	26.30	22.20	19.90
	Açık Yüzey Buharlaşması, mm(1960-2010)	117.0	167.5	212.6	238.6	224.8	179.4
	Buhar Basıncı Açığı, mb (1929-1990)	6.0	8.4	10.9	11.9	12.5	12.0
Araştırma Yılı (2012)	Sıcaklık, °C	18.0	21.2	26.1	28.9	29.6	27.4
	Oransal Nem, %	62.1	68.5	65.2	63.1	59.6	59.2
	Yağış, mm	18.0	80.8	7.8	4.2	0	0
	Rüzgâr Hızı, m/s ⁻¹	1.0	1.1	0.6	0.4	0.5	0.5
	Güneşlenme Şid. MJ/m ⁻² gün	20.8	21.0	27.0	27.0	25.1	21.2
	Buharlaşma, mm	110.1	145	214.3	241.3	249.2	171.1
	Buhar Basıncı Açığı, mb	7.8	7.9	11.8	14.7	16.8	14.9

3.1.5. Bitki Çeşidi

Araştırmada; dik, koyu yeşil yapraklı, koçanların bitki boyunun orta kısmında tutulduğu, toprak seçiciliği olmayan, stres koşullarına (sıcak ve kurak) ve

yaprak hastalıklarına toleransı yüksek olan Dekalb DKC-6589 mısır çeşidi kullanılmıştır. Bitki sıklığı ekimde 8 500-9 500 tohum/dekar tavsiye edilmektedir.

3.1.6.Araştırmada Kullanılan Aygıtlar

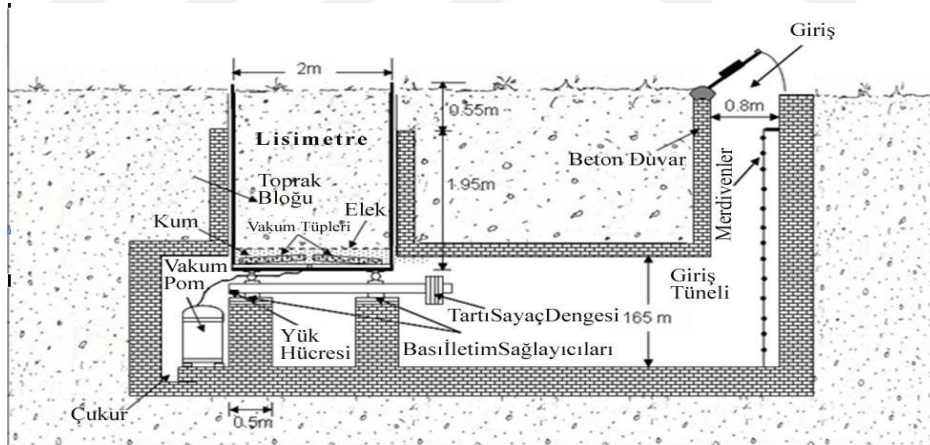
3.1.6.1.Tartılı Lizimetre

Çalışmanın yürütüldüğü 2012 yılı mısır yetiştirme dönemindeki araştırmada evapotranspirasyon ölçümleri için arazinin ortasına yerleştirilmiş tartılı lizimetre kullanılmıştır. Lizimetrenin teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Tartılı Lizimetre 2.0x2.0x2.5 m boyutlarındadır (Derinlik 2.5 m'dir).
- Kazılan alanının yan duvarları (perde duvar) 0.30m kalınlığında betonarme duvar; tabanı ise 0.10 m kalınlığında blokaj ve üstünde 0.20m kalınlığında betonarmeden yapılmıştır.
- Lizimetre sisteminin zemininde bir drenaj çukuru (0.5×0.5×0.5m boyutlarında) olup, drenaj suları (lizimetre iç tankından vakum sonucu gelen ve çevreden sızabilen) toplanıp dışarı atılmaktadır. Bu amaçla 33.0 kPa'lık emme, 101.0 kPa basma özelliği uygulayabilen bir pompa kullanılmıştır. Gerekli güç, elektrik motoru ile sağlanmıştır.
- Dış ve iç tanklar arasındaki boşluk, her bir kenarda 0.015m'yi geçmeyecek şekilde bırakılmış, böylece iç ve dış tankın birbirine sürtünmeden rahatlıkla hareket edebilmeleri sağlanmıştır.
- Dış ve iç tankların toprak yüzeyinde kalan kenarları, özel plastik örtülerle kapatılarak yağış ve sulama suyu girişleri önlenmiştir. Ayrıca, lizimetre sisteminde sızma testleri yapılarak tam sızdırmazlığın sağlandığı belirlenmiştir.
- Lizimetre iç tankının doldurulması işleminde aynı araziden lizimetrenin hemen yakınından 30cm'lik katmanlar halinde alınan, ayrı ayrı yerlerde istiflenen ve doğal açık hava şartlarında kurutulan bozulmuş topraklardan

yararlanılmıştır. Alınan topraklar arazideki dizilişlerine göre tankın tabanından yukarı doğru yine 30 cm'lik katmanlar halinde doldurulmuştur.

- Tank tabanına, 0.10 m derinliğe, vakum drenaj sistemi yerleştirilmiştir. Vakum drenaj sistemi 16 adet paslanmaz çelik filtre tüplerden oluşmuştur. Tüpler, 760mm boyunda, 38 mm çapında ve 0.5 m'ye delik açıklığında olacaktır.
- İç tankın (toprak tankı) üst kenarı toprak yüzünden 0.07 m yukarıda olacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmiştir.
- Lizimetre sistemi, tartım mekanizması için, 15 ton kapasiteli elektronik ve mekanik tartım sistemi yapılmış olup, 100 gram hassasiyetle tartım yapabilme özelliğine sahiptir.
- Tartım sistemi, elektronik olarak ölçtüğü verileri her 5 dakikada doğrudan doğruya data logger (veri kaydedici) ye kaydedebilecek biçimde bütün alet, ekipmanları içermektedir.



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan tartılı lizimetrenin şematik gösterimi (Ünlü ve ark., 2010)

Lizimetre tankına yerleştirilen toprak Deneme alanından alınmıştır. Sistem, bozulmuş toprak profilini içermektedir. Arazide açılan bir profil çukurundan 30

cm'lik katmanlar halinde 250 cm'ye dek alınan toprak örnekleri, aynı şekilde aşağıdan yukarı doğru tanka yerleştirilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi

3.2.1.1 Tartılı Lizimetre Yöntemi

Araştırmada tartılı lizimetre yöntemi ile gerçek su tüketim değerleri ölçülmüştür. ET ölçümleri için aşağıdaki su bütçesi eşitliği kullanılmıştır.

$$(P + I + Cp + Rfc) - (ET + Dp + Rfo) = \pm \Delta W \quad (3.1)$$

Eşitlikte ilk aynacın içerisindeki simgeler, giren su akımını (P , yağış; I , sulama suyu; Cp , kılcal yükseliş; Rfc , yüzey akış); ikinci aynac içerisindekiler ise çıkan su akışını (ET , bitki su tüketimi; Dp , derine süzülme veya drenaj suyu; Rfo , yüzey akış). ΔW , ise toprak suyu içeriğindeki değişimleri göstermektedir. Lizimetrelerde genellikle Cp , Rfc ve Rfo değerleri sıfırdır. Birimler mm boyutundadır. Bu durumda eşitlik ET için çözümlerse,

$$ET = P + I - Dp \pm \Delta W \quad (3.2)$$

Tartılı lizimetre sisteminde Eşitlik 3.2'deki P (yağış), I (sulama suyu) ve ΔW (toprak suyu içeriğindeki değişimler) otomatik olarak sistem tarafından tartılıp kaydedilmiştir. İki tartım arasındaki fark doğrudan su tüketimini vermektedir.

3.2.1.2 Su Bütçesi Yöntemi

Bitki su tüketimi ölçümleri tarla parsellerinde aşağıdaki su bütçesi eşitliği ile belirlenmiştir.

$$I + P = ET_a - \Delta S + R + D \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

I = Sulama suyu miktarı

P = Etkili yağış

ET_a = Gerçek bitki su tüketimi

ΔS = Toprak su depolanmasındaki değişim

R = Yüzey akış

D = Drenaj veya derine sızma

Birimler mm boyutundadır.

3.2.1.3 Kıyas Bitki su Tüketimine İlişkin Ampirik Modeller

Çalışmada kıyas bitki su tüketimi hesaplamasında Penman-Monteith Eşitliği, FAO Penman, Priestly Taylor, FAO Radyasyon, FAO Blaney–Criddle, SCS-Blaney-Criddle, Hargreaves, FAO Pan ampirik modelleri kullanılmıştır.

FAO-56 Penman–Monteith

FAO-56 Penman–Monteith eşitliği aşağıdaki formatıyla kullanılmıştır (Allen ve ark., 1998).

$$ET_0 = \frac{0.48\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{(T + 273)} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (3.4)$$

Eşitlikte,

ET₀ kıyas bitki su tüketimi (mm gün⁻¹);

R_n, bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ m⁻²gün⁻¹);

G, toprak ısı akısı (MJ m⁻²gün⁻¹);

T , 2 m yükseklikteki ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$);

U_2 , 2 m yükseklikte ölçülen rüzgar hızı (m s^{-1});

e_s , doymuş buhar basıncı(kPa);

e_a , gerçek buhar basıncı (kPa); ($e_s - e_a$) buhar basıncı açığı (kPa);

Δ , buhar basıncı eğrisinin eğimi ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$);

γ psikrometrik katsayı ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$); 900 değeri birimlerin dönüştürülmesi ve ρ , c_p , r_a gibi değişkenlerin yerine koyulmasıyla elde edilen kıyas bitki katsayısı ($\text{k J}^{-1} \text{ kg K}$); 0,34 rakamı, rc/ra oranından ($70/208=0,34$) elde edilen kıyas bitkisi için rüzgar katsayısı, ($\text{k J}^{-1} \text{ kg K}$) ve 0,408 ise $\lambda=2,45 \text{ MJ kg}^{-1}$ için $1/\lambda$ değeridir.

FAO Penman

Doorenbos and Pruitt, (1977) tarafından oluşturulan FAO-24 düzeltilmiş Penman Denklemi, Jensen ve ark. (1990) tarafından geliştirilmiştir. Eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$ET_0 = c \left[\frac{\Delta}{\Delta + \gamma} R_n + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f(u)(e^0 - e_a) \right] \quad (3.5)$$

Burada,

ET_0 = kıyas bitki su tüketimi (mmgün^{-1})

Δ = buhar basıncı-sıcaklık eğrisi eğimi ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$)

γ = psikrometrik katsayı ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$)

R_n =net radyasyon (mm veya mbar)

C =düzeltme katsayısı (Frevert *et al.* 1983; Cuenca 1989) (gün^{-1})

$f(U)$ = rüzgar fonksiyonu

e_s =doymuş buhar basıncı (mbar)

e_a =gerçek buhar basıncı (mbar)

Rüzgar fonksiyonu ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir (Doorenbos and Pruitt 1977);

$$f(U) = 0.27 \left(1 + \frac{U_2}{100} \right) \quad (3.6)$$

Formüldeki U_2 terimi, 2 m yükseklikteki rüzgâr hızını belirtmektedir (km gün⁻¹).

Priestley-Taylor

Priestley-Taylor eşitliği, Burman *et al.* (1983), Jensen *et al.* (1990) tarafından önerilen şekliyle kullanılmıştır.

$$ET_p = \alpha \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (R_n - G) \quad (3.7)$$

Eşitlikte, ET_p potansiyel bitki su tüketimi (mm gün⁻¹); R_n , bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ m⁻² gün⁻¹); G toprak ısı akısı (MJ m⁻² gün⁻¹); Δ buhar basıncı eğrisinin eğimi (kPa °C⁻¹);

γ psikrometrik katsayı (kPa °C⁻¹); α bir küçültme katsayı ve $\alpha=1.26$ alınmıştır.

Priestley-Taylor Eşitliğinin kullanılmasında gerekli olan ögeler, Burman *et al.* (1983) tarafından verilen denklemler kullanılarak kestirilmiştir.

FAO Radyasyon

Makking tarafından (1957) geliştirilen eşitliğin değiştirilmiş şekli olan FAO-24 Radyasyon eşitliği Doorenbos and Pruitt, (1977) tarafından aşağıda haliyle verilmiştir.

$$ET_0 = a + b \left[\frac{\Delta}{\Delta + \gamma} R_s \right] \quad (3.8)$$

Eşitlikte ET_0 , kıyas su tüketimi (mm gün^{-1}), tanımlayıcı katsayılardan, $a=-0.3$ (mm gün^{-1}) ve b ise gündüz rüzgârı ve ortalama oransal nem değerleri ile değişen bir düzeltme etmenidir (Frevert *et al.* 1983). R_s , solar radyasyon (mm gün^{-1}); $\Delta / \Delta + \gamma$ değeri ise W ile gösterilen ağırlık etmeni. Ağırlık etmeni, W , toprak yüzey radyasyonu (R_s) ile kıyas bitki su tüketimi (ET_0) arasındaki ilişki üzerine yükseklik ve sıcaklığın etkisini yansıtır (Doorenbos and Pruitt 1977).

FAO Blaney–Criddle

Blaney-Criddle Eşitliği (Blaney and Criddle 1950), kıyas bitki su tüketiminin (ET_0) hesaplanmasında, minimum oransal nem, güneşlenme ve rüzgar hızı gibi değerlerin genel düzeyleri de hesaba katılarak, iklimin bitki sulama suyu ihtiyacı üzerine etkisini en doğru biçimde kestirmek için, Doorenbos and Pruitt (1977) tarafından yenilenmiştir. FAO tarafından değiştirilen Blaney-Criddle Eşitliği aşağıda verilmiştir

$$ET_0 = a_b + b_b f \quad (3.9)$$

Eşitlikte, ET_0 kıyas bitki su tüketimi, (mm gün^{-1}); a_b ve b_b , ET_0 ve f arasındaki bağıntıyı gösteren doğrusal eşitliğin katsayılarıdır. Çalışmada, ET_0 kestiriminde daha büyük bir duyarlılık sağlamak için anılan katsayılar Frevert *et al.* (1983) tarafından önerilen yaklaşım kullanılarak hesaplanmıştır. Eşitlikteki f , Blaney-Criddle etmeni (mm gün^{-1}) ve aşağıdaki eşitlik aracılığı ile belirlenmiştir.

$$f = p (0.46T + 8.13) \quad (3.10)$$

SCS-Blaney-Criddle

Blaney-Criddle Eşitliği (Blaney and Criddle, 1950) Soil Conservation Servis (SCS) tarafından 1967 yılında değiştirilerek (USDA-SCS, 1967) aşağıdaki halini almıştır.

$$ET_p = \sum_{i=1}^n k_i f_i = KF \quad (3.11)$$

$$f = \frac{pT}{100} \quad (3.12)$$

Eşitliklerde ET_p potansiyel bitki su tüketimi (inch gün⁻¹); k_i aylık Blaney-Criddle bitki katsayısı; f_i aylık su tüketim etmeni; p yıllık gündüz saatlerinin aylık yüzdeleri; T aylık ortalama sıcaklık, (°F); n , büyüme mevsimi içerisindeki ayların sayısı; K mevsimlik Blaney-Criddle bitki katsayısı; F teksele aylara ilişkin f değerlerinin toplamı ($F = \sum f_i$); ET tam ürünün alınmasını sağlayan bitki su tüketimi, (inch ay⁻¹).

Söz konusu eşitlik, metrik sisteme çevrilip yapılan değişiklikler dikkate alınarak, aşağıda verilen şekliyle kullanılmıştır.

$$ET_p = (1.8T + 32)(0.79T + 6.1)(p)(k_{cc})(1/100) \quad (3.13)$$

Eşitlikteki ET_p potansiyel su tüketimi (mm gün⁻¹); k_{cc} , bitkinin büyüme döneminin ve kök yapısının ET üzerine olan etkisini yansıtan bir katsayı, (bitki gelişme dönemi Blaney-Criddle katsayısı da denmektedir).

Hargreaves

Hargreaves ve Samani (1982, 1985) tarafından elde edilen eşitlik Allen *et al.* (1998) tarafından aşağıdaki gibi değiştirilmiştir.

$$ET_o = 0.0023R_a (T_{\max} - T_{\min})^{0.5} (T_{\text{mean}} + 17.8) \quad (3.14)$$

Eşitlikte ET_o kıyas bitki su tüketimi, (mm gün^{-1}); T_{mean} ortalama günlük hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$); $T_{\max}$ günlük maksimum hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$); $T_{\min}$ günlük minimum hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$); R_a atmosfer dışı (extraterrestrial) radyasyon (mm gün^{-1}).

FAO-Pan Buharlaşma Yöntemi

Doorenbos ve Pruitt (1992) tarafından verilen esaslara göre hesaplanmıştır. Bu amaçla aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$ET_o = K_{\text{pan}} \times E_{\text{pan}} \quad (3.15)$$

Eşitlikte; K_{pan} , pan buharlaşma katsayısı; E_{pan} , ise A sınıfı buharlaşma kabından okunan günlük buharlaşma değerleridir.

Eşitliğin çözümünde Doorenbos ve Pruitt (1992)'de verilen çizelge ve abaklardan yararlanılmıştır. Pan buharlaşma katsayısı olarak yörenin nem, rüzgar hızı ve buharlaşma havuzunun konumlandırıldığı yer dikkate alınarak 0.75 değeri kullanılmıştır.

3.2.2. Bitki Katsayılarının Belirlenmesi

Bitki katsayılarının hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Doorenbos ve Pruitt, 1992).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (3.16)$$

Eşitlikte; K_c , bitki katsayısı; ET_c , deneysel su tüketimi (gerçek su tüketimi, tam sulanan bitkilerden elde edilen ET); ET_o , FAO-56 Penman-Monteith yöntemiyle kestirilen, çim kıyas bitki su tüketimidir (Allen ve ark., 1998).

3.2.3. Tarımsal İşlemler

3.2.3.1. Tarla Hazırlığı

Mısır çalışmasının yürütüleceği deneme alanı toprağı goble-disk çekilerek ekim için hazırlanmıştır. Kültivatör ve tapan çekilerek tohum yatağı hazırlanmıştır. Ayrıca, lizimetrenin üzeri elle temizlenerek tohum yatağı hazırlanmıştır.

3.2.3.2. Ekim

Denemede araziye mısır ekimi 28.04.2012 tarihinde, pnömatrik mibzerle 6-8 cm derinliğe sıra arası 70 cm, sıra üzeri 18 cm olacak şekilde yapılmıştır. Ekimden sonra loğ çekilmiştir. 13.05.2012 ve 21.05.2012 tarihlerinde traktör ile çapa yapılmıştır. Lizimetrede ekim işlemi ise, 2m×2m'lik lizimetre tank alanı üzerine, yine aynı tarihte arazi koşullarına benzer şekilde elle yapılmıştır. Ekimden sonra lizimetre tank toprağı ise elle sıkıştırılmıştır.

3.2.3.3. Gübreleme

Çalışmada mısır bitkisine saf madde olarak dekara 20 kg azot ve 10 kg fosfor P_2O_5 düşecek şekilde gübreleme yapılmıştır (Köksal,1995).

3.2.3.4. İlaçlama ve Bakım

Mısır tohumları ekimden önce tohum ilacı ile toprak altı zararlılarına karşı ilaçlanmıştır. Gerektiğinde zararlı otlar elle de temizlenmiştir. Denemede mısır bitkisinin yetiştirme dönemi süresince oluşabilecek hastalık ve zararlılarla mücadele konusunda Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünün görüşü alınmıştır.

3.2.3.5.Sulama sistemi

Damla sulama yöntemi ile sulanan mısır denemesinde 7-8 günde bir sabit aralıkla sulama yapılmıştır. Damlatıcı aralığı 0.35 m ve 100 kPa işletme basıncında damlatıcı debisi 4 L/h olan $\phi 16$ mm çapındaki lateraller iki bitki sırası arasına 0.70 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Sulama sistemi denetim birimi, gübre tankı, kum-çakıl filtre, disk filtre, su sayaçları, manifold, vanalar, lateraller ve bağlantı parçalarından oluşmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Deneme alanındaki damla sulama sisteminin genel görünümü

3.2.3.6.Günlük Buharlaşma Miktarının Ölçülmesi ve Sulama Suyunun Hesaplanması

Çalışmada buharlaşma miktarları, deneme alanında bulunan A sınıfı buharlaşma kabı ile ölçülmüştür. Her gün saat 08.00’da mikrometre kullanılarak su düzeyi ölçülmüştür. Bu değer ile bir önceki su düzeyi farkı bulunarak günlük

buharlaşma miktarı tespit edilmiş ve bir haftalık toplam buharlaşma değerleri, sulama suyu hesaplamalarında kullanılmıştır. Eksilen su miktarı kadar kabın üst yüzeyinden 5cm boşluk olacak şekilde su eklenmiştir (şekil 3.4).

Sulama suyu miktarı aşağıda verilen eşitlik kullanılarak belirlenmiştir.

$$IW=E_{pan} \times K_{cp} \times P_w \quad (3.17)$$

Eşitlikte; K_{cp} : Bitki-pan katsayısı; E_{pan} : Sulama aralıklarındaki yığışımlı buharlaşma miktarı, mm; P_w , Islatma yüzdesi, % (Çalışmada P_w : 1 alınmıştır).



şekil 3.5. Deneme alanındaki A sınıfı buharlaşma kabının genel görünümü

3.2.3.7. Hasat

Bitkilerin hasat olgunluklarının tespiti, danelerin olgunlaşması, sap ve yaprakların sararmasıyla birlikte mısır hasadı 02.09.2012 tarihinde elle yapılmıştır.

3.2.4. Bitki Gelişimine İlişkin Gözlem ve Ölçümler

Denemede gözlem ve ölçümler mısırın çıkmasıyla başlamış ve bitki gelişiminin tamamlandığı fizyolojik olgunluğa kadar, belirli aralıklarla devam etmiştir. Çalışmada açık alan ve lizimetre üzerindeki mısır bitkisinin gelişimi birbirine oldukça yakın bir tavır sergilediğinden, bitki gelişimi ile ilgili ölçümler araziye temsil eden alanlardan alınmıştır.

3.2.4.1. Bitki Boyu

Çalışmada, mısır bitkisinin gelişiminin izlenmesi amacıyla bitki boy ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde lizimetre üzerindeki bitkileri temsil edecek 10 bitki arazide işaretlenmiş ve ikişer hafta arayla, işaretli bitkiler kullanılarak boy ölçümleri yapılmıştır. Tepe püskülü çıktıktan sonra, bitki boy ölçümlerinde tepe püskülü uzunluğu dikkate alınmamış ve ölçümler bitki yetiştirme sezonu boyunca sürdürülmüştür.

3.2.4.2. Yaprak Alan İndeksi (LAI)

Denemede yaprak alan indekslerinin belirlenmesinde bitki sıralarının 1 m'lik uzunlukları kullanılmıştır. Anılan uzunluk üzerindeki bitkiler, toprak yüzeyinden kesilmiş; optik yaprak alan ölçer yardımıyla örnekteki yaprakların bir yüzeylerinin alanları ölçülmüştür. Hesaplanan toplam yaprak alanı, alınan bitkilerin temsil ettiği alana oranlanarak yaprak alan indeksleri hesaplanmıştır (Mitchell, 1970).

3.2.4.3. Kuru Madde Miktarları

Yaprak alan indeksi belirlenmesi için alınan bitki örnekleri kuru madde değerleri hesaplanırken de kullanılmıştır. Yaprak alan ölçümleri yapıldıktan sonra, bitkinin tüm kısımları yapraklar da dahil olmak üzere küçük parçalar halinde kağıt torbalara konularak 65 °C'lik etüvde sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuştur (Roberts ve ark., 1985). Etüvden alınan örnekler tartılmış ve bitki örneğinin temsil

ettiği alana oranlanarak birim alana düşen kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Gardner ve ark., 1985).

3.2.4.4. Hasat İndeksi

Çalışmada hasat indeks değerleri, birim alandan elde edilen dane verim değerinin, kuru madde miktarına oranlanması ile hesaplanmıştır (Hsiao, 1993).

$$\text{Hasat İndeksi} = \frac{\text{Dane Verim}(g / m^2)}{\text{Kuru Madde Miktarı}(g / m^2)} \quad (3.18)$$

Çalışmada verilerin değerlendirilmesinde ve regrasyon analizlerinde Excel paket programından yararlanılmıştır.

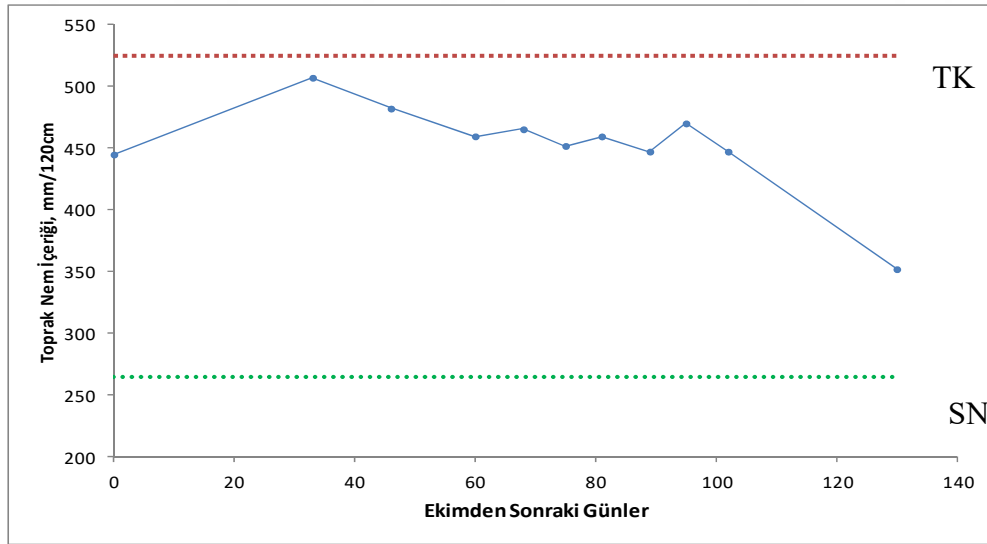
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Mısır Bitkisinin Gelişimi

Mısır yetiştirme döneminde yürütülen çalışmada 28.04.2012 tarihinde ekilen birinci ürün mısır bitkisi, 04.05.2012 tarihinde çimlenmiş olup, 128 günlük yetiştirme sürecinden sonra fizyolojik olgunluğa erişerek 02.09.2012 tarihinde hasat edilmiştir.

4.2. Toprak Su Kapsamı Değişimi

Denemede toprak içeriği gravimetrik yöntemle belirlenmiş ve zamanla değişimi Şekil 4.1' de verilmiştir. Anılan şekilde görüldüğü gibi mısır bitkisinin büyüme döneminde toprak su içeriği, 120 cm toprak profilindeki Tarla Kapasitesi (TK) 525 mm ile Solma Noktası (SN) 265 mm aralığında değişmiştir. Ekimden itibaren toprak su içeriği, sulama ve yağışlara bağlı olarak artış ve azalışlar göstermiş olup, sulamanın kesilmesiyle azalan bir tavır sergilemiştir.



Şekil 4.1. Toprak nem içeriğinin değişimi

4.3. Sulama Suyu Miktarları

Mısır yetiştirme döneminde uygulanan sulama suyu miktarı ve tarihleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Sulamalara 5 Haziran 2012 tarihinde başlanmış ve arazideki eksik nemi tarla kapasitesine getirmek için 70 mm sulama suyu uygulanmıştır. Daha sonraki sulamalar ise arazi yakınında bulunan iklim istasyonu içerisindeki A sınıfı buharlaşma kabında oluşan buharlaşma değerlerinin 7-8 gün sulama aralıklarında oluşan yığılımlı buharlaşma değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada deneme süresince 9 adet sulama yapılmış olup toplam 303.06 mm sulama suyu uygulanmıştır.

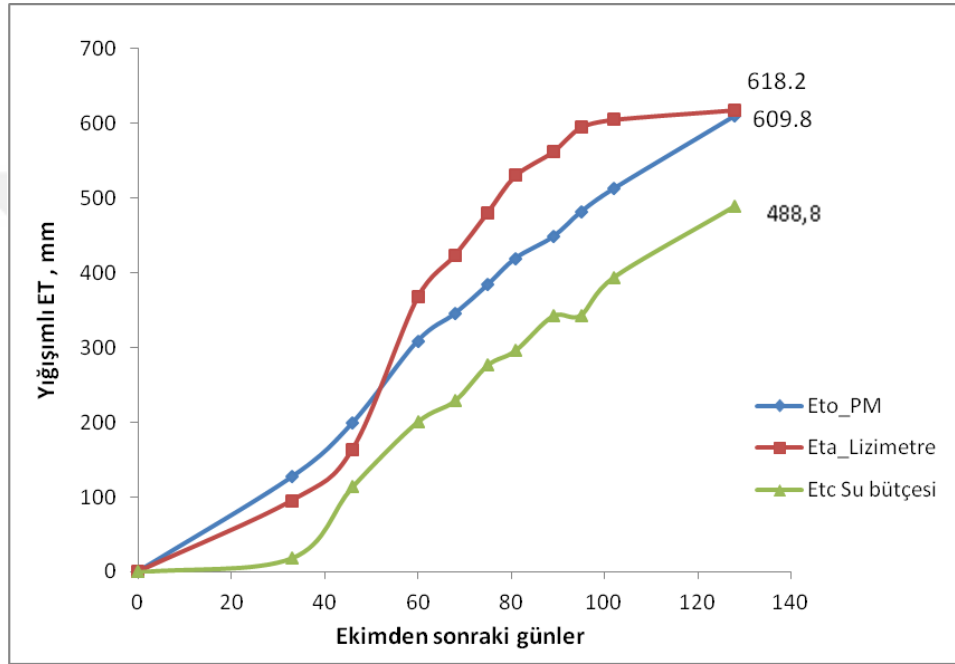
Çizelge 4.1. Deneme dönemi süresince uygulanan sulama sayısı, tarihleri ve sulama suyu miktarları (mm)

Sulama sayısı	Sulama tarihi	Sulama suyu miktarı, IR (mm)
1	05.06.2012	70.00
2	13.06.2012	31.80
3	20.06.2012	30.35
4	28.06.2012	28.41
5	05.07.2012	30.20
6	13.07.2012	27.47
7	20.07.2012	33.68
8	26.07.2012	23.72
9	02.08.2012	27.43
Toplam		303.06

4.3.1. Bitki Su Tüketim Ölçüm Sonuçları

Çalışmada mısır bitkisinin yığılımlı gerçek su tüketim değerleri lizimetre ve su bütçesi yöntemleri kullanılarak belirlenmiş ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Ayrıca, aynı şekil içerisinde FAO 56 Penman Monteith yöntemine göre belirlenen kıyas bitki su tüketiminin büyüme dönemi boyunca değişimi gösterilmiştir. Anılan

şekilden görüldüğü gibi mısır bitkisinin yığılımlı gerçek su tüketim değeri lizimetre yöntemine göre 618.2 mm ve su bütçesi yöntemine göre 488.8 mm olarak belirlenmiştir. FAO-56 Penman Monteith yöntemine göre mevsimlik kıyas bitki su tüketim değeri ise 609.8 mm olarak kestirilmiştir.



Şekil 4.2. Lizimetre, su bütçesi ve FAO-56 PM yöntemlerine göre belirlenen mısır bitkisinin mevsimlik su tüketim değerlerinin zamansal değişimleri

Kara (2009), Konya koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini incelediği çalışmada, Mayıs ayında ekimi yapılan mısır bitkisinin mevsimlik su tüketim değerini tam sulama (I_{100}) konusunda 727.7 mm olarak belirlemiştir.

Bozkurt (2005), Çukurova koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan II. Ürün mısır bitkisinde optimum lateral aralığını belirlemek amaçlı yaptığı çalışmada, Haziran ayında ekimi yapılan mısır bitkisinin mevsimlik su tüketimini, tam sulama (I_{100}) konusunda 758 mm olarak tespit etmiştir.

Dağdelen ve Gürbüz'ün (2008), Aydın koşullarında II. ürün mısırın su tüketimi üzerine yaptığı çalışmada, 2003 haziran ayında ekimi yapılan mısırın 90 cm'lik toprak profilinde ölçülen mevsimlik toplam su tüketimini 547 mm, 2004 yılında ise 569 mm olarak bulmuşlardır.

Çamoğlu ve ark. (2011), Çanakkale yöresinde damla sulama ile sulanan tatlı mısırdaki su stresinin fizyolojik ve morfolojik parametreler üzerine etkisi konulu bir çalışma yapmışlardır. 2007 -2008 Mayıs döneminde ekimi yapılan mısırdaki su stresi uygulanmayan konularda ortalama mevsimlik su tüketimini 453 mm bulmuşlardır.

Şimşek ve Gerçek (2004), Şanlıurfa'da yarı kurak koşullarda damla sulamada farklı sulama aralıklarının mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini araştırmışlardır. 1998 ve 1999 yılları haziran ayında ekilen mısır bitkisi için en uygun sulama programı, 4 gün aralıkla toplam buharlaşmanın %90'ına karşılık gelen sulama uygulaması olup 90 cm'lik toprak profilinde mevsimlik su tüketim değerlerini ilk yıl 1292 mm , ikinci yıl 1306 mm olarak tespit etmişlerdir.

Gençoğlu ve Yazar (1996) Çukurova koşullarında yetiştirilen I. ürün mısırdaki İnfrared termometre değerlerinden yararlanarak bitki su stresi indeksini ve sulama zamanı belirlemesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. 1993 ve 1994 nisan ayında ekimi yapılan mısır bitkisinin mevsimlik su tüketimini, 120 cm toprak profilinde I_{100} konusunda ilk yıl 999 mm ikinci yıl 1052 mm olarak belirlemişlerdir. Sulama suyunun yetersiz olduğunda %20'lik su kısıntısı uygulanabileceğini saptamışlardır.

Kırnak ve ark. (2002), Harran ovası koşullarında kısıntılı sulamanın mısır verimine ve bitki gelişimine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, tam sulama konusunda mevsimlik su tüketimini ilk yıl 1320 mm, ikinci yılında ise 1435 mm olarak belirlemişlerdir. Okay ve Yazgan (2015), Bursa koşullarında mısır bitkisine ilişkin farklı su uygulama düzeylerinin verim üzerindeki etkisini incelemişler ve 2004 Mayıs ayında ekimi yapılan mısırın mevsimlik su tüketimini 823.1 mm olarak bulmuşlardır.

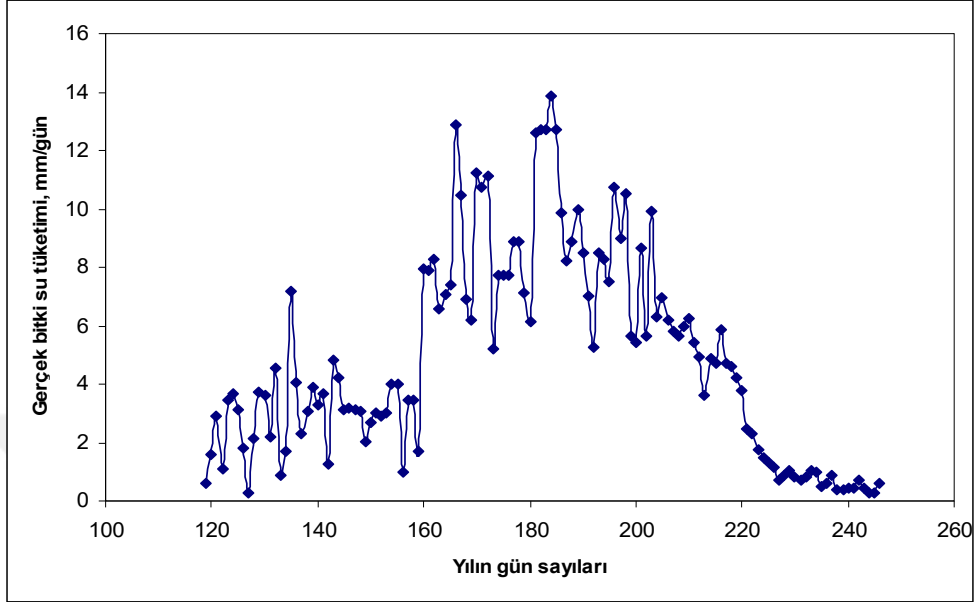
Gençoğlan ve Yazar (1999) , Çukurova koşullarında farklı düzeylerdeki su kısıtının birinci ürün mısır tarımında tane verimine ve su kullanım randımanına etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada on günde bir eksik nemin tamamının uygulandığı sulama konusunda ortalama su tüketimini 1025 mm olarak tespit etmişlerdir.

4.3.2. Bitki Su Tüketim Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Araştırmada lizimetre yöntemi ile belirlenen gerçek mısır su tüketim değerleri ile diğer ampirik modellerle hesaplanan su tüketim değerleri karşılaştırılmış ve sonuçlar Çizelge 4.2.de verilmiştir. Lizimetre yöntemine göre belirlenen günlük su tüketim değerleri hesaplanarak Şekil 4.2’de verilmiştir. Anılan şekil incelendiğinde aylık ortalama ET değerleri Nisan 5.1mm/gün; Mayıs 93.1mm/gün; Haziran 220.1 mm/gün; Temmuz 243.8 mm/gün; Ağustos 55.3 mm/gün; Eylül’de ise 0.9 mm/gün olarak hesaplanmış ve toplam 618.3 mm/gün bulunmuştur. Kıyas ve potansiyel su tüketimleri ise mevsimsel olarak; PM; 609.8, FAOP; 793.1, PT; 705.4; FAOR 762.4, FAOB; 761.6, SSCB; 875, HARG; 780.7, FAOpan ise 711.4 mm olarak hesaplanmıştır. Lizimetre ve bazı ETo modellerine göre belirlenen günlük su tüketim değerleri Şekil 4.3 ve 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Lizimetre bitki su tüketimi ile kıyas ve potansiyel bitki su tüketim değerleri

Periyot		ETc Lizimetre	Hesaplanan Kıyas veya Potansiyel Su Tüketimi, mm/gün							
			PM	FAOP	PT	FAOR	FAOB	SCSB	HARG	FAO pan
Nisan	28-30	5.1	11.2	14.1	11.3	13.3	14.0	13.9	19.1	8.4
	1-10	25.1	30.7	38.8	34.1	33.3	34.4	49.8	45.2	41.6
Mayıs	11-20	34.6	42.2	53.5	44.7	48.8	47.7	52.1	50.4	44.8
	21-31	33.4	47.7	61.7	52.6	56.8	52.5	55.7	54.3	49.4
	1-10	44.7	51.2	66.7	58.7	65.9	61.1	59.2	60.1	57.0
Haziran	11-20	90.6	55.0	72.2	65.3	70.2	70.6	77.0	71.4	59.9
	21-31	84.8	48.3	61.7	57.2	57.2	55.3	72.9	59.7	53.9
	1-10	97.0	53.7	69.4	62.4	72.2	68.9	70.6	66.1	67.2
Temmuz	11-20	79.8	54.9	72.8	67.5	71.3	71.2	80.2	72.0	66.4
	21-31	67.0	53.1	68.1	63.9	63.0	63.5	90.9	67.1	60.9
	1-10	39.3	49.0	64.2	58.5	61.4	63.1	79.3	63.3	57.5
Ağustos	11-20	10.0	50.1	65.8	57.9	63.3	67.4	80.1	64.4	64.7
	21-31	6.1	53.7	72.0	61.2	73.4	78.7	79.6	75.5	67.2
Eylül	1-2	0.9	9.0	12.1	10.1	12.3	13.2	13.7	12.1	12.4
Toplam	128 gün	618.3	609.8	793.1	705.4	762.4	761.6	875.0	780.7	711.4

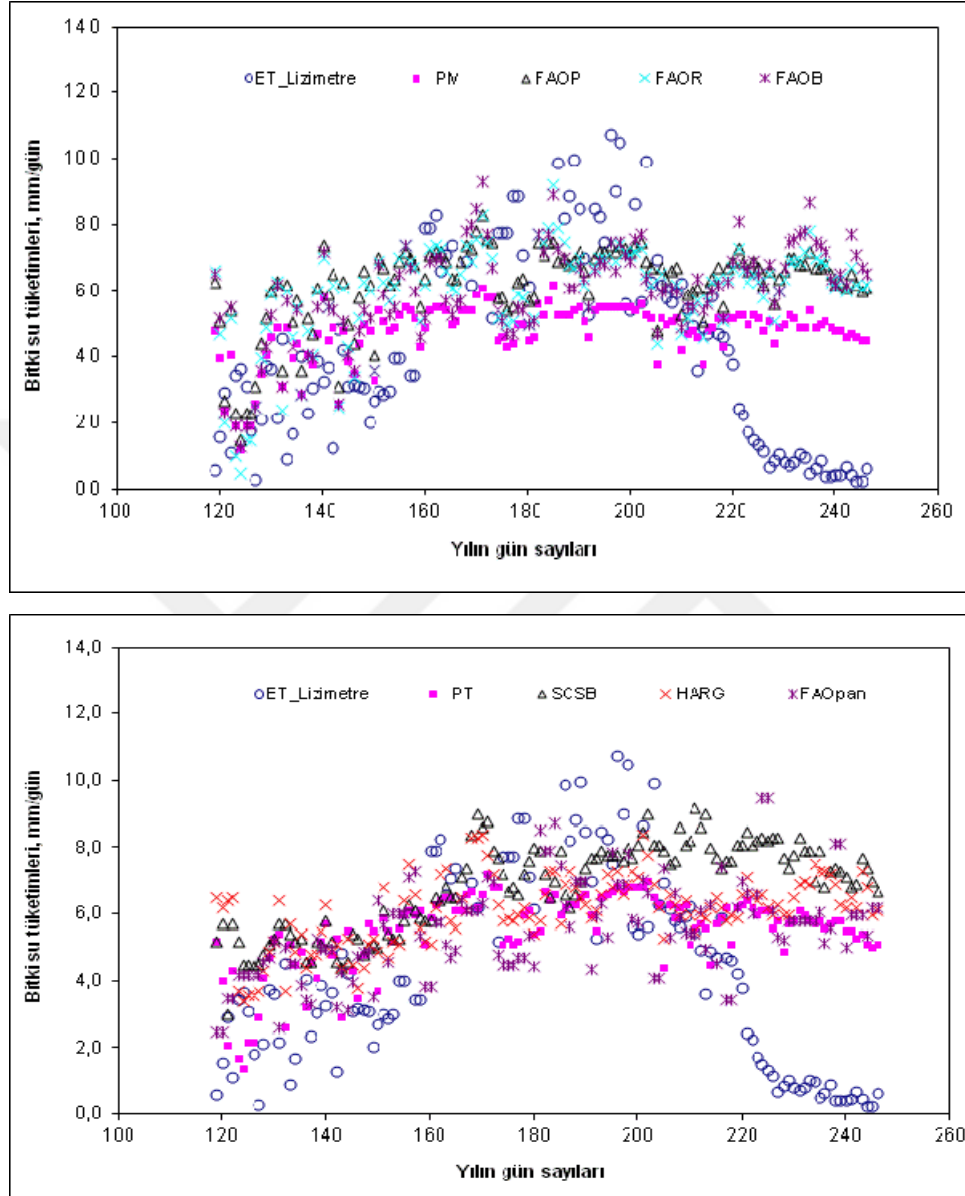


Şekil 4.3. Lizimetre yöntemine göre belirlenen günlük su tüketim değerlerinin zamansal değişimleri

Şekil 4.3'den görüleceği gibi lizimetre yöntemine göre belirlenen günlük su tüketim değerleri mısır bitkisinin gelişimine bağlı olarak artış göstermiş ve daha sonra hasata kadar azalan bir tavır sergilemiştir.

Şekil 4.4'de ise lizimetre yöntemine göre belirlenen günlük su tüketim değerleri ile kimi ET_o modellerine göre belirlenen günlük su tüketim değerlerinin değişimleri bitki büyüme dönemi boyunca izlenmiş ve oldukça benzer tavır sergiledikleri saptanmıştır.

Ayrıca, çalışmada mısır bitkisinin lizimetre su tüketim değerleri ($ET_{c_Lizimetre}$) ile kıyas bitki su tüketimleri arasındaki ilişkiler de araştırılmış, elde edilen denklemler Çizelge 4.3. verilmiştir.



Şekil 4.4. Lizimetre ve bazı ETo modellerine göre belirlenen günlük su tüketim değerlerinin zamansal değişimleri

Çizelge 4.3. Lizimetre bitki su tüketimi ile kıyas bitki su tüketimleri arasındaki ilişkiler

Bitki su tüketimi	ET (mm)	% ET	HKO	ET _c Lizimetre ile kıyas bitki su tüketimleri arasındaki regresyon denklemi ve korelasyon katsayısı (R ²)	
ET _c Lizimetre	618.3	100			
FAO-56 PM	609.8	99	3.3	$ET_{c-liz} = 2E-05ET_o^5 - 0.0035ET_o^4 + 0.1959ET_o^3 - 4.9362ET_o^2 + 55,656ET_o - 222.2$	R ² =0.69
FAOP	793.1	128	3.6	$ET_{c-liz} = 1E-06ET_o^5 - 0.0002ET_o^4 + 0.0195ET_o^3 - 0.721ET_o^2 + 13,105ET_o - 8.731$	R ² =0.61
PT	705.4	114	3.3	$ET_{c-liz} = 1E-07ET_o^5 + 5E-05ET_o^4 - 0.0083ET_o^3 + 0.402ET_o^2 - 6.4962ET_o + 35.719$	R ² =0.72
FAOR	762.4	123	3.6	$ET_{c-liz} = -8E-06ET_o^5 + 0.0019ET_o^4 - 0.1632ET_o^3 + 6.5098ET_o^2 - 116.55ET_o + 721.27$	R ² =0.62
FAOB	761.6	123	3.7	$ET_{c-liz} = -8E-06ET_o^5 + 0.0019ET_o^4 - 0.1706ET_o^3 + 7.0898ET_o^2 - 133.17ET_o + 869.33$	R ² =0.73
SCSB	875	142	3.9	$ET_{c-liz} = 2E-05ET_o^5 - 0.005ET_o^4 + 0.5422ET_o^3 - 27.492ET_o^2 + 626.51ET_o - 4660.2$	R ² : 0.81
HARG	780.7	126	3.6	$ET_{c-liz} = -1E-05ET_o^5 + 0.002ET_o^4 - 0.1587ET_o^3 + 5.615ET_o^2 - 86.303ET_o + 463.85$	R ² =0.74
FAOpan	711.2	115	3.4	$ET_{c-liz} = 5E-06ET_o^5 - 0.001ET_o^4 + 0.0693ET_o^3 - 2.0215ET_o^2 + 22.763ET_o - 80.241$	R ² =0.60

4.3.3. Mısır Bitki Katsayılarının Belirlenmesi (K_c)

Çalışmada lizimetre yöntemi kullanılarak ölçülen mısır bitkisinin gerçek su tüketim değerleri ile bitki gelişme dönemi boyunca ölçülen iklim verilerinden yararlanılarak kestirimi yapılan kıyas bitki su tüketim değerleri oranlanarak yöre için uygun bitki katsayıları belirlenmiştir. Katsayıların eldesinde son yıllarda yaygın olarak kullanılan FAO yaklaşımları dikkate alınmış, Doorenbos ve Pruitt (1992) ve Allen ve ark., 1998'de verilen esaslara göre hesaplamalar yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4 ve Şekil 4.5- Şekil 4.8 verilmiştir. Çalışmada elde edilen bitki katsayıları, Penman Monteith (PM), FAO Penman (FAOP), Prisle-

Taylor (PT), FAO Radyasyon (FAOR), FAO Blaney Criddle (FAOB), SCS Blaney Criddle (SSCB), Hargreaves (HARG), FAO Pan buharlaşma yöntemlerine göre tahmin edilen çim kıyas su tüketimlerine göre hesaplanmıştır.

Denemede elde edilen bitki katsayısı (K_c) değerleri, bitki su tüketimi eğrilerine benzer tavır göstererek bitki gelişiminin en fazla olduğu Temmuz ayında en yüksek değerlere ulaşmış olup, dikkate alınan kıyas bitki su tüketimlerine göre elde edilen ortalama en yüksek bitki katsayıları, PM yöntemine göre 1.49, FAOP yöntemine göre 1.10, PT yöntemine göre 1.16, FAOR yöntemine göre 1.16, FAOB yöntemine göre 1.18, SSCB yöntemine göre 0.91, HARG yöntemine göre 1.07 ve FAOpan yöntemine göre ise 1.22 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Bitki su tüketimi tahmin yöntemlerine ait mısır bitki katsayıları (K_c)

Kc Değerleri								
AYLAR	PM	FAOP	PT	FAO R	FAOB	SSCB	HARG	FAOpan
Nisan	0.26	0.20	0.25	0.21	0.20	0.46	0.27	0.57
Mayıs	0.58	0.45	0.56	0.51	0.56	0.55	0.56	0.64
Haziran	1.32	1.00	1.12	1.04	1.11	1.00	1.05	1.30
Temmuz	1.49	1.10	1.16	1.16	1.18	0.91	1.07	1.22
Ağustos	0.36	0.27	0.28	0.29	0.28	0.22	0.28	0.23
Eylül	0.10	0.07	0.09	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07
Ortalama	0.68	0.51	0.58	0.55	0.57	0.53	0.55	0.67

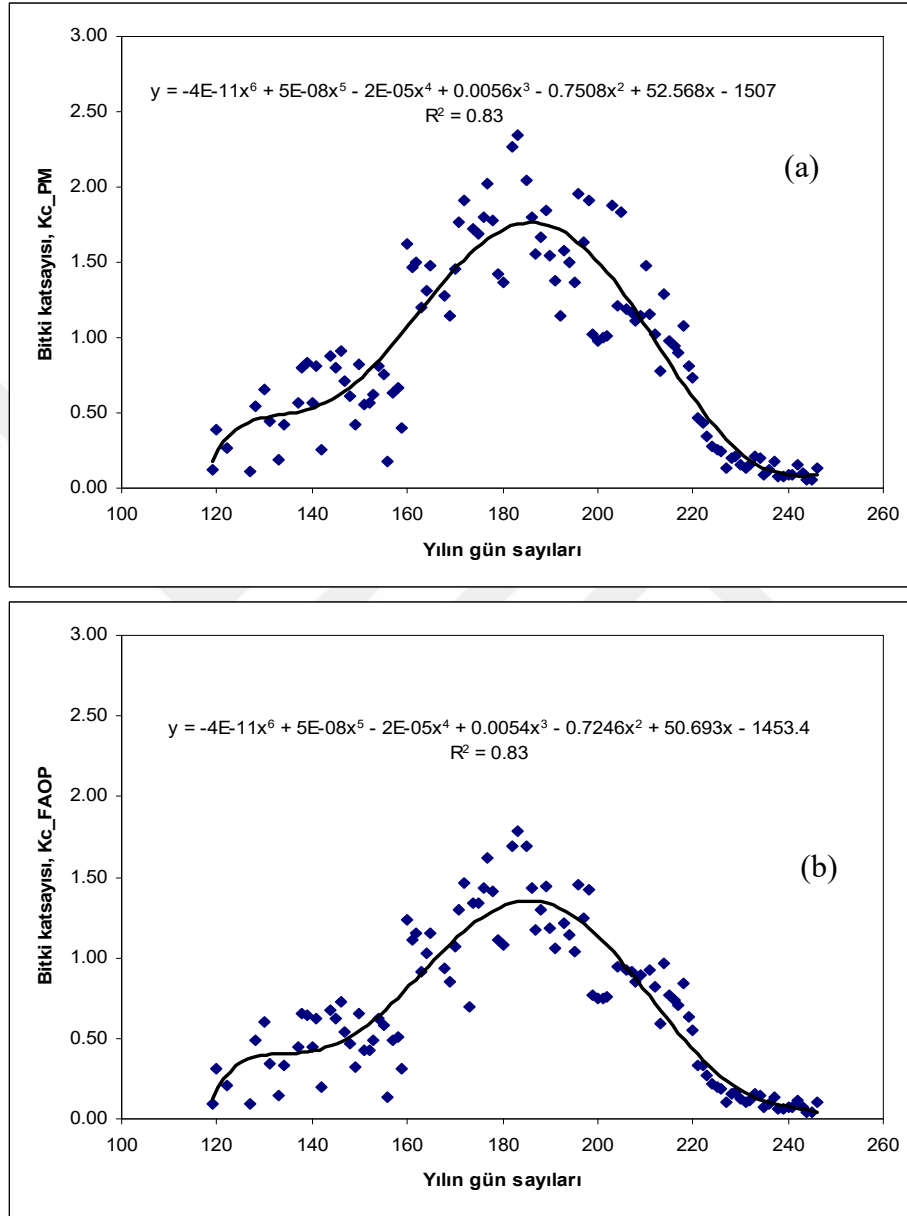
Çalışmada farklı kıyas bitki su tüketimleri dikkate alınarak elde edilen bitki katsayılarının, bitki gelişme dönemi boyunca değişimlerini gösteren Şekil 4.5 ile Şekil 4.8 arasındaki şekillerden görüleceği gibi K_c eğrileri tüm şekillerde benzer tavır göstererek, başlangıçta düşük değerlerde iken, bitki gelişimine bağlı olarak artmış ve gelişim dönemi sonunda ise azalmıştır. Farklı kıyas bitki su tüketimleri dikkate alınarak belirlenen bitki katsayıları başlangıç dönemi için PM yöntemine

göre 0.26, FAOP 0.2, PT, 0.25, FAOR, 0.21, SSCB 0.46, HARG 0.27 ve FAOP için 0.57 olarak, bitki gelişme dönemi için PM 1.49, FAOP 1.1, PT 1.16, FAOR 1.16, FAOB 1.18, SSCB 0.91, HARG 1.07 ve FAOPan için 1.22 olarak, dönem sonu için ise PM 0.23, FAOP 0.17, PT 0.19, FAOR 0.18, FAOB 0.18, SSCB 0.14, HARG 0.18 ve FAOPan için 0.15 olarak saptanmıştır.

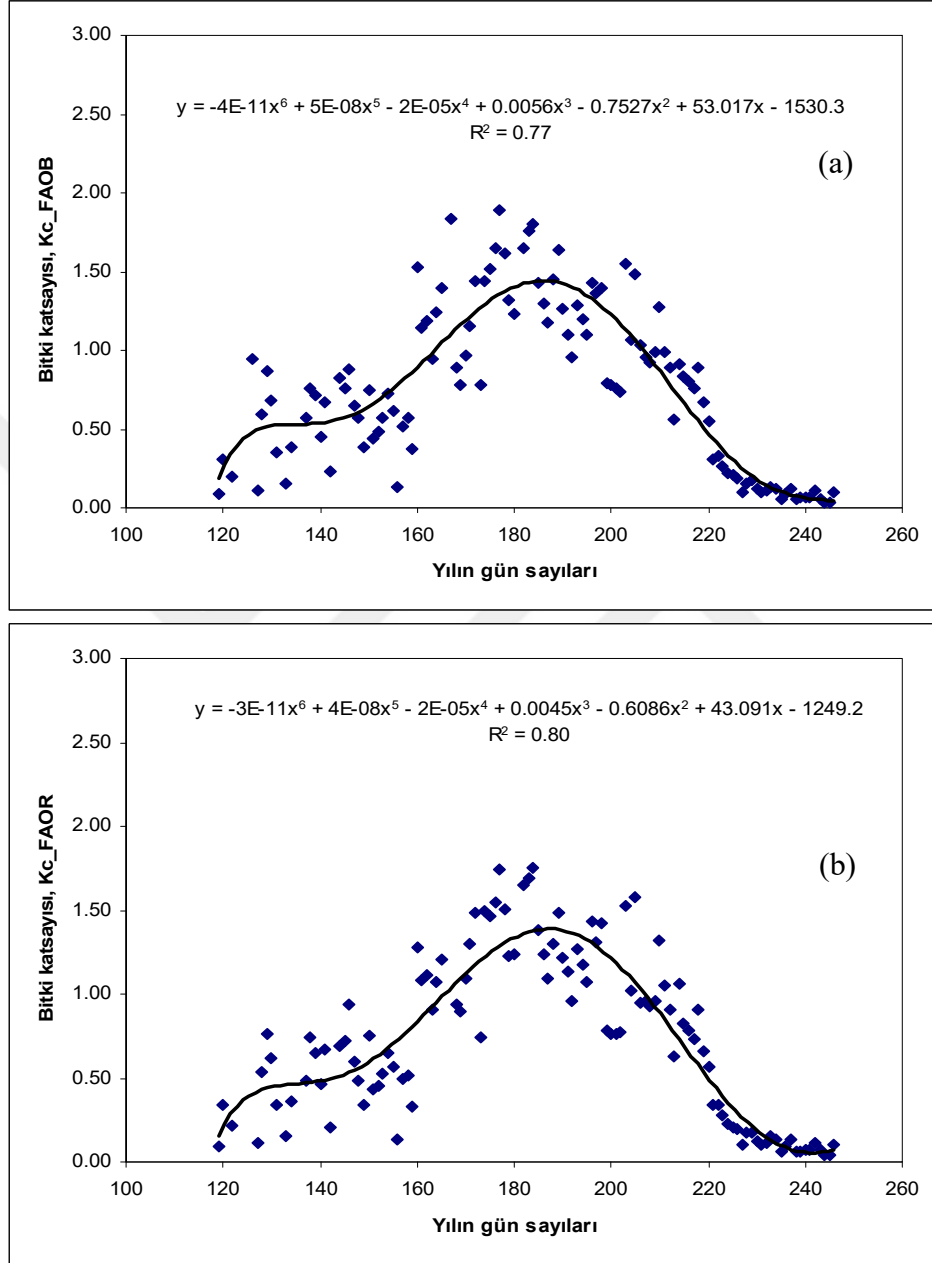
Araştırmada FAO-56 PM kıyas bitki su tüketim değerleri dikkate alınarak hesaplanan bitki katsayısı (Kc_PM) ile çalışmada dikkate alınan diğer kıyas bitki su tüketimlerine göre hesaplanan bitki katsayısı değerleri arasında doğrusal ilişkiler elde edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.5'de verilmiştir. Anılan çizelgeden görüleceği gibi Kc_PM ile FAOP ve PT modellerinin Kc değerleri arasında, korelasyon katsayısı (R^2) 0.99 düzeyinde bir ilişki elde edilmiştir. Kc_PM ile diğer kıyas bitki su tüketim eşitlikleri arasındaki korelasyon katsayıları ise, sırayla FAOR 0.98, FAOB 0.96, SSCB 0.92, HARG 0.94, FAOpan 0.89 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5. Kc PM ve hesaplanan diğer Kc değerleri arasındaki ilişki

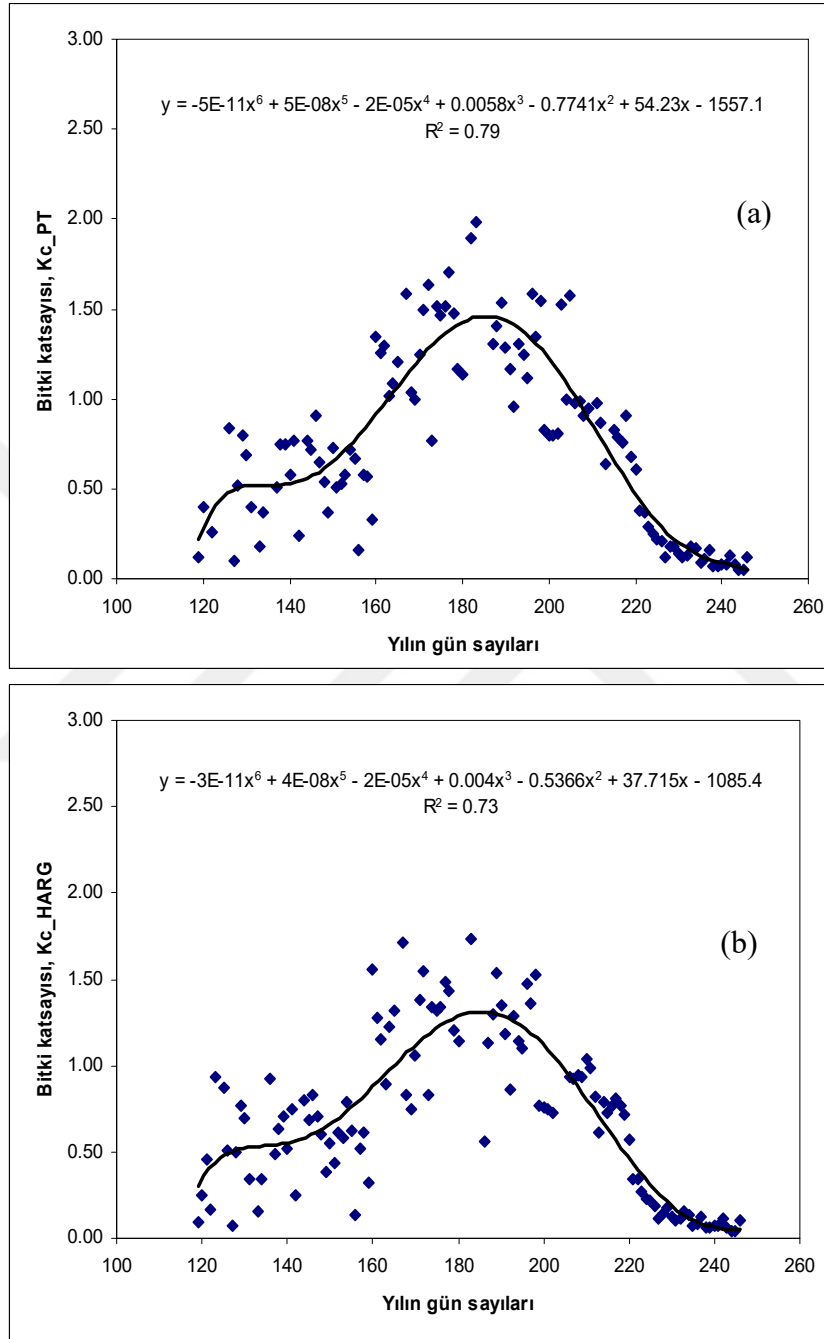
	HKO	Kc_PM ile hesaplanan diğer Kc değerleri arasındaki regresyon denklemi ve korelasyon katsayısı (R^2)	
Kc_FAOP	0.4	$Kc_PM = 0.7714Kc_FAOP + 0.0008$	$R^2=0.99$
Kc_PT	0.4	$Kc_PM = 0.8285Kc_PT + 0.0208$	$R^2=0.99$
Kc_FAOR	0.3	$Kc_PM = 0.782Kc_FAOR + 0.0192$	$R^2=0.98$
Kc_FAOB	0.3	$Kc_PM = 0.8037Kc_FAOB + 0.0162$	$R^2=0.96$
Kc_SCSB	0.6	$Kc_PM = 0.6954Kc_SCSB + 0.0183$	$R^2=0.92$
Kc_HARG	0.5	$Kc_PM = 0.7624Kc_HARG + 0.0276$	$R^2=0.94$
Kc_FAOpan	0.5	$Kc_PM = 0.8333Kc_FAOpan + 0.0577$	$R^2=0.89$



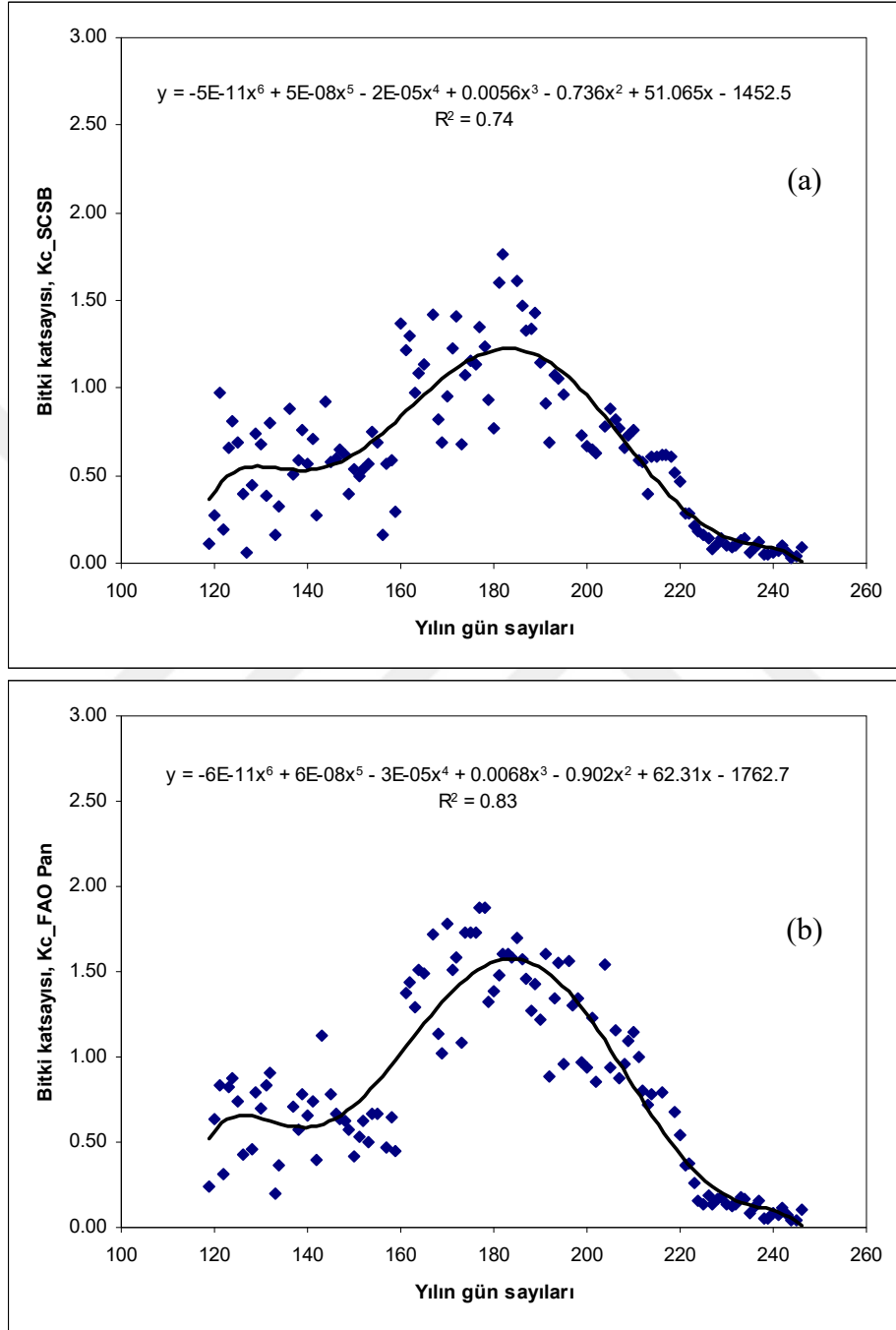
Şekil 4.5. PM (a) FAOP (b) yöntemlerine ait bitki katsayıları



Şekil 4.6. FAOB (a) ve FAOR (b) yöntemlerine ait bitki katsayıları



Şekil 4.7. PT (a) HARG (b) yöntemlerine ait bitki katsayıları



Şekil 4.8. SCSB (a) ve FAO Pan (b) yöntemlerine ait bitki katsayıları

Taş ve Kırnak (2011) yarı kurak iklim bölgelerinde bitki su tüketiminin tahmininde kullanılabilecek ampirik modellerle ilgili bir araştırma yapmışlardır. Çalışma Harran koşullarında Urfa yerli biber (*Capsicum annum L.*) bitki çeşidiyle yürütülmüştür. Araştırmada Kc değerlerinin buharlaşmaya ve bitki su tüketimine bağlı olarak arttığını ve en yüksek 1.19'a ulaşıldığı saptanmıştır. Çalışma sonucunda yarı kurak iklim bölgelerinde gerçek verilere ulaşamadığı durumlarda bitki su tüketimi ve Kc katsayılarını hesaplamada Penman yönteminin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Piccinni ve ark. (2009) yapmış olduğu bir çalışmada, mısır (*Zea Mays*) bitkisinin büyüme dönemlerine göre Kc'sini ve bitki su tüketimlerini belirlemiştir. Çalışma ABD, Uvalde, TX'de Teksas AgriLife Araştırma Alanında 2002'den 2008'e kadar yürütülmüştür. 1.5 m × 2.0 m × 2.2 m boyutlarında monolit topraklardan oluşan yedi adet lizimetre kullanılmıştır. Lizimetrelerden bir tanesi referans çim bitki su tüketimi belirlemek amacıyla inşa edilmiştir. Yıgışimli mevsimlik bitki su tüketim aralıkları, 441 ve 641 mm arasında değişmiştir. Belirlenen Kc değerleri büyüme dönemi boyunca 0.2 ile 1.2 arasında değişiklik göstermiştir. Deneme alanından alınan sonuçların, FAO 56'dan alınan verilerle ve diğer eyaletlerdeki deneme alanlarından alınan veriler ile her zaman aynı olmadığı belirlenmiştir. Bu bölge için uygun sulama yönetimi ve hassas su uygulamaları sağlamada, bölgeye özgü türler için ve her bir büyüme aşamaları için ayrı Kc değerlerinin bilinmesinin önemli olduğu saptanmıştır.

Abedinpour (2015) yaptığı bir çalışmada mısır bitkisinin büyüme dönemlerine göre Kc katsayılarını belirlemiş ve bu değerleri FAO'nun Kc katsayıları ile karşılaştırmıştır. Çalışma 2010 yılında Hindistan'ın Yeni-Delhi bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, 3.5 ton ağırlığında, 1.5 m derinliğinde bozulmamış toprak monolitleri içeren 3 adet lizimetre kullanılmıştır. Yıgışimli mevsimlik bitki su tüketimi 411 mm olarak elde edilmiştir. Kc katsayıları mısırın büyüme mevsimi boyunca 0.53-1.21 değerleri arasında değişiklik göstermiştir. Kc katsayısı değerleri FAO tarafından mısır bitkisinin başlangıç, sezon ortası ve geç

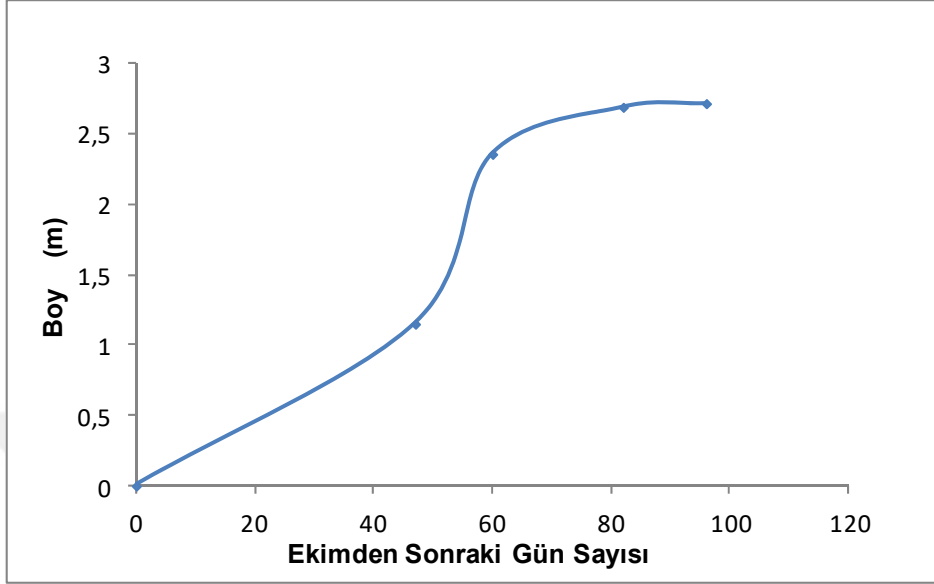
dönemi için bildirilen değerler 0.3, 1.2, 0.3-0.6 iken çalışmadan elde edilen değerler aynı dönemler için sırasıyla 0.40-0.60, 0.70-0.80, 1.1-1.21 ve 0.50-0.65 olarak elde edilmiştir. Ölçülen Kc değerleri FAO tarafından rapor edilen değerlerden farklılık göstermiştir. Bunun nedeni olarak FAO Kc katsayısı değerlerinin iklim koşullarının genelleşmesi ve geniş bir yelpaze için tavsiye edilmesinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Ayrıca, farklı mısır bitkisi çeşitlerinin farklı miktarda su tüketme özelliğine sahip olduğu düşünülmüştür. Farklı bölge ve iklimler için bitkiler için spesifik Kc katsayılarının belirlenmesi sulama suyu yönetimi geliştirilebilmesi için önemli olduğu bildirilmiştir.

López-Urrea ve ark. (2016), mısırın iki büyüme mevsimi boyunca tam sulama koşullarında bitki katsayısını belirlemek amacıyla, Albacete (Orta İspanya)'da tartılı lizimetre kullanmışlardır. Mevsimlik lizimetre ETc değerleri 2007'de 721 mm ve 2010'da 691 mm olarak belirlenmiştir. 2007'de, % 8 daha yüksek evaporatif talep nedeniyle ETc değeri % 4 daha yüksek ölçülmüştür. Büyüme dönemlerine göre Kc değerleri başlangıç dönemi için 0.64, sezon ortası için ortalama 1.19 olarak bulunmuştur.

4.4. Bitki Büyümesi

4.4.1 Bitki Boyu

Deneme süresince yaklaşık 15 gün arayla ölçülen mısır bitki boylarının zamana göre değişim grafiği şekil 4.9'da gösterilmiştir. Bitki boyları ekimden 90 gün sonraya kadar hızlı bir şekilde artış göstermiş; daha sonra hasada kadar yaklaşık 272 cm dolaylarında sabit kaldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.9. Bitki boylarının zamansal değişimi

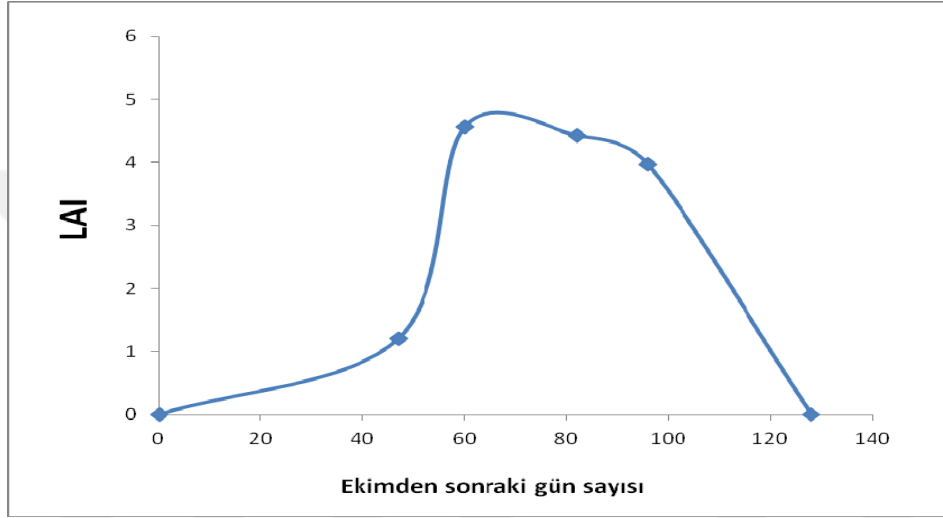
Kırnak ve ark. (2002), Harran ovası koşullarında kısıntılı sulamanın mısır verimine ve bitki gelişimine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, 1999 yılında 159-171 cm, 2000 yılında ise 169-181 cm aralığında bitki boyu ölçülmüştür. Her iki deneme yılında da tam sulama ve su ihtiyacının %80 i uygulanan sulama konuları arasında önemli bir farklılık olmadığını tespit etmişlerdir.

Gökçel (2008), Çukurova koşullarında yarı ıslatmalı ve kısıntılı damla sulama programlarının II. ürün mısır verimi ve su kullanma randımanına etkilerini araştırdığı çalışmada, bitki boyunu tam sulama konusunda 228 cm olarak gözlemlemiştir. Bozkurt (2005), Çukurova koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan II. Ürün mısır bitkisinde optimum lateral aralığını belirlemek amaçlı yaptığı çalışmada bitki boyunu 253-271 cm arasında saptamıştır.

Gençel (2009), ikinci ürün mısır bitkisinde bitki su stresi indeksini kullanarak uygulanacak sulama suyu miktarının kestirimi konulu çalışmada, bitkisin su ihtiyacının %40'ı eksildiğinde sulama yapılan konuda, ilk yıl bitki boyunu 262.5 cm ikinci yıl 272 cm olarak bulmuştur.

4.4.2 Yaprak Alan İndeksi (LAI)

Çalışmaya ait yaprak alan indekslerinin (LAI) zamana göre değişimi Şekil 4.10'da gösterilmiştir. En yüksek LAI değeri ekimden 60 gün sonra 4.57 olarak belirlenmiştir.

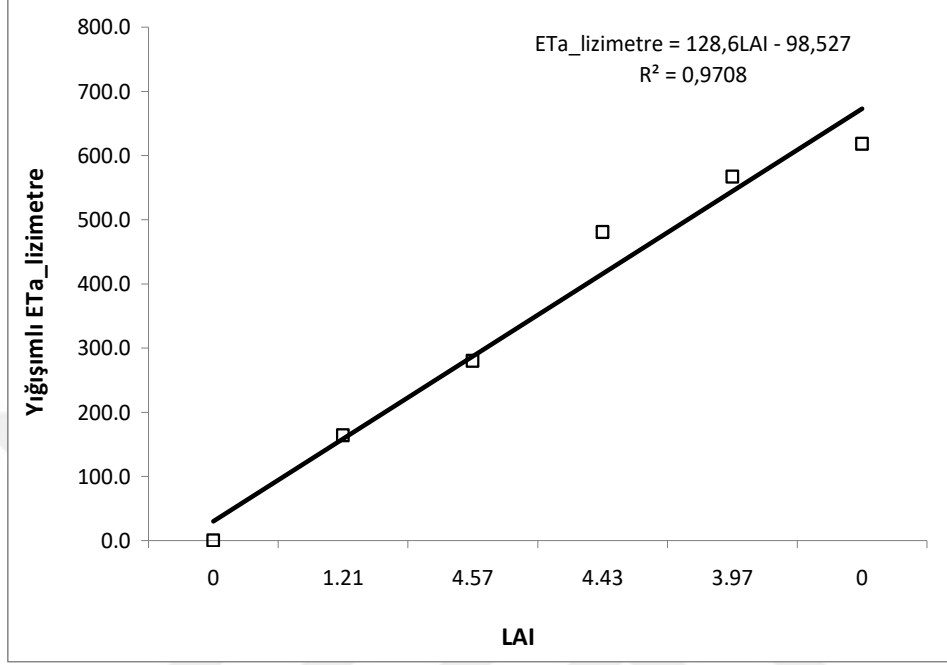


Şekil 4.10. Yaprak alan indekslerinin zamansal değişimi

Gökçel (2008), mısır bitkisinde en yüksek LAI değerini tam sulama konusunda 5.3; Bozkurt (2005), 5.18 olarak gözlemlemiştir. Gençel (2009) denemenin en yüksek LAI değerini, su ihtiyacının %40 karşılandığı konularda ilk yıl 5.8, ikinci yılda ise 5.32 olduğunu saptamıştır. Çamoğlu'nun (2011) yaptığı çalışmada en yüksek LAI değeri 3.49; Kırnak (2002), denemenin ilk yılında en yüksek LAI değerini 4, ikinci yılında ise 4.2 bulmuştur

4.4.3. Yaprak Alan İndeksi ile Su Tüketim İlişkisi

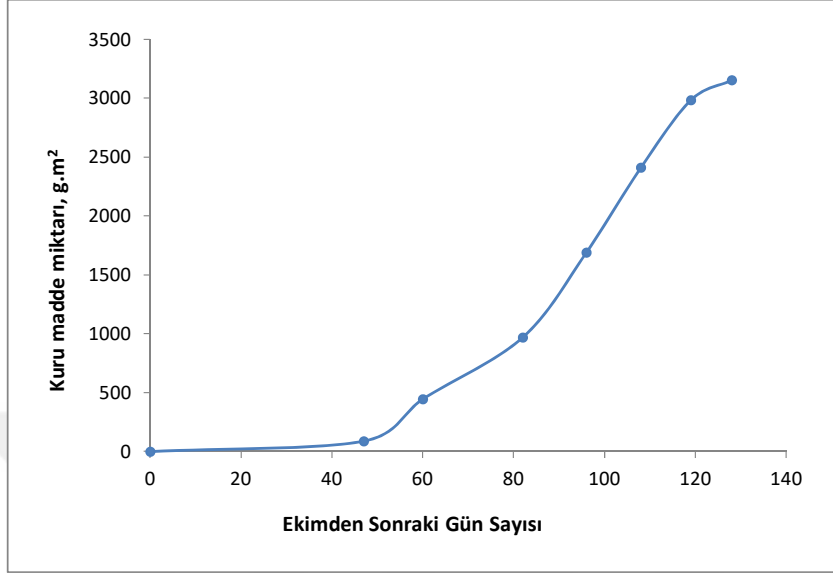
Çalışmada ölçülen yaprak alan indeksi değerleri ile ET_a lizimetre değerleri arasındaki ilişki Şekil 4.11'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi yaprak alan indekslerinin artmasıyla birlikte bitki su tüketimlerinin de buna bağlı olarak arttığı ve aralarında çok yakın doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir ($R^2=0.9708$).



Şekil 4.11. Yıgışimli bitki su tüketimi – LAI ilişkisi

4.4.4 Kuru Madde Miktarı (Biyokütle)

Denemedeki kuru madde miktarlarının zamana göre değişim grafiği şekil 4.12’de verilmiş olup yıgışimli kuru madde miktarı 3154.86 g.m^{-2} olarak belirlenmiştir.

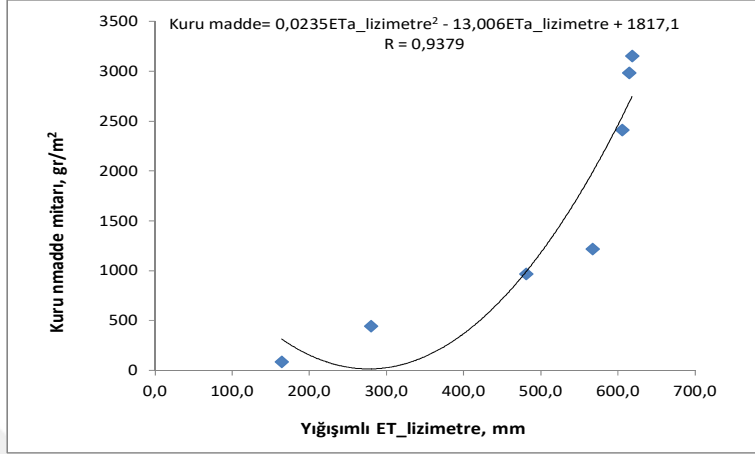


Şekil 4.12. Kuru madde miktarının zamana bağlı olarak değişimi

Kırnak (2002), çalışmalarında tam sulama uygulanan konuda denemenin ilk yılı kuru madde miktarını 1141.85 kg/da ikinci yılında 1255.45 kg/da olarak belirlemişlerdir. Çamoğlu (2011), su uygulanmayan ve tam sulama uygulanan konularda kuru madde miktarlarını sırasıyla 289–2013 kg/da olduğunu belirtmiştir. Bozkurt (2005), hasattaki en yüksek kuru madde miktarını 70 cm lateral aralığında tam sulama konusunda 2588.7 kg/da olarak bulunmuştur.

Gençel (2009), yaptığı çalışmada ilk yıl yığışimli kuru madde verimlerini sulama ihtiyacının % 40 ve % 60'ının uygulandığı konularda 2362.3 ve 2391.9 g.m⁻² olarak, ikinci yıl ise 3278.6 g.m⁻² ve 3208.9 g.m⁻² olarak belirlemiştir. Gökçel (2008), çalışmasında hasatta en yüksek kuru madde verimini tam sulama konusunda 2666.8 kg/da olarak bulmuştur.

Araştırmada kuru madde miktarları ile lizimetre yığışimli su tüketim değerleri arasında ($R=0.94$) çok yakın ilişki elde edilerek Şekil 4.13'de gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Kuru madde miktarları ile yığışimli su tüketim değerleri arasındaki ilişki

4.4.5. Dane Verimi ve Hasat İndeksi

Çalışmada mısır bitkisinin dane verimi yaklaşık 600 kg/da, 1000 tane ağırlığı ise 291.565 g olarak bulunmuştur.

Birim alandan elde edilen dane ağırlığının, toprak üstü toplam kuru madde miktarına oranı olarak tanımlanan Hasat İndeks (HI) değerleri, 0.19 olarak bulunmuştur.

Kara (2009), Konya koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini inceleyerek Mayıs ayında ekimi yapılan mısır bitkisinin dane verimini I_{100} konusunda 1318.8 kg.da⁻¹ olarak belirlemiştir. 1000 tane ağırlığı ise en yüksek I_{120} konusunda 339.1 g; I_{100} konusunda ise 328.8 g olarak bulmuştur.

Bozkurt (2005) en yüksek dane verimini lateral aralığının iki sıraya bir (140 cm) olarak uygulandığı tam sulama konusunda 979 kg.da⁻¹ olarak, en yüksek 1000 dane ağırlığını yine aynı konuda 328,8 g gözlemlemiştir. Hasat indeksi ise 0.42 olarak elde edilmiştir.

Gençel (2009), en yüksek dane verimini su ihtiyacının %60' ı tüketildiğinde yapılan sulama konusunda ilk yıl 1098.8 kg/da, ikinci yılda ise 938.5 kg/da olarak elde etmiştir. 1000 dane ağırlığını denemenin ilk yılında su ihtiyacının %40' ının karşılandığı konuda 356.4 g, ikinci yılda ise 318.2 g olarak bulmuştur. Hasat indeksi değerlerinin ise ilk yıl I_{60} konusunda 0.45; ikinci yılda ise 0.30 olduğunu saptamıştır.

Gökçel (2008), dane verimini tam sulama konusunda ortalama 1040 kg/da, 1000 dane ağırlığının en yüksek değerini 411.9 g; hasat indeksini ise 0.40 olarak bulmuştur. Gençoglan (1996) yaptığı çalışmada hasat indeksinin ilk yıl I_{60} ve I_{80} konularında sabit kalarak 0.48, ikinci yıl ise 0.45 olarak saptamışlardır. Kırnak (2002); yaptığı bir çalışmada denemenin ilk yılında 1294 kg/da, ikinci yılında ise 1405 kg/da dane verimi elde etmiştir. Çamoğlu (2011), tatlı mısırdan dane verimini 2281kg/da olarak bulmuştur. Gençoglan ve Yazar (1999) , Çukurova koşullarında birinci ürün mısırdan tam sulama konusunun dane verimini 1002 kg/da olarak elde etmişlerdir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1.Sonuçlar

Mısır bitkisinin gerçek su tüketiminin tartılı lizimetre yöntemiyle belirlenmesi ve bitki katsayılarının (K_c) hesaplanması amacıyla yapılan bu çalışmadan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü mevsim boyunca günlük ortalama sıcaklıklar 18 °C ile 27.40 °C arasında olup ortalama rüzgar hızı 1.0 m/s ile 0.5 m/s arasında, buhar basıncı açığı değerleri ise, 7.8 mb ile 14.9 mb arasında değişiklik göstermiştir.

Bitki büyüme mevsiminde ölçülen ortalama oransal nem (RH) değerleri %62.1 ile %59.2 arasında olup ortalama RH değeri % 63 olarak bulunmuştur .

Gravimetrik yöntemle belirlenen toprak su içeriği değerleri dönem boyunca 375 ile 470.1 mm arasında değişmiştir. Mısır bitkisinin yığışimli gerçek su tüketim değerleri tartılı lizimetre yöntemine göre 618.2 mm ve su bütçesi yöntemine göre ise 488.8 mm olarak belirlenmiştir. FAO-56 Penman Monteith (FAO-56 PM) yöntemine göre mevsimlik kıyas bitki su tüketim değeri ise 609.8 mm olarak kestirilmiştir. Lizimetre yöntemiyle bulunan gerçek mısır su tüketimi değerleri ile su bütçesi yöntemiyle hesaplanan gerçek mısır su tüketim değerleri arasında $R=0.96$ olan doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

Farklı FAO yaklaşımlarıyla hesaplanan K_c değerleri benzer oranda değişiklik göstermiştir. Hesaplanan K_c değerleri arasında PM yöntemine en yakın değerler sırayla FAO-pan ve PT yöntemleriyle elde edilmiştir. Ayrıca, PM yöntemi ve diğer yöntemlerle hesaplanan K_c değerleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmuş olup bunlardan FAOP ($R^2 = 0.99$) ve PT ($R^2 = 99$) yöntemlerinin en yüksek değerlerde olduğu görülmüştür.

Çalışmada farklı kıyas bitki su tüketimleri dikkate alınarak elde edilen bitki katsayıları (K_c), bitkinin başlangıç dönemlerinde düşük değerlerde iken, bitki gelişimine bağlı olarak artış göstermiş ve gelişim dönemi sonuna doğru ise tekrar

azalış göstermiştir. Farklı kıyas bitki su tüketimleri dikkate alınarak belirlenen K_c değerleri başlangıç dönemi için PM yöntemine göre 0.26, FAOP 0.2, PT, 0.25, FAOR, 0.21, SSCB 0.46, HARG 0.27 ve FAOP için 0.57 olarak, bitki gelişme dönemi için PM 1.49, FAOP 1.1, PT 1.16, FAOR 1.16, FAOB 1.18, SSCB 0.91, HARG 1.07 ve FAOPan için 1.22 olarak, dönem sonu için ise PM 0.23, FAOP 0.17, PT 0.19, FAOR 0.18, FAOB 0.18, SSCB 0.14, HARG 0.18 ve FAOPan için 0.15 olarak saptanmıştır.

Denemede bitki boyları ekimden sonra 90'nıncı güne kadar hızlı bir şekilde artış göstermiş, daha sonra hasada kadar yaklaşık 272 cm dolaylarında sabit kalmıştır.

Yaprak alan indeks değerleri ekimden sonra yaklaşık 60'ıncı günde en yüksek seviye olan 4.57 değerine ulaşmıştır.

Araştırmada yaprak alan indeksi değerleri ile lizimetreden ölçülen gerçek su tüketimleri arasında çok yakın doğrusal bir ilişki saptanmıştır ($R=0.99$).

Çalışmada mısır bitkisinin dane verimi yaklaşık 600 kg/da, 1000 dane ağırlığı 291.6 g, kuru madde miktarı 3154.86 g/m² ve hasat indeks (HI) değeri ise 0.19 olarak bulunmuştur.

Araştırmada kuru madde miktarları ile lizimetre yöntemi kullanılarak elde edilen mısır bitkisinin yığışımli mevsimlik su tüketim değerleri arasında ($R=0.94$) çok yakın doğrusal ilişkinin olduğu saptanmıştır.

5.2. Öneriler

Bitki su tüketimi çalışmalarında kullanılan su bütçesi yönteminde derine sızma kayıplarının ölçülmesindeki zorluklardan dolayı, tartılı lizimetre yönteminin bitkiye zarar vermeden bitki su tüketiminin oldukça doğru ve duyarlı bir şekilde ölçülmesini sağlayan en güvenilir yöntem olduğu söylenebilir.

Bitki su tüketiminin duyarlı bir şekilde belirlenmesi; tamamlayıcı sulamaya karar vermede, sulama sistemlerinin planlanmasında, yapımında, işletilmesinde ve bakımında oldukça sağlıklı sonuçlar verecektir. Bu nedenle ülkemizde sayılarının

oldukça az olması nedeniyle tartılı lizimetre ile ilgili çalışmaların ve tartılı lizimetre yapımının bütün ülke çapında yaygınlaştırılması için gerekli desteğin verilmesi önerilebilir.





KAYNAKLAR

- Abedinpour, M., 2015. Evaluation of Growth-Stage-Specific Crop Coefficients of Maize Using Weighing Lysimeter. *Soil and Water Research*. 10:99-104.
- Abo-Ghobar, H., and Mohammad, F.S., 1995. Evapotranspiration Measurement by Lysimeters in A Desert Climate. *Arab Gulf J. of Scie. Research*. 13(1): 109-122.
- Abtew, W., Obeysekera, J., 1995. Lysimeter Study of Evapotranspiration of Cattails and Comparison of Three Estimation Methods. *Trans. of the ASAE*, 38(1):121-129.
- Abtew, W. Melesse A., 2013. *Evaporation and Evapotranspiration, Measurements and Estimations*. Springer Dordrecht Heidelberg New York London.
- Akpolat, A., 2011. Mikrometeorolojik ve Lizimetre Yöntemleriyle Belirlenen Buğday Bitki Su Tüketimlerinin Karşılaştırılması. Ç.Ü. Fen Bil. Ens., Tarımsal Yapılar Ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 88s.
- Allen, R.G., 1986. A Penman For All Seasons. *J. of Irr. and Drain. Eng.*, 12(4):348-367.
- Allen, R.G., Pereire, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. *Crop evapotranspiration*. FAO Irrigation and Drainage Paper, No:56, Rome.
- Anar, L., 1994. Mısırın Sulama Suyu Gereksinimi ve Sulanması Üzerine Bir İnceleme. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Bornova, İzmir.
- Allen, R.G., Pereire, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. *Crop evapotranspiration*. FAO Irrigation and Drainage Paper. No:56, Rome.
- Aydınşakir, K., Büyüktaş, D., 2005. Lizimetreler ve Bitki Su Tüketimi Çalışmalarında Kullanımı. *Derim*. 22(1):58-49.

- Aydınşakir, K., Baştuğ, R., Büyüктаş, D., 2003. Antalya Yöresinde Çim Kıyas Bitki Su Tüketimini Veren Bazı Ampirik Eşitliklerin Tarla ve Lizimetre Koşullarında Kalibrasyonu. Akd. Üniv. Zir. Fak. Derg., 16(1):107-119.
- Ayla, Ç., 1993. Bolu ovasında yetiştirilen mısırın su tüketimi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 180, Rapor Serisi No: 87, Ankara.
- Benami, A., Diskin, M. H., 1965. Design of Sprinkler Irrigation. Lowdermilk Faculty of Agriculture Engineering Inst. Israel, 23s.
- Balçın, M., Kodal, S. Karaata, H., Güleç H., 2004. Karadeniz geçit bölgesi için uygun bir bitki su tüketim eşitliği. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (4) 435-443.
- Biber, Ç., Kara, T., 2006. Mısır bitkisinin bitki su tüketimi ve kısıtlı sulama uygulamaları, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1):140-146.
- Bozkurt, Y., 2005, Çukurova koşullarında damla yöntemiyle sulanan ikinci ürün mısır bitkisinde optimum lateral aralığının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 63s.
- Burman, R.D., Nixon, P.R., Wright, J.L., Pruitt, W.O., 1983. Water Requirements. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. Editör, Jansen, M.E., ASCE, St Joseph, Michigan 49085, 829s.
- Cuenca, R.H., 1989. Irrigation System Design: An Engineering Approach. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 552 p., New Jersey.
- Çamoğlu, G., Genç, L., Aşık, Ş., 2011. Tatlı Mısırdaki (Zea mays saccharata Sturt) Su Stresinin Fizyolojik ve Morfolojik Parametreler Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 2011; 48(2): 149-141.
- Dağdelen, N., Gürbüz, T., 2008. Aydın Koşullarında İkinci Ürün Mısırın Su Tüketimi. ADÜ Ziraat Dergisi. 5(2):67-74.
- Demir, A.D., Meral, R., 2016. Bingöl ili koşullarında referans bitki su tüketiminin doğrudan ve farklı tahmin yöntemleri ile belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 3(1): 45-51.

- Derviş, Ö., 1986. Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra İkinci Ürün Mısır'ın Su Tüketimi T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 106 Tarsus.
- Dickinson, A., 1981. Lysimeter Design and Construction. Rota, London, 91s.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper 24. FAO, Rome, Italy, 144 p.
- Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979. Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper:33, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 193p.
- Doorenbos, J., Kassam A.H., 1986. Yield response to water irrigation and drainage paper. no:33 FAO Rome 1-93 s.
- Doorenbos, J., Pruitt, W. O., 1992. Crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper, 24, FAO, Roma.
- FAO, 2014. Food And Agriculture Organization. www.fao.org
- Francaviglia, R. and Capri, E., 2000. Lysimeter Experiments with Metolachlor in Tor Mancina (Italy). Agric. Water Man., 44:63-74.
- Frevert, D.K., Hill, R.W., Braaten, B.C., 1983. Estimation of FAO Evapotranspiration Coefficients. J. Irrig. Drain. Eng., ASCE 109 (IR2): 265-270.
- Gardner, F.P., Pearce, R.B., Mitcell, R.L., 1985. Physiology of Crop Plant. Iowa State Univ. Press, 327 s.
- Gençel, B., 2009. İkinci ürün mısır bitkisinde bitki su stresi indeksini (CWSI) kullanarak uygulanacak sulama suyu miktarının kestirimi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana, 91 s.
- Gençoğlu, C., 1996. Mısır Bitkisinin Su Verim İlişkileri, Kök Dağılımı ile Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesi ve CERES- Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uyumluluğunun İrdelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana.

- Gençoğlu, C., Yazar, A., 1999. Kısıntılı su uygulamalarının mısır verimine ve su kullanım randımanına etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23:233-241, Tübitak.
- Gökçel, F., 2008. Çukurova Koşullarında Yarı Islatmalı (PRD) Ve Kısıntılı Damla Sulama Programlarının II. Ürün Mısır Verimi Ve Su Kullanma Randımanına Etkileri. Ç.Ü. Fen Bil. Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 79s.
- Grimes, D.W., Yamada, H., Hughes, S.W., 1987. Climate-Normalized Cotton Leaf Water Potentials for Irrigation Scheduling. Agric. Water Management, 12: 293-304.
- Günbatılı, F., 1979. Tokat-Kazova koşullarında mısırın su tüketimi. T.C. Köy işleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Tokat Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 33, Rapor Serisi No: 21, Tokat.
- Gündüz, M., Beyazgül, M., 1999. Balıkesir koşullarında mısırın su-verim ilişkileri. K. H. Menemen Araştırma Enstitüsü, Yayın No:108.
- Güngör, Y., Erözel, A.Z., Yıldırım, O. 2004. Sulama (3.baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1540, Ders kitabı:493, Ankara.
- Hargreaves, G.H., Samani, Z.A., 1982. Estimating Potential Evapotranspiration. Technical Note, Journal Irrigation and Drainage, ASCE, 108(3):225-230.
- Hargreaves, G.H., Samani, Z.A. 1985. Reference Crop Evapotranspiration From Temperature. Applied Engineering in Agriculture. 1(2): 96–99.
- Heatherly, L.G., McMichael, B.L., and Ginn, L.H., 1980. A Weighing Lysimeter for Use in Isolated Field Areas. Agron. J. 72:845-847.
- Henggeler, J.C., Samani, Z., Flynn, M.S., Zeitler, J.W., 1996. Evaluation of Various Evapotranspiration Equations for Texas and New Mexico. Evap. and Irr. Sched., Texas, pp. 962-967.

- Howell, T.A., Schneider, A.D., and Jensen, M.E., 1991. History of Lysimeter Design and Use for Evapotranspiration and Measurements. "In Lysimeters for Evapotranspiration Measurements". IR Div/ASCE/Honolulu, HI/July 23-25, Ayrı Basım, 9.
- Howell, T.A., and Steiner, J.L., 1997. Seasonal and Maximum Daily ET of Irrigated Winter Wheat, Sorghum and Corn –Southern High Plants. Trans. of the ASAE., 40:623- 634.
- Hsiao, T.C., 1993. Plant Atmosphere Interactions. Evapotranspiration, and Irrigation Scheduling. Course I.C.A.M.A.S. Bari, Italy, 148s.
- Igbadun, H.E., Mahoo, H.F., Tarimo, A.K.P.R., Salim, B.A., 2006. Crop water productivity of an irrigated maize crop in mkoji sub-catchment of the great ruaha river basin, Tanzania. Agr. Water Manage., 85(1-2): 141-150.
- İlbeyi, A., Kodal, S., 1996. Araştırma Bölgeleri İçin Bitki Su Tüketimleri Tahminlerinde Kullanılacak Bitki Katsayılarının Belirlenmesi. Köy Hizmetleri Araştırma Projesi, Ankara, 1-8 s.
- İstanbulluoğlu, A., Kocaman, İ., Konukçu, F., 2002. Water use-production relationship of maize under Tekirdağ conditions in Turkey. Pak. J. Biol. Sci., 5(3): 287-291.
- İşler, N., Kılınç, M., 2016. Tarla tarımı. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı. Hatay, 184 s.
- Jensen, M.E., Burman, R.D., Allen, R.G., 1990. Evapotranspiration And Irrigation Water Requirements. ASAE Manuals and Reports on Engineering Practices, NewYork, 70:80-163.
- 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.

- Kanber, R., Baştuğ, R., Köksal, H., Eylon, M., 1991. Farklı Toprak ve Kültürel Uygulama Koşullarında Etkili Yağışın Lizimetrelerle Belirlenmesi. Tr. J. of Agric. and For., 15: 105-120.
- Kanber, R., Tekinel, O., Köksal, H., 1994. Çukurova İklim Koşullarında Pamuk Bitkisinin Sulama Mevsimi Uzunluklarının Karşılaştırılması. Tr. J. Of Agric And Forestry 18: 81-86
- Kanber, R., Ünlü, M., Diker, K., Ödemiş, B., 1999. Bitki Su Tüketiminin Ölçümünde Kullanılan Lizimetrik Yöntemler. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntem Bilimi: İnceleme ve Değerlendirmeler, Adana, 211s.
- Kanber, R. ve Steduto, P. 1999. Bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılan yöntem bilimi: inceleme ve değerlendirmeler. Ulusal Çalışma Toplantısı, Adana. s. 169- 183.
- Kara, S., 2011. Konya Ekolojik Koşullarında Damla Sulama Yöntemi İle Sulanan Mısır Bitkisinde Su-Verim İlişkileri. Selçuk Üni. Fen Bil. Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 59s.
- Kırnak, H., Gençdoğan, C., Değirmenci, V., 2002. Harran ovası koşullarında kısıntılı sulamanın II. ürün mısır verimine ve bitki gelişimine etkisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(2):117-123.
- Köksal, H., 1995. Çukurova Koşullarında II. Ürün Mısır Bitkisi Su Verim İlişkileri Ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uyumluluğunun Saptanması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 199 s.
- Kün, E. 1985. Sıcak İklim Tahılları A.Ü Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 953, Ankara.
- Kün, E., 1997. Tahıllar II (Sıcak İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 1452, Ders kitabı No: 432, Ankara.

- Larson, W.E., Hanway, J.J., 1977. Corn and Corn Improvement. Corn Production. (G. F. SPRAQUE editör). American Society of Agronomy. Publisher Madison, Wisconsin, USA.
- López-Urrea, R., Martínez-Molina, L., de la Cruz, F., Montoro, A., Gonzalez-Piqueras, J., Odi-Lara, M., Sánchez, J.M., 2016. Evapotranspiration And Crop Coefficients Of Irrigated Biomass Sorghum For Energy Production. Irrigation Science, 34(4):287-296.
- Mitchell, R.L., 1970. Crop Growth and Culture. Iowa State Univ. Press. USA. 349s.
- Oğuzer, V., Kanber R., Eylan, M., 1984. Çukurova Koşullarında Lizimetrelerde Ölçülen Evapotranspirasyon Miktarları İle Buharlaşıma Değerleri Arasındaki İlişkiler Üzerinde Bir İnceleme. Doğa Bilim Derg., D2:346-361.
- Okay, D., Yazgan, S., 2015. Farklı Su Uygulama Düzeylerinin Mısır Bitkisi Verimi Üzerine Etkisi. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(1): 1-12.
- Oylukan, S., Güngör, H., 1975. Orta Anadolu'da mısır su tüketimi. Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 129. Rapor Seri No: 88, Eskişehir, 43 s.
- Öğretir, K., 1993, Eskişehir koşullarında mısırın su-verim ilişkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 83 s.
- Özbek, A., Dinç, U., Kapur, S., 1974. Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Ç.Ü Ziraat Fakültesi Yayınları. Adana 23(8): 149.
- Qian, T.M., Fry, J.D., Wiest, S.C., Upham, W.S., 1996. Estimating Trufgrass Evapotranspiration Using Atmometers and Penman-Monteith Model. Crop Science 36(3):699-704.
- Petersen, R.G., and Calvin, L.D., 1965. Sampling Methods of Soil Analysis. Part 1, Agronomy series, Amer. Society of Agric., 9:54-72.

- Piccinni, G., Ko, J., Marek, T., Howell, T.A., 2009. Determination of Growth-Stage-Specific Crop Coefficients (KC) of Maize and Sorghum. *Agricultural Water Management*, 96:1698-1704.
- Reicosky, D.C., Sharrat, B.S., Ljungkull, J.E., Baker, D.G., 1983. Comparison of Alfalfa Evapotranspiration Measured by a Weighing Lysimeter and a Portable Chamber. *Agric. Meteorol.*, 28:205-211.
- Renaud, F.G., Brown, C.D., Fryer, C.J., Walker, A., 2004. A Lysimeter Experiment to Investigate Temporal Changes in The Availability of Pesticide Residues for Leaching. *Envir. Pol.*, 131:81-91.
- Roberts, M.J., Long, S.P., Tieszen, L.L., Beadle, C.L., 1985. Measurement of Plant Biomass and Net Primary Production Techniques in Bioproductivity And Photosynthesis. *England*, 1:1-24.
- Shaozhong, K., Huanjie, C., Jianhua, Z., 2000. Estimation of maize evapotranspiration under water deficits in a semiarid region. *Agricultural Water Management*, 43:1-14.
- Shih, C.C.C., Ho, S., Kuo, S., Ho, S.S., Kuo, S.F., 1997. Estimation of Crop Coefficients for Corn, Sorghum and Soybean in Taiwan Under Subtropical Conditions. *Int. Agric. Eng. Journal.*, 6(2):95-108.
- Steduto, P., Caliendo, A., Rubino, P., Ben Mechlia, N., Masmoudi, M., Martinez-Cob, A., Jose Faci, M., Rana, G., Mastroilli, M., El Mourid, M., Karrou, M., Kanber, R., Kırd, C., El Quosy, D., El-Askari, K., Ait Ali, M., Zareb, D., Snyder, R.L., 1996. Penman-Monteith Reference Evapotranspiration Estimates in The Mediterranean Region. *Evap. and Irr. Sched.*, Texas, pp.357-363.
- Steduto, P., Snyder, R.L., 1998. IAM_ ET₀ Software Program and User's Guide. *Options Mediterranean*, No. 20, CIHAEM-Bari, 43 s.
- Süzer, S., 2003. Mısır Tarımı. *Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü*, Edirne.

- Şengonca, Ç., Yurdakul, O., 1977. Çukurova Bölgesinde Beyaz Sinek (*Bemisia Tabaci* Genn.) Salgınının Ekonomik Etkileri. Ç.Ü. Ziraat Fakülteleri Yıllığı, Yıl 6, Sayı 2, Adana.
- Şimşek, M., Gerçek, S., 2004. Yarı-Kurak Koşullarda Damla Sulamada Farklı Sulama Aralıklarının Mısır Bitkisinin (*Zea mays* L. *indentata*) Su Verim İlişkilerine Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 36(1):77-82.
- Taş, İ., Kırnak, H., 2011. Yarı Kurak İklim Bölgelerinde Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılabilecek Ampirik Modeller. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1): 57-66.
- Triebel, G.W., 2005. Estimating The Crop Coefficient Of Bahiagrass Using Lysimeters and The FAO56 Penman-Monteith Equation. University of Florida, Master Thesis, Florida, 111p.
- Tuna, L., 2014. Bitki Su Tüketimi Bileşenlerinin Ve Sulama Zamanı Planlamasının Biber (*Capsicum Annuum* L.) Yetiştiriciliği Üzerinde Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bil. Ens., Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 90s, Tekirdağ.
- Tyagi, N.K., Sharma, D.K., Luthra, S.K., 2000. Evapotranspiration and Crop Coefficients of Wheat and Sorghum. J. of Irr. and Drain. Eng., 126(4):215-222.
- Uçak, A.B., Ertek, A., Güllü, M., Aykanat, S., Akyol, A., 2010. Bazı İklim Parametrelerinin Çukurova'da Yetiştirilen Mısır Bitkisi Verim Ve Kalitesine Etkileri. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1): 9-19.
- USDA-SCS., 1967. Irrigation water requirements. Technical Release, USA, 21:160.
- Ünlü, M., 2000. Çukurova Koşullarında Mikrometeorolojik Yöntemlerle Pamuk Su Tüketiminin ve Bitki Katsayılarının Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bil. Ens., Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 102s.

- Ünlü, M., Kanber, R., Kapur, B., 2010. Comparison of Soybean Evapotranspirations Measured By Weighing Lysimeter and Bowen Ratio-Energy Balance Methods. *African Journal of Biotechnology*, 9(30): 4700-4713.
- Wright, J.L., and Jensen, M.E., 1978. Development and Evaluation of Evapotranspiration Models for Irrigation Scheduling. *Trans. of the ASAE*, 76(2063): 88-91.
- Yang, S., Yano, T., Aydin, M., Kitamura, Y., Takeuchi, S., 2002. Short Term Effects of Saline Irrigation on Evapotranspiration from Lysimeter Grown Citrus Trees. *Agric. Water Man.* 56:131-141.
- Yazar, A., Sezen, S., Gencel, B., 2002. Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Irrig. Drain.*, 51: 293-300.
- Yazar, A., 2009. Sulama ve Drenaj Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana.
- Yıldırım, O., Kodal, S., Selenay, M.F., Yıldırım, E., 1995. Kısıntılı Sulamanın Verime Etkisi. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri. S. 347-365. Kemer-Antalya
- Yrisarry, J.J.B., and Naveso, F.S., 2000. Use Of Weighing Lysimeter And Bowen-Ratio Energy-Balance For Reference And Actual Crop Evapotranspiration Measurements. *ISHS Acta Horticulturae*, 537.
- Yurdakul, O., Emeksiz, F., 1994. Çukurova’da Tarımsal Üretim Yapısındaki Gelişmeler ve Gap Alanı İçin Öngörüler. *Tarım Ekonomi Dergisi*, 2(1994): 32-45.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 1998 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü’nde lisans eğitimine başladı. Lisans eğitimini tamamlayarak 2004 yılında mezun oldu. 2005 yılında Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında yüksek lisansına başladı fakat aynı yıl öğrenimine ara vermek zorunda kaldı. 2007 ile 2011 yılları arasında BASF yapı kimyasalları şirketinde yönetici asistanı olarak çalıştı. Ardından 2011 yılında 5806 Sayılı Yasa’dan faydalanarak yüksek lisans eğitimine geri döndü. Halen Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.