

**FARKLI SULAMA YÖNTEMLERİ VE
SEVİYELERİNİN İKİNCİ ÜRÜN SİLAJLIK
MISIR (*Zea mays L.*)'İN VERİM VE
VERİM ÖĞELERİNE ETKİLERİ**

Mehmet Emin BULUT

**Yüksek Lisans Tezi
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Doç. Dr. Bilal KESKİN

2015

Her hakkı saklıdır

**İĞDIR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI SULAMA YÖNTEMLERİ VE SEVİYELERİNİN İKİNCİ
ÜRÜN SİLAJLIK MISIR (*Zea mays L.*)'İN VERİM VE VERİM
ÖĞELERİNE ETKİLERİ**

Mehmet Emin BULUT

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**İĞDIR
2015
Her hakkı saklıdır**

Doç. Dr. Bilal KESKİN danışmanlığında Mehmet Emin BULUT tarafından hazırlanan bu çalışma tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafında Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: İmza:

Üye: İmza:

Üye: İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim kurulunun / /2015 tarih ve 2015/ sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(İmza)

.....

Doç. Dr. Bünyamin YILDIRIM

Enstitü Müdürü

ÖZET

FARKLI SULAMA YÖNTEMLERİ VE SEVİYELERİNİN İKİNCİ ÜRÜN SİLAJLIK MISIR (*Zea mays L.*)'İN VERİM VE VERİM ÖĞELERİNE ETKİLERİ

BULUT, Mehmet Emin

Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Bilal KESKİN

Mayıs 2015, 61 sayfa

Araştırma, sonbaharda ekimi yapılan arpanın hasadından sonra ikinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısırdaki (*Zea mays L.*) farklı sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin etkilerini belirlemek için 2014 yılında Iğdır ekolojik koşullarında yürütüldü. Araştırma, bölünmüş parseller deneme planında faktöriyel düzenlemeye göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bu amaçla mısır bitkisine dört sulama seviyesi (faydalı suyun % 25, % 50, % 75 ve % 90'nın azaldığı) ve iki farklı sulama yöntemi (damla ve karık sulama) uygulanmıştır. Araştırmada, silajlık mısırın bitki boyu, bitki ağırlığı, bitki sayısı, yaprak sayısı, koçan sayısı, yaş ot verimi, yaprak oranı, koçan oranı, sap oranı, kuru madde oranı, kuru ot verimi ve ham protein oranı incelenmiştir. Sulama yöntemleri mısır bitkisinin bitki ağırlığı, yaş ot verimi, koçan oranı, sap oranı, kuru madde oranı ve kuru ot verimini etkilemiştir. En yüksek bitki ağırlığı, yaş ot verimi, koçan oranı ve kuru ot verimi damla sulama yönteminden elde edilirken, sap oranı ve kuru madde oranı karık sulama yönteminden elde edilmiştir. Sulama seviyeleri mısır bitkisinin bitki boyu, bitki ağırlığı, yaş ot verimi, sap oranı, kuru madde oranı ve kuru ot verimini etkilemiştir. Düşük sulama seviyelerinde bitki boyu, bitki ağırlığı, yaş ot verimi ve kuru ot verimi önemli derecede düşmüş, diğer taraftan sap oranı ve kuru madde oranı ise artırmıştır. Sonuç olarak Iğdır ekolojik koşullarında topraktaki kullanılabilir suyun %25 ve % 50'si tüketildiğinde yapılan sulamanın silajlık mısır için uygun olacaktır. Diğer taraftan, bölge çiftçisinin ekonomik gücü ve mevcut su miktarı potansiyeli dikkate alındığında her iki sulama yönteminden birini seçilebilir. Özellikle bölge topraklarının drenaj ve tuzluluk problemlerinden dolayı, damla sulama yönteminin seçilmesi daha uygun olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sulama seviyeleri, sulama yöntemleri, silaj, verim, ikinci ürün

ABSTRACT

EFFECT OF IRRIGATION METHODS AND IRRIGATION LEVELS ON YIELD AND YIELD COMPONENT OF SECOND CROPS SILAGE CORN (*Zea mays* L.)

BULUT, Mehmet Emin

Master Thesis, Field Crops Main Discipline

Thesis Adviser: Assoc. Prof. Dr. Bilal KESKİN

May 2015, 61 Pages

The research was conducted to determine effects of irrigation methods and irrigation levels on silage corn (*Zea mays* L.) grown as second crops after harvested barley in Iğdir ecological conditions in 2014 year. The research was established in split plot experimental design with three replications. Four irrigation levels (decrease 25%, 50%, 75%, 90% of available water capacities) and two irrigation (drip and furrow irrigation) on corn were applied. In the study, plant height, plant weight, number of plants, number of leaves, ear number, green yield, leaf ratio, ear ratio, stem ratio, dry matter ratio, dry matter yield and crude protein ratio were investigated. Irrigation methods has affected plant weight, green yield, ear ratio, stem ratio, dry matter ratio and dry matter yield. While the highest plant weight, green yield, ear ratio and dry matter yield is obtained in drip irrigation, stem ratio and dry matter ratio was obtained in furrow irrigation. Irrigation levels has affected plant height, plant weight, green yield, stem ratio, dry matter ratio and dry matter yield. Plant height, plant weight, green yield and dry matter yield in low irrigation levels was significantly decreased, on the other hand, stem ratio and dry matter ratio was increased. According to the results of the study, begin watering when consumed 25% and 50% of the available water-holding capacity of the soil will be more suitable for silage corn production in Iğdir ecological conditions. Considering the economic power of farmers and available water amount potential could choose one of the two irrigation methods (drip and furrow irrigation). In particular, because of drainage and salinity problems of region soils territory, the selection of drip irrigation would be more appropriate.

Keyword: Irrigation levels, irrigation methods, silage, yield, second crop.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Iğdır ilinde çevresindeki illere göre tamamen farklı bir iklim görülmektedir. Bu farklılıklar sıcaklığın yüksek ve yağışların az olmasıdır. Sıcak ve kurak bir iklime sahiptir. Bu durumda Iğdır, Doğu Anadolu bölgesinde kendine özgü iklim şartlarıyla farklı bir alanı oluşturmaktadır. Özellikle kış aylarının sıcaklık ortalamasının fazla düşük olmaması, bölgede nadiren görülen aşırı soğuklar haricinde, kış mevsimi fazla sert geçmemektedir. Bölgenin hayvancılık bölgesi olmakla birlikte hayvancılığın en önemli maliyet unsurunu oluşturan yem üretimi konusunda Iğdır'ın bölgede ön plana çıktığı görülmektedir. Iğdır Ovası'nın verimli ve sulanabilir olmasının ve ikliminin verdiği avantajla ovada yılda iki ürün alınması, silajlık mısır ekimini yaygınlaştırmıştır. Ancak Iğdır sıcak ve kurak bir iklime sahip olması ve buna bağlı olarak buharlaşmanın fazla olması sulamanın önemini ortaya koymuştur.

Tez konusunun belirlenmesinde, araştırmamın yürütülmesinde ve tez çalışmaları süresince gerekli her türlü yardımı ve bilgileri sağlayan danışman hocam Doç. Dr. Bilal KESKİN'e, yüksek lisans eğitimi boyunca her türlü desteği gördüğüm ve emeklerinden dolayı Yrd. Doç. Dr. Süleyman TEMEL'e, Tarla Bitkileri Bölümü hocalarım ve çalışmalarımnda her zaman yanımda olan değerli eşim Duygu KARAMAN BULUT' a teşekkür ederim. Bu araştırma tüm finansal desteği Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FBE-L09 no'lu proje olarak desteklenmiş olup, katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Mehmet Emin BULUT

MAYIS-2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
3. MATERYAL VE METOT	18
3.1. Araştırma Yeri Hakkında Genel Bilgiler	18
3.1.1. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri	18
3.1.2. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri	20
3.2. Denemede Kullanılan Bitki Materyali	22
3.3. Metot	23
3.3.1. Deneme Deseni ve Ekim	23
3.3.2. Sulama Yöntemi	24
3.3.3. Bakım	26
3.3.4. Hasat	27
3.4. Araştırmada İncelenen Özellikler	28
3.5. Verilerin Değerlendirilmesi	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	30
4.1. Bitki Boyu	30
4.2. Bitki Ağırlığı	32
4.3. Bitki Sayısı	33
4.4. Yaprak Sayısı	34
4.5. Koçan Sayısı	35

4.6. Yaş Ot Verimi	37
4.7. Yaprak Oranı	38
4.8. Koçan Oranı	39
4.9. Sap Oranı	41
4.10. Kuru Madde Oranı	42
4.11. Kuru Ot Verimi	44
4.12. Ham Protein Oranı	47
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

N	Azot
P	Fosfor
Ca	Kalsiyum
EC	Elektiriksel İletkenlik
P₂O₅	Fosfor penta-oksit
Mcal	Mega kalori
pH	Toprak reaksiyonu
%	Yüzde
°C	Santigat derece
g	Gam
kg	Kilogram
mm	Milimetre
cm	Santimetre
m²	Metrekare
da	Dekar
ha	Hektar

Kısaltmalar

HP	Ham protein
YAI	Yaprak alan indeksi
I	Sulama suyu
ET	Bitki su tüketimi
SD	Serbestlik Derecesi
KT	Kareler Toplamı
KO	Kareler Ortalaması
F	Faktör

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.2.1. Araştırmada ekilen tohumlar arası mesafe	23
Şekil 3.3.2. Karık sulama, damla sulama yöntemi	25
Şekil 3.3.3. Araştırmada bitki kök boğazının doldurulması ve toprak nem ölçer	26
Şekil 4.11.1. Sulama yöntemi ve sulama seviyesinin kuru ot verimi üzerine etkileri (kg/da)	46

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. Araştırmanın yürütüldüğü Iğdır ili uzun yıllar ve deneme yılına bazı iklim verileri	19
Çizelge 1.2. Deneme parseline ait topraklarının fiziksel özellikleri	22
Çizelge 1.3. Araştırma alanına ait toprakların bazı özellikleri	22
Çizelge 2.1. Araştırma yılına ait bazı önemli tarihler ve fenolojik gözlemler	27
Çizelge 4.1.1. Bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.1.2. Bitki boyuna ait ortalama değerler ve Duncan gruplandırması	30
Çizelge 4.2.1. Bitki ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.2.2. Bitki ağırlığına ait ortalama değerler(g) ve Duncan gruplandırması	32
Çizelge 4.3.1. Bitki sayısına ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.3.2. Bitki sayısına ait ortalama değerler (adet).....	34
Çizelge 4.4.1. Bitkide yaprak sayısına ait varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.4.2. Bitkide yaprak sayısına ait ortalama değerler (adet)	35
Çizelge 4.5.1. Koçan sayısına ait varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.5.2. Koçan sayısına ait ortalama değerler (adet)	36
Çizelge 4.6.1. Yaş ot verimine ait varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.6.2. Yaş ot verimi ait ortalama değerler (kg/da) ve Duncan gruplandırması	37
Çizelge 4.7.1. Yaprak oranına ait varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.7.2. Yaprak oranına ait ortalama değerler (%)	39
Çizelge 4.8.1. Koçan oranına ait varyans analiz sonuçları	40

Çizelge 4.8.2. Koçan oranına ait ortalama değerler ve Duncan gruplandırması.	40
Çizelge 4.9.1. Sap oranına ait varyans analiz sonuçları	41
Çizelge 4.9.2. Sap oranına ait ortalama değerler (%) ve Duncan gruplandırması	41
Çizelge 4.10.1. Bitkide kuru madde oranına ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.10.2. Bitkide kuru madde oranına ait ortalama değerler (%) ve Duncan gruplandırması	43
Çizelge 4.11.1. Kuru ot verimine ait varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.11.2. Kuru ot verimine ait ortalama değerler (kg/da) ve Duncan gruplandırması	44
Çizelge 4.12.1. Ham protein oranına ait varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.12.2. Ham protein oranına ait ortalama değerler (%)	47

1. GİRİŞ

Toprak ve su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve toplum yararına en iyi biçimde değerlendirilmesi, çağımızda hemen hemen tüm ülkelerin önde gelen amaçları arasında yer almaktadır. Su kaynaklarının %70'ine yakın bölümü sulama amacıyla tarımda kullanılmaktadır. Son yıllarda ülkemizin önemli bir bölümünde çok büyük boyutlara ulaşan kuraklık, hem yer altı hem de yerüstü su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemiştir. Diğer taraftan bu bölgelerde endüstriyel kullanım ve kentsel içme-kullanma suyu gereksinimleri, sulama suyu kaynakları üzerinde büyük bir rekabete yol açmıştır. Tüm bunlara ek olarak, sürekli artış gösteren enerji ve işçilik giderleri de su kaynaklarının daha etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Belirtilen bu nedenlerle tarım, su tasarrufu sağlamak bakımından en yüksek potansiyele sahiptir. Sınırlı su kaynaklarının sürdürülebilir bir biçimde geliştirilmesinde başvurulacak yolların başında sulama programlaması gelmektedir (Gencel, 2009).

Mısır, dünyada ılıman ve tropik bölgelerde yaygın olarak yetiştirilen bir bitkidir. İnsan gıdası ve hayvan yemi olarak tüketilmesinin yanı sıra, sanayide nişasta, şurup, şeker, bira ve endüstriyel alkol yapımında kullanılmaktadır (Çetin, 1996).

Her geçen gün hızla artan dünya nüfusunun yeterli beslenebilmesi için, tarımsal ürünlerin üretimini de o oranda artması gerekmektedir. Tarım yapılan alanların sınırlı olması nedeniyle artan nüfusun beslenebilmesi ancak birim alandan alınacak verimin yükselmesi ile mümkündür (Karaşahin ve Sade, 2011).

Ülkemizin yarı-kurak bir iklim kuşağı içerisinde yer alması, sulamanın önemini bir kat daha arttırmaktadır. Özellikle İç Anadolu gibi kuraklığın yoğun yaşandığı ve su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde suyun ekonomik olarak kullanılması gerekmektedir. Günümüzde yeni alanların sulamaya açılması hem çok büyük ekonomik yatırımları gerektirmekte, hem de yeraltı su kaynaklarımızın daha çabuk tükenmesine yol açmaktadır. Bunun çözümü; sulama suyu uygulama performanslarının etkinliğini artırıcı ve uygulama kayıplarını minimize edici damla ve yağmurlama gibi sulama

tekniklerinin yaygınlaştırılması ile mümkündür. Damla sulamada, topraktaki hava ve su dengesinin aşırı sulama ile bozulmaması ve su eksikliği ile bitkinin su stresine sokulmaması verim artışının ana sebepleridir (Hook ve Kincheloe, 1991; Şimşek ve ark., 2003).

Tarımsal üretimin artırılmasında en önemli girdi olan sulamanın etkinliği, ancak bölge, toprak ve iklim koşullarına göre hazırlanan bir sulama programı ile gerçekleşebilir. İyi bir sulama programının hazırlanmasında, temel olarak ele alınan bitkilerin sulama aralığı ile her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarı ve sulama sayısının belirlenmesi gereklidir. Bu temel verilere ulaşabilmek için, tarımı yapılan bitki özellikleri, ıslatılacak toprak derinliği, toprağın kullanılabilir su tutma kapasitesi gibi bilgilere gerek vardır. Diğer taraftan bölge ve ekolojik koşullarına göre sulama programı yapılırken, su kaynağı ve tarımsal alana göre karar vermek en uygun yaklaşımdır. Suyun pahalı ve yetersiz olduğu yerlerde birim sudan, tarımsal alanın sınırlı olduğu yerlerde ise birim alandan en çok ürünün alınmasını amaçlayan sulama programları yapılmalıdır (Baştuğ ve Tekinel, 1989; Kodal ve ark., 1993).

Sulama, modern tarımın ayrılmaz bir parçasıdır ve bitkisel üretimde en önemli tarımsal girdilerden birini oluşturmaktadır. Sulama topraktaki nem eksikliğine duyarlı, pazar değeri yüksek olan bitkileri diğer bitkilere nazaran daha olumlu yönde etkilemektedir. Ancak sulamadan beklenen yararın elde edilmesi için, koşullara en uygun sulama yönteminin seçilmesi, bu yöntemin gerektirdiği sulama yönteminin kurulması ve bitkinin ihtiyaç duyduğu su miktarının zamanında uygulanması gerekmektedir (Yıldırım, 1999).

Sulama yönetimi ne zaman sulama yapılması gerektiğini, bir sulamada ve bitkinin gelişme dönemlerine göre ne kadar su uygulanacağını, ayrıca sulama yönteminin işletme ve bakımı işlerini kapsar. Temel işletim amacı çevreden ödün vermeden üretim yöntemlerini kar amacıyla yönetmektir. Esas yönetim faaliyeti sulama programlaması diğer bir deyişle ne zaman ve ne kadar su uygulanacağını belirlemeyi içerir. Sulama zamanını ve ne kadar su uygulanacağını belirlemede çok sayıda yöntem geliştirilmiş ve test edilmiştir. Kimi metotlar topraktaki veya bitkideki su durumunu

belirlemek amacıyla toprak suyu eksikliğini veya bitki su stresini gösteren aygıtları gerektirirler. Diğerleri toprak su içeriğindeki periyodik değişimleri kestiren matematik modelleri kullanırlar. Bu modeller genellikle girdi olarak güncel iklim verilerini ve bitkiye ilişkin bilgileri kullanırlar (Yazar, 2009).

Başarılı sulama programlamasının suyun toprak içindeki akışı, bitkilerin topraktan su alımı ve atmosfere su kaybını yönlendiren temel ilkelerin derinlemesine anlaşılmasına bağlı olduğu açıktır. Eğer bitkiler sulamanın gerekli olduğuna ilişkin yararlı bilgileri sağlayacaksa, o zaman bitki su statüsünü etkileyen faktörlerin tümünü anlamak ve bitki davranışını doğru irdelemek için bitki su durumu yanında söz konusu faktörlerin de ölçümünü gerektirir (Yazar, 2009).

Mısır (*Zea mays* L.) dünyada artan kullanım alanı nedeniyle talebi sürekli yükselen bir tarım ürünüdür. Günümüzde mısır, doğrudan insan beslenmesinde kullanılmasının yanı sıra, gıda ve son yıllarda da enerji kaynağı amaçlı kurulan sanayilerin ham maddesini de oluşturmaktadır. (Dağdelen, ve Gürbüz, 2008).

Dünyada en çok ekilen bitkilerden biri olan mısır, son yıllara kadar üretim bakımından buğday ve çeltikten sonra üçüncü sırada yer alırken, günümüzde en çok üretilen tahıl konumundadır. Dünyada 2013 yılı verilerine göre 957.146.000 ton tane mısır, 705.378.000 ton buğday ve 140.096.000 ton arpa üretilmiştir (FAO, 2014). Mısır, ülkemizde buğday ve arpadan sonra en çok üretilen tahıldır. Türkiye’de 2014 yılında 658.645 ha alanda 5.950.000 ton tane mısır, 401.591 ha alanda 18.563.390 ton silaj mısır üretimi gerçekleşmiştir (TUIK, 2014). Mısır bitkisi esas olarak insan gıdası, hayvan yemi ve sanayide birçok ürünün ham maddesi olarak tüketilmektedir. Dünya genelinde üretilen mısırın % 60’ı hayvan yemi, % 20’si insan gıdası (doğrudan tüketim), % 10’u işlenmiş gıda ve % 10’u diğer tüketimler ile tohumluk olarak kullanıldığı tahmin edilmektedir (Özcan, 2009). Mısır bitkisi verimlilik potansiyeli yüksek önemli bir yazlık bitkidir. Bu özelliği nedeniyle buğday ile beraber münavebe programında yer alabildiği için, bölgemizde büyük bir öneme sahiptir. Mısır hızlı bir büyümeye sahip olması nedeniyle, yetiştiriciliğinde iyi bir sulama programının uygulanması gerekmektedir. Mısır bitkisinin yetiştirme dönemi içerisinde herhangi bir

dönemde ortaya çıkan su açığı veriminde önemli kayıplara neden olmaktadır. Verimdeki azalma miktarı, bitkinin bulunduğu büyüme dönemine ve bu dönemde ortaya çıkan stresin uzunluğuna ve şiddetine bağlı olduğu kadar, bitki çeşidinin su stresine karşı dayanıklılığına da bağlıdır (Lorens, 1987).

Mısır ve silaj sorgum bitkilerinde yapılan ıslah çalışmalarıyla birim alandan yüksek verim alınması ve yıl içinde özellikle kısa devrede yetiştirilerek silaj yapımında yaygın bir şekilde kullanılması ikinci ürün olarak yetiştirilmesini ön plana çıkarmaktadır (Baytekin, 1992).

Bitkideki su eksikliğini ve bunun sonucunda ortaya çıkan bitki su gerilimi su tüketimi ve verim üzerinde önemli etkiye sahiptir. Toprakta kullanılabilir suyun azalışına bağlı olarak bitkide fizyolojik oluşumlar bozulmakta, giderek büyüme durmakta, verim ve ürün kalitesi düşmektedir (Korukçu ve Kanber, 1981).

Mısır bitkisi ülke genelinde ve bölgemizde genel olarak yüzey sulama yöntemleriyle sulanmakta olup bu tür sulama yöntemlerinde buharlaşarak, yüzey akışı ve derine sızma gibi nedenlerle suyun kaybı söz konusudur. Bunun sonucunda sulama randımanı düşük olmakla birlikte topraklarda drenaj ve tuzluluk problemlerini oluşturmaktadır. Bu nedenle silajlık mısır tarımında sulama suyunun daha etkin kullanılması gerekmektedir. Tarımda üretimin artırılmasında en önemli kültürel faaliyet; suyun bitki için uygun koşullarda ve yeter miktarda etkili kök bölgesine uygulanma biçimi olduğu söylenebilir. Bu nedenle sulama ile bitkisel üretimin artırılması mümkündür, ancak su kaynaklarının azalması ve kalitesinde ciddi endişeler yaşanması, su kaynaklarının kullanımında kısıtlama yoluna gidilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle su tasarrufu ve verim artışı sağlayan, su-verim ilişkilerini ön plana çıkaran sulama teknikleri seçimi zorunlu hale gelmiştir. Toprakta bulunan besin maddelerinin bitkiler tarafından alınabilmesi, suda eriyik halde olmasına ve bitki kök bölgesinde bulunmasına bağlıdır. Sulama, modern tarımın önemli bir parçasıdır ve bitkisel üretimde en önemli tarımsal girdilerdendir. Ancak sulamadan beklenen yararın elde edilmesi için, bitkinin ihtiyaç duyduğu su miktarının, sulama programına göre zamanında uygulanması gerekmektedir. Uygun sulama programıyla bitki strese

girmeyeceği için verim kayıpları minimum düzeyde gerçekleşir. Sulama suyu ihtiyaçları bitkilere göre değişmekle birlikte mısır ve birçok bitki için, toprakta tutulabilen suyun yarısı tüketildiği zaman stres başlangıcı olarak kabul edilebilir. Dolayısıyla faydalı suyun % 50'si tüketildiğinde sulama başlamakta ve % 50'lik kısım sulama miktarını oluşturmaktadır. Dünyada 1530 milyon hektar arazinin kültüre alındığı; bunun % 17'sinin (260 milyon hektar) sulandığı; anılan arazilerin sadece % 1'inde modern sulama teknikleri uygulandığı ve % 90-95'inin ise yüzey sulama yöntemleri ile sulandığı bilinmektedir (Anonim, 2004).

Diğer tarımsal girdilerin optimum düzeyde karşılanması koşuluyla, büyüme mevsimi boyunca bitki kök bölgesinde depolanan su miktarı arttıkça verimde de bir artış meydana gelmekte ve belirli bir toprak suyu düzeyinde verim en yüksek değere ulaşmaktadır. Belirli bir düzeyden sonra uygulanan su verimde daha fazla artışa değil aksine drenajın iyi olmadığı koşullarda verimde azalmaya neden olur. Büyüme mevsimi boyunca bitki kök bölgesinde depolanan su miktarı bitkinin gereksinimini karşılamaktan uzak ise su eksikliği nedeniyle bitki veriminde azalmalar meydana gelir. Verim azalışı toprak su eksikliğinin derecesine, bitkinin strese duyarlılığına ve atmosferik koşullara bağlıdır (Yazar, 2009).

Günümüzde mevcut tarımsal alanların artırılmayacağı bilindiğine göre, tarımsal üretimi özellikle verim ve kaliteyi artırmak için sulama, gübreleme, ilaçlama, iyi tohumluk kullanma ve enerji kullanımı gibi diğer kaynakların optimal düzeyde kullanılması gerekmektedir. Bu kaynaklar arasında özellikle sulama, diğer tarımsal girdilerin etkinliğini artıran ve tarımsal üretimde kararlılığı sağlayan en önemli uygulamadır (Kodal, 1995).

Tarımsal üretimde birim alandan elde edilen verimin artırılması için, gelişme dönemi boyunca toprakta bitki kök bölgesinde yeterli nemin bulundurulması gerekmektedir. Bu tür alanlarda bu nemin kaynağını yağışlar ve sulama oluşturmaktadır. Bu nedenle sulama, bitkinin normal gelişmesi için gerekli olan suyun yağışlar ile karşılanamayan kısmının toprağa verilmesi biçiminde tanımlanır (Yıldırım, 1996;1999; Güngör ve ark., 1996). Bu tanımlamaya göre, yarı kurak bir iklim kuşağında

yer alan ülkemizde, gelişme dönemi boyunca düşen yağışın miktarı ve dağılımı bitki su gereksinmesini karşılamadığından sulamanın önemi bir kat daha artmakta ve zorunlu bir üretim unsuru olmaktadır (Yıldırım, 1999).

İkinci ürün mısır tarımı Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde sulanabilir tarım arazilerinde buğday, arpa ve mercimekten sonra uygulanan bir tarım şeklidir. İkinci ürün mısır tarımı, Haziran ayının son haftası ile Kasım ayı ortalarına uzanan 95-135 günlük yaz periyodunda yapılmaktadır (Tüsüz, 1987).

Toprak nem içeriğine dayanarak yapılan sulama programları her ne kadar güncelliğini koruyorsa da, karşı karşıya kaldığımız sorunlar, su kaynaklarımızı daha ekonomik kullanmamız gerektiğini göstermektedir. Özellikle kullanılabilir su kaynaklarının çok önemli bir kısmının tarımsal üretimde kullanıldığı günümüzde, daha geniş alanların sulamaya açılabilmesi için tarımsal ürünlerin yetiştirilmesinde titiz çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışmalardan en önemlilerinden biri de su-verim ilişkileri konusundaki çalışmalardır (Kanber ve ark, 1990).

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

Uygun sulama zamanının seçimi çok önemli olduğundan bitkinin su stresine duyarlı olduğu dönemde, sulama geciktirildiğinde, bir sonraki sulamada fazla su uygulansa bile verim düşmektedir. Sulama aralığını bir takvime veya sabit bir sulama programına bağlama yerine bitki gelişim dönemlerine göre değişen bitki su

gereksinimlerini karşılama esnekliği gösterebilen sulama zamanı ve sulama miktarı saptanmalıdır (Doorenbos ve Pruitt, 1977).

Su stresinin düşük veya hiç olmadığı koşullarda bitki kökleri, su ve bitki besin maddelerini daha çok üst katmanlardan sağlar. Ancak su stresi olduğunda, bitki su ve besin maddelerini bulabilmek için, bitki köklerini daha derinlere indirmektedir (Rhoads ve Bennett, 1990).

Su kaynaklarından en iyi şekilde yararlanmanın temel koşulu toprak, iklim ve bitki etmenlerine bağlı olan sulama zamanı ve miktarı arasındaki ilişkinin bilinmesidir (James ve ark., 1982). Anılan kaynaklardan sulamaya ayrılan su miktarı, endüstriyel ve kentsel kullanım yanında çevre kirliliği nedeniyle giderek azalmaktadır. Bunun sonucu, sulama şebekelerinin kısıntılı su kullanma koşullarına göre planlanması ve işletilmesi için öncelikle verim ile sulama suyu arasındaki ilişkilere gereksinim duyulmaktadır (Hanks, 1983; Smith, 1984; Kanber ve Kırdı, 1994).

Mısır sulamasına yönelik olarak gerek ülkemiz gerekse bölgemizde pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan çeşitli çalışmalarda, mısırın mevsimlik su tüketimini Kanber ve ark. (1990), Çukurova koşullarında 474-605 mm; Ul (1990), Menemen'de 203-565 mm; Uzunoğlu (1991), 440-808 mm; Katerji ve ark. (1996), 494-644 mm; İstanbulluoğlu ve Kocaman (1996), Tekirdağ koşullarında 353-586 mm; Sezgin (1991), Menemen koşullarında 436-647 mm ve Pandey ve ark. (2000), 641-668 mm arasında belirlemişlerdir. Bitki su tüketimi, doğrudan ölçülebildiği gibi iklim verilerinden tahmin yöntemleriyle de belirlenebilmektedir. Doğrudan ölçme yöntemleri, zaman alıcı ve pahalı olmaları nedeniyle, ancak amprik eşitliklerin yöre koşullarına göre kalibrasyonu amacıyla kullanılmaktadır. Gerek sulama projelerinde ortalama bitki su tüketiminin tahmininde gerekse sulama zamanının planlamasında, uygulamada yaygın olarak iklim verilerinden tahmin yöntemleri kullanılmaktadır. Sulama zamanının planlanmasında kullanılan amprik eşitlikler günlük, haftalık ve en çok on günlük periyotlar için sağlıklı sonuç veren ve genellikle çok sayıda iklim elemanı içeren nispeten karmaşık eşitliklerdir (Doorenbos ve Pruitt 1977, Burman ve ark., 1983, Jensen ve ark., 1990). Birçok araştırmacı tarafından geliştirilen ve iklim parametrelerine dayalı

bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinin belli başlıları Doorenbos ve Pruitt (1977), Jensen ve ark., (1990) ve Smith (1991)'de özetlenmiştir. Bu yöntemlerde izlenen yol, önce referans bitki su tüketimi hesaplanmakta, elde edilen değer bitki katsayısı (kc) ile düzeltilerek bitki su tüketimi bulunmaktadıdır (Dağdelen ve Gürbüz, 2008).

Bu araştırmada, sonbaharda ekimi yapılan arpa bitkisinin hasadından sonra ikinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısır (*Zea mays* L.) bitkisine sulama yöntemlerinin ve sulama seviyelerinin etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Mısır bitkisine dört sulama seviyesi (% 25, % 50, % 75, % 90) ve iki sulama yöntemi (damla ve karık sulama) uygulanmıştır. Araştırmada, mısır bitkisinin bitki boyu, bitki ağırlığı, bitki sayısı, yaprak sayısı, koçan sayısı, yaş ot verimi, yaprak oranı, koçan oranı, sap oranı, kuru ot oranı, kuru madde verimi ve ham protein oranı incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sulama yöntemleri ve topraktaki nem düzeylerine göre sulama yapılmasının mısır (*Zea mays* L.)'in verim ve kalite özelliklerine ilişkileri ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır.

Gençoğlan ve Yazar (1999), Türkiye'de birinci ve ikinci ürün mısırdaki farklı sulama yöntemlerinin ve sulama suyu seviyelerinin verim, verim unsurları ve kalite, su tüketimi, su kullanımı randımanına etkilerinin belirlenmesini amaçlayan bir araştırma yürütmüşlerdir. Konu ile ilgili olarak, Çukurova koşullarında farklı düzeylerdeki su kısıtının birinci ürün mısır tarımında tane verimine ve su kullanım randımanına etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada sulama konuları her on günde bir 120 cm'lik toprak profilinde tüketilen suyun % 100 (I100), % 80 (I80), % 60 (I60), % 40 (I40), % 20 (I20) ve % 0 (I0) uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda eksik nemin tamamının verildiği sulama konusunda ortalama su tüketimi 1025 mm ve buna karşılık 1002 kg/da ile en yüksek tane verimi elde edilmiştir.

Yazar ve ark. (2002), GAP koşullarında, ikinci ürün mısır üretiminde 3 ve 6 günde bir olmak üzere A sınıfı buharlaşma kabından olan kümülatif buharlaşmanın % 100'ü, % 67'si ve % 33'üne eşdeğer sulama suyunun damla sulama yöntemi ile uygulanmasının verim üzerine etkilerini araştırılmışlardır. Araştırmada en yüksek su tüketimi ve en yüksek dane verimi A sınıfı buharlaşma kabından olan kümülatif buharlaşmanın % 100'ünün sulama suyu olarak uygulandığı şartlarda gerçekleştiği belirlenmiştir.

Öktem ve ark. (2003), Urfa koşullarında farklı sulama aralıklarında bir A sınıfı buharlaşma kabından olan kümülatif buharlaşma miktarının belirli oranları şeklinde oluşturdukları sulama konularının su - verim ilişkileri üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma; sulama suyundan % 10 kısıntı yapıldığı zaman verimde yaklaşık % 9 azalma, sulama suyunda yaklaşık % 20lik bir kısıntı yapıldığı zaman ise verimde ortalama % 15 civarında bir azalma olduğu sonucuna varmışlardır.

Başka bir çalışmada mısır bitkisinin elverişli nem kapasitesinin % 50'si tüketilmeden sulanması gerektiğini vurgulamışlardır. Kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50'si tüketildiğinde mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde kontrol parseline verilen suyun %15 oranında azaltılması şeklinde yapılan bir kısıntıdan yüksek verim elde edileceği saptamıştır (Braunworth ve Mack 1989).

Alam ve Rogers (2001), Kansas'ta mısır üretiminde elektriksel direnç blokları ile oluşturulan sulama konusunda yaptıkları çalışmada, bitki sulama stresi başlangıcındaki mısır bitkisi için uygulanmayan 25.4 mm birim su için dekarda 78-157 kg tane kaybına neden olduğunu açıklamışlardır. Aynı çalışmada araştırmacılar fazladan yapılan her bir 25.4 mm birim su için 1.12-3.37 kg/da arasında azotun yıkanarak kök bölgesinden uzaklaştığını belirlemişlerdir.

Damla sulama ile geleneksel sulama yöntemlerinin tipik özelliği olan toprak havalanması, bitki hastalıkları ve kök gelişimiyle ilgili herhangi bir sorunun ortaya çıkmayacağı kabul görmüştür (Kanber, 1997). Ayrıca yüzey sulama yöntemlerine göre damla sulamada daha az toprak yüzeyi ıslatıldığı için daha az yabancı ot çıkmakta ve bu da verimi olumlu yönde etkilemektedir (Harris, 2005). Damla sulamada verim artışında diğer önemli bir sebep, mısırdaki fizyolojik oluma kadar bitki besin maddelerinin özellikle azotun parçalanarak, bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanlarda, bitki kök bölgesine uygulanması ve aşırı sulama yapılmadığı için azot yıkanmasının önüne geçilerek azot kullanım etkinliğinin sağlanması şeklinde ifade edilebilir (Alam ve Rogers, 2001; Ogola ve ark., 2002; Lamn ve Trooien, 2003; Singandhupe ve ark., 2003).

Mısırdaki damla sulama uygulamalarında karık usulü sulamaya göre verim artışını, Şimşek ve ark. (2003) Harran'da % 12, Humphreys ve ark. (2005) Coleambally/Avustralya'da % 14, Gençel ve ark. (2006) Haran'da % 15-23 olarak belirlemişlerdir. Ramirez ve ark. (2006) Meksika'da mısırdaki toprak altı damla sulama yönteminde karık sulamaya göre % 51-160 verim artışı elde ederken, Trejo ve ark. (2006) Meksika'da silajlık mısırdaki yaptıkları araştırmada toprak altı damla sulama yönteminde karık sulamaya göre yeşil ot veriminde % 5 artış elde etmişlerdir.

Tokat-Kozova koşullarında birinci ve ikinci ürün silajlık olarak yetiştirilen mısırın ikinci ürün ekiminde yeşil ot verimi (8948.4 kg/da), birinci ürün ekimlerine göre (7696.1 kg/da) daha yüksek olmasına karşın, kuru madde verimi (1723.4 kg/da-2057.9 kg/da) daha düşük olduğunu bildirmiştir (İptaş ve ark., 2003).

Cin mısırdaki gerek sulama aralığındaki ve gerekse de su düzeylerindeki değişim tane verimini etkilemiştir. Ortalamalar göz önüne alındığında tane verimlerinin 108,8 kg/da ile 641,6 kg/da arasında değiştiği görülmektedir. Deneme yılında en yüksek verim 3 günde bir sulanan ve tam sulama suyu uygulanan kontrol parselinden 641,6 kg/da olarak elde edilmiştir. En düşük verimler 108,8 kg/da -111,9 kg/da ile susuz konulardan elde edilmiştir (Vural ve Dağdelen, 2008).

Bozkurt ve ark. (2006), Akdeniz iklim şartlarında mısır verim öğeleri üzerine sulama miktarının etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada en yüksek kuru madde verimi ve tane verimi tam sulama konusunda daha yüksek elde edilmiştir. Kısıtlı sulama uygulamasında ise verimde azalma görülmüştür. Sammis ve ark. (1998), mısır bitkisi üzerine 4 yıllık bir sulama çalışması yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre su stresinin, mısır bitki boyunu ve kuru madde miktarını tanımlamak için iyi bir gösterge olduğunu ortaya koymuşlardır. Emeklier ve Kün (1988), İç Anadolu sulu koşullarında ikinci ürün tane mısır ve silaj mısır yetiştirme olanaklarını araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada tane veriminin elde edilmesi mevcut çeşitlerle riskli görüldüğünü fakat arpa hasadından sonra silaj mısır yetiştirilebileceğini ve dekardan en yüksek hasıl veriminin 10598.3 kg olabileceğini bildirmişlerdir.

Baytekin ve ark. (1995), arpa hasadından sonra yem bitkilerinin ekiminin buğday hasadından sonraki ekimlere göre 15 gün daha erken gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bu durum büyüme süresi içerisinde arpadan sonra ekilen bitkilere 15 gün daha fazla gelişme üstünlüğü sağlamıştır. Dolayısıyla daha uzun süre büyüme fırsatı buldukları için arpadan sonra ekilen bütün yem bitkilerinin verimleri buğdaydan sonra ekilenlerden daha yüksek olmuştur. Harran ovasında ikinci ürün silaj sorgum yetiştiriciliğinde birinci ürüne göre yaş ot ve kuru madde verimleri daha yüksek bulunmuştur.

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

Doorenbos ve Pruitt (1977), eğer su sıkıntısı vejetatif periyotta oluşursa bitkinin su stresine uyum sağlayabileceğini belirlenmişlerdir. Tozlanma döneminde oluşacak su stresinin verimi azalttığı ve verimdeki bu azalışın da su kullanım randımanını düşürdüğü saptanmıştır. Mısır bitkisi ilk iki gelişim döneminde yeterli düzeyde sulanmadığında, tane dolum döneminde yapılan sulamanın verime etkisinin olmadığı hatta verime olumsuz etkisi olduğu belirlenmiştir. Mısır bitkisinin tozlanma döneminin diğer gelişme periyotlarına göre daha kritik olması nedeniyle anılan dönemde bitkinin gereksinim duyduğu suyun mutlaka verilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Singh ve Singh (1995), mısır bitkisinde su stresine en hassas periyodun koçan püskülü çıkışından önceki 2 ve sonraki 2-3 haftalık zaman dilimi olduğunu bildirmişlerdir.

Phene ve Howell (1984)'in bildirdiğine göre, modern sulama tekniklerinden olan damla sulama yöntemi, üründe kalite ve verimi artırmakta, sulama performansını ve randımanını yükseltmektedir. Damla sulama ile bitkilerin besin gereksinimleri, istenilen dozda bitki kök bölgesine direkt uygulanmaktadır. Damla sulama yöntemindeki verimler, karık sulama yöntemine göre % 30-50 oranında daha yüksek çıkmaktadır.

Magar (1995), yarı kurak ve kurak bölgelerde, damla sulama yöntemi özellikle sıra bitkilerinde su tüketimlerini artırdığını, yüzey sulama yöntemlerine göre su tasarrufunda % 60, verimde ise % 30 artış sağladığını bildirilmiştir.

Shaozhong ve ark. (2000), mısır bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde faydalı su kapasitesinin farklı seviyelerde tüketilmesine izin verilerek yürütülen bir araştırmada

önemli bir ürün kaybı olmaksızın sulama suyunun % 20'sinden daha fazlasının tasarruf edilebileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Pandey ve ark. (2000), mısır tane verimi ve verim parametreleri üzerine kısıtlı sulama ve azot gübrelemesinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; vejetatif dönemde yapılan 100 mm kadar su kısıtının verimde önemli bir azalma yaratmadığını, buna karşılık % 17 civarında sulama suyundan tasarruf sağlandığını, mısırdaki su kısıtlamasının vejetatif dönem dışında uygulanmasının önemli ölçüde (% 50) verim düşüklüğüne yol açtığını belirlemişlerdir.

Panda ve ark. (2004), kullanılabilir toprak su kapasitesinin farklı seviyelerde kullanımına izin verilerek oluşturulan sulama rejimlerinin verim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada; kullanılabilir suyun % 45'den daha fazla bir kısmının bitki tarafından tüketilmesine izin verilmesinin yüksek verim ve yüksek su kullanım randımanı açısından kaçınılması gerektiği sonucuna varmışlardır. Mısır bitkisinde bu orandan daha fazlasının tüketilmesine kritik olmayan dönemlerde bile izin verilmemesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Dünya'da diğer bitkiler üzerinde (çilek, domates, pamuk) yapılan araştırmalarda da damla sulama uygulamalarında karık usulü sulamaya göre % 4 ila % 22 arasında değişen önemli verim artışları elde edilmiştir (Kanber ve ark., 1986; Singanhupe ve ark., 2003; Kamilov ve ark., 2002; Ibragimov ve ark., 2003; Nazirbay ve ark., 2007). Araştırma sonuçları arasındaki benzerlik veya farklılıklar; bitki cins, tür ve çeşitlerinin, ekolojilerin, uygulanan yetiştirme tekniklerinin, özellikle toprak yapısı ve derinliğinin ve damla sulamada kullanılan teknoloji ve tekniğin benzerlik ve farklılığından kaynaklanmaktadır.

Karavaşin ve Sade (2011), yaptıkları bir araştırmada mısır da damla sulama yönteminin, hem verim yönüyle hem de su tasarrufu yönüyle karık sulama yöntemine üstünlük sağladığını bulmuşlardır. Çalışmada elde edilen sonuçlar arasındaki farkın damla sulama lehine % 8-9 düzeyinde kalmasının, toprak yapısının killi yapıda olması sebebiyle su tutma kapasitesinin yüksek olmasından kaynaklandığı ve kumlu topraklarda

su tutma kapasitesi düşüklüğünden dolayı bu farkın daha da artacağı göz önüne alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Dünya’da ve ülkemizde mısır üzerinde yapılan araştırmalarda damla sulama ile karık usulü sulamaya göre değişen oranlarda önemli su tasarrufu olduğu ortaya konulmuştur. Damla sulamada su tasarrufunun sağlanması; yüzey sulama yöntemlerine göre daha az toprak yüzeyinin ıslatılmasına ve böylece buharlaşma kayıplarının az olmasına, yüzey akışının önlenmesine ve kök bölgesi altına derine süzülme kayıplarının azaltılmasına bağlanmaktadır. Mısırdaki damla sulama yöntemi, hem verim yönüyle hem de su tasarrufu yönüyle karık sulama yöntemine üstünlük sağladığından tavsiye edilebilir.

Toprak yüzeyinden buharlaşma (evaporasyon) ve bitki yüzeyinden terleme (transpirasyon) ile atmosfere geçen su miktarının toplamı bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) olarak tanımlanmaktadır (Allen, 1998). Evapotranspirasyonun gerek iklim ve toprak şartları, gerekse bitki gelişim süresince gösterdiği değişkenlik bitkilerin su tüketim değerlerinin farklılığını ortaya çıkarmaktadır. İhtiyaç döneminde bitkiye ulaştırılamayan su, verim ve kalitede düşmelere sebep olmaktadır. Verimdeki azalma miktarı, bitkinin bulunduğu büyüme dönemine ve bu dönemde ortaya çıkan stresin uzunluğuna ve şiddetine bağlı olmakla birlikte bitki çeşidinin su stresine karşı dayanıklılığına da bağlıdır (Lorenz, 1987). Bitkilerin dönemsel su talepleri olduğu gibi, dönem içerisinde de değişen günlük su talep değerleri ortaya çıkmaktadır. Mısır bitkisi örneğinde 90-150 günlük gelişim döneminde günlük bitki su tüketiminin 5-5.6 mm arasında olduğu bulunmuştur (Derviş, 1986).

Oylukan ve Güngör (1975), Eskişehir’de tarla şartlarında yaptıkları mısır su tüketimi araştırmasında, mısırın su tüketimini 725 mm ve sulama suyu ihtiyacını 400 mm olarak bulmuşlardır.

Kanber ve ark. (1990), Çukurova koşullarında ikinci ürün mısırın su-verim ilişkilerini saptamak amacıyla Tarsus Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsünde yürütülen çalışmada sulama suyu gereksinimi 290-427.8 mm, mevsimlik su tüketimi ise 474.2-

530.9 mm arasında değişmiştir. En yüksek tüketimin ise Ağustos ve Eylül aylarında gözlenmiştir.

Musick ve Dusek (1980), Texas'ta farklı gelişme dönemlerinde su kısıntısı yapılan konularda mısırın mevsimlik su gereksinimini 400 mm, mevsimlik su tüketimi ise 667–789 mm olarak saptamışlar ve bu koşullarda 952–1085 kg/da tane verimi elde etmişlerdir. Su kullanım randımanının ise 1.25–2.87 kg/m³ arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Su kısıntısının ortalama dane verimini azalttığı ve kısıntı uygulanan konularda su kullanım randımanı 1.72–2.87 kg/m³ arasında yer almıştır. Texas gibi su kaynaklarının yetersiz olduğu bölgelerde, mısır gibi su stresine duyarlı bitkilerden kısıntılı sulama ile yüksek verim almanın zor olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, mevsimlik su gereksinimi ve ET ile tane verimi arasına doğrusal ilişkiler belirlenmiştir.

Stutler ve ark. (1981) El Salvador'da yaptıkları araştırmada 2 sulama yöntemi (damla ve karık sulama) ile 4 farklı sulama seviyesinin mısır bitkisinin verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu araştırma 3 yıl (1974, 1975, 1976) süreyle yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, su kısıntısının yapılması mısır verimini önemli derecede azalttığını ortaya koymuşlardır. Diğer taraftan sulama yöntemlerinin etkisinin 2 yıl önemsiz (1974 ve 1976) olduğunu, bir yıl (1975)'da ise önemli olduğunu ortaya koymuşlardır. Sulama yöntemlerinin önemli olduğu yılda karık sulama yönteminde daha yüksek mısır verimi elde edilmiştir.

Aydınşakir ve ark. (2013) yaptıkları bir araştırmada 2 mısır çeşidi (Şafak ve Ant-İ90) üzerine 5 farklı sulama seviyesi (I₁₀₀, I₇₅, I₅₀, I₂₅, I₀) uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek verim Şafak mısır çeşidinde elde edilmiştir. Şafak mısır çeşidi su stresine karşı en dayanıklı çeşit olarak belirlenmiştir. Tarla kapasitesindeki suyun azalması ölçüsünde verimde azalmalar olmuştur. Topraktaki su stresinin artmasıyla verimde azalmalar gerçekleşmiştir. En yüksek su kullanım etkinliği I₅₀ (tarla kapasitesindeki suyun % 50 tükenmesi)'de en düşük su kullanım etkinliği ise, I₀ (susuz)'da bulunmuştur.

Gençoğlan (1996), mısır tane veriminin, su kısıntısının yapılmadığı I100 sulama konusunda 1001.5 ile 1003.4 kg/da, % 100 kısıntının yapıldığı I0 konusunda 105.0-177.4 kg/da arasında değiştğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak su kısıntısı arttıkça tane verimi azalmıştır. Sulama konularında bitki su stresi arttıkça tane ağırlığı, LAI (yaprak alan indeksi), kuru madde miktarı, bitki boyu, yaprak sayısı, bitki başına koçan sayısı, bitki başına tane sayısı ile verimi ve birim alandaki dane sayısı azalmıştır. Bitki boyu ile LAI değerlerinin I (sulama suyu) ve ET (bitki su tüketimi)'yle ayrı ayrı aralarında denemenin birinci yılında doğrusal, ikinci yılında ise 2. dereceden ilişkiler olduğu bulunmuştur. Tane ağırlığı ve kuru madde miktarının I ve ET'yle aralarında ayrı ayrı her iki yılda da sırasıyla ikinci dereceden ve doğrusal eşitlikler olduğu saptanmıştır. Su stresine duyarlı olan ve hızlı gelişen mısır bitkisinin sulanmasına 6-7 yapraklı dönemde başlanmalı, sapa kalkma, çiçeklenme ve tane dolum dönemlerinde de mutlaka sulamalar yapılmalıdır. Çukurova koşullarında her sulamada 100 ile 150 mm arasında değişmek koşuluyla ortalama 5-6 kez sulama yapılmalıdır.

Eck (1986), Texas'ta Southern High Plains koşullarında killi-tınlı toprakta mısırın vegetatif ve tane dolum dönemlerinde su kısıntısı uygulamıştır. Su kısıntısının ekimden 41 gün sonra uygulanması durumunda yaprak, gövde ve koçan veriminde; kısıntının 55 gün sonra uygulandığı koşullarda yalnızca gövde ve koçan veriminde azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Su kısıntısı yalnız tane dolum sürecinde uygulandığında, yaprak ve gövde verimi etkilenmemiş ancak koçan verimi azalmıştır. Tane dolum döneminin başında uygulanan düşük su stresi, tane sayısını etkilememiştir. Tane veriminde, tane ağırlığıyla orantılı olarak bir azalma olduğu gözlenmiştir. Su tüketimi karık yöntemiyle sulamada 964 mm; uzun tava sulamada ise 834 mm olarak belirlenmiştir. Bunun yanında anılan yörede mısır bitkisinin kısıntılı sulamaya uygun olmadığı saptanmıştır.

Derviş (1986), yaptığı çalışmada sulama konularına ve yıllara göre bitki boyunu 184-212 cm; Sammis ve ark. (1988), farklı yerlerde farklı mısır çeşitlerinde yaptıkları denemelerde bitki boyunun su stresinin iyi bir göstergesi olduğunu ve bu değerin 269-287 cm olduğunu; Ul (1990), Menemen ovası koşullarında bitki boyunun 208-154 cm arasında değiştğini gözlemişlerdir.

Kang ve ark. (2000), mısır bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada, verilen su miktarıyla doğru orantılı olarak bitki boyu ve gövde çapında değişiklik olduğunu, kısıntılı su uygulanan konularda bitki boyu ve gövde çapının normal sulanan konulara göre daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Kırnak ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada verilen su miktarındaki azalış oranına bağlı olarak bitki boyu, gövde çapı, yaprak alan indeksi ve kuru madde miktarında önemli düşüşler gözlenmiştir. Genellikle suyun fazla uygulandığı konularda her iki yılda da daha yüksek bitki boyu, gövde çapı ve kuru madde miktarı bulunmuştur.

Mısırdaki bitki boyunu etkileyen faktörlerin başında genetik yapı gelmektedir (Hallauer ve Miranda, 1988). Mısırdaki bitki boyunun geniş ölçüde genetik faktörler tarafından belirlenmekte olmasının yanında ışık, su, besin maddelerinin durumu ve bitki sıklığı da bitki boyunu etkileyebilmektedir (Uyanık, 1984).

3. MATERYAL VE METOT

3.1.Araştırma Yeri Hakkında Genel Bilgiler

Araştırma, 2014 yılında Iğdır Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkez Müdürlüğüne ait arazide yürütülmüştür. Iğdır ili Doğu Anadolu Bölgesinin Erzurum-Kars bölümünde yer alır. 44° 48' doğu boylamı ve 40 kuzey enleminde yer almaktadır. İlin yüzölçümü 3.588 km² ve Iğdır ovasının ortalama yüksekliği 800-900 m arasında değişmektedir. İlin % 26'sını (922 km²) ova ve % 74'ünü (2.617 km²) dağlık ve engebeli alanlar oluşturur. Doğu Anadolu Bölgesinin mikroklima özelliği gösteren rakımı en düşük ve yüzölçümü en geniş olan ovalarından biridir. Doğu Anadolu gibi yüksek platolar ve dağlık bölgelerin geniş yer kapladığı bir bölgede bulunan ve sahip olduğu bağıl yüksekliği ile havza olarak belirlenen Iğdır ili, çevresine göre gerek iklim gerekse toprak ve bitki örtüsü gibi doğal çevre özellikleri bakımından oldukça değişik özellikler gösterir.

3.1.1. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Iğdır ili çevresindeki yüksek alanlardan tamamen farklı bir iklime sahiptir. Bu farklılıklar sıcaklığın yüksek ve yağışların az oluşudur. Kurak bir iklime sahiptir. Bu durumda bölge, Doğu Anadolu ölçüsünde kendine özgü iklim koşullarıyla bir klima alanı oluşturmaktadır. Aralık, Ocak, Şubat aylarının sıcaklık ortalamasının fazla düşük olmaması, bölgede zaman zaman görülen aşırı soğuklar hariç, kış mevsimi fazla soğuk geçmemektedir.

İlkbahar mevsiminde sıcaklık ortalaması 10 °C'nin yaz mevsimi sıcaklık ortalaması 24 °C'nin üstüne çıkmaktadır. İlkbahar ve sonbahar ortalama sıcaklık değerleri benzerlik göstermektedir. Nisan ve Ekim aylarında don olayına seyrek rastlanır. En şiddetli soğuklar Ocak ayında görülmektedir. Yıllık yağış ortalaması 240-250 mm kadardır. Yağış ortalamasının mevsimlere göre dağılışı gözden geçirildiğinde; minimum yağış devresinin kışa (% 18), maksimum yağış devresinin ise ilkbahara (% 39) rastladığı, yazın yağış oranı (% 21) ise sonbaharla benzerlik gösterdiği görülür.

Yağış tutarı bölgedeki sıcaklık dağılımına bağlı olarak Kuzeyden-Güneye, Doğudan-Batıya artış göstermektedir. Doğuda Dilucu 220 mm yağış alırken Tuzluca'da (II. alt bölge) 282.4 mm yağış ortalaması mevcuttur. Kış mevsimi uzun sürmez ve kar yağışlı günler azdır. Bu verilerden şu sonuçlar çıkarılabilir;

Bölgede Ocak ve Şubat aylarında fizyolojik kuraklığın söz konusu olduğunu, Kasım, Şubat ve Mart aylarının nemli devreyi teşkil ettiğini, en fazla yağışın Nisan-Mayıs-Haziran aylarında düştüğü görülmekte ise de; Nisan-Ekim arasındaki yedi aylık devrede su noksanlığı söz konusudur.

Çizelge 1.1. Araştırmanın yürütüldüğü Iğdır ili uzun yıllar ve deneme yılına bazı iklim verileri (Anonim, 2015)

	Ortalama Sıcaklık (°C)	Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)	Aylık Toplam Yağış Miktarı(mm)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	-4.5	78.0	15.3	4.2	-10.6
Şubat	2.1	55.2	3.6	8.1	-7.7
Mart	10.1	46.8	17.2	16.1	-0.9
Nisan	15.7	46.6	30.5	22.9	3.4
Mayıs	19.6	52.3	49.9	25.1	14.5
Haziran	23.5	42.3	34.6	30.1	18.0
Temmuz	27.7	38.2	7.7	31.6	22.8
Ağustos	28.1	36.0	5.0	30.2	22.3
Eylül	22.4	42.6	15.2	28.2	16.0
Ekim	13.6	66.1	27.1	17.4	9.3
Kasım	5.7	72.8	20.5	11.2	1.6
Aralık	3.3	78.9	14.6	7.4	0.3
Ort./Top.	13.9		241.2		
Uzun yıllar ort.	11.6		257.6		

(Iğdır Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Verileri, 2015) (www.meteor.gov.tr)

Buharlaştırma Ocak ve Şubat aylarında sifıra yakın olup Mart ayından itibaren ısınmanın artması ve dolayısıyla havanın nem taşıma kapasitesinin artması sonucu hızla

yükselmekte maksimuma ise Temmuz ayında ulaşmaktadır. Daha sonraki aylarda buharlaşma değeri hızla azalarak Aralık ayında sıfıra inmektedir. Bir havza durumunda olan bölge topoğrafik yapısı dolayısıyla özellikle kuzey ve batı yönlü rüzgarların etkisi altındadır. Yaz ve sonbahar mevsiminde doğu ve güney yönlü rüzgarlar düşük oranlarda esme sıklıklarıyla dikkati çekmektedir. Oysa kış aylarında doğu ve güney yönlü rüzgarlar daha sık esmektedir. Nisan ayından itibaren bölgeyi etkisi altına alan ve yaz boyunca sık esme sayıları ile dikkati çeken kuzey, doğu, batı ve güney yönlü yağışsız-sıcak hava tipleri mutlak yaz kuraklığına neden olmaktadır. Rüzgarların yönü yanında hızı da çevreyi mekanik bir güç olarak doğrudan etkilemesi bakımından da önemlidir. III. alt bölge Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında, özellikle batı ve kuzey yönlü rüzgârlarla şiddetli erozyona maruz kalmaktadır. Gerek kültür bitkilerinin tarımı ve gerekse doğal bitki örtüsü bakımından, hava sıcaklıkları yanında toprak sıcaklıkları da önemlidir. Iğdır Rasat İstasyonu (1940-2000 yılları arası) ölçümlerine göre mevcut rasat değerlerine dayanarak, ovada toprağın 20 cm' lik üst bölümünün bütün yıl boyunca havadan daha sıcak olduğu söylenebilir (Anonim, 2014).

Denemenin yapıldığı yıl uzun yıllar ortalamasına göre sıcaklığın arttığı yağışta ise azalma olduğu görülmüştür.

3.1.2. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Iğdır Ovasında hakim olan formasyon bazalttır. Bazaltlar üstünde, muhtelif zamanlarda farklı yerlerden taşınmak suretiyle alüvyal karekterli toprak örtüsü meydana gelmiştir. Geçmiş zamanlarda taşkınlar ve Aras Nehrinin yatak değiştirmelerine bağlı olarak kil, silt, kum ve değişik bünyede topraklar oluşmuştur. Batı ve güneydeki yamaç araziler kolüvyal karakterdedir. Ovada ganüler yapıda olan topraklarda geçirgenlik, su tutma kapasitesi ve havalandırma gibi özelliklerin elverişli oluşuna karşılık, diğer yapılardaki topraklarda bu özellikler zayıftır. Ova topraklarının büyük bir kısmında derinlik 150 cm'den daha fazla olup batıdan doğuya gittikçe, toprak kalınlığı genellikle artmaktadır.

Toprak derinliğini sınırlayan çakıl ve kum katmanlarıdır. Bu katmanlar Aras nehrinin geçmiş devirlerde yatak değiştirmesi sonucu oluşmuştur. Ovanın hemen hemen her tarafında tuzlu, alkali, ve borlu topraklara rastlanır. Topraklar kireç bakımından zengindir. Genel olarak toprakların kireç değeri % 10-15 arasında olmakla birlikte bazı arazilerde bu değer % 21-37 arasında değişmektedir. Sulama ve yağışlar neticesi genellikle toprak profilinde nisbi bir kireç ykanması meydana gelmiş ve mevcut drenaj şartlarına göre kireç alt tabakalarda birikmiştir.

Iğdir'da I-IV. sınıf araziler 110.894 ha olup, 53.183 ha alanda tarım yapılmakta, 25.706 ha'lık alanı I. sınıf tarım arazisini oluşturmaktadır. 207.132 ha alanı kaplayan V-VII. sınıf arazilerin 8.842 ha'lık bölümünde işlemeli tarım yapılmakta olup, büyük bir kısmını oluşturan çayır-mera alanları VI. ve VII. sınıf araziler üzerinde yoğunlaşmıştır (Anonim, 2014).

Araştırmanın yürütüldüğü alana ilişkin 60 cm'lik toprak profilinin 30'ar cm'lik katmanlarından alınan bozulmuş ve bozulmamış örneklerde tespit edilen sulama yönünden önemli bazı fiziksel zellikler Çizelge 1.2' de verilmiştir. Çizelge 1.2'den izleneceği üzere araştırmanın yürütüldüğü alanın toprak bünyesi killi ve killi-tınlı yapıda olup, hafif alkali ve organik maddece orta, su tutma kapasitesi açısından zengindir. Bu zellikler nedeniyle araştırmanın yürütüldüğü alan bölgenin toprak özelliklerini temsil etmektedir.

Araştırma alanına ait toprakların bazı zellikleri Çizelge 1.3'de verilmiştir. Toprak rnekleri 0-30 ve 30-60 cm derinliklerden alınmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü topraklar killi-tın yapıda, % 6.53 kireç içermekte ve pH'sı hafif alkalın karakterdedir. Çizelge incelendiğinde, araştırma alanının toprağı orta kireçli, organik maddesi az, fosfor içeriği orta düzeyde, potasyum düzeyinin ise çok yüksek olduğu görülmektedir. Toprak analizleri Iğdir valiliği il özel idaresi laboratuvarlarında yapılmıştır.

Çizelge 1.2. Deneme parseline ait topraklarının fiziksel özellikleri.

Profil Derinliği (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi (%)*	Solma Noktası (%)*	Kullanılabilir Su Tutma_Kapasitesi (mm)
0-30	Killi-Tın	1.53	26.0	9.1	17.0
30-60	Killi-Tın	1.62	23.0	8.0	15.0

* Kuru ağırlık yüzdesi

Çizelge 1.3. Araştırma alanına ait toprakların bazı özellikleri

Derinlik (cm)	Satur asyon (%)	Bünye Sınıfı	Kireç CaCO ₃ (%)	Toplam Tuz (mmhos/c)	pH	Fosfor P ₂ O ₅ kg/da	Potasyu m(K ₂ O) kg/da	Organik Madde (%)
0-30	83	Killi-Tın	6.53	1.8	7.98	8.0	343	1.6
30-60	68	Killi-Tın	6.53	1.8	8.03	3.7	248	1.3

3.2. Denemede Kullanılan Bitki Materyali

Araştırma materyali olarak Dekalp DKC-6590 mısır çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşide ait özellikler aşağıda verilmiştir.

- FAO 700 olum grubundadır.
- Verim potansiyeli yüksektir.
- Olgunlaştıktan sonra rutubetini çok hızlı atmaktadır.
- Güçlü kök ve gövde yapısına sahiptir.
- Koçan çevre sıra sayısı 14 – 16 arasında değişmektedir.
- Taneleri koyu kırmızı renkte olup, kalitesi ve hektolitre ağırlığı yüksektir.
- Koçan içindeki sömek çok ince olup; tane / koçan oranı çok yüksektir.
- Yaygın adaptasyon kabiliyetine sahip olup, hem 1. ürün, hem de 2. ürün mısır ekilen tüm bölgelere önerilir.
- Toprak seçiciliği yoktur.
- Stres koşullarına (sıcak ve kurak) toleransı yüksektir.

3.3. Metot

3.3.1. Deneme Deseni ve Ekim

Araştırma, bölünmüş parseller deneme planında faktöriyel düzenlemeye göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ana parsellere sulama yöntemleri, alt parsellere ise sulama seviyeleri konulmuştur. Araştırmada 4 sulama seviyesi (kullanılabilir suyun % 25, % 50, % 75, % 90) ve 2 sulama yöntemi (damla sulama ve karık sulama) kullanılmıştır. Parsel uzunluğu 5 m, parsel genişliği 3.5 m, sıra aralığı 70 cm, sıra üzeri 15 cm, parsel alanı 17.5 m² olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekim işlemi arpa hasadından sonra 9 Temmuz'da yapılmıştır. Tarla kapasitesindeki suyun % 25, % 50, % 75 ve % 90'ı azaldığında sulama tarla kapasitesine kadar yapılmıştır.



şekil 3.2.1. Araştırmada ekilen tohumlar arası mesafe

3.3.2. Sulama Yöntemi

Araştırmada iki sulama yöntemi kullanılmıştır. Her sulamada verilen su miktarını belirlemek için su sayacı kullanılmıştır.

Karık Sulama Yöntemi: Tarlanın genel eğimi doğrultusunda veya eğime dik olarak oluşturulmuş küçük kanal veya arklarla suyun aktarılması şeklinde uygulanmaktadır. Su karık boyunca ilerlerken bir yandan da infiltrasyonla toprak içerisine sızar ve bitki kök bölgesinde depolanır. Sulama sırasında çok sayıda karığa su verilir. Karık sulama yöntemi, kullanılabilir su tutma kapasitesi yüksek, orta ve ağır bünyeli topraklarda kullanılır. Diğer yandan ince bünyeli, suyun göllenmesine neden olan yavaş geçirgenli eğimsiz topraklarda başarılı olarak kullanılmaktadır (Baydar, 2013).

Karık sulama yöntemiyle tarla kapasitesindeki suyun % 25 azaldığında 13 sulama yapılarak toplam 1380 mm, % 50 azaldığında 10 sulama yapılarak toplam 1025 mm, % 75 azaldığında 6 sulama yapılarak toplam 812 mm , % 90 azaldığında 4 sulama yapılarak toplam 614 mm su uygulaması yapılmıştır.

Damla Sulama Yöntemi: Damla sulama yöntemi, arındırılmış suyun damlatıcılar aracılığı ile çok küçük süreli bir akış veya damlalar halinde toprak yüzeyine veya içerisine verildiği yöntemdir. Damla sulamada amaç, bitkilerin terleme ile olan su kaybını yeterli olarak karşılayabilecek sürekli bir elverişli toprak nem düzeyini sağlayabilmektir. Bu nedenle bitkinin yalnızca kök bölgesinin sulanması ve bu bölgedeki nem kapsamının en uygun düzeyde tutulması gibi temel düşünceye dayanmaktadır (Baydar, 2013).

Kurulmuş olan damla sulama yöntemi 2 atm basınçla filtreden geçirilen su gübre tankına iletilmiş, 63 mm çapındaki ana borular vasıtasıyla 40 mm'lik manifoldlara, oradan da 16 mm'lik laterallere ulaştırılmıştır. Her sırada iki olmak üzere lateral, 50 cm damlatıcı aralığı ve 4 lt/h debi ile suyun kaynağından toprağa ulaşmasına olanak sağlamıştır.

Damla sulama yöntemiyle tarla kapasitesindeki suyun % 25 azaldığında 19 sulama yapılarak toplam 986 mm, % 50 azaldığında 15 sulama yapılarak toplam 814 mm, % 75 azaldığında 10 sulama yapılarak toplam 651 mm, % 90 azaldığında 6 sulama yapılarak toplam 522 mm su uygulaması yapılmıştır.



Şekil 3.3.2. Karık sulama yöntemi



Şekil 3.3.2. Damla sulama yöntemi

3.3.3. Bakım

Bütün parsellere dekara 10 kg P₂O₅ ve 16 kg N gübresi verilmiştir. Fosforlu gübrenin tamamı ekimle birlikte, azotlu gübrenin ise % 50'si ekimle birlikte, % 50'si de bitkiler 40-50 cm boylandığında uygulanmıştır. Bitki yetişme dönemi boyunca iki defa çapa yapmak suretiyle yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi sonunda bitki kök boğazları doldurulmuş suyun bitki kök boğazına teması engellenmiştir.

Araştırmada sulama programı yapmak amacıyla nem sensorü ve dijital okuyucu cihaz kullanılmıştır. Sensörlerin profil-probe'ları 30 cm toprak derinliğine yerleştirilerek okumalar gerçekleştirilmiştir. İlk sulamalar yağmurlama sulama yöntemi ile gerçekleştirilmiş ve toprak nemi tarla kapasitesine gelinceye kadar uygulanmıştır.



Şekil 3.3.3. Araştırmada bitki kök boğazının doldurulması



Şekil 3.3.3. Araştırmada kullanılan toprak nem ölçer

3.3.4. Hasat

Koçanlar süt olum dönemine ulaştıktan sonra 12 Ekim 2014’de, her parselin yanlarından birer sıra ve parsel başlarından 50 cm kenar tesiri bırakılarak, geriye kalan bitkiler toprak seviyesinden 10 cm yükseklikten orakla hasat edilmiştir. Araştırma yılına ait bazı gözlemler Çizelge 2.1 ’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Araştırma yılına ait bazı önemli tarihler ve fenolojik gözlemler

Ekim	09 Temmuz 2014
Çıkış	17 Temmuz 2014
Tepe püskülü	15-17 Eylül 2014
Koçan çıkarma	21-23 Eylül 2014
Süt olum	08-10 Ekim 2014
Olgunlaşma (Hasat)	12 Ekim 2014
Gelişme dönemi	96 gün

3.4. Araştırmada İncelenen Özellikler

Araştırmada incelenen özellikler tanenin süt olum döneminde elde edilmiştir. Parsel başından 50 cm ve parsel kenarlarından birer sıra atıldıktan sonra kalan kısımdaki bitkiler hasat edilmiştir. Hasat edilen alanda rasgele 10 bitki seçilmiştir. Seçilen bu bitkilerde bitki boyu, bitki ağırlığı, bitki sayısı, bitki başına yaprak sayısı, yaprak oranı, koçan oranı ve sap oranı belirlenmiştir.

Bitki Boyu (cm): Toprak seviyesinden tepe püskülü ucuna kadar olan kısımları ölçülmüş ve 10 bitkinin ortalaması alınarak bitki boyu cm cinsinden bulunmuştur.

Bitki Ağırlığı (g): Bitki boyunu ölçmek için alınan örnek bitkiler 0.1 g duyarlı terazide tartılmış ve 10 bitkinin ortalaması alınarak bir bitki ağırlığı bulunmuştur.

Bitki Sayısı (adet/m²): Ekimden 30 gün sonra ve hasat döneminde 1 m² alandaki bitki sayısı belirlenmiştir.

Bitki Başına Yaprak Sayısı (adet): Hasat edilen alanda seçilen 10 bitkilerin yaprakları sayılarak bitki başına ortalama yaprak sayısı hesaplanmıştır.

Koçan Sayısı (adet): Hasat edilen alanda seçilen 10 bitkinin tane bağlayan koçanları sayılarak bitki başına ortalama koçan sayısı belirlenmiştir.

Yaş Ot Verimi (kg/da): Her bir parselin başlarından 50 cm ve parsel kenarlarında birer sıra atıldıktan sonra geri kalan kısımdaki bitkiler hasat edilerek 0.1 g duyarlı terazide tartılmış, önce parsel verimleri daha sonra dekara yaş ot verimleri hesaplanmıştır.

Yaprak, Sap ve Koçan Oranı (%): Hasat edilen alanda rastgele seçilen 10 bitki hassas terazide toplam olarak tartılmıştır. Bu bitkilerin yaprak, sap ve koçanları birbirinden ayrıldıktan sonra ayrı ayrı tartılmışlardır. Tartılan bu ağırlıklar 10 bitkinin ağırlığına bölünmüş ve 100 ile çarpılarak oranlar bulunmuştur.

Kuru Madde Oranı (%): Her parselde, ürün verimi için hasat edilen bitkilerden 3 tanesi alınarak yaş ağırlığı belirlenmiştir. Bu bitkiler önce serada 3 gün, daha sonra 70° C'ye ayarlı kurutma fırının da ağırlıkları sabitleşinceye kadar bekletilmiş ve kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerlerden yaş ağırlığına oranlanarak kuru ot oranı hesaplanmıştır.

Kuru Ot Verimi (kg/da): Yaş ot verimi ile kuru madde oranının çarpılması suretiyle hesaplanmıştır.

Ham Protein Oranı (%): Kuru ot oranının belirlenmesi amacıyla alınan bitkiler kurutulduktan sonra öğütülmüş ve öğütülen bitkilerden 0.3-0.5 g'lık örnekler üzerinden Mikro Kjeldahl metoduna göre toplam % azot tayinleri belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen % azot oranları 6.25 katsayısı ile çarpılarak bitkinin ham protein oranı bulunmuştur (Kacar, 1972; Akyıldız, 1984).

3.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemede elde edilen verilerin varyans analizleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testleri SPSS (7.0) paket programına göre yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Bitki Boyu

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1.1'de, bu özelliğe ait ortalama değerler ve Duncan gruplandırması Çizelge 4. 1. 2 de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde sulama yöntemleri ve sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksyonunun bitki boyuna etkilerinin önemsiz olduğu, sulama seviyelerinin ise istatistiksel olarak % 5 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.1.1. Bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	0.10	0.05	3.39 ö.d
Sulama yöntemi	1	0.00	0.00	0.09 ö.d
Sulama Seviyesi	3	0.36	0.12	7.65*
Sulama Yön.x Sulama Sev.	3	0.05	0.01	0.35 ö.d
Hata	14	0.22	0.01	
Genel	23	126.37		

öd: önemli değil; *: P<0.05 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.1.2. Bitki boyuna ait ortalama değerler ve Duncan gruplandırması

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	% 25	% 50	% 75	% 90	
Karık Sulama	2.50	2.38	2.22	2.08	2.30
Damla Sulama	2.43	2.30	2.16	2.23	2.28
Ortalama	2.46a*	2.34ab	2.19bc	2.16c	2.29

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark önemli değildir.

Çizelge 4.1.2 incelendiğinde bitki boyuna etkileri yönünden sulama yöntemleri arasında önemli bir farkın olmadığı görülmektedir. Karık sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde sırasıyla 2.30 ve 2.28 m bitki boyu elde edilmiştir. Nitekim, Karaşahin ve Sade (2011), 3 mısır çeşidine damla ve karık sulama yöntemleri uyguladıkları araştırmada bitki boyuna sulama yöntemlerinin etkisinin olmadığını ve damla sulama yöntemiyle sulamada % 14 civarında daha az su kullanıldığını ortaya koymuşlardır. Çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. aynı zamanda çalışmamızda damla sulama yöntemiyle sulamada % 20 - 25 civarında daha az sulama suyu kullanılmıştır.

Yapılan araştırmalarda damla sulama yönteminin karık sulamaya göre önemli bir su tasarrufu sağladığı ortaya konulmuştur. Damla sulama yönteminde; tüm toprak yüzeyinin ıslatılmaması, buharlaşma kayıplarının az olması, yüzey akışının önlenmesi ve suyun derine süzülme ile ortaya çıkan kayıplarının daha az olması nedeniyle karık sulama yöntemine göre daha az su kullanılmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı su tasarrufu açısından da damla sulama yönteminin tercih edilmesi yerinde bir karar olacaktır.

Bitki boyuna sulama seviyelerinin etkisi önemli olmuştur. Mısır bitkisine kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90'ı tüketildiğinde sulama yapılması durumunda elde edilen bitki boyları sırasıyla 2.46, 2.34, 2.19 ve 2.16 m olmuştur. En yüksek bitki boyu kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25'i tüketildiğinde elde edilmiş olup, suyun % 50'si tüketildiğinde elde edilen bitki boyu ile aralarında istatistiki olarak önemli fark görülmemiştir. En düşük bitki boyları ise suyun % 90'ı ve % 75'i tüketildiğinde sulama yapılması durumunda elde edilmiştir. En yüksek bitki boyu için kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25'i tüketildiğinde sulama yapılması araştırma sonucunda ortaya çıkmıştır. Mısır bitkisinde uzun aralıklarla sulama yapılması bitki boyunda kısalmalara neden olmuştur.

Sulama seviyesi ile bitki boyu arasındaki ilişkileri araştırmak üzere yapılan birçok çalışma yaptığımız çalışma ile paralellik göstermektedir (Vural ve Dağdelen 2008; Bozkurt ve ark., 2006; Gençoğlan,1996; Derviş,1986; Sammis ve ark., 1988;

Kırnak ve ark., 2002; Kang ve ark., 2000). Yapılan çalışmalarda su azlığının bitki boyunu azalttığı ortaya konulmuştur.

4.2. Bitki Ağırlığı

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın bitki ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2.1’de, bu özelliğe ait ortalama değerler ve Duncan gruplandırması Çizelge 4.2.2 ’de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin istatistiksel olarak % 1 seviyesinde bitki ağırlığına etkilerinin önemli olduğu görülmüştür. Sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksiyonunun ise bitki ağırlığına etkisi önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.2.1. Bitki ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	5077.08	2538.54	0.89 ö.d
Sulama Yöntemi	1	122551.04	122551.04	86.19**
Sulama Seviyesi	3	94253.12	31417.70	22.09**
Sulama Yön.x Sulama Sev.	3	9186.45	3062.15	2.15 ö.d
Hata	14	19906.25	1421.87	
Genel	23	12060025.00		

öd: önemli değil; **: P<0.01 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.2.2. Bitki ağırlığına ait ortalama değerler(g) ve Duncan gruplandırması

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	%25	%50	%75	%90	
Karık Sulama	716.67	690.00	603.33	510.00	630.00 b*
Damla Sulama	803.33	820.00	766.67	701.67	772.92 a
Ortalama	760.00a*	755.00a	685.00b	605.83c	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark önemli değildir.

Çizelge 4.2.2 incelendiğinde bitki ağırlığına etkileri yönünden sulama yöntemleri arasında önemli bir farkın olduğu gözlenmiştir. Karık sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde sırasıyla 630.00 g ve 772.92 g bitki ağırlığı elde edilmiştir. Damla sulama yönteminde karıkla sulama yönteminden daha yüksek bitki ağırlığı belirlenmiştir.

Bitki ağırlığına sulama seviyelerinin etkisi önemli olmuştur. Mısır bitkisine kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90'ı tüketildiğinde sulama yapılması durumunda elde edilen bitki ağırlıkları sırasıyla 760.00, 755.00, 685.00 ve 605.83 g olmuştur. Elde edilen bitki ağırlıkları ortalamaları istatistiksel olarak birbirleriyle karşılaştırıldıklarında en yüksek bitki ağırlığının % 25 ve % 50 sulama seviyelerinde alındığı görülmektedir. En düşük bitki ağırlıklarının ise % 90 sulama seviyesinde alınmıştır. Kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25'i veya % 50'si tüketildiğinde sulamaya başlanması durumunda en yüksek bitki ağırlığı alınabilecektir. Şimşek ve ark. (2003), yapmış oldukları çalışmada damla sulamanın diğer sulama yöntemlerine göre daha fazla verim artışına neden olduğunu belirtmişlerdir.

4.3. Bitki Sayısı

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın 1 m² 'deki bitki sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3.1'de, bu özelliğe ait ortalama değerler Çizelge 4.3.2 'de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde sulama yöntemi, sulama seviyesi ve sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksyonunun metrekaresindeki bitki sayısına etkilerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmektedir.

Metrekaredeki bitki sayısının önemsiz çıkması ekim işlemlerinin düzenli yapıldığını ve birim alana atılan tohum sayılarının ekimi yapılan parseller arasında benzer olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.3.1. Bitki sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	0.16	0.08	0.89 ö.d
Sulama Yöntemi	1	0.01	0.01	0.11 ö.d
Sulama Seviyesi	3	0.13	0.04	0.50 ö.d
Sulama Yön.x Sulama Sev.	3	0.18	0.06	0.68 ö.d
Hata	14	1.25	0.08	
Genel	23	2059.36		

öd: önemli değil;

Çizelge 4.3.2. Bitki sayısına ait ortalama değerler (adet)

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	%25	%50	%75	%90	
Karık Sulama	9.42	9.21	9.31	9.00	9.23
Damla Sulama	9.31	9.31	9.21	9.31	9.29
Ortalama	9.37	9.26	9.26	9.15	9.26

4.4. Yaprak Sayısı

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın yaprak sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4.1’de, bu özelliğe ait ortalama değerler Çizelge 4.4.2’de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelenmesiyle sulama yöntemi, sulama seviyesi ve sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksyonunun önemli olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.4.2 incelendiğinde karık sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde sırasıyla 11.92 ve 11.33 adet yaprak sayısı elde edilmiştir. Mısır bitkisine kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90’ı tüketildiğinde sulama yapılması

durumunda elde edilen yaprak sayıları sırasıyla 12.17, 11.67, 11.33 ve 11.33 adet olmuştur.

Çizelge 4.4.1. Bitki yaprak sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	0.00	0.00	0.00 ö.d
Sulama Yöntemi	1	2.04	2.04	4.28 ö.d
Sulama Seviyesi	3	2.79	0.93	1.95 ö.d
Sulama Yön.x Sulama Sev.	3	2.12	0.70	1.48 ö.d
Hata	14	6.66	0.47	
Genel	23	3257.00		

öd: önemli değil;

Çizelge 4.4.2. Bitkide yaprak sayısına ait ortalama değerler (adet)

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	%25	%50	%75	%90	
Karık Sulama	12.67	11.67	12.00	11.33	11.92
Damla Sulama	11.67	11.67	10.67	11.33	11.33
Ortalama	12.17	11.67	11.33	11.33	11.63

Vural ve Dağdelen (2008) tarafından yapılan bir araştırma sonucuna göre, sulama seviyesinin yaprak sayısına etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek yaprak sayısı % 100 sulama düzeyinde elde edilirken, en düşük yaprak sayısı % 0 sulama düzeyinde elde edilmiştir. Ancak bizim yaptığımız araştırmada su stresinin artması yaprak sayılarını bir miktar düşürmesine rağmen su stresleri (sulama seviyesi) arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

4.5. Koçan Sayısı

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın koçan sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.1’de, bu özelliğe ait ortalama değerler Çizelge 4.5.2 ’de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde sulama yöntemi, sulama seviyesi ve sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksyonunun önemsiz olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5.1. Koçan sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	0.01	0.00	1.23 ö.d
Sulama Yöntemi	1	0.00	0.00	0.92 ö.d
Sulama Seviyesi	3	0.02	0.00	2.02 ö.d
Sulama Yön.x Sulama Sev.	3	0.01	0.00	0.92 ö.d
Hata	14	0.05	0.00	
Genel	23	29.81		

öd: önemli değil;

Çizelge 4.5.2. Koçan sayısına ait ortalama değerler (adet)

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	%25	%50	%75	%90	
Karık Sulama	1.13	1.13	1.13	1.10	1.12
Damla Sulama	1.13	1.17	1.07	1.03	1.10
Ortalama	1.13	1.15	1.10	1.07	1.11

Çizelge 4.5.2'e göre karık sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde sırasıyla 1.12 ve 1.10 adet koçan sayısı elde edilmiştir. Mısır bitkisine kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90'ı tüketildiğinde sulama yapılması durumunda elde edilen koçan sayıları sırasıyla 1.13, 1.15, 1.10 ve 1.07 adet olmuştur.

Genel olarak hibrit mısırlarda koçan sayısının bir tane olması istenir. Uygulanan sulama seviyeleri ve sulama yöntemleri mısır bitkisinin koçan sayısına herhangi bir etkide bulunmamıştır.

4.6. Yaş Ot Verimi

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın yaş ot verimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6.1’de, bu özelliğe ait ortalama değerler ve Duncan gruplandırması Çizelge 4.6.3’de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde sulama yöntemlerinin ve sulama seviyelerinin istatistiksel olarak % 1 seviyesinde yaş ot verimine etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksiyonunun ise önemli olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.6.1. Yaş ot verimine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	660570.18	330285.09	1.58 ö.d
Sulama yöntemi	1	10909299.63	10909299.63	52.46**
Sulama Seviyesi	3	9195105.64	3065035.21	14.73**
Sulama Yön.x Sulama Sev.	3	1140651.17	380217.05	1.82 ö.d
Hata	14	2911331.66	207952.26	
Genel	23	1040261805.00		

öd: önemli değil; **: P<0.01 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.6.2. Yaş ot verimine ait ortalama değerler (kg/da) ve Duncan gruplandırması

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	%25	%50	%75	%90	
Karık Sulama	6758.73	6354.50	5614.82	4593.65	5830.42 b*
Damla Sulama	7478.31	7642.33	7059.26	6535.45	7178.83 a
Ortalama	7118.52a*	6998.41a	6337.04b	5564.55c	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark önemli değildir.

Çizelge 4.6.2 incelendiğinde yaş ot veriminin sulama yöntemlerine göre değiştiği görülecektir. Karık sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde dekara

sırasıyla 5830.42 kg ve 7178.83 kg yaş ot verimi elde edilmiştir. Damla sulama yöntemi ile mısır bitkisinin sulanması durumunda hem daha az su tüketimi sağlamakta (% 20-25), hem de daha yüksek yaş ot verimi elde edilmektedir.

Trejo ve ark. (2006) yaptıkları bir çalışmada, silajlık mısırdaki toprak altı damla sulama yönteminde karık sulamaya göre yeşil ot veriminde % 5 artış elde etmişlerdir. Bu çalışma yapmış olduğumuz çalışmayla paralellik göstermektedir.

Yaş ot verimine sulama seviyelerinin etkisi önemli olmuştur. Mısır bitkisine kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90'ı tüketildiğinde sulama yapılması durumunda elde edilen dekara yaş ot verimleri sırasıyla 7118.52, 6998.41, 6337.04 ve 5564.55 kg olmuştur. Elde edilen yaş ot verimi ortalamaları istatistiksel olarak birbirleriyle karşılaştırıldıklarında en yüksek yaş ot veriminin % 25 ve % 50 sulama seviyelerinde alındığı görülmektedir. En düşük yaş ot verimi ise % 90 sulama seviyesinde alınmıştır. Kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25'i veya % 50'si tüketildiğinde sulamaya başlanması durumunda en yüksek yaş ot verimi alınabilecektir.

Dağdelen ve ark. (2009), farklı sulama rejimleri altında silajlık mısırın su üretim fonksiyonlarının belirlenmesi amacıyla yaptıkları denemede uygulanan sulama seviyeleri yeşil ot verimi üzerine etkili olmuştur. En yüksek verim su kısıtı uygulanmayan A sınıfı buharlaşma kabından oluşan birikimli buharlaşmanın % 100'nün karşılandığı konudan elde edilmiştir. Sulama seviyesi ile ot verimi arasındaki ilişkileri araştırmak üzere yapılan çalışma yaptığımız çalışma ile paralellik göstermektedir.

4.7. Yaprak Oranı

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın yaprak oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7.1 'de, bu özelliğe ait ortalama değerler Çizelge 4.7.2 'de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde sulama yöntemi, sulama seviyesi ve sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksyonunun istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.7.2 incelendiğinde karık sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde sırasıyla % 12.86 ve % 12.10 yaprak oranı elde edilmiştir. Mısır bitkisine kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90'ı tüketildiğinde sulama yapılması durumunda elde edilen yaprak oranları sırasıyla % 14.05, 12.67, 11.71 ve 11.48 olmuştur.

Çizelge 4.7.1. Yaprak oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	7.40	3.70	1.13 ö.d
Sulama yöntemi	1	3.24	3.24	0.99 ö.d
Sulama Seviyesi	3	24.27	8.09	2.47 ö.d
Sulama Yön.x Sulama Sev.	3	2.53	0.84	0.25 ö.d
Hata	14	45.79	3.27	
Genel	23	3825.99		

öd: önemli değil;

Çizelge 4.7.2. Yaprak oranına ait ortalama değerler (%)

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	%25	%50	%75	%90	
Karık Sulama	14.41	12.54	12.21	12.26	12.86
Damla Sulama	13.69	12.79	11.21	10.70	12.10
Ortalama	14.05	12.67	11.71	11.48	12.48

4.8. Koçan Oranı

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın koçan oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8.1'de, bu özelliğe ait ortalama değerler ve Duncan gruplandırması Çizelge 4.8.2'de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde sulama yöntemlerinin istatistiksel olarak % 1 seviyesinde koçan oranına etkilerinin önemli olduğu görülmüştür. Sulama

seviyelerinin ve sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksiyonunun ise istatistiksel olarak önemli etkilerinin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.8.1. Koçan oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	0.26	0.13	0.02 ö.d
Sulama yöntemi	1	247.51	247.51	50.55**
Sulama Seviyesi	3	36.37	12.12	2.47 ö.d
Sulama Yön.x Sulama Sev.	3	3.46	1.15	0.23 ö.d
Hata	14	68.54	4.89	
Genel	23	47772.93		

öd: önemli değil; **: P<0.01 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.8.2. Koçan oranına ait ortalama değerler (%) ve Duncan gruplandırması

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	%25	%50	%75	%90	
Karık Sulama	40.95	39.23	41.45	43.31	41.23 b*
Damla Sulama	48.13	45.77	48.27	48.48	47.66 a
Ortalama	44.54	42.50	44.86	45.89	44.45

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark önemli değildir.

Çizelge 4.8.2 incelendiğinde karık sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde sırasıyla % 41.23 ve % 47.66 koçan oranı elde edilmiştir. En yüksek koçan oranı damla sulama yöntemiyle bitkilerin sulanması durumunda, en düşük koçan oranı ise karık sulama yöntemiyle sulanması durumunda elde edilmiştir. Damla sulama yöntemiyle mısır bitkilerinin sulanması durumunda koçan oranının yüksek çıkması, topraktaki hava ve su dengesinin aşırı sulama ile bozulmasının önüne geçildiği ve su eksikliği sonucu bitkilerin su stresine girmemesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Mısır bitkisine kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90'ı tüketildiğinde sulama yapılması durumunda elde edilen koçan oranları sırasıyla %

44.54, 42.50, 44.86 ve 45.89 olmuştur. Bitkilerde su kısıntısının yapılması koçan oranının azalmasına veya artmasına herhangi bir etki yapmamıştır.

4.9. Sap Oranı

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın sap oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9.1’de, bu özelliğe ait ortalama değerler ve Duncan gruplandırması Çizelge 4.9.2’de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde sulama yöntemlerinin istatistiksel olarak % 1 ve sulama seviyelerinin istatistiksel olarak % 5 seviyesinde sap oranına etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksiyonu önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.9.1. Sap oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	5.19	2.59	0.77 ö.d
Sulama yöntemi	1	194.06	194.06	57.98**
Sulama Seviyesi	3	37.04	12.35	3.69*
Sulama Yön.x Sulama Sev.	3	9.28	3.09	0.92 ö.d
Hata	14	46.85	3.34	
Genel	23	44799.16		

öd: önemli değil; **: P<0.01 seviyesinde önemlidir; *: P<0.05 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.9.2. Sap oranına ait ortalama değerler (%) ve Duncan gruplandırması

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	%25	%50	%75	%90	
Karık Sulama	44.63	48.22	46.34	44.43	45.91 a*
Damla Sulama	38.17	41.44	40.43	40.83	40.22 b
Ortalama	41.40 b*	44.83 a	43.39 ab	42.63 ab	43.06

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark önemli değildir.

Çizelge 4.9.2 incelendiğinde karık sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde sırasıyla % 45.91 ve % 40.22 sap oranı elde edilmiştir. Mısır bitkisi karık sulama yöntemi ile sulanması durumunda bitkinin sap oranı yüksek bulunurken, damla sulama sistemi ile sulanması durumunda ise bitkinin sap oranı azalmıştır. Sap oranının artması bitkinin selüloz içeriğini artıracak ve dolayısıyla bitkinin hazmolabilir oranını düşürecektir. Damla sulama yöntemiyle sulama yapıldığında bitkide koçan oranı artacak ve sap oranının düşeceği araştırma sonuçlarımızda görülmektedir.

Çizelge 4.9.2 incelendiğinde, mısır bitkisine kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90'ı tüketildiğinde sulama yapılması durumunda elde edilen sap oranı sırasıyla % 41.40, % 46.99 , % 43.39 ve % 42.63 olmuştur. Elde edilen bitki sap oranları ortalamaları istatistiksel olarak birbirleriyle karşılaştırıldıklarında en yüksek bitki sap oranı % 50, % 75 ve % 90 sulama seviyelerinde alındığı görülmektedir. En düşük bitki sap oranları ise % 25 sulama seviyelerinde alınmıştır. Mısır bitkisinde sulamanın geciktirilmesi sonucu sulama miktarındaki kısıntının bitkide sap oranını artıracak görülmüştür. Sap oranının artması bitkide sindirilme oranına azaltacak söylenebilir (Açıkgöz, 2001).

4.10. Kuru Madde Oranı

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın kuru madde oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10.1'de, bu özelliğe ait ortalama değerler ve Duncan gruplandırması Çizelge 4.10.2'de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde sulama yöntemlerinin ve sulama seviyelerinin istatistiksel olarak % 5 seviyesinde sap oranına etkilerinin önemli olduğu görülmüştür. Sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksyonunun ise önemli olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.10.2 incelendiğinde kuru madde oranına etkileri yönünden sulama yöntemleri arasında önemli bir farkın olduğu gözlenmiştir. Karık sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde sırasıyla % 41.08 ve % 37.24 kuru madde oranı elde

edilmiştir. Araştırma sonucuna bakıldığında, mısır bitkisinin karık sulama yöntemi ile sulanması durumunda daha fazla oranda kuru madde elde edileceği görülmektedir.

Çizelge 4.10.1. Bitkide kuru madde oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	3.355	1.678	0.30 ö.d
Sulama yöntemi	1	88.877	88.877	15.90*
Sulama Seviyesi	3	82.992	27.664	4.95*
Sulama Yön.x Sulama	3	5.423	1.808	0.32 ö.d
Hata	14	78.218	5.587	
Genel	23	37063.021		

öd: önemli değil; *: P<0.05 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.10.2. Bitkide kuru madde oranına ait ortalama değerler (%) ve Duncan gruplandırması

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	%25	%50	%75	%90	
Karık Sulama	41.04	38.79	41.56	42.94	41.08 a*
Damla Sulama	36.81	34.39	37.02	40.73	37.24 b
Ortalama	38.93 ab*	36.59 b	39.29 ab	41.83 a	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark önemli değildir.

Kuru madde oranına sulama seviyelerinin etkisi önemli olmuştur. Mısır bitkisine kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90'ı tüketildiğinde sulama yapılması durumunda elde edilen kuru madde oranı sırasıyla % 38.93, % 36.59, % 39.29 ve % 41.83 olmuştur. Elde edilen bitki kuru madde oranları ortalamaları istatistiksel olarak birbirleriyle karşılaştırıldıklarında en yüksek bitki kuru madde oranı % 90, % 75 ve % 25 sulama seviyelerinde alındığı görülmektedir. En düşük kuru madde oranları ise % 50 sulama seviyelerinde alınmıştır. Kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, %75 ve % 90'si tüketildiğinde sulamaya başlanması durumunda en yüksek kuru madde oranı alınabilecektir.

Nitekim Sammis ve ark. (1988), kök gelişimi ile kuru madde miktarı üzerine sulama yöntemi ve su seviyesinin etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

4.11. Kuru Ot Verimi

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın kuru ot verimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11.1'de, bu özelliğe ait ortalama değerler ve Duncan gruplandırması Çizelge 4.11.2'de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde sulama yöntemlerinin ve sulama seviyelerinin istatistiksel olarak % 1 seviyesinde kuru ot verimine etkilerinin önemli olduğu görülmüştür. Sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksiyonunun ise istatistiksel olarak % 5 seviyesinde önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.11.1. Kuru ot verimine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	68245.83	34122.91	2.00 ö.d
Sulama yöntemi	1	487394.33	487394.33	8972.12**
Sulama Seviyesi	3	607161.86	202387.28	11.91**
Sulama Yön.x Sulama Sev.	3	399714.48	133238.16	7.84*
Hata	14	237909.27	16993.52	
Genel	23	154268447.40		

öd: önemli değil; **: P<0.01 seviyesinde önemlidir; *: P<0.05 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.11.2. Kuru ot verimine ait ortalama değerler (kg/da) ve Duncan gruplandırması

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	%25	%50	%75	%90	
Karık sulama	2755.67	2461.96	2330.82	1963.46	2377.98 b*
Damla Sulama	2752.49	2627.73	2611.96	2659.79	2662.99 a
Ortalama	2754.00a*	2544.84b	2471.39bc	2311.62c	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark önemli değildir.

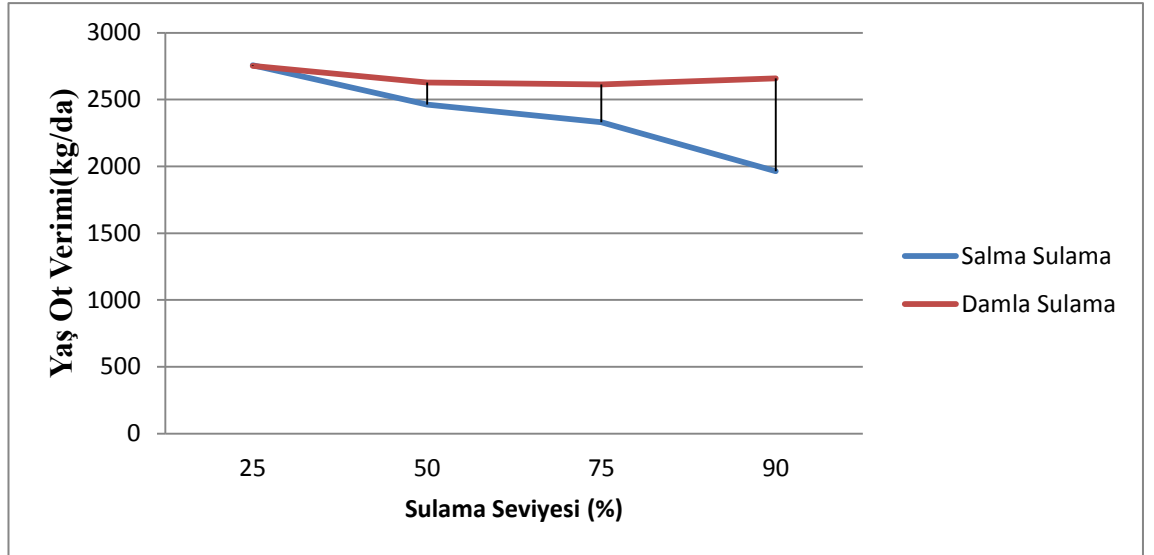
Çizelge 4.11.2 incelendiğinde kuru ot verimine etkileri yönünden sulama yöntemleri arasında önemli bir farkın olduğu gözlenmiştir. Karık sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde sırasıyla dekara 2377.98 kg ve 2662.99 kg kuru ot verimi elde edilmiştir. Mısır bitkisinin damla sulama yöntemi ile sulanması durumunda en yüksek kuru ot verimi elde dilediği görülmüştür. Karık sulama yöntemi ile sulanmasının ise bitkinin kuru ot verimini azaltacağı belirlenmiştir. Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafında da ortaya konulmuş ve damla sulama yönteminde verimlerin karık sulama yöntemine göre daha fazla olacağı belirtilmiştir (Phene ve Howell, 1984; Karaşahin ve Sade (2011). Bu damlama sulama yöntemi ile bitkiye yeter miktarda sürekli su ve besin temini sağlandığı için bitkinin strese girmemesinden kaynaklanabilir. Örneğin Şimşek ve ar. (2003) damla sulamada, topraktaki hava ve su dengesinin aşırı sulama ile bozulmaması ve su eksikliği ile bitkinin su stresine sokulmaması verim artışının ana sebeplerinden olduğunu ifade etmiştir. Yine konu ile ilgili olarak Lamn ve Trooien (2003) ve Singandhupe ve ark. (2003) damla sulamada mısırdaki fizyolojik oluma kadar bitki besin maddelerinin özellikle azotun parçalanarak, bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanlarda, bitki kök bölgesine uygulanması ve aşırı sulama yapılmadığı için azot yıkanmasının önüne geçilerek azot kullanım etkinliğinin sağlanmasından dolayı verimde artışların olacağı ifade edilmiştir.

Kuru ot verimi sulama seviyelerinin etkisi önemli olmuştur. Mısır bitkisine kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90'ı tüketildiğinde sulama yapılması durumunda elde edilen kuru ot verimi sırasıyla 2754.00, 2544.84, 2471.39 ve 2311.62 kg/da olmuştur. Elde edilen kuru ot verimi ortalamaları istatistiksel olarak birbirleriyle karşılaştırıldıklarında en yüksek kuru ot verimi % 25 sulama seviyelerinde alındığı görülmektedir. Konu ile ilgili olarak Doorenbos and Kassam (1979) mevsimlik su tüketimi 500-800 mm arasında değişen mısır bitkisinin toprakların su tutma kapasitesinin %55'i tüketildiği zaman sulanması halinde yüksek verim elde edilebileceğini rapor etmişlerdir. En düşük kuru ot verimi ise % 90 sulama seviyelerinde alınmıştır. Bu toprakta kullanılabilir su miktarının azalmasına bağlı olarak bitkide fotosentez etkinliğinin azalmasından kaynaklanabilir. Genel olarak toprakta kullanılabilir suyun azalışına bağlı olarak bitkide fizyolojik oluşumlar bozulmakta, giderek büyüme durmakta ve verimde düşüşler yaşanmaktadır (Korukçu ve Kanber,

1981).Mısırdaki sulamanın geciktirilmesi sonucu su kısıntısının yapılması kuru ot veriminde azalmalara neden olduğu görülmektedir.

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin kuru ot verimi üzerine etkileri Şekil 4.11.1 'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde karık sulama yönteminde kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90 seviyelerinde artmasıyla kuru ot veriminde azalma olmuştur. Ancak, damla sulama yönteminde kullanılabilir su tutma kapasitesi % 25 sulama seviyesinden % 50 sulama seviyesine geçildiğinde kuru ot veriminde bir azalma olurken, % 50, % 75 ve % 90 sulama seviyelerinde kuru ot veriminde herhangi bir değişiklik olmamıştır.

Sulama seviyesi ile verimi arasındaki ilişkileri araştırmak üzere yapılan birçok çalışma yaptığımız çalışma ile paralellik göstermektedir (Sammis ve ark., 1988; Kırnak ve ark., 2002; Yazar ve ark., 2002; Kang ve ark., 2000)



Şekil 4.11.1. Sulama yöntemi ve sulama seviyesinin kuru ot verimi üzerine etkileri (kg/da)

4.12. Ham Protein Oranı

Sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin mısırın ham protein oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12.1’de, bu özelliğe ait ortalama değerler Çizelge 4.12.2’de verilmiştir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde sulama yöntemi, sulama seviyesi ve sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksyonu arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.12.1. Ham protein oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	SD	KT	KO	F
Blok	2	0.624	0.312	0.650 ö.d
Sulama yöntemi	1	1.029	1.029	2.143 ö.d
Sulama Seviyesi	3	2.342	0.781	1.625 ö.d
Sulama Yön.x Sulama Sev.	3	4.139	1.380	2.873 ö.d
Hata	14	6.723	0.480	
Genel	23	1072.608		

öd: önemli değil;

Çizelge 4.12.2. Ham protein oranına ait ortalama değerler (%)

Sulama Yöntemleri	Sulama Seviyeleri				Ortalama
	%25	%50	%75	%90	
Karık Sulama	7.24	7.19	6.60	6.35	6.85
Damla Sulama	6.37	6.38	5.60	7.37	6.43
Ortalama	6.81	6.79	6.10	6.86	6.64

Çizelge 4.12.2 incelendiğinde, karık sulama yöntemi ve damla sulama yönteminde sırasıyla % 6.85 ve 6.43 ham protein oranı elde edilmiştir. Mısır bitkisine kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 25, % 50, % 75 ve % 90’ı tüketildiğinde sulama

yapılması durumunda elde edilen ham protein oranları sırasıyla % 6.81, 6.79, 6.10 ve 6.86 olmuştur.

Karaşahin ve Sade (2011), 2 yıl süreyle yürüttükleri bir araştırmada, birinci yılında sulama yöntemlerinin mısır çeşitlerinin ham protein oranına etkileri olmazken, araştırmanın ikinci yılında karık sulama yöntemi mısır çeşitlerinin ham protein oranını artırmıştır. Yaptığımız araştırmada da karık sulama yöntemiyle sulamanın mısır bitkisinin ham protein oranı daha yüksek çıkmasına rağmen, ham protein oranlarına sulama yöntemlerinin etkisi istatistiki olarak önemli olmamıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada, sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin sonbaharda ekilen arpadan sonra ikinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısırın verim ve bazı özelliklerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Amaç doğrultusunda iki farklı sulama yöntemi (damla ve karık sulama) ve bu sulama yöntemlerine ilişkin dört farklı sulama seviyeleri (kullanılabilir suyun % 25, % 50, % 75 ve % 90'ı) tüketildiğinde sulama tarla kapasitesine gelene kadar uygulanmış ve buna göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

1. En yüksek bitki boyuna damlama sulama yöntemi ve % 25, % 50 sulama seviyelerinde, en düşük bitki boyuna ise karık sulama yöntemi ve % 90 sulama seviyesinde ulaşılmıştır.
2. En yüksek bitki ağırlığına damlama sulama yöntemi ve % 25, % 50 sulama seviyelerinde, en düşük bitki ağırlığına ise karık sulama yöntemi çeşidi ve % 90 sulama seviyesinde ulaşılmıştır.
3. En yüksek yaş ot verimine damlama sulama yöntemi ve % 25, % 50 sulama seviyelerinde, en düşük yaş ot verimine karık sulama yöntemi ve % 90 sulama seviyesinde ulaşılmıştır.
4. Koçan oranında, damla sulama yöntemi göre karık sulama yöntemine göre her sulama seviyesinde yüksek bulunmuştur. Ancak, damla sulama yöntemi ve karık sulama yönteminde herhangi bir sulama seviyesi koçan oranına istatistiksel anlamda etki yapmamıştır.
5. En yüksek sap oranı karık sulama yöntemi ve % 50 sulama seviyesinde, en düşük sap oranı ise damlama sulama yöntemi ve % 25 sulama seviyesinde bulunmuştur.

6. En yüksek kuru madde oranı karık sulama yöntemi ve % 90 sulama seviyesinde, en düşük kuru madde oranı ise kuru ot oranı damlama sulama yöntemi ve % 50 sulama seviyesinde belirlenmiştir.
7. En yüksek kuru ot verimine damlama sulama yöntemi ve % 25 sulama seviyesinde, en düşük kuru ot verimi karık sulama yöntemi ve % 90 sulama seviyesinde belirlenmiştir.
8. Damla sulama yönteminde karık sulama yöntemine göre daha sıklıkla sulama yapılmasına rağmen daha az sulama suyu kullanılmıştır.
9. Karık sulama yöntemiyle tarla kapasitesindeki su % 25 azaldığında 13 sulama yapılarak toplam 1380 mm, % 50 azaldığında 10 sulama yapılarak toplam 1025 mm, % 75 azaldığında 6 sulama yapılarak toplam 812 mm, % 90 azaldığında 4 sulama yapılarak toplam 614 mm sulama suyu uygulanmıştır.
10. Damla sulama yöntemiyle, tarla kapasitesindeki su % 25 azaldığında 19 sulama yapılarak toplam 986 mm, % 50 azaldığında 15 sulama yapılarak toplam 814 mm, % 75 azaldığında 10 sulama yapılarak toplam 651 mm, % 90 azaldığında 6 sulama yapılarak toplam 522 mm sulama suyu kullanılmıştır.
11. Bunun yanında m²'deki bitki sayısı, yaprak sayısı, koca sayısı, yaprak oranı ve ham protein oranlarında sulama yöntemi, sulama seviyesi ve sulama yöntemi x sulama seviyesi interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Bu sonuçlara göre Iğdır ekolojik koşullarında topraktaki nem miktarı % 25 ve % 50'ye düştüğü dönemde yapılan sulamanın uygun olacağı ortaya konmuştur. Ayrıca silajlık mısırdaki her iki sulama yönteminin bölgede uygulanabileceği, ancak tercihte çiftçilerin ekonomik gücü ve bölgedeki mevcut su miktarı potansiyelinin dikkate alınması gerektiği tavsiye edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Açıköz, E., 2001. Yem Bitkileri . 3. Baskı. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. VİPAŞ A.Ş. Yayın No: 58, Bursa, 584 s.
- Akyıldız, A.R. 1984, *Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu (İlaveli ikinci baskı)*, Vol: 895, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Ankara, Pp: 213.
- Alam, M. and D.H., Rogers. 2001. Scheduling Irrigations by Electrical ResistanceBlocks. Kansas State University CooperativeExtension, Irrigation Management Series. *Kansas State University, Manhattan, Kansas*.www.oznet.ksu.edu/library/ageng2/1901.pdf. (05.03.2007).
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., 1998. *Crop Evapotranspiration*, FAO 56, Roma.
- Anonim 2004. Hasad Aylık Gıda Tarım ve Hayvancılık Dergisi, yayın no: 231: sayfa: 28, İstanbul.
- Anonim (2014) Iğdır Tarım Master Planı.
- Anonim (2015) Iğdır Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Verileri.
- Baydar, A., 2013. *Genel sulama*. Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Kampüsü Su Yönetimi Bölümü, Mersin.
- Baytekin, H. 1992. GAP bölgesinde ikinci ürün silaj sorgum sudanotu ve sorgum-sudanotu melezi yetiştirme olanakları. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde İkinci Ürün Tarımı ve Sorunları Sempozyumu, 26-28 Ekim 1992, Şanlıurfa.

- Baytekin, H., İ. Gül ve G. Bengisu. 1995. Harran ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj sorgumda farklı azot dozlarının verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi. *Harran Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 1(3): 212-226.
- Bozkurt, Y., Yazar, A., Gençel, B., Sezen, S.M., 2006. Optimum lateral spacing for drip irrigated corn in the Mediterranean Region of Turkey. *Agric. Water Man.* 85:113-120.
- Braunworth, W.S., Mack, H.J., 1989. The possible use of crop water stress index as an indicator of evapotranspiration deficits and yield reduction in sweet corn. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114 (4): 542- 546.
- Burman, R. D., Nixon, P.R., Wright, J.L., Pruitt, W.O., 1983. *Water Requirements Design and Operation of Farm Irrigation Systems*. Editör: Jensen, M.E., ASCE, St. Joseph, Michigan. 829 p.
- Çetin, Ö., 1996. Harran Ovası Koşullarında İkinci Ürün Mısır Su Gereksinimi. Şanlıurfa Araştırma Enst. Md. Yayınları, Genel Yayın No: 90, Şanlıurfa, s. 46.
- Dağdelen, N ve Gürbüz, T. 2008. Aydın koşullarında ikinci ürün mısırın su tüketimi, *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (2): 67-74.
- Dağdelen, N., Akçay, H., Sezgin, F., Ünay, A. ve Gürbüz, T. 2009. Farklı sulama rejimleri altında silajlık mısırın su üretim fonksiyonlarının belirlenmesi, *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1): 54-64.
- Derviş, Ö., 1986. Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra İkinci Ürün Mısırın Su Tüketimi, T.C. Tarım Orman ve Köy işleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 106, Rapor Serisi No: 56, Tarsus.

- Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979. *Yield Response to Water*. FAO Irr. and Drain. Paper, No: 33, Rome, Italy. 193 p.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O.,1977. *Guidelines for Predicting Crop Water Requirements*. Irrigation and Drenaige Paper 24. FAO, Roma Italy, 144 P.
- Doorenbos, J., Pruitt, W. O., 1977. *Guidelines for Predicting Crop Water Requirements*. FAO Irr. And Drain. Paper, No: 24, Rome, Italy. 156 p.
- Eck, H.V., 1986. Effects of water deficits on yield. yield components, and water use efficiency of irrigated corn. *Agon. J.* 78: 1035-1040.
- Emeklier, H. Y. ve E. Kün., 1988. İç Anadolu da sulu koşullarda ikinci ürün dane mısır ve silaj mısır yetiştirme olanakları ve yem değerinin saptanması, *Doğa-Tarım ve Ormancılık Dergisi* 12(2): 178-189.
- FAO, 2013.<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, (Erişim Tarihi: 20.01.2013)
- Gary, W. L. and C. A. Francis. 1999. Strip intercropping effects on yield and yield components of corn, gain sorghum, and soybean. *Agon. J.* 91 (5): 807-813.
- Gençel, B., 2009. İkinci Ürün Mısır Bitkisinde Bitki Su Stresi İndeksini (Cwsı) Kullanarak Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Kestirimi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar Ve Sulama Bölümü, Doktora Tezi, Adana.
- Gençoğlan, C., 1996. Mısır Bitkisinin Su Verim İlişkileri, Kök Dağılımı ile Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesi ve CERES Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uyumluluğunun İrdelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.

- Gençoğlan, C., Yazar, A., 1999. ukurova koşullarında yetiştirilen 1. rn mısır bitkisinde infrared termometre değerlerinden yararlanılarak bitki su stresi indeksi (cwsı) ve sulama zamanının belirlenmesi. *Turkish. J. Agric. Forestry* 23: 87-95.
- Güngör, Y., Erzel, A.Z., Yıldırım, O., 1996, Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1443, Ders Kitabı: 424, ANKARA.
- Hallauer, A.R. and Miranda J.B., 1987. *Quantitative genetics in maize breeding*. Iowa State University Pres. Ames. 468 pages.
- Hanks, R.J., Ashcroft, G.L., Rasmussen, V.P. And Wilson, G.D.,1978. Corn production as influenced by irrigation and salinity – Utah Studies. *Irri. Sci.* 1: 47-59
- Hanks, R.J., 1983. Yield and Water-Use Relationship: An Overview. (Taylor, H.M., et all. Edit.). Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. *Amer. Soc. Agron.*, 393-411.
- Harris, G. 2005. *Sub-surface Drip Irrigation Advantages and Limitations*. The State of Queensland Department of Primary Industries and Fisheries Note: 17650.
- Humphreys, L., Fawcett, B., O'Neill, Chris. and Muirhead, W. 2005. IREC Farmer's Newsletter No : 170.
- Hook, E.J., and Kincheloe, S. 1991. *Irrigation Scheduling For Corn-Why and How* University of Florida and C.D. Yonts, University of Nebraska.
- Ibragimov, N., Evet, S., Esanbekov, Y., Kamilov, B. and Heng, L. 2003. *Cotton and Winter Wheat Irrigation Scheduling Improvements in Uzbekistan*. Uzbekistan Cotton Gowing Research Institute p: 26-33.

- James, D.W., Hanks, R.J., Jurinak, J.J., 1982. *Modern Irrigated Soils*. John Willey and Sons, Inc. USA.
- Jensen, M.E., Burman, R.D., Allen, R.G., 1990. *Evapotranspiration and Irrigation Water Requirement*, ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No: 70, New York, 1-325.
- Kacar, B., *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri*. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:453, Ankara, (1972) Pp: 464.
- Kamilov, B., Evet, S. and Lee, H. 2002. Irrigation Scheduling Study of Drip Irrigated Cotton by Use of Soil Moisture Neutron Probe. 24-25 December UNCGI,Tashkent, Uzbekistan Proceedings of The National Workshop.
- Kanber, R., Kırdı, C., 1994. Evaluation of deficit irrigation programmes of cotton, maize, wheat and soybean. International Conference on Land and Water Resources Management in the Mediterranean Region. Volume V. Instituto Agonomico Mediterraneo Valenzano Bari Italy. 4 -8 September 1994. P: 117 – 133.
- Kanber, R., Eylene, M. ve Tok, A.1986. *Water Consumption and Yield of Strawberry Irrigated by Furrow and Trickle Methods Under Çukurova Conditions*. Soil and Water Research Institute, General Publications No : 135, Report Series : 77 P : 7-35, Tarsus.
- Kanber, R., Yazar, A. ve Eylene, M., 1990. *Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra Yetiştirilen ikinci Ürün Mısırın Su-Verim İlişkisi*. Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak su Genel Md. Yayın No: 173, R.Y. No: 108, Tarsus.
- Kang, S., Liang, Z., Pan, Y., Shi, P. and Zhang, J., 2000. Soil Water Distribution, Uniformity and Water-Use Efficiency Under Alternate Furrow Irrigation in Arid Areas. *Irrigation Science*, 19: 181-190.

- Karaşahin, M. ve Sade, B., 2011. Farklı sulama yöntemlerinin hibrit mısırdaki (*zea mays l. indentata s.*) dane verimi ve verim unsurları üzerine etkileri, **U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi**, 25: (2): 47-56.
- Katerji, N., Hoorn, J.W., Hamdy, A., Karam, F. and Mastrorilli, M., 1996. Effect of salinity on water stress, growth and yield of maize and sunflower. **Ag. Water Manag.** 30: 237-249.
- Kırnak, H. , Gençoğlan, C. Ve Değirmenci, V., 2002. Harran Ovası koşullarında kısıntılı sulamanın II. ürün mısır verimine ve bitki gelişimine etkisi. **Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.** 34 (2): 117-123.
- Kodal, S., 1995. **Su Kaynaklarının Geliştirilmesi. Kültürteknik Giriş**, Genişletilmiş 2. Baskı, Editör: A. Balaban, A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1402, Ders Kitabı: 404, s. 66-79, Ankara.
- Korukçu, A. ve Kanber, R., 1981. **Su-Verim İlişkileri**. Topraksu Araştırma Ana Projesi, Tarsus, s.49.
- Lamm, R.F. and Trooien, P.T. 2003. Subsurface Drip Irrigation for Corn Production :A Review of 10 years of research in Kansas. **Irrig.Sci.** 22: 195-200.
- Lorenz, G.F., 1987 Differences in drought resistance between two corn hybrids II. component analysis and growth rates. **Argon.J.**, VI.79: 802-807.
- Magar, S. S. 1995. Adaption of micro irrigation technology in sugarcane on vertisols semi arid climate. micro irrigation for a Changing World. Conserving resources/Preserving the Environment Proceedings of the International Micro irrigation Congress. Edited by Freddie R. Lamm. April 2-6, 1995, Hyatt Regency Orlando, Florida. Published by Am. Soc. of Agri. Eng. p.735-739.

- Nazirbay, I., Evet, S., Esanbekov, Y., Kamilov, B., Mirzaev, L. and Lamers, P.A. 2007. Water Use Efficiency of Irrigated Cotton in Uzbekistan under Drip and Furrow Irrigation. *Agricultural Water Management*, 90: 112-120.
- Ogola, J.B., Wheeler, T.R., and Haris, P.M. 2002. Effects of Nitrogen and Irrigation on Water Use of Maize Crops. *Field Crops Research* 78: 105-117.
- Oylukan, Ş., Güngör, H., 1975. *Orta Anadolu'da Mısır Su Tüketimi*. Toprak Su Araştırma Enstitü Yayınları, 129 (88), Eskişehir.
- Öğretir, K., 1993. Eskişehir Koşullarında Mısırın Su-Verim İlişkileri, Doktora Tezi, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 85s.
- Öktem, A., Simsek, M., Öktem, A.G., 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays saccharata Sturt*) with drip irrigation system in a semi-arid region, I. Water-yield relationship. *Agric. Water Manag.*, 61: 63-74.
- Özcan, S., 2009. Genetiği değiştirilmiş (transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2 (2): 01-34.
- Panda, R. K., Behera, S. K. and Kashyap, P. S. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. *Agric. Water Manag.* 66: 181-203.
- Pandey, R.K., Maranville, J.W., Admou, A., 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. *Ag. Water Manag.*, 46: 1-13.
- Phene, C. J. and T. A. Howell. 1984. *Soil sensor control of high frequency irrigation*. Trans. ASAE 27 (2):392-396.

- Ramirez O., Trejo J., Sanchez S., Hernandez M., Nuncio R. and Cerda E. (2006). Agonomic characteristic and forage quality corn with subsurface drip irrigation. *Tec. Pecu Mex.* 44 (3): 351– 357.
- Rhoades, F.M., Bennett, J.M., 1990. *Corn*. In: Stewart, B.A., Nielsen, D.R. (Eds.), Irrigation of Agricultural Crops. Agon. Monog. 30. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, pp. 569–596.
- Russo, D. and Bakker, D., 1987. Corn – Water production functions for sweet corn and cotton irrigated with saline waters. *Soil. Sci. Am. J.*, VI. 51: 1554-1562.
- Sammis, T.W., Smeal, D. and Williams, S., 1988. Predicting corn yield under limited irrigation using plant height. Transactions of the *Amer. Soc. of Agri. and Bio. Eng.* 31(3):830-837.
- Shaozhong, K., Wenjuan, S., Jianhua, Z., 2000. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. *Field Crops Research*, 67: 207-214.
- Sezgin, F., 1991. Mısır Bitkisinde Bitki Sıklığı ve Sulamanın Yaprak İndisi ile Verime Etkileri Üzerinde Araştırmalar (Doktora Tezi), E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İzmir.
- Smith, M., 1984. Irrigation Scheduling and Water Distribution. Crop Water Requirements International Conference. P: 498-514.
- Smith, M., 1991. Manual and Guidelines for Cropwat. FAO of UN, Rome, 193 p, Italy.
- Singandhupe, B.R., Rao, G.G.S.N., Patil, N.G. and Brahmanand, P.S. 2003. Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop (*Lycopersicon esculentum L.*). *European Journal of Agronomy* 19: 327-340.

- Singh, B. R., Singh, D. P. 1995. Agonomic and physiological responses of sorghum, maize and pearl millet to irrigation. *Field Crops Res.* 42, 57-67.
- Stutler, R.K. and James, D.W., Fullerton, T.M., Wells, R.F., Shipe, E.R., 1981. Corn yield functions of irrigation and nitrogen in central America. *Irrig. Sci.* 2: 79–88.
- Şimşek, M., Gerçek, S. ve Öktem, A. 2003. Farklı Sulama Yöntemlerinin Mısır Bitkisinde Verim ve Su Tüketimine Etkisi. GAP III. Tarım Kongresi, Bildiri No: S: 29, 2-3 Ekim 2003, Şanlıurfa.
- Şimşek, M., Şılbır, Y., Gerçek, S., Boydak, E. ve Kasap Y., 2005. Mısır-soya birlikte ekim sisteminde su-verim ve alan eşdeğer oranı ilişkisinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi.* 11(2): 147-153.
- Trejo, J.A.M., Monsivais, G.O.A., Ramirez, O.J., Gozzalez, Z.A., Cerda, R.E., Hernandez, F.M., Sosa, S.E. and Nuncio, A.R. 2006. Effect of three driptape installation depths on water use efficiency and yield parameters in forage maize (*Zea mays L.*) cultivation. *Tec Pecu Mex*, 44 (3): 359-364.
- TUIK, 2014. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, (Erişim Tarihi: 20.05.2015).
- Tüsüz, M.A., 1987. İkinci Ürün Mısır Üretiminde Çeşit Sorunu, İkinci Ürün Mısır Üretimi Problemleri ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 21- 25 Aralık 1987, Adana.
- Ul, M.A., 1990. Menemen Ovası Koşullarında II. Ürün Olarak Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Değişik Gelişim Aşamalarında Uygulanan Sulamaların Verime Etkisi Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi), E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İzmir.

- Uyanık, M., 1984. *Mısır bitkisinin botanik özellikleri*. Karadeniz Bölge Ziraat Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 1984-1, Samsun.
- Uzunoglu, S., 1991. *Ankara Yöresinde Hibrit Mısırın Su Tüketimi*. KHGM, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 172, Rapor Seri No: 64, Ankara.
- Vural Ç., Dağdelen N. 2008. Damla sulama yöntemiyle sulanan cin mısırdaki farklı sulama programlarının verim ve bazı agonomik özellikler üzerine etkisi, *A. M.Ü. Zir. Fak. Der.* 5 (2): 97-104.
- Yazar, A., Sezen, S.M., 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., 1999. Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler, Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği ve Vakfı, Tarımda Su Kullanımı ve Yönetimi Sempozyumu, Ankara, s. 53-62.
- Yıldırım, O., 1996. *Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1438, Ankara, 188 s.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Osmaniye’de doğdu. Malatya’da İlköğrenim ve Ortaöğrenimin sonrasında İnönü Üniversitesi Bilgisayar Programcılığı bölümünden 2001’de, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünden (2008) mezun oldu. 2012 yılında Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı. 2009-2013 yıllarında Malatya ilinde özel bir firmada sulama sistemleri projelendirme ve uygulama mühendisi olarak çalıştı. 2014 yılından itibaren Iğdır ilinde, Unit Bioteknoloji Tarım Hayvancılık ve Sanayi A.Ş. ‘de Ziraat Mühendisi olarak çalışmaktadır.