

**ŞEKER MISIRINDA (ZEA MAYS SACCHARATA  
STURT) FARKLI SULAMA VE AZOT SEVİYELERİNİN  
TAZE KOÇAN VERİMİ İLE VERİM ÖĞELERİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**İpek KARAKUŞ**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ŞEKER MISIRINDA (ZEA MAYS SACCHARATA STURT) FARKLI SULAMA  
VE AZOT SEVİYELERİNİN TAZE KOÇAN VERİMİ İLE VERİM ÖĞELERİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**İpek KARAKUŞ**  
0000-0002-8469-5270

Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2021  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ ONAYI

İpek KARAKUŞ tarafından hazırlanan "ŞEKER MISIRINDA (ZEA MAYS SACCHARATA STURT) FARKLI SULAMA VE AZOT SEVİYELERİNİN TAZE KOÇAN VERİMİ İLE VERİM ÖGELERİ ÜZERİNE ETKİSİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU

**Başkan** Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU  
0000-0001-9600-7685  
Uludağ Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi,  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

**Üye** Prof. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU  
0000-0002-6585-4221  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi,  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

İmza

**Üye** Doç. Dr. Burak Nazmi CANDOĞAN  
0000-0001-9898-5685  
Uludağ Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi,  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Hüseyin Aksef EREN  
Enstitü Müdürü

.....

**B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**21/01/2021**

**İpek KARAKUŞ**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞEKER MISIRINDA (ZEA MAYS SACCHARATA STURT) FARKLI SULAMA VE AZOT SEVİYELERİNİN TAZE KOÇAN VERİMİ İLE VERİM ÖĞELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

**İpek KARAKUŞ**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU

Bu çalışmada, Bursa koşullarında şeker mısırı bitkisine (*Zea mays saccharata* Sturt) uygulanan farklı sulama ve azot seviyelerinin verim ile bazı verim bileşenleri üzerindeki etkileri arazi denemesi ile belirlenmiştir. Araştırma, 2018 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin killi bünyeli toprakları üzerinde yürütülmüştür. Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ana parsellerde 3 sulama suyu seviyesi (S100: A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan suyun %100'ü referans alınarak sulama, S80: S100'ün %80'i ve S60: S100'ün %60'ı düzeyinde sulama) ve alt parsellerde de 3 azot seviyesi (15, 30, 45 kg da<sup>-1</sup> N) kullanılmıştır. Sulamalar, damla sulama yöntemiyle 7 gün aralıklarla yapılmıştır. Çalışmada, taze koçan verimi, toprak üstü kuru madde verimi, tek koçan ağırlığı, koçan boyu, koçan çapı, koçandaki tane sayısı, ilk koçan yüksekliği, sap çapı ve bitkide yaprak sayısı etkileri araştırılmıştır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarı 258-400 mm arasında değişirken, mevsimlik bitki su tüketimi en yüksek 543 mm ile S100 × N45 konusunda en düşük ise 391 mm ile S60 × N15 konusunda hesaplanmıştır. En yüksek mısır koçan verimi S80 x N30, S100 x N30 ve S100 x N45 interaksiyonlarından saptanmıştır. Su kullanım etkinliği (WUE) en yüksek S80 × N30 interaksiyonunda en düşük WUE değeri ise S100 × N15 interaksiyonunda belirlenmiştir. Ölçümü yapılan tüm verim öğeleri, sulama veya azot düzeylerinden istatistiksel olarak önemli ölçüde (P<0.05) etkilenmişlerdir. Sulama ve azot seviyelerinin optimizasyonu dikkate alındığında buharlaşan suyun %80'i düzeyinde sulama suyu altında 30 kg da<sup>-1</sup> N uygulanması yarı nemli iklim kuşağında yer alan Bursa ilinde şeker mısırı yetiştiriciliğinde tavsiye edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Tatlı mısır, damla sulama, bitki su tüketimi, azot dozu, koçan verimi  
**2021, viii + 76 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION AND NITROGEN LEVELS ON YIELD AND SOME YIELD COMPONENTS OF SWEET CORN (*ZEA MAYS* *SACCHARATA* STURT)

**İpek KARAKUŞ**

Bursa Uludag University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biosystems Engineering

**Supervisor:** Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU

In this study, it was determined by field trial the effects of different irrigation and nitrogen levels on yield and some yield components of sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt) grown in Bursa conditions. The research was conducted on a clayey textured soil of Agricultural Application and Research Center, Bursa Uludag University, in 2018. The trial was established in 3 replications according to a split-plot design. Three irrigation water amounts (S100: 100% of cumulative Class-A pan evaporation, S80: Restoration of 80% of S100, and S60: Restoration of 60% of S100) in main plots and three different levels of nitrogen (15, 30, 45 kg da<sup>-1</sup> N) in subplots were studied. Irrigations were applied weekly via the drip irrigation method. This study examined the effects of fresh ear yield, above-ground dry matter yield, fresh ear weight, ear height, ear diameter, seed number in ear, first ear height, stem-thickness, and the number of leaf per plant amount were investigated. The amount of irrigation water applied to the treatments varied between 258 and 400 mm. The highest evapotranspiration (ET) was determined from the S100 × N45 with 543 mm, and the lowest ET was obtained from the S60 × N15 with 391 mm. The highest yield was determined from S80 × N30, S100 × N30 and S100 × N45 interactions. The highest water use efficiency (WUE) was obtained from S80 × N30 interaction, lowest WUE was obtained from S100 × N15. All yield components measured were significantly (P <0.05) affected by irrigation or nitrogen levels. Considering the optimization of irrigation and nitrogen levels, the application of 30 kg da<sup>-1</sup> N under irrigation water at the level of 80% of the water evaporated can be recommended in sweet corn cultivation in Bursa located in the sub-humid climate zone.

**Key words:** Sweet corn, drip irrigation, evapotranspiration, nitrogen doses, ear yield  
**2021, viii + 76 pages.**

## TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın gerekleőtirilmesinde, tez konusu seçiminden yayın aőamasına kadar her süreçte gün ve saat ayırmaksızın değerli vaktini ayırıp büyük sabır ve zen ile destek veren, geleceğe faydalı nesiller yetiőtirmek için değerli bilgilerini benimle paylaőan, bana aktardığı deneyimleri mesleki hayatım ile harmanlayacağımı düőündüęüm kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Hayrettin KUŐCU'ya teőekkürü borç bilirim.

Tarla alıőmaları boyunca fiziki ve teknik olarak yardımlarını esirgemeyen, bu süreçte motivasyonumu yüksek tutmamı sağlayan değerli dostlarıma sonsuz teőekkürler.

Bugünlere sevgi, saygı ve önce insan olmak kavramlarının anlamlarını bilecek Şekilde yetiőtirerek getiren, her anımda bana destek olup güvenen sevgili babam İsa KARAKUŞ ile sevgili annem Őengül KARAKUŞ'a ve hayatımın her evresinde beni doğru yönlendiren kıymetli ablam Buket ÇETİN'e teőekkürlerimi sunarım.

İpek KARAKUŞ  
21/01/2021

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
2.1. Mısır Bitkisine İlişkin Genel Bilgiler.....	6
2.2. Mısır Bitkisinin Su Gereksinimi ve Su-Verim İlişkileri.....	9
2.3. Mısır Bitkisinde Azot-Verim Konusunda Yapılan Çalışmalar.....	23
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	27
3.1. Materyal.....	27
3.1.1. Araştırma Yeri.....	27
3.1.2. Toprak Özellikleri.....	28
3.1.3. İklim Özellikleri.....	29
3.1.4. Bitki Özellikleri.....	29
3.1.5. Su Kaynağı.....	30
3.1.6. Sulama Sistemi.....	31
3.1.7. Araştırmada Kullanılan Donanımlar ve Yazılımlar.....	32
3.2. Yöntem.....	34
3.2.1. Tarımsal İşlemler.....	34
3.2.2. Deneme Deseni ve Araştırma Konuları.....	36
3.2.3. Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi ve Azot Uygulamaları.....	40
3.2.4. Bitki Su Tüketimi ve Su Kullanım Etkinliği.....	41
3.2.5. Mısır Bitkisine İlişkin Gözlem ve Ölçümler.....	42
3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi.....	43
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	45
4.1. Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi.....	45
4.2. Taze Koçan Verimi.....	47
4.3. Toprak Üstü Kuru Madde Verimi.....	49
4.4. Su Kullanım Etkinliği ve Sulama Suyu Kullanım Etkinliği.....	51
4.5. Tek Koçan Ağırlığı.....	53
4.6. Koçan Boyu.....	54
4.7. Koçan Çapı.....	56
4.8. Koçanda Tane Sayısı.....	58
4.9. Sap Çapı.....	59
4.10. Yaprak Sayısı.....	60
4.11. İlk Koçan Yüksekliği.....	62
4.12. Bitki Boyu.....	63
5. SONUÇ.....	65
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	76



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
A	Alan
Atm	Atmosfer Basıncı
°C	Santigrat Derece
da	Dekar
$\Delta S$	Toprak Nem Değişimi
Ea	Uygulama Etkinliği
Ep	İki Sulama Arasında Geçen Süredeki Kümülatif Kap Buharlaşması
ET	Evapotranspirasyon
ETc	Bitki su tüketimi
ET <sub>0</sub>	Referans Bitki Su Tüketimi
ha	Hektar
Kc	Bitki Katsayısı
Kp	Kap Katsayısı
kg	Kilogram
km <sup>2</sup>	Kilometrekare
Ky	Verim Tepki Etmeni
m	Metre
m <sup>2</sup>	Metrekare
m <sup>3</sup>	Metreküp
mm	Milimetre
N	Azot
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Amonyum Nitrat %13 N
Pa	Islatılan Alan Oranı
P	Yetiştiricilik Mevsimi Boyunca Düşen Yağış Miktarı
pH	Asit-baz Göstergesi
ppm	Milyonda Bir Birim
Rf	Yüzey Akış miktarı

### **Kısaltmalar Açıklama**

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AMF	Arbuscular Mikorizal Mantarları
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı
CWSI	Bitki Su Stres İndeksi
EC	Elektriksel İletkenlik
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
HTK	Hidro Termik Katsayı
IRT	İnfrared Termometre
NPK	Kompeze Gübre (15-15-15) (N: Azot, P: Fosfor, K: Potasyum)
HDPE	Sert Polietilen Boru
cm	Santimetre
df	Serbestlik Derecesi

SAR	Sodyum Adsorbsiyon Oranı
WUE	Su Kullanım Etkinliği
I	Uygulanan Sulama Suyu Miktarı
IWUE	Sulama Suyu Kullanım Etkinliği
SPSS	Statistical Package Program for Social Science
TWUE	Toplam Su Kullanım Randımanı
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UY	Uzun Yıllar

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Deneme alanı .....	27
Şekil 3.2. Deneme alanı için kullanılan su kaynağı .....	30
Şekil 3.3. Sulama sisteminin kurulumu ve denemede kullanılan su sayacı .....	32
Şekil 3.4. Denemede kullanılan A sınıfı buharlaşma kabı .....	33
Şekil 3.5. Örnekleme kaplarına konulmuş toprak örnekleri ve kurutma fırını .....	35
Şekil 3.6. Deneme deseni ve sulama sistemi elemanları.....	38
Şekil 3.7. Deneme alanındaki bir alt parselim detaylı görüntüsü .....	39
Şekil 3.8. Azot dozlarına göre parsellere verilecek gübrelerin tartılması .....	41
Şekil 4.1. Farklı sulama ve azot seviyeleri altında kavuzsuz koçan verimi değerleri.....	48
Şekil 4.2. Su kullanım etkinliği (WUE) değerleri ( $\text{kg m}^{-3}$ ).....	51
Şekil 4.3. Sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri .....	52

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 3.1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri .....	28
Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri .....	28
Çizelge 3.3. Bursa iline ait uzun yıllara (UY) ve 2018 yılına ilişkin toplam yağış, ortalama sıcaklık ve oransal nem değerleri .....	29
Çizelge 3.4. Sulama suyu analiz sonuçları .....	31
Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan donanımlar .....	33
Çizelge 3.6. Deneme boyunca yapılan tarımsal uygulamalar .....	35
Çizelge 3.7. Deneme konuları .....	36
Çizelge 4.1. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı .....	45
Çizelge 4.2. Deneme konularının mevsimlik bitki su tüketimi değerleri .....	46
Çizelge 4.3. Taze koçan verimine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	47
Çizelge 4.4. Taze koçan verimi değerleri .....	47
Çizelge 4.5. Toprak üstü kuru madde verimine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	49
Çizelge 4.6. Toprak üstü kuru madde verimi değerleri .....	50
Çizelge 4.7. Tek koçan ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	53
Çizelge 4.8. Tek koçan ağırlığı değerleri .....	53
Çizelge 4.9. Koçan boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları .....	55
Çizelge 4.10. Koçan boyu değerleri .....	55
Çizelge 4.11. Koçan çapına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	56
Çizelge 4.12. Koçan çapı değerleri .....	57
Çizelge 4.13. Koçanda tane sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	58
Çizelge 4.14. Koçanda tane değerleri .....	58
Çizelge 4.15. Sap çapına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	59
Çizelge 4.16. Sap çapı değerleri .....	60
Çizelge 4.17. Yaprak sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	61
Çizelge 4.18. Yaprak sayısı değerleri .....	61
Çizelge 4.19. İlk koçan yüksekliğine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	62
Çizelge 4.20. İlk koçan yüksekliği değerleri .....	62
Çizelge 4.21. Bitki boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları .....	63
Çizelge 4.22. Bitki boyu değerleri .....	64

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz içerisinde tahıl olarak buğday ve arpadan sonra ekim bölgesi en fazla olan mısır bitkisi hem ana hem de ikinci ürün olarak ekilmektedir. Şeker mısırı (*Zea mays saccharata* Sturt) dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği yapılmakta olan, insanın ve hayvanın gıda tüketim ihtiyacı için doğrudan taze olarak veya taze ürünün işlenmesi ile gıda değeri kazanan mısır bitkisinin bir alt türüdür. Dünyada şeker mısırı üretiminde 650 bin hektarlık alana sahip olan Amerika Birleşik Devletleri (ABD) en büyük şeker mısırı üreticisi konumundadır. ABD'den sonra üretimdeki paylarına göre %7 ile Nijerya, %6 ile Fransa, %6 ile Macaristan ve %4 ile Peru, dünyada şeker mısırı üretimi konusunda önde gelen diğer ülkelerdir. Dünyada şeker mısırı ürünlerinin en fazla ihracatını yapan ülke ABD ve en fazla dış alım gerçekleştiren ülke ise Kanada'dır. Türkiye mısır çeşitleri arasında büyük öneme sahip olan şeker mısırını 1930'lu yıllarda üretmeye başlamıştır (Akman 2015).

Şeker mısır, ABD'de nüfusa göre ortalama alınırsa kişi başına düşen taze koçan 3,4 kg, konserve 2,7 kg ve dondurulmuş şekilde 0,8 kg toplamda 6,9 kg şeker mısırı tüketilmektedir (Çetinkol 1989). Günümüz koşulları değerlendirildiğinde, ülkemizde şeker mısırının ekimi ile ilgili işlenebilecek yeterli veri olmamakla birlikte Bursa çevresinde gün geçtikçe hızla artmaktadır (Turgut 2000). Bursa ili için 2013'ten (124 190 ton) 2015'e (145 576 ton) kadar mısır üretimi artmaktadır. Bu yıldan sonra 2018 yılına doğru (137 479 ton) bir düşüş meydana gelmektedir. 2019 yılı için mısır üretim miktarı 138 093 tonu bulmaktadır (TMMOB 2020). Şeker mısırı çeşitlerinde at dişi ve sert mısır dikkate alındığında Türkiye'de şeker mısır tüketiminin ve üretimin yüksek olduğu söylenebilir (Sencar ve ark. 1997).

Şeker mısırı, Türkiye'nin de içinde bulunduğu birçok ülkede popüler bir üründür. At dişi mısırının aksine şeker mısırı adı, endospermde farklı şeker birikimine neden olan doğal resesif mutasyonlara sahip bir dizi genotipi belirtmek için kullanılır. Tatlı mısır tanelerinin şeker içeriği süt olum döneminde %25'ten daha fazladır (Singh ve ark. 2014; Jafarikouhine ve ark. 2020). Süt olum aşamasında hasat edilen şeker mısırı, tohum fizyolojik olgunluğunda hasat edilen diğer mısır çeşitlerinden farklı olarak tahıldan ziyade sebze olarak hazırlanıp yenilmektedir (Erdal ve Pamukçu 2005, Scott ve Eldridge

2005). Kaynatma veya ızgara yoluyla taze olarak tüketimi, dünya çapında hızla artmaktadır. Piyasada iri kavuzlu şeker mısır koçanı tercih edilmektedir. Ayrıca, bitkisel kısımlar (saplar ve yapraklar) hayvanları beslemek için kullanılmaktadır. Artan popülaritesi, yerel ve uluslararası talebi artırmaktadır (Jafarikouhini ve ark. 2020).

Şeker mısırı, yüksek karlılığı nedeniyle çiftçiler için en ekonomik ürünlerden biridir (Mubarak 2020). Şeker mısırı, tarla mısırına göre daha yüksek gelir getirir, ancak verimi çok daha düşüktür. Şeker mısırın göreceli olarak düşük veriminin nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte su ve azotun bitki gelişimi ve büyümesi üzerindeki etkisi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir (Khan ve ark. 2017, Jafarikouhini ve ark. 2020).

Şeker mısırı bitkisinin tarımsal üretimi göz önüne alındığında, bitki gelişimi süresince bitki kök bölgesinde ihtiyaç duyulan nemin sürekli olarak bitkinin gelişimi, verimi ve oluşan nihai ürünün kalitesi açısından son derecede önem taşımaktadır. İhtiyaç duyulan nemin karşılanmasında en önemli kaynak yağışlardır. Kurak ve yarı-kurak bölgelerde şeker mısır bitkisinin yetişme süresince toprağa düşen yağış miktarı ve dağılımına bakıldığında yetersiz olduğu görülmektedir. Bundan kaynaklı eksik kalan nem miktarı doğal yolların haricinde sulama yapılarak karşılanmaktadır (Poçan 2008). Ülkemizin coğrafi özellikleri göz önüne alındığında çoğunlukla yarı-kurak ve yarı-nemli iklime sahip bölgeler görülmektedir. Ülkemiz genelinde üretim mevsimi içerisinde düşen yağışların bitki gelişimi için yetersiz ve nemin sürekliliğini sağlamak için düzensiz olması nedeniyle sulama yapılmasına gereksinim duyulmaktadır. Ancak, dünyanın birçok yerinde suyun kullanılabilirlik durumu, ekonomik ve teknik yönden sınırlıdır (James 1994, Fereres ve Soriano 2007). Yarı nemli, kurak ve yarı kurak iklimlerin yaşandığı yerlerde optimum bitki gelişimi yönünden yağış miktarının yeterli ve dağılışının düzenli olmayışı, mısır bitkisinin yetişmesi açısından yüksek dereceli riske neden olmakta dolayısıyla sulamayı verim etmeni için en önemli faktör haline getirmektedir.

Sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için, enerji ve su tasarrufu ortamı oluşturan, boşa kullanılan suyun seviyesini minimuma indiren, çevreyi daha az kirleten, nihai ürün miktarını artıran ve daha kaliteli ürün üretilmesini sağlayan basınçlı sulama sistemlerinden, damla sulamanın kullanımı büyük önem taşımaktadır. Ancak bu sistemin kullanımı belirli ölçüde teknik özellikler gösterdiğinden sulama planlanmasının çok iyi

bir şekilde yapılması gerekmektedir. Böylece su tüketiminin en çok yapıldığı tarımsal sulamada su kaynaklarının etkili ve tasarruflu kullanılması gerçekleştirilebilir. Damla sulama, yağmurlama ve yüzey sulama yöntemlerine kıyasla su ve enerji tasarrufu, verim ve kalite artışı sağlaması, işgücü gereksiniminin daha az olması, gübrenin sulama suyu ile birlikte uygulanmasına (fertigasyon) olanak sağlaması gibi avantajları olan modern bir sulama tekniğidir (Clemmens 2002). Buna karşın, yüksek ilk yatırım maliyetleri, damla sulamanın yaygın bir şekilde benimsenmesinin önündeki en büyük engellerden biridir. Tarımda, su tasarrufu sağlayabilmek için, kısıntılı sulama en etkili uygulamadır. Kontrollü kısıntılı sulama uygulamaları, verim üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirirken, su tüketiminde tasarruf yapmaya olanak sağlar (Pandey ve ark. 2000a). Ayrıca kısıntılı sulama programları ile aşırı sulama suyu uygulanması sonucu ortaya çıkabilen drenaj sorununu da bir ölçüde gidermek olasıdır (Tülücü 1985). Tarımsal üretimde en önemli parametre olan sulama suyunun, ekonomik bir şekilde kullanılması hem su kaynaklarının korunması açısından hem de gereksiz yapılacak sulamadan kaynaklı oluşacak çevre sorunlarının önlenmesinde büyük katkı sağlar. Damla sulama yöntemi bu sebeplerden dolayı beklentileri karşılayabilecek özelliklere sahip bir sulama yöntemidir (Davarcı 2020). Kısıntılı sulama, sulamanın daha önce belirlenen düzeylerde su eksikliğine maruz bırakılarak ve bitki veriminin azalmasına izin verilmesi durumunda kullanılan bir optimizasyon yaklaşımıdır. Bu yaklaşımın esas amacı, suyun israf edilmemesi ile su kullanım randımanının yükseltilmesi ve verimde kabul edilebilir bir oranda kayıp yaşamayı göz önüne alarak sulama suyundan tasarruf sağlanarak özellikle suyun kıt olduğu yerlerde daha geniş alanlar sulanmasına olanak sağlanmasıdır. Aynı miktarda su kullanılarak daha fazla bölgenin su ihtiyacının karşılanması ve birim sudan alınan gelirin artırılmasına olanak sağlaması kısıntılı sulamanın en önemli özellikleridir (English ve ark. 1992, Yıldırım ve ark. 1995, Biber ve Kara 2006).

Bursa, sınırlı yüzey ve yeraltı su kaynaklarıyla yarı-nemli iklim bölgesinde yer almaktadır. İlde, mısır yetiştiriciliğinin yapıldığı Mayıs ve Ağustos ayları arasında, yıldan yıla değişiklik göstermekle birlikte uzun yıllar ortalama verilere göre yaklaşık olarak 100 mm civarında yağış düşmektedir (Demir ve ark. 2006). Mısır bitkisi, yüksek oranda sulama suyuna gereksinim duyduğu için, bu yağış miktarı yetersiz kalmakta ve sulamaya gereksinim duyulmaktadır.

Yirmi birinci yüzyılın ilk çeyreğinin bitişine yakın dünyada en çok karşı kalınan sorunlardan biri artan dünya nüfusu ile birlikte canlılara yetecek kadar yiyecek bulunamamasıdır. Tarımsal üretilere bakıldığında üretim verimliliğine katkıda ilk sırada su ve suyun hemen arkasından gübre gelmektedir. Tarımsal üretimde söz konusu gübrenin %60'ını azotlu gübreler oluşturmaktadır. Azotlu gübrenin bitki açısından eksikliği verimsizliğe neden olduğu gibi fazla olması da çevre ve insan sağlığında olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bitki tarafından sentezlenemeyen bu miktar, biyolojik azot fiksasyonu gerçekleştiren mikroorganizmaların yaşamlarına son vermekte, gerçekleşen yağışların ve yapılan sulama ile birlikte gelen sularla topraktan taşınarak diğer su kaynaklarında ötrofikasyon ve yer altı sularında nitrat birikimi gibi çevre kirliliğine neden olmaktadır (Gupta ve ark. 2012). Yüz yıllar öncesine dayanan gübreleme etkinliği, kimyasal gübre olarak adlandırılan bitki besin değerlerini karşılayan maddeler 1950'lerden sonra tarımsal hayatta önemini artırarak kullanım etkinliğini üst seviyelere taşımıştır. Önümüzdeki yıllarda başta gübreleme faaliyetleri olmak üzere tarım alanında yapılan gelişmeler ile birlikte birçok ülkede verimlilik artmasından önemli gelişimler yaşanmıştır. Fakat günümüzde birçok ülkede kimyasal gübre kullanım oranlarının artması ile beraber bu alandaki yetersiz bilinç ve bunun sonucunda gerçekleşen yanlış kullanımlar, tarımsal olarak alınan verime de negatif olarak yansımaktadır. Özellikle yakın tarihlerde gerçekleştiren araştırmalar neticesinde, yanlış uygulanan gübre çevreye fiziksel ve biyolojik olarak çok ciddi zararlar verdiğini göstermiştir (Şahin 2016). Ayrıca, gübreleme miktarları da bitkilerin gelişimleri açısından önemli değişimlere neden olabilmektedir.

Yerel iki şeker mısır çeşidi üzerinde yapılan bir çalışmada, yüksek azot gübrelemesinin püskül çıkarma ve olgunluğun gecikmesine neden olduğu belirtilmiştir (Khan ve ark. 2017). En iyi kalite için mahsulün tam olarak süt olum aşamasında hasat edilmesi gerektiğinden, fenoloji, şeker mısırındaki değişimi ve verimi belirlemede en önemli konulardan biridir. Bu nedenle, hasat tarihini doğru bir şekilde hedeflemek için azot miktarları ve sulama suyu seviyesi de (Amanullah ve Khalil 2009) dahil olmak üzere değişen çevresel koşullar altında fenolojik tepkileri tahmin etmek önemlidir. Örneğin, artan dozlarda azotlu gübreleme ile at dişi mısırında tepe püskülü, tane oluşumu ve olgunluk dönemlerinin de doğrusal olarak bir gecikmeye neden olduğu raporlanmıştır



(Gungula ve ark. 2003). Çiçeklenme başlangıcından tane oluşum dönemine kadar geçen sürenin uzaması, uzun bir aktif fotosentez periyodu yoluyla büyüme ve verimin artmasına neden olabilir. Tarla mısırında, ekimden itibaren sekiz yapraklı döneme (V8 aşaması) kadar N kısıtlamasının verimde %30 azalmaya neden olduğu, V8'den olgunluğa kadar N arzının kesilmesinin verimi %22 düşürdüğü; bununla birlikte, tane olum dönemi ile fizyolojik olgunluk arasında N sınırlandırıldığında verim azalması olmadığı saptanmıştır (Subedi ve Ma 2005). Bu nedenle, N mısır fenolojisini etkileyen en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Amanullah ve Khalil 2009).

Genel olarak, su eksikliği stresi, topraktan N alımını azaltır ve yaprak yaşlanmasını hızlandırarak yaprak genişlemesini, yaprak alanını ve tane doldurma süresini azaltır (Landon, 1984). Mısırdaki kuraklığın zamanlamasına bağlı olarak, kuru madde birikimi üzerindeki etki, azalan yaprak alanı veya radyasyon kullanım etkinliğinden kaynaklanabilir (Loide 2004).

Türkiye’de ve Bursa yöresinde kısıntılı sulamanın mısır bitkisine etkileri üzerinde birçok çalışma gerçekleştirilmiş olmasına rağmen şeker mısırıyla ve mısır verimine farklı su ve azot düzeylerinin etkisi ile ilgili çalışmalar diğer çalışmalara oranla az miktardadır. Bilindiği gibi, toprak, iklim, çeşit ve kültürel uygulamalardaki farklılıklar verim ve kalite üzerinde de farklılıklara neden olabilmektedir. Bu nedenle farklı ekolojik koşullarda, farklı toprak bünye tiplerinde ve çeşitlerde, en önemli iki tarımsal girdi olan su ve azot düzeylerinin etkileri araştırılmalıdır. Daha önce Bursa ilinde, hem farklı sulama seviyelerinin hem de farklı azot dozlarının şeker mısır üzerine etkilerini inceleyen bir çalışma rastlanmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, Bursa ilinde, killi bünyeli bir toprak üzerinde damla yöntemiyle sulanan şeker mısırında farklı sulama ve azot seviyelerinin taze koçan verimi ve bazı verim bileşenlerine etkisi araştırılmıştır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Mısır Bitkisine İlişkin Genel Bilgiler

Mısır, yetiştirilen bölgeye göre 1,5 ile 3 metre arasında boyunda olup, bir yıllık otsu bitkidir. Erkek ile dişi çiçekleri aynı bitki üzerinde taşır. Mısır koçanından çıkan püsküller bitkinin dişi çiçekleridir. Mısır püskülü içerdiği zengin içerikli maddelerden dolayı (maltoz, şekerler, reçine, glikoz, steroller, uçucu yağlar, potasyum tuzları) ilaç olarak kullanılabilir. Meyvesi ise mısır koçanı diye adlandırdığımız kısımdır ve bir koçan üzerinde 100 ile 200 arasında mısır tohumu dizilebilmektedir. Mısır tohumunun ekiminden tohum oluşumuna kadar 85-130 gün geçer. Oluşum gün sayısı mısırın varyetelerine bağlı olarak değişiklik gösterir. Çiçek yapısı Monocie olarak bilinmektedir. Üretimi tohumları ile yapılmaktadır. Buğdaygil familyasına ait olan mısırın anavatanı Güney Amerika'dır. Ilıman, sıcak iklimleri sevdiğinden ülkemizde yetişmesi uygundur ve geniş bir alana yayılmıştır. Mısır bitkisinden yararlanılma yolları ikiye ayrılır. Bunlardan ilki sahip olduğu otsu gövdesidir. Mısır taneleri gıda olarak doğrudan kullanılabilir ayrıca mısır taneleri ekmek ve çerezlik; yemeklerde kullanılan sıvı yağ, nişasta, yem sanayisinde, glikoz şeklinde de kullanılabilir. Sahip olduğu otsu gövdesi ise hayvanların yiyecek ihtiyacını karşılamak amacı ile kullanılır. Özellikle hayvansal proteinlerin üretiminde ülkemizde mısır bitkisinin katkısı çok yüksektir. Ayrıca glikoz, mısır özü yağı ve nişasta da mısırdan elde edilebildiğinden ham madde açısından ekonomimizde yüksek derecede önemlidir (Şahin 2001).

İlk şeker mısırının geldiği yer hakkında doğrulanan kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Büyük olasılıkla Peruluların "Chuspillo" ya da "Chullpi" diye adlandırdıkları mısır varyetesinden başkalaşım yoluyla meydana geldiği belirtilmiştir (Dickerson 1996).

Şeker mısırının sahip olduğu tek mısır varyetesi vardır ve tek evcikli bir bitkidir. Bitkinin boy uzunluğu 160-220 cm arasında değişkenlik gösterebilir. Gerek taze tüketim amaçlı gerekse işleme amaçlı üretilen şeker mısırında ekim ile hasat arasında geçen süre 64 ile 94 gün arasında sürmektedir (Peet 1996).

Şeker mısır, mısıra ait yedi alttürden birisi olup, bitkisel ve tohum özellikleri ile diğer varyetelerden kolaylıkla ayrılabilir. Bitki boyu 160-220 cm ile at dişi mısır ile

kıyaslandığında daha kısa boyludur. Bitki sapı at dişine göre daha ince ve daha az sağlam olma eğilimindedir. Diğer varyetelerde olduğu gibi nötr gün bitkisi olması sebebiyle ortalama 8-10 saat gün uzunluğuna ihtiyacı vardır. 13 saatin üzerindeki gün uzunlukları çiçeklenmede problemler ortaya çıkarmaktadır. Taze olarak tüketim için yaklaşık hasat süresi 80-90 gündür. Şeker mısırın özellikle tohumları diğer varyetelerden kolaylıkla ayrılabilir. Süt olum dönemine yüksek fark olmamakla birlikte fizyolojik olumdan sonra su kaybı ile birlikte olgun daneler buruşuk yapı ve saydam renk kazanmaktadır. Ticari tohumlar genellikle sarı beyaz ya da iki rengin karışımından oluşmaktadır. Tohumlarının bin dane ağırlığı 250-300 gramdır (Öztürk ve ark. 2019).

Şeker mısır olgun hale geldiğinde daneleri saydam ve kırışık olur. Endosperm şeker ile dolu olan şeker mısır tanesi tazeliğini korur iken ağızda tatlı bir tat bırakır. Taze tüketim arzulandığında hasat tarihi süt olum dönemine denk getirilir. Şeker mısırının tanesinde bulunan yağ ve protein oranı diğer mısırların sahip olduğu yağ ve protein oranlarından fazladır. 1000 tane ağırlığı baz alındığında yaklaşık olarak 250-300 gram ölçülür. Şeker mısırının süt olum zamanında iken daneleri fazlasıyla tatlıdır ki bu döneme “közlemelik koçan” adı verilmiştir. Olgun hale gelen tanelerinde süt olum zamanına göre şeker oranı daha düşük olmakta fakat yine de lezzetini korumaya devam ettirmektedir. Oldukça yüksek besin değerine sahip olan şeker mısırı, bulundurmuş olduğu nitelikler itibariyle dünyada konserve veya dondurulmuş gıda olarak taze tüketim amacı güdülen ve yetiştirilmekte ve tüketilmektedir. Şeker mısır tanelerindeki tatlılık ve tazelik bitki hasat edildikten sonra hızla azalmaya başlar. Zamanla hızlı bir şekilde azalmaya başlayan tazelik ve tatlılık sıcaklığın da etkisiyle beraber daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir (Akman 2015).

Şeker mısır, zengin besin içeriğine sahip olup 110-120 g'lık bir taze şeker mısırdaki 14 g karbonhidrat, 2,4 g protein, 0,9 g yağ, 11,7 mg sodyum bulunmakta olup A ve C vitaminlerinin yanı sıra Thiamin de içermektedir (Cengiz ve ark. 2015).

Günümüzde yapılan ıslah çalışmalarının öncelikli konularından biri de şeker mısırının lezzetini artırmaya yöneliktir. Bunun için yurtdışında tane rengi farklı olan ve farklı şeker oranlarına sahip yeni şeker mısırı tohumları geliştirilmiştir. Şeker mısırının genetik olarak birbirinden farklı üç tipi bulunmakla birlikte bunlar; a) su (sugary - normal şekerli), b) se

(sugar enhanced-şekeri artırılmış) ve sh2 (shrunken - süper tatlı) olarak isimlendirilmişlerdir (Kırtok 1998).

Sönmez ve ark. (2013), şeker mısırının sahip olduğu bazı çeşitlerin (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt) bitki, koçan ve randıman özelliklerinin tespit edilmesi için, Eskişehir koşullarında bir deneme gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada 7 farklı şeker mısır genotipi ele alınmış, koçanın sahip olduğu özellikler, bitkinin sahip olduğu özellikler, koçanın sahip olduğu özellikler ve dekara verim bakımından Sunshine, Lumina ve Merit çeşitlerinin kullanılabilirliğini önermişlerdir.

Sade ve Çalış (1993), genellikle çerezlik olarak tüketimi yapılan mısır varyetesi olan cin mısırdaki optimum bitki sıklığını belirlemek amacıyla Erdemli şartlarında yaptıkları 2 yıllık bir çalışma sonucunda; optimum bitki sıklığının cin mısır için 6666 bitki da<sup>-1</sup> (50 × 30 cm) olduğunu tespit etmişlerdir.

Akdağ ve ark. (1997) tarafından 1992, 1994 ve 1996 yıllarında Samsun ekolojik koşullarında ikinci ürün mısırdaki en uygun bitki sıklığının belirlenmesi amacıyla TTM-813 ve G-4207 çeşitleri ile 4000, 5500, 7000, 8500, 10000, 11500 ve 13000 bitki da<sup>-1</sup> ekim sıklıklarında, 70 cm sıra arası mesafe sabit tutularak bir deneme yürütülmüştür. Araştırmada TTM-813 çeşidi için 10000 bitki da<sup>-1</sup> ve G-4207 çeşidi için 11500 bitki da<sup>-1</sup> sıklıklarının uygun olduğu, bunun da 70 × 14 cm ve 70 × 12 cm ekim sıklıklarına karşılık geldiği tespit edilmiştir.

Paul (1998), Illionis şartlarında mısırdaki sıra arası mesafeleri ve bitki sıklığı üzerine yaptığı araştırmada; 6 farklı hibrid mısır çeşidinde (Pioneer 3417, Garst 8481IT, 8541IT, 8550, Dekalb 580, ve 604), iki sıra arası mesafesi (56 ve 75 cm) ve 5 farklı bitki sıklığını (4938, 5925, 6913, 7900, ve 8888 bitki da<sup>-1</sup>) ele almıştır. Sıra arasının daraltılması ile %1,8'lik verim artışı olduğunu ve bu artışın istatistiki olarak önemli bulunduğunu, bitki sıklığı arttıkça verimin her iki sıra arası mesafesinde de arttığını bildirmiştir.

Silva ve ark. (1999), Brezilya'da 4 mısır çeşidi ile (P-3063, P-3207, ×L-212 ve Cargill-901) yaptıkları denemede; 4 farklı bitki sıklığı (5000, 7000, 9000 ve 11000 bitki da<sup>-1</sup>) uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek verimin tüm çeşitlerde 7000 bitki da<sup>-1</sup> bitki sıklığından elde edildiğini bildirmişlerdir (Koçer 2004).

## 2.2. Mısır Bitkisinin Su Gereksinimi ve Su-Verim İlişkileri

Mısır, pamuktan sonra en fazla su tüketimi olan bitki olup, neredeyse her iklim kuşağında yetişebilen, insan ve hayvan gıdası olarak kullanılan bir üründür. Dünya’da ekim alanlarının büyüklüğü açısından mısır, çeltik ve buğdaydan sonra gelir, üretim miktarı değerlendirildiğinde ise ilk sıradadır. Ülkemizdeki üretim büyüklüğüne bakıldığında kendisine 24. sırada yer bulmakla beraber, kendine yeterlilik oranı ise yaklaşık %80 civarındadır (TÜİK 2017, Altun 2017, Aydoğdu 2020). Mısır tüketimi açısından ülkemiz ithalatçı konumundadır. Mısır bitkisinin mevsimlik su tüketimi 500-800 mm arasında olup, su yetersizlikleri ile birlikte hâlihazırda yaşanmaya başlayan küresel ısınma ve iklim değişikliği de dikkate alındığında, mısırdaki etkin sulamanın ve sulama sistemlerinin önemi daha da artmaktadır (Atalık 2006, Dağdelen ve Gürbüz 2008, Aydoğdu 2020). Türkiye’de mısır ekim alanı 6,8 milyon dekar olup, GAP Bölgesinde 1,72 milyon dekar ve Şanlıurfa’da ise 0,7 milyon dekar civarındadır (TÜİK 2017).

Birim alandan daha yüksek verim elde edilmek istenildiğinde mısır bitkisinin tarımında doğru zamanda yeterli miktarda sulama yapılmasına önem gösterilmelidir. Mısır bitkisinin ekim zamanında, toprak mısırın ihtiyaç duyduğu neme sahip değil ise çıkış için bir sulama gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte mısır bitkisinin vejetatif gelişme evresinde, bitki kök bölgesindeki yarayışlı nemin azaldığı ve bitkinin solgunluk belirtileri gösterdiği dönemlerde yaklaşık 15-20 gün arayla 2-3 sulama uygulanabilir. Mısır bitkisinin su ihtiyacı, yaprakların pörsüme ve şekilde değiştirmesi halinde belli olur. Yüzey sulamak için kullanılan yöntemlerinde, sulama sıklığının belirlenmesinde ölçüt, topraktaki nem miktarının bitkinin solma noktasına inmemesi sağlayacak kadar ve genellikle toprağın sahip olduğu faydalı su miktarının %50'nin altına indiğinde toprak su kapasitesine denk gelecek miktarda sulama yapılmasıdır. Şeker mısırı yetiştirilen tarlalarda toprağın durumuna bağlı olarak değişmekle birlikte en az 4 sulama yapılmalıdır (Süzer 1993).

Woodward (1967) tarafından yapılmış olan çalışmada elde edilen sonuçlara göre Kaliforniya koşullarında ekimi gerçekleştirilen mısırın, gelişim aşaması boyunca bitkinin tüketmiş olduğu su miktarının farklı olduğunu, 90 - 150 günlük gelişim aşamasında

günlük bitkinin tüketmiş olduğu su miktarının 5,0 - 5,6 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Derviş 1986).

Oylukan ve Güngör (1975) tarafından Eskişehir bölgesinde yapılan çalışmada mısır bitkisinin su tüketim değerleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda mısır bitkisinin su tüketim değeri 725 mm, ihtiyaç duyulan sulama suyunun da 400 mm olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca sulama yapılması gereken zaman için mısır bitkisinin boyunun yaklaşık 40 - 45 cm olduğunda ilk su, tepe püskülün gelişmeye başladığında ikinci su, bitki koçan oluşumu evresinde üçüncü su ve son olarak süt oluşumu döneminde de dördüncü su tavsiyesinde bulunmuş, her sulama aşamasında kullanılacak suyun 100 mm olduğunu belirlemişlerdir (Bayrak 1997).

Stewart ve ark. (1975), mısır bitkisinin vejetatif, tozlanma ve tane dolum dönemlerinde su kısıntısı uygulayarak yürüttükleri çalışmada, bitki su tüketiminin (ETc) azalmasıyla birlikte verimin de azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, mevsimlik ETc'de meydana gelebilecek azalmanın verim üzerindeki etkisini, verim azalım oranı ile tanımlamışlar ve anılan orana bitki gelişim aşamalarında su tüketimindeki azalmanın önemli derecede etkili olduğunu saptamışlardır.

Barrett ve Skogerboe (1978), bitki büyüme dönemlerine göre mısırın su verim ilişkisi ile ilgili olarak yaptıkları bir çalışmada, vejetatif dönemde oluşan su kısıntısına bitkinin uyum sağlayabileceğini, tozlanma döneminde oluşacak kısıntının ise verimi düşürdüğünü belirtmişlerdir. Araştırmacılar, mısır bitkisinin bu iki dönemde yeterli düzeyde sulanmadığı takdirde, tane dolum döneminde yapılan sulamanın verimi artırmadığını da bildirmişlerdir. Ayrıca, mısır bitkisi için en kritik dönemin tozlanma dönemi olduğunu ve bu dönemde bitkinin ihtiyacı olan suyun mutlaka verilmesi gerektiğini de vurgulamışlardır.

Bayrak (1979), Bafra Ovası koşullarında mısır bitkisinin su tüketim değerlerini belirlemek amacıyla üç yıl süre ile gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, mısırın büyüme periyodundaki mevsimlik ETc'nin 672,6 mm ve yağışlar haricindeki sulama suyu ihtiyacını da 420,4 mm olarak bulmuştur. Araştırmacı ayrıca, biri tepe püskülü ve diğeri süt olum döneminde olmak üzere iki kez su verilmesini önermiştir.

Günbatılı (1979) tarafından Tokat-Kazova bölgesinde mısır bitkisinin su kullanım değerlerini belirlemek amacıyla 1974, 1975, 1976 ve 1977 senelerinde bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Dört yıllık veriler göz önüne alındığında kullanılan sulama suyu miktarının 461,1 mm'ye kadar çıktığı, tane veriminin sulama suyu miktarının 441 mm olduğu koşulda elde edildiği, dönem olarak ekimden süt olumuna kadar, yarayırlı nem düzeyinin ise %50'si düştüğünde sulamaya başlandığı konudan saptandığı bildirilmiştir. Bu koşulda ETc değerinin 569 – 670 mm arasında değiştiği saptanmıştır.

Braunworth ve Mack (1987), tatlı mısır bitkisinde farklı sulama programlarının etkisini belirlemek için yürüttükleri bir çalışmada, üç farklı sulama konusunu (ilki, topraktaki kullanılabilir su miktarı %46 - 57 arasında bir değere düştüğünde sulama, ikincisi 75 cm'lik toprak profilindeki kullanılabilir su miktarı %50'ye düştüğünde modifiye edilmiş Penman eşitliği ile saptanan suyun uygulandığı ve üçüncüsü ise farklı gelişme dönemlerine göre uygulanan sulamayı ele almışlardır. Çalışma sonucunda, konulara göre uygulanan toplam sulama suyu miktarı su bütçesi yönteminde 367 mm, Penman yönteminde 279 mm ve gelişme dönemlerini dikkate alan konuda 269 mm bulunmuştur. Denemenin ilk yılında en yüksek verim su bütçesi yönteminde gözlenirken, ikinci yıl ise konular arasında herhangi bir fark gözlenmemiştir. Ayrıca sulama programlarının mısırın kalite parametrelerini fazla etkilemediğini raporlamışlardır.

Akgün (1989), bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinden Kohler ve ark., Penman, Van BayelBusinger, Jensen-Haise, Makking, Stephens, Turc, Kodal-Benli, Penman (FAO) ve A sınıfı kap buharlaşması yöntemlerinin Ankara koşullarında kullanılma olanaklarını araştırdığı çalışma sonucunda mısır bitkisi için on günlük su tüketimlerinin tahmini açısından Penman (FAO), Jensen-Haise, Stephens ve Turc yöntemlerinin uygun olduğunu bildirmiştir.

Yıldırım ve Kodal (1996) tarafından Ankara şartlarında gerçekleştirilen tarla denemelerinden elde edilen sonuçlara göre bitki su tüketim değerlerinin 10'ar günlük periyotlar halinde değerlerini belirlemişler ve mısır bitkisinin tüketeceği su miktarının tahmininde Penman (FAO) ve Radyasyon (FAO) proseslerinin kullanılabileceğini raporlamışlardır.

Ul (1990) tarafından Menemen Ovası şartlarında II. ürün olarak yetiştirilen mısır bitkisinin üzerine kısıntılı sulama programlarının uygulanma olanaklarını belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, su-verim ilişkileri ile bazı vejetatif ve generatif bitkisel özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla, mısırın topraktaki su açığına duyarlı gelişim aşamaları dikkate alınarak hem sulama sayısında ve zamanında hem de ıslatılan toprak derinliğinde değişiklik yapmak suretiyle birbirinden bağımsız iki deneme yürütmüştür. Deneme sonucunda, bitki su kullanım miktarı ile verim arasında önemli seviyede doğrusal bir ilişki bulunmuş ve çiçeklenme aşamasındaki mısırın toprak su ihtiyacına karşı diğer gelişim evrelerine göre daha duyarlı olduğu saptanmıştır.

Uzunoğlu (1991), mısırın gelişme dönemlerini dikkate alarak yaptığı çalışmada, Ankara yöresinde mısırın, tepe püskülü, boğaz doldurma, koçan oluşumu ve süt olum dönemlerinde sulanması gerektiğini, bu durumda sulama suyu ihtiyacının 615 mm, mevsimlik bitki su kullanımının 809 mm ve ortalama tane veriminin ise 859 kg da<sup>-1</sup> olduğunu belirlemiştir (Kuşçu 2010).

Ayla (1993) tarafından Bolu şartlarında mısırın su kullanımına yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmada, 540 - 550 mm sulama suyu uygulanmış ve en yüksek ETc'nin sırasıyla ağustos ve temmuz ayları (155 ve 160 mm) olduğu raporlanmıştır. Yeterli su kaynağı olmayan durumlarda koçan püskülü ve tepe püskülü aşamalarında sulamanın yapılması önerilmiş ve sulama bu dönemlerde olursa alınacak tane verimi 708 kg da<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir.

Yıldırım ve Kodal (1998) tarafından Ankara şartlarında farklı sulama suyu düzeylerine mısır bitkisinin tane verimini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, kontrol konusuna mısır bitkisinin kök bölgesindeki yarayışlı nemin %50'si kullanıldığında mevcut nemi tekrar tarla kapasitesine getirecek biçimde sulama gerçekleştirilirken, diğer deneme konularına kontrol konusuna verilen suyun %0, 25, 50, 75, 125, 150, 175 ve 200'ü kadar sulama suyu verilmiştir. Sonuç olarak sulama suyu uygulamasının aşırı miktarda yapılmasının önemli bir verim artışı sağlamadığı saptanmış ve verim tepki etmeni (ky) 0,96 olarak bulunmuştur.

Gençoğlan (1996), Çukurova koşullarında yetiştirilen I. ürün mısır bitkisinin su-verim ilişkilerini, bitki üzerinde uygulanan kısıntılı su ve verim unsurları ile kök dağılımına



tesirini belirlemek, bitki su stres indeksinden (CWSI) yararlanarak sulama programını hazırlamak ve CERES - Maize bitki büyüme modelinin yöreye uygunluğunu test etmek amacıyla 1993 ve 1994 yıllarında bir çalışma yapmıştır. Altı farklı konudan oluşan bu çalışmasının sonucunda, tam sulanan konunun ETc, sulama suyu miktarı ve tane verimi; ilk yıl sırasıyla 999 mm, 752 mm ve 1001,5 kg da<sup>-1</sup>; ikinci yıl ise yine sırasıyla 1052 mm, 823 mm ve 1003,4 kg da<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Ayrıca verim tepki etmeni (ky) 1,08 – 1,61 kullanılan sulama suyunu verimi (IWUE) 1,00 – 2,43 kg m<sup>-3</sup> ve kullanılan su verimi (WUE) 0,22 – 1,25 kg m<sup>-3</sup> olarak saptanmıştır. Çalışmada, mısır tane veriminin düşmeye başladığı sulama öncesi infrared termometre gözlemlerinden belirlenen eşik CWSI değeri 0,19, porometre gözlemlerinden belirlenen eşik değeri ise 0,26 olarak bulunmuştur.

Orta ve ark. (1997), Tekirdağ koşullarında mısır bitkisinin su tüketimini belirlemek amacıyla iki yıllık bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, etkili kök derinliği olarak 90 cm kabul edilmiş ve kullanılabilir suyun %65'i tüketildiğinde sulama uygulamaları yapılmıştır. Elde edilen değerler, bitkinin kullandığı su tahminlerinde kullanılan Blaney–Criddle, Penman–Monteith, Penman yönteminin modifikasyonu, Jensen–Haise, Kap buharlaşması yönteminin FAO ve Christiansen–Hargreaves modifikasyonları ile hesaplanan potansiyel bitki su tüketimi değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçta bu yöre için gerçek verilere en yakın tahminin Jensen–Haise yöntemi ile elde edilebileceğini saptamışlardır. Buna göre, deneme yılları için sırasıyla toplam 306 – 285 mm su uygulanmış, ETc 599 – 573 mm olarak belirlenmiş ve tane verimi 1069 – 915 kg da<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır.

Gündüz ve Beyazgül (1998) tarafından Balıkesir il sınırları içerisinde mısır bitkisinin su-verim ilişkisinin saptanması amacıyla 1994, 1995 ve 1997 yıllarında gerçekleştirdikleri çalışmada, sulamanın kısıntılı yapıldığı koşullarda mısır tane veriminde gerçekleşebilecek azalmaları öngörmeye yarayan sezonluk ky değerini 1,19 olarak tespit etmişlerdir. Araştırmalarında, dört kez sulama gerçekleştirilen konudan 882 kg da<sup>-1</sup> ile en yüksek verimi elde etmişlerdir. Bu konunun ihtiyaç duyduğu sulama suyu miktarını 586 mm ve mevsimlik ETc değerini 761 mm olarak tespit etmişlerdir. Sonuca bakıldığında, mısır bitkisinin; sırasıyla bitki boyunun 40 - 45 cm olduğunda, tepe püskülü, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde sulama suyunun uygulanması gerektiğini, şayet bir

kısıntı uygulanması isteniliyorsa da tepe püskülü ve süt olum dönemlerinde yapılmaması gerektiğini belirtmişlerdir.

Köksal ve Kanber (1998), Çukurova’da II. ürün mısır bitkisi için su-verim ilişkilerini saptamak amacıyla yürüttükleri bir çalışmada, farklı su düzeyleri ve sulama sayılarını ele almışlar ve deneme sonucunda, mevsimlik ETc 631 - 723 mm, ortalama verimi 226 - 788 kg da<sup>-1</sup> arasında bulmuşlardır. Su kullanım randımanı tam sulanan konuda 1,38 – 1,80 kg m<sup>-3</sup> arasında, toplam su kullanım randımanı ise 0,87 – 3,19 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Verim tepki etmeni  $ky=0,85$  olarak bildirilmiştir.

Sezgin ve ark. (1998) tarafından Aşağı Büyük Menderes Havzası koşullarında 1996 ve 1997 yıllarında mısır bitkisinin uygun sulama programını belirlemek ve su verim ilişkilerini incelemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, sulama aralığı bir, iki, üç ve dört hafta olmak üzere toplam dört konu ele alınmıştır. Çalışma sonucunda, tane veriminin sulama düzeylerinden önemli düzeyde etkilendiği bulunmuştur. Uygulanan sulama suyu 437,6 – 834,9 mm arasında değişmiştir. Buna karşılık mevsimlik ET değerleri 556,2 – 931,4 mm arasında elde edilmiştir. WUE ve tane verimleri sırasıyla 1,39 – 1,17 kg m<sup>-3</sup>, 651,3 – 1284,3 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir.

Gençoğlan ve Yazar (1999a) Çukurova koşullarında I. ürün mısır bitkisi için infrared termometre (IRT) verilerinden faydalanarak mısır bitkisinin su stresi indeksini (CWSI) belirlemek, bu indeksi değerlendirerek sulama aralıklarını ve mısır tane verimi ile CWSI arasındaki bağlantıyı belirlemek maksadıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada, değişik seviyelerdeki su stresi, 10’ar gün aralıkla 120 cm’lik toprak katmanında kullanılan suyun %100 (I100), %80 (I80), %40 (I40), %20 (I20) ve %0 (I0)’ının tekrar uygulanması biçiminde oluşturulmuştur.

Gençoğlan ve Yazar (1999b) tarafından toplam büyüme mevsimi boyunca farklı seviyelerde gerçekleştirilen kısıntılı sulamanın I. ürün mısır bitkisinin verim ve WUE üzerine etkilerini saptamak maksadıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, I100 deneme konusu ile I80 konusundan elde edilen verim arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bu seviyeden sonra gerçekleştirilen kısıntıların verim üzerinde önemli düşüşler gerçekleştirdiği gözlenmiştir. Konulara göre IWUE 1,0 – 2,43 kg m<sup>-3</sup>; WUE ise 0,22 ile 1,25 kg m<sup>-3</sup> arasında değişiklik göstermiştir.

Avcı ve Ersöz (2001) tarafından Bafra koşullarında mısır bitkisinin su ve verim ilişkisini tespit etmek amacıyla 1996, 1997 ve 1998 senelerinde gerçekleştirilen çalışmada,  $ky$  değeri 0,538 olarak tespit edilmiştir. Sulama aşamalarında ise; vejetatif dönem için yani bitki boyun 40 - 45 cm arasında olduğunda 0,539, tepe püskülü dönemi için 0,541 ve süt olumu dönemi için 0,518 olarak belirlenmiştir. Verim değerinin en yüksek olduğu değer; tepe püskülü, vejetatif ve süt olumu zamanlarında sulama suyunun üç kez verilmesi ve sulamanın her uygulaması toprağın 0 - 90 cm derinliğindeki nemini tarlanın nem kapasitesine getirecek kadar sulama suyu verilen kontrol (VTS) parselinden alınmıştır (10210 kg ha<sup>-1</sup>). Vejetatif dönemde kontrol konusunun %60'ı, tepe püskülü ve süt olumu evrelerinde de kontrol konusunda belirlendiği kadar su uygulanan V60TS konusunda 9870 kg ha<sup>-1</sup> verim elde edildiği belirlenmiştir. Bu konuda ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarı 374,3 mm olarak tespit edilmiştir (V60TS). Araştırmadan ulaşılan bilgiler doğrultusunda; mısır bitkisinin sap boyu 40 - 45 cm hizasına ulaşınca 67 mm, tepe püskülü aşamasında 179 mm ve süt olumu aşamasında sulama suyu 128 mm uygulanmıştır. Ancak, yetersiz sulama suyu bulunduğu zamanlarda ise iki defa sulama suyunun uygulandığı (VT) konusunda, vejetatif dönemde yani bitki boyunun 40 - 45 cm olduğu 111 mm ve 179 mm sulama suyu uygulanan tepe püskülünde ortalama olarak 9870 kg ha<sup>-1</sup> verim elde edilmiştir. Sulama suyunun uygulanmaması durumunda ise Bafra koşullarında mısır bitkisinden alınan ürün ortalama 7050 kg ha<sup>-1</sup> değerinde olduğu tespit edilmiştir.

Öktem ve ark. (2002) tarafından yarı kurak bir bölgede damla sulamayla sulanan tatlı mısırdaki uygun sulama aralığı ve su - verim ilişkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; mısır bitkisine 2, 4, 6 ve 8 gün aralıkla A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın %100, %90, %80 ve %70'i oranında su uygulanmıştır. Uygulanan su miktarı, denemenin ilk yılında 610 - 876 mm arasında değişirken, ikinci yılında 612 - 889 mm arasında değişmiştir. En yüksek toplam su kullanım randımanı (TWUE), denemenin her iki yılında da 4 gün sulama aralığının uygulandığı konudan elde edilmiştir. TWUE değeri 1,24 - 1,38 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. En yüksek sulama suyu kullanım randımanı (IWUE), denemenin ilk yılında 4 gün sulama aralığının uygulandığı, ikinci yılında ise 6 gün sulama aralığının uygulandığı konudan elde edilmiştir. Bunlar sırasıyla, 1,66 kg m<sup>-3</sup> ve 1,59 kg m<sup>-3</sup> olarak belirlenmiştir. Verim tepki etmeni, 1998 yılında 0,76

ile 1,22 arasında değişirken, 1999 yılında 0,96 - 1,29 arasında değişmiştir. En yüksek taze koçan verimi 1998 ve 1999 yıllarında iki gün sulama aralığının uygulandığı konudan elde edilmiş ve sırasıyla bu değerler 13,66 t ha<sup>-1</sup> ve 13,19 t ha<sup>-1</sup> olmuştur. Verim her iki yılda da kısıntılı sulamaya bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre, damla sulama sistemi kullanılan tatlı mısırdada, en uygun sulama aralığı iki gün ve sulama suyu miktarı ise A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın tamamının uygulanması şeklinde olmuştur.

Kırnak ve ark. (2003), Harran Ovası şartlarında mısır bitkisi üzerine uygulanan kısıntılı sulamanın verim ve gelişimdeki etkilerini belirlemek için gerçekleştirdikleri çalışmada, haftalık olarak etkili bitki kök bölgesindeki kullanılabilir nemim tarla kapasitesine ulaştıracak biçimde sulama yapmışlardır. Bu konuyu referans olarak aldıkları araştırmada, diğer konulara kontrol konusunda uygulanan sulama suyu miktarının %20, 40, 60, 80'i kadar sulama suyu uygulamışlardır. Referans konuya, yıllara göre 1215 mm ve 1295 mm sulama suyu uygulanmış olup, söz konusu konuya ait ETc değerleri 1320 mm 1435 mm olarak kaydedilmiştir. Bahsi geçen sulama konusunda ilk yıl 1294 kg da<sup>-1</sup> ve ikinci yılında ise 1405 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Uygulanan su miktarındaki düşüş oranı neticesinde gövde çapı, bitki boyu, kuru madde miktarı, yaprak alan indeksinde önemli kayıplar tespit edilmiştir. ky değerleri sırasıyla 0,77 ve 0,81 olarak bulunmuştur.

Pamuk (2003) tarafından yürütölen çalışmada II. ürün mısırın su-verim ilişkisini ve CERES - Maize bitki büyüme modelinin bölge şartlarına uygunluğunu test etmek için 1999 ve 2000 yıllarında İzmir bölgesinde gerçekleştirilen çalışmada, 10'ar gün aralıklarla 120 cm'lik toprak profiline uygulanan suyun %100'ü, %70'i, %50'si, %30'u ve %0'ı olmak üzere 5 farklı deneme konusu oluşturulmuştur. Denemenin birinci senesinde 0 - 323 mm, ikinci senesinde 0 - 467 mm arasında değişen oranlarda sulama uygulanmıştır. Senelere göre en düşük ve en yüksek sezonluk ETc değerleri sırasıyla 142 - 482 mm ve 136 - 600 mm olarak tespit edilmiştir. Tane verimi ortalaması en yüksek deneme senelere göre sırasıyla %100 konusunda 1064 - 1038 kg da<sup>-1</sup>; en düşük tane verimi ise %0 konusunda 374 - 214 kg da<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

Şimşek ve ark. (2003) tarafından kullanılan sulama yöntemleri farkının mısır bitkisinin verim ve su tüketimine etkisini belirlemek amacıyla 1998 ve 1999 yıllarında yürütülen bir çalışmada, karık ve damla sulama yöntemleri karşılaştırılmıştır. Denemede dört farklı sulama aralığı (2, 4, 6, 8 gün) uygulanmıştır. Deneme sonucunda dane verimleri; karık sulama yönteminde birinci sene için 10.86-13.80 t ha<sup>-1</sup> ve ikinci sene için 8.32-11.73 t ha<sup>-1</sup>; aynı yıllar için kullanılan damla sulama yönteminde ise 10,27 - 14.07 t ha<sup>-1</sup> ve 9,53 – 13,30 t ha<sup>-1</sup> arasında değerler elde edilmiştir. Damla sulama yönteminde, denemenin her iki senesinde de sulama aralığı 4 günlük olan konudan en yüksek verim elde edilirken, en düşük verime sahip konu ise 8 günlük sulama aralığı uygulanan deneme konusu olmuştur. Karık sulamada damla sulamaya göre daha az verim artışı elde edilmiş ve su israfına neden olmuştur. Araştırmada elde edilen veriler ışığında Harran Ovasında, mısır bitkisi için uygun sulama 4 günlük aralıklarla gerçekleştirilen damla sulama yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Çakır (2004) tarafından yürütülen ve üç yıl süren araştırmada, mısır bitkisinin gelişme dönemlerindeki su kısıntılarının bitkinin vegetatif gelişimi, tane verimi ve diğer verim öğeleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, gelişme dönemleri dört gruba ayrılarak; vegetatif, püskül, koçan başağı oluşumu ve süt olum evreleri incelenmiştir. Dört gelişme döneminde de sulamanın yapıldığı kontrol konusunda maksimum verim değeri saptanmıştır. Kontrol konusuna uygulanan sulama suyu miktarının ortalama olarak 495,3 mm bulunduğu çalışmada, ortalama ky 0,96 olarak tespit edilmiştir.

Watanabe ve ark. (2004) yarı nemli iklim kuşağında yer alan Tayland'ın kuzeydoğusunda yetiştirilen mısırın günlük su tüketiminin 2 – 6 mm arasında değiştiğini belirtmişler ve bitki katsayısını (kc) mısır için en yüksek 1,20 olarak belirlemişlerdir (Kuşçu 2010).

Şimşek ve Gerçek (2005) tarafından yürütülen çalışmada mısır bitkisinde damla sulama yönteminde iki, dört, altı ve sekizer gün olmak üzere dört farklı sulama aralığının, su verim ilişkileri yönüyle incelemeleri yapılmıştır. Harran koşullarında 1998 ve 1999 yıllarında yürütülen çalışmada, sulama suyu miktarı sırasıyla 814 ve 1206 mm arasında değişmiş, 4 günlük sulama aralığında en yüksek IWUE deneme yıllarına göre sırasıyla 1,43 ve 1,22 kg m<sup>-3</sup> olarak tespit edilmiş, ky 0,70 – 0,97 arasında hesaplanmıştır. En

yüksek verimin (yıllara göre sırasıyla 1,41 ve 1,33 t da<sup>-1</sup>) 4 günlük sulama aralığında belirlenen çalışmada en düşük verim ise 8 günlük sulama aralığında bildirilmiştir.

Biber ve Kara (2006) tarafın yapılan araştırma neticesinde uygulanan sulama suyunda kısıt yapılması durumunda gerçekleşen su eksikliğinden kaynaklı düşecek verimin önüne geçilmesinin imkânsız olduğunu ancak yaşanan bu verimdeki düşüş oranının uygulanan kısıdın yüzde oranı kadar olmadığını ortaya koymuştur.

Sarimehmetoğlu (2007) damla sulamayla sulanan farklı mısır çeşitlerinin değişik sulama uygulamaları altında verim ile su ve gübre kullanım etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla P.31.G.98, P.3394, R×:9292 ve Tietar mısır çeşitlerinin gösterdikleri fizyolojik tepkileri incelemiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek verim P.3394'ten elde edilirken, en düşük verim R×:9292'de gözlenmiş su kullanım etkinliği en yüksek olan çeşit ise Tietar olmuştur.

Kaman (2008) tarafından yapılan tarla çalışmasında üç sulama programı ile birlikte beş mısır çeşidinin verim tepkileri araştırılmış ve mısır çeşitlerinin sulama programlarına gösterdikleri tepkilerde farklılıklar saptanmıştır.

Vural ve Dağdelen (2008), damla sulamayla sulanan cin mısırdaki farklı sulama programlarının verim ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2006 yılında Aydın'da bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada 3 ve 6 gün aralıklarla A sınıfı buharlaşma kabından oluşan birikimli buharlaşmanın %40'ının, %60'ının, %80'inin, %100'ünün ve %0'ının karşılandığı beş su düzeyi olmak üzere toplam 10 sulama konusu ele alınmıştır. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 234 - 571 mm, mevsimlik ET<sub>c</sub> değerleri ise 130 - 609 mm arasında değişmiştir. Ortalama tane veriminin ise 108,8 – 641,6 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği raporlanmıştır.

Toprak ve ark. (2009) damla sulama yöntemi ile sulanan mısır verim ve su kullanım özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, deneme konusunda birbirlerine göre %25 kısıntı uygulanan konularda fark çıkmadığını, buna karşın %50 su kısıntısı yapılan deneme konusunda verimde önemli azalmalar olduğunu raporlamışlardır.

Celebi ve ark. (2010) beş farklı sulama rejimi altında mısırın (*Zea mays* L.) silaj verimi üzerine Arbuscular Mikorizal Mantarların (AMF) etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada verim kıstasları olarak bitki boyu, yeşil ot verimi, kuru madde verimi, yaprak, gövde ve başak oranlarını değerlendirmişlerdir. AMF uygulamasının uygulanmayanlara göre tüm sulama rejimlerinde silaj verimini artırdığını raporlamışlardır. Ayrıca yaş ve kuru madde veriminde kısıntılı sulama koşullarında bile AMF uygulamasının önemli artışlar sağladığını tespit etmişler ve AMF uygulaması ile yaprak ve gövde oranlarında artış, buna karşın koçan oranlarında bir azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Dağdelen ve ark. (2010) Pioneer 31Y43 ve Dekalb C-955 mısır çeşitleri ile 2007 - 2008 yılları arasında, Aydın koşullarında tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü ve iki faktörlü olarak gerçekleştirdikleri denemelerde 3'er günde bir A sınıfı buharlaşma kabından oluşan buharlaşmanın %0, %30, %70 ve %100'nün karşılandığı dört su düzeyini incelemişlerdir. Farklı su seviyelerinin yeşil ot verimi üzerine etkili olduğu, çeşitlere göre mevsimlik ETc değerlerinin 92,3 - 695 mm arasında değiştiği, ortalama yeşil ot verimi değerlerinin ise 1693,8 – 7028,9 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir. Su kaynağının yeterli olduğu yerlerde A sınıfı kaptan buharlaşan suyun %100'ünün referans alındığı sulama programının, su kaynağının yetersiz veya sınırlı olduğu yerlerde ise A sınıfı kaptan buharlaşan suyun %75'inin alınarak sulama programı hazırlanması gerektiğini bildirmişlerdir.

Özcan (2010), Konya koşullarında, bazı mısır çeşitlerinin (TTM-815, P34 N43, OSSK-713, 2 Mitic, Karadeniz Yıldızı, Bora) uygulanan su stresi şartlarına tepkilerinin tespit edilmesi amacıyla 2008 senesi vejetasyon döneminde gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, farklı sulama suyu uygulamalarının (S0: %100 sulama, S1: S0'ın %75'i, S2: S0'ın %50'si), tane verimi, sömek çapı, bin tane ağırlığı, koçanda tane ağırlığı, koçan çapı ve ky değerleri üzerine etkisi, çeşit ve su uygulamaları interaksiyonunun ise; koçan çapı, bin tane ağırlığı, dane/koçan oranı ve ky indeksi değerleri üzerine etkilerinin önemli bulunduğunu raporlamıştır. İncelenen özelliklerin tamamında çeşitler arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Tane verimleri; S0, S1 ve S2 uygulamalarında sırasıyla 1063, 951 ve 829 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiş, çeşit ortalamaları ise 638 kg da<sup>-1</sup> ile 1147 kg da<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Kontrol ve S1 uygulamalarının aynı grupta yer aldığını bu nedenle %25 kısıntı ile tatminkâr bir verim alınabileceğini raporlamıştır. Verim tepki

etmeni (ky) indeks değerleri; S1 ve S2 ortalama değerleri sırasıyla 0,69 ve 0,63 olarak tespit edilmiş; çeşit ortalamaları ise 0,58 ile 1,06 değerleri arasında değişim göstermiştir.

Uçak ve ark. (2010) tarafından Adana koşullarında 2008-2009 seneleri arasında yapılan çalışmada mısır bitkisinin 3 farklı gelişme evresinde uygulanan su kısıntısının verim üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, bitkinin farklı gelişme evrelerinde gerçekleştirilen tanık konu dahil 4 farklı su stresi konusunu incelemişlerdir. Mevsimlik ETc 771,2 mm olarak hesaplandığı çalışmada, bitkinin özellikle tepe püskülü çıkarttığı dönemde mutlaka sulanması gerektiği, bu dönemde sulama yapılmaması durumunda verimin %9 düzeyinde azalacağı raporlanmıştır.

amoğlu ve ark. (2011), 2007 ve 2008 yıllarında Çanakkale yöresinde damla sulama ile sulanan tatlı mısırdada (*Zea mays saccharata* Sturt) su stresinin bitki su tüketime, fizyolojik ve morfolojik parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Altı farklı sulama konusunun (S<sub>100</sub>, S<sub>80</sub>, S<sub>60</sub>, S<sub>40</sub>, S<sub>20</sub> ve S<sub>0</sub>) ele alındığı çalışmada, S<sub>100</sub> konusuna uygulanan ortalama mevsimlik sulama suyu miktarı 381 mm olurken aynı konuda ortalama mevsimlik ETc 453 mm olarak bulunmuştur. Su stresinin ETc, klorofilmetre değeri, yaprak su içeriği, taze koçan verimi, yaprak alan indeksi ve kuru biyokütle miktarı üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Söz konusu değişkenler için uygulanan korelasyon analizinde, önemli ilişkiler saptanmış ve su kısıntısının belirlenmesinde, yaprak su içeriği ve klorofil değerlerinden yararlanılabileceği belirtilmiştir.

Bahrani ve ark. (2012) kısıntılı sulama rejimlerinin ve farklı potasyumlu gübre düzeylerinin mısırın su kullanım etkinliği ve verimi üzerine etkisini araştırmak için, 2011 yılında İran'ın Khuzestan kentinde kurak bir alanda bir deneme gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak tam sulama alan parsellerin kısmi kök kuruluğu (PRD) denemelerinden önemli lde daha yüksek tane verimi, 1000 tane ağırlığı ve koçan başına tane sayısı verdiğini bildirmiştir. Ancak, en yüksek WUE ve IWUE değerlerinin PRD-V ve 300 kg K ha<sup>-1</sup>'de elde edildiğini ve en düşük ise tam sulama ve 0 kg K ha<sup>-1</sup> interakسیونunda elde edildiğini raporlamışlardır.

Gönülal ve Soylu (2020), Konya-Karapınar ilçesinde mısır bitkisinin değişik gelişme dönemlerindeki su stresinde gösterdiği tepkileri belirlemek amacıyla yürütmüş oldukları



çalışmada 3 sulama konusunu ele almışlardır. Çalışma sonucunda tane amaçlı mısır yetiştiriciliğinde vejetatif dönemde uygulanan su stresinin tepe püskülü, tozlaşma ve süt olumu döneminde uygulanan su streslerine göre verimde daha az düşüşe neden olduğunu belirlemişlerdir.

Durmuş ve ark. (2015) tarafından yürütülen çalışmada, 10 değişik at dişi hibrit mısır çeşidi ile tam ve kısıtlı sulama olmak üzere iki farklı çevre koşulu ele alınmıştır. Mısır çeşitlerinin, tek bitki kuru ağırlığı, tane verimi, transpirasyon miktarı, bin tane ağırlığı ve prolin içerikleri incelenmiştir. Yapılan sulama suyu kısıntısı sonucunda, çeşitler için hesaplanan ortalama toplam kuru ağırlık, toplam tane verimi ve bin dane ağırlıklarında istatistiksel anlamda önem arz eden bir farklılık bulunmamıştır. Uygulanan %20'lik kısıntılı su uygulaması sonucunda sulama miktarına dayalı ( $SKE_{Tr}$ ) hem de transpirasyona dayalı ( $SKE_{Tr}$ ) su kullanım etkinliklerinde artış oluşmuştur. Tam ve kısıtlı sulama şartlarında  $SKE_{Tr}$  değerleri sırası ile ortalama  $3,97 \text{ mg g}^{-1}$  ve  $4,42 \text{ mg g}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir.  $SKE_{Ir}$  değerinde de benzer artışlar görülmüştür. Tam ve kısıntılı sulama şartlarında sırası ile  $1,77 \text{ kg t}^{-1}$  ve  $2,04 \text{ kg t}^{-1}$  verim değerleri bulunmuştur. XTH8406 hibrit mısır çeşidi hem  $SKE_{Tr}$  hem de  $SKE_{Ir}$  değerlerine bakıldığında öne çıkan mısır çeşidi olmuş ve su kullanım randımanını arttırmaya yönelik ıslah çalışmaları yapılabileceği potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir.

Okay ve Yazgan (2016) tarafından 2014 yılında Bursa şartlarında mısır bitkisine ait farklı sulama düzeylerinin verim üzerinde yarattığı etkiyi tespit etmek amacıyla yürütülen çalışmada, 16 farklı su uygulama seviyesi oluşturmuşlar ve bu su uygulama konulara göre elde edilen dane veriminin  $1120,1 \text{ kg da}^{-1}$  -  $1852,8 \text{ kg da}^{-1}$  değerleri arasında değişiklik gösterdiğini, en yüksek verimin tam sulanan koşulda gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Vejetatif gelişme ve tepe püskülü evrelerinde gerçekleştirilen sulamanın önemli verim artışı etkisi gerçekleştirdiği, uygulanan kısıntılı sulamanın koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde elde edilen verimi etkilemediğini ve tek başına herhangi bir dönemde sulama suyu uygulamasının verimi olumsuz yönde etkileyeceğini bildirmişlerdir.

Çarpıcı ve ark. (2017) damla sulama yoluyla uygulanan farklı sulama seviyelerinin, Bursa ekolojik koşullarında killi tınlı topraklarda yetiştirilen mısırın kuru madde verimi ve silaj kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Tüm büyüme mevsimi boyunca 7 günlük

aralıklarla bitki su tüketiminin %100'ünün sulama suyu olarak uygulandığı tam sulama (FI); FI konusuna uygulanan sulama suyunun %0, %25, %50 ve %75'inin uygulandığı kısıntılı sulama (DI); ve FI sulama suyunun %125'inin uygulandığı aşırı sulama (EI) konuları ile mısır silajının kuru madde verimi DMY, pH, kuru madde oranı (DMR), ham protein (CP), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve suda çözünür karbonhidrat (WSC) içerikleri 2007 ve 2008 yıllarında ölçülmüştür. Araştırmacılar, sulama seviyesinin DMY'yi artırdığını, en yüksek değerlerin 2007, 2008 ve iki yıl ortalamasına göre EI konusundan alındığını, kısıntılı sulamanın ise kuru madde verimine bağlı olarak sulama suyu kullanım etkinliğini artırdığını raporlamışlardır. Buna karşın, damla sulama seviyelerinin artmasıyla, silajın CP ve WSC içeriğinin düştüğü ancak kuru madde oranı, pH, ADF ve NDF içeriğinin etkilenmediğini bildirmişlerdir. Kuru madde verimi, sulama suyu verimliliği ve mısırın silaj kalitesi ile ilgili olarak, %100 ETc ve %75 ETc sulama stratejilerinin optimal kabul edilebileceğini ileri sürmüşlerdir.

Thapa ve ark. (2020) yarı kurak Teksas iklimi koşullarında, için mevcut ortalama sulamanın (500 mm) sadece %60'ını (300 mm) kullanarak başarılı bir mısır üretiminin mümkün olup olmadığını bulmak için 3 yıllık (2010 - 2012) bir saha çalışması yapmışlardır. Üç mısır melezi (Pioneer P31G96, Pioneer P33D49 ve Monsanto DKC67-87), bir merkez pivot sprinkler sistemi altında dört yoğunlukta (5, 6, 7 ve 8 bitki m<sup>-2</sup>) yetiştirilmiştir. Mevsimlik mısır bitkisi su tüketimi değerleri 426 ile 635 mm arasında hesaplamışlardır. Dikim yoğunluğundaki artışın, kuru madde verimini artırdığını, ancak verimi artırmadığını raporlamışlardır. Tane veriminin, olgunluktaki biyokütle, hasat indeksi ve tane doldurma sırasında biyokütle artışı ile ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir. Sonuç olarak 300 mm sulama ile yaklaşık 1300 kg da<sup>-1</sup> mısır veriminin mümkün olduğunu, ancak mevsimsel yağışların sık olduğu yıllar nedeniyle üretim riskinin yüksek olduğunu saptamışlardır.

### **2.3. Mısır Bitkisinde Azot-Verim Konusunda Yapılan Çalışmalar**

Akçin ve ark. (1991) tarafından Çumra ekolojik şartlarında 1988-1990 senelerinde yürütülen çalışmada bitki sıklıklarının farklı olduğu ve değişken seviyedeki azot

dozlarının 'TTM-813' melez mısır çeşidi üzerinde tane verimini, verim ögelerini ve bazı morfolojik özellikleri incelenmiş; azot dozları 0, 7, 11, 15, 19 ve 23 kg da<sup>-1</sup> ve bitki sıklığı 3125, 3570, 4160, 5000, 5170 ve 6660 bitki da<sup>-1</sup> olarak uygulanmıştır. En yüksek tane verimi iki yılın ortalamasına bakılarak 60 × 25 cm (6660 bitki da<sup>-1</sup>) bitki sıklığı konusundan 1090 kg da<sup>-1</sup> ve parsele 23 kg da<sup>-1</sup> N uygulanan konuda 1184 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada ortalama tane verimine aynı bitki sıklığı konusundan (60 × 25 cm) ve 15 kg da<sup>-1</sup> N dozu uygulamasından 1174 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Koçanda tane sayısı 791 adet, koçan sayısı 1,02 adet, koçan tane ağırlığı 230 g, koçan boyu 19,79 cm, koçan çapı 4,56 cm, ilk koçan yüksekliği 77 cm, bin tane ağırlığı 292 g, protein oranı %10,36 ve bitki boyu 216 cm değerlerinde elde edilmiştir.

Turgut (2000), Bursa şartlarında 1995 ile 1997 yıllarında yürüttüğü bitki sıklıklarını ve azot dozlarını farklı seviyelerde uygulayıp mısırı çeşidi olarak Merit'i seçtiği çalışmasında taze koçan verimi ile bazı verim ögeleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmasında sıra arası mesafeleri sabit tutup 10, 15, 20, 25, 30 ve 35 cm sıra üzeri mesafeleri ile 0, 10, 20, 30 ve 40 kg da<sup>-1</sup> N dozları uygulamıştır. Araştırmanın yapıldığı yılların ortalamasına bakılarak azot dozlarının ve bitki sıklığının taze koçan verimi, koçan boyu, taze koçan ağırlığı, koçan çapı, koçanda tane sayısı ve bitkide koçan sayısına etkilerinin önemli olduğu bulunmakla birlikte bitki sıklığı × azot dozu etkileşimi yönünden de taze koçan verimi önemli çıkmıştır. En yüksek taze koçan verimine 21,4 cm (7190 bitki da<sup>-1</sup>) sıra üzeri mesafesi × 28 kg da<sup>-1</sup> azot dozu uygulamalarından tespit edilmiştir.

Gözübenli ve ark. (2001) çalışmalarında farklı seviyedeki azot dozu uygulamalarında ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı ticari melez mısır çeşitlerinin verim ve verimle ilgili özelliklerini belirlemek amacıyla, Çukurova koşullarında 10 ticari melez mısır çeşidini, 0, 12, 24, 36 kg da<sup>-1</sup> değerlerinde olmak üzere dört ayrı N dozu konuları altında incelemiştir. Yürütülen bu çalışmada incelenen özellikler yönünden kalıtsal değişiklik görüldüğünü, bunlara ek olarak ilk koçan yüksekliği, bitki boyu, tane verimi ve koçanda tane ağırlığında uygulanan azot seviyelerinin önemli olup, N dozlarının artması ile artışı bildirilmiştir. 0 kg N da<sup>-1</sup> azot dozunda 362,4 kg da<sup>-1</sup> değeri ile en düşük verime, 12 kg N da<sup>-1</sup> dozunda 596,6 kg da<sup>-1</sup>, 24 kg N da<sup>-1</sup> azot dozunda 906,4 kg da<sup>-1</sup> elde

edilirken en yüksek verime 36 kg N da<sup>-1</sup> dozunda 955,2 kg da<sup>-1</sup> olarak elde edildiği raporlanmıştır.

Ekberli ve ark. (2005), iklim koşullarının nemli ve yarı nemli olduğu bölgede yürüttükleri çalışmada azot içeren gübre çeşidi uygulandığında ürüne ve azota olan etkilerini araştırmışlardır. Gübre dozlarının dane verimine etkisi ile yağış değeri ve hidrotermik katsayı açısından interaksiyonu belirlenerek, kuramsal en yüksek ürün değerleri hesaplanmıştır. 22,68 kg da<sup>-1</sup> × HTK≈0.504 uygulamasında en yüksek ürün değeri 1043,63 kg da<sup>-1</sup> olarak, 22,68 kg da<sup>-1</sup> × HTK≈0.504 uygulamasında ise en yüksek ürün değeri 945,21 kg da<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Marsalis (2010), ekim oranları (PR) ve azot oranlarının (NR) mısır, geleneksel yem sorgumu (C-FS) ve kahverengi orta boy yem sorgumun (BMR-FS) kuru madde (DM) üzerindeki etkilerini araştırmak için 2 yıllık bir çalışma yapmışlardır. 218 ve 291 kg ha<sup>-1</sup> N uygulanan denemelerde, sonuç olarak kısıntılı sulama ile yetiştirilen bu silajlık ürünlerin performansı üzerinde olumsuz etkiler olmadan tohum ve N verimliliğinin üretim girdilerinin önemli ölçüde azaltılabileceğini bildirmişlerdir.

Can ve Akman (2014), 4 farklı N dozunun (0, 7, 14 ve 21 kg da<sup>-1</sup>) şeker mısırında (Jübilee F1) koçan çapı, koçan boyu, sap çapı, tek koçan ağırlığı, tane sayısı, koçanda sıra sayısı, koçanda pazarlanabilir koçan sayısı, taze koçandaki tanelerde şeker oranı ile ham protein oranı ile biriken nitrat üzerinde etkilerini belirlemişlerdir. Yapılan çalışma sonuçlarına göre; uygulanan farklı düzeydeki azot dozları taze koçan tanelerinde biriken nitrat değerleri, taze koçan verimi, bitki boyu ve ilk koçan yüksekliği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Bitkide; koçan çapı, koçan boyu, sap çapı, tek koçan ağırlığı, tane sayısı, koçanda sıra sayısı, koçanda pazarlanabilir koçan sayısı, taze koçandaki tanelerde şeker oranı ile ham protein oranı üzerinden bir etkisi olması belirtilmiş olup 14 kg da<sup>-1</sup> azot dozunun en yüksek koçan verimine ulaşılabilmesi için en uygun değer olduğu saptanmıştır.

Yolcu ve ark. (2016) tarafından Diyarbakır koşullarında 2011 ve 2012 yıllarında yürütülen çalışmada ikinci ürün silajlık mısırdaki, farklı seviyelerde sulama ve azot fertigasyonu konularının birim alanda ve birim sulama suyuna karşılık net gelir üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, A sınıfı kaptan 5 günlük periyotlardaki

kümülatif buharlaşma değerlerinin referans alınarak sulama suyunun farklı düzeyleri (I1:0,50, I2:0,75, I3:1,00 ve I4:1,25) ile ana konuları; alt konularda ise fertigasyon yöntemiyle 3 farklı N uygulama programını oluşturmuştur. Uygulanan sulama suyu ve azotlu gübre miktarı artıkça verimin de arttığı raporlanan çalışmada, Kap katsayısının 1,0 alındığı koşulda 447 mm'lik sulama suyu uygulandığı ve yeşil ot veriminin 87,9 t ha<sup>-1</sup> olduğu raporlanmıştır. Çalışma sonucunda, en yüksek ve en uygun sulama suyu kullanım etkinliği (SSKE) 19,6 kg da<sup>-1</sup> m<sup>-3</sup> olarak, birim hacim sulama suyuna karşılık elde edilen net gelir 1,78 TL m<sup>-3</sup> ve birim alandan elde edilen net gelir ise 305,4 TL da<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır.

Sakin ve Azapoğlu (2017) yaptığı çalışmasında şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) fosfor ve azotun Tokat şartlarında bazı verim ve kalite özelliklerine etkisini araştırmıştır. Denemede N dozları sırasıyla kontrol, 16, 24 ve 32 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; Tokat için azotlu gübrelemenin erkenciliği sağlaması, koçan niteliklerini olumlu yönde artırması, dekara tane ve koçan verimi yanında kaliteyi de artırması nedeniyle çeşit ve çevre koşulları dikkate alınarak uygulanması gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Kullanılacak azot dozunun verim ve kalite özellikleri dikkate alındığında 24 kg da<sup>-1</sup> olduğunu belirtmiştir.

Gülden ve İbrikçi (2019) bu çalışmasında Çukurova Bölgesinde 2007-2009 yılları arasında bölgenin önemli tarımsal ürünlerinin başında gelen 1. ürün mısır bitkisine çiftçi düzeyinde uygulanan azotlu gübrelerin bitki tarafından alınma düzeyi ve azot gübresinin verime olan etkisini değerlendirmiştir. Bu kapsamda çiftçi koşullarında farklı noktalardan alınan toprak ve bitki örnekleri incelenmiş, laboratuvar sonuçları elde edilen verilerin istatistiksel analizleri yapılmıştır. Söz konusu yıllarda bitkide azot konsantrasyonu %0,7 - 1,1 arasında değişmekte iken, tanede ise %1,3 - 1,5 arasında değişiklik göstermiştir. Bitki tarafından kaldırılan toplam azot değerleri ise 227 - 307 kg N ha<sup>-1</sup>; tane tarafından kaldırılan toplam azot ise 156 - 202 kg N ha<sup>-1</sup> arasında değişkenlik gösterdiğini bulmuştur. Aynı yıllardaki verim değerlerine bakıldığında ise, tane verimi 13 739 - 13 994 kg ha<sup>-1</sup>; sap verimi 10 450 - 12 015 kg ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Veriler arası istatistiklerde sap, dane ve bitki tarafından kaldırılan azot ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sap ve dane verimi ile istatistiksel anlamda aralarındaki korelasyona bakılmıştır. İstatistiksel anlamda her 3

yılda da sap, dane ve bitki yönünden kaldırılan azot ile sap verimi ve dane verimi arasında olumlu bir bağlantı bulunmuştur.

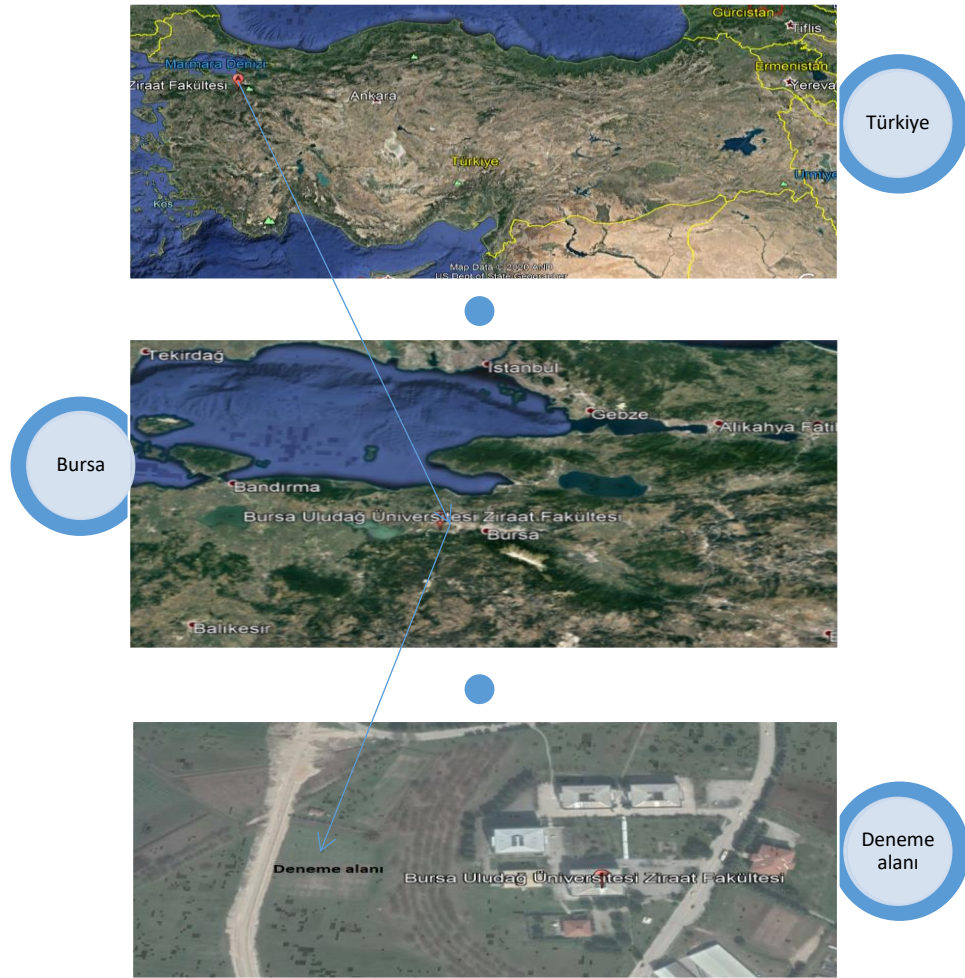
Wang ve ark. (2017) tam sulama (FI), kısıntılı sulama (DI) ve alternatif kısmi kök bölgesi sulama (PRI) teknikleri ile üç N fertilizasyon oranının altında (saksı başına 1,5, 3,0 ve 6,0 g N) mısırın su kullanım etkinliği ve azot üzerindeki etkisini incelemişlerdir. FI kontrolüne kıyasla hem PRI hem de DI'nin bitki su kullanımını, bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı ve biyokütleyi önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. FI bitkilerinin, kısıntılı sulananlardan önemli ölçüde daha fazla miktarda N biriktirdiği raporlanmıştır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma Yeri

Denemenin yürütüldüğü Bursa ili, Marmara Bölgesi'nde 10813 km<sup>2</sup> yüzölçümüne sahip ve 155 metre rakımında yer almaktadır. Araştırma, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme arazisinde 2018 yılında yürütülmüştür. Araştırma yeri, 40° 13' kuzey enlemi ve 28° 51' doğu boylamındadır. Deneme alanının deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık olarak 113 m'dir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Deneme alanı

### 3.1.2. Toprak Özellikleri

Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, deneme kurulmadan önce araştırma alanında 90 cm toprak derinliğine kadar her 0-30 cm derinlikten toprak numuneleri alınıp, analiz edilmiş ve sonuçlar sırasıyla Çizelge 3.1 ve 3.2’de gösterilmiştir. Araştırma alanında 90 cm toprak katmanında bünye sınıfı killidir. Hacim ağırlığı değerleri 1,34 – 1,38 g cm<sup>-3</sup> arasında değişmektedir. Deneme alanının 90 cm toprak derinliği için toplam kullanılabilir su tutma kapasitesi 163,3 mm’dir (Çizelge 3.1). Araştırma alanı toprakları, 0-60 cm toprak katmanı için hafif asitli, 60-90 cm derinlikte nötr, 90-120 cm’lik katmanda ise alkalidir. 0-60 cm’lik katmanda kireçsiz, 60-90 cm’de az kireçli ve 90-120 cm’lik katmanda çok kireçli, düşük düzeyde tuzludur. Bu yönleriyle deneme alanı toprakları şeker mısırı yetiştiriciliği için uygundur.

**Çizelge 3.1.** Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Toprak Derinliği (cm)	Kil	Kum	Silt	Bünye Sınıfı	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Hacim Ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )
0-30	49,5	24,32	26,18	Kil	38,17	27,07	1,35
30-60	50,5	23,28	26,22	Kil	40,01	27,03	1,36
60-90	53,5	21,88	24,62	Kil	43,01	26,75	1,34
90-120	40,5	21,64	37,86	Kil	40,05	23,18	1,38

**Çizelge 3.2.** Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri

Toprak Derinliği(cm)	EC (dS m <sup>-1</sup> )	pH	Kireç (%)	Saturasyon (%)	Organik Madde (%)	Yarayışlı Fosfor (kg da <sup>-1</sup> )	Yarayışlı Potasyum (kg da <sup>-1</sup> )
0-30	0,45	6,1	0,0	101	0,72	8,9	46
30-60	0,45	6,4	0,0	109	0,43	3,5	36
60-90	0,79	7,1	1,3	110	0,57	8,1	39
90-120	0,64	8,0	43,7	101	0,17	6,9	25



### 3.1.3. İklim Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü alan, ılıman iklime sahip olup, kış ayları yağışlı ve serin, yaz ayları ise sıcak ve kuraktır (Candoğan ve ark. 2013). Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı Bursa Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan uzun yıllar ortalama iklim verilerine ve 90 yıllık gözlem süresine göre yıllık ortalama yağış miktarı 707,6 mm, ortalama sıcaklık 14,6 °C'dir. Aylık ortalama sıcaklıklar açısından en soğuk ay ortalama 5.3 °C ile Ocak ve en sıcak ay ortalama 24.5 °C ile Temmuz'dur. Uzun yıllık ortalama verilere göre, denemenin yürütüldüğü Mayıs-Temmuz ayları arasında düşen toplam yağış 97,6 mm iken 2018 yılında aynı dönemde düşen yağış 164,4 mm olarak gerçekleşmiştir. Belirtilen dönemlerde, 2018 yılındaki sıcaklık ortalamaları da uzun yıllar ortalama sıcaklıklarından daha yüksek olmuş, aynı şekilde oransal nem değerleri de uzun yıllar ortalamasının oldukça üzerinde seyretmiştir (Çizelge 3.3).

**Çizelge 3.3.** Bursa ili 'ne ait uzun yıllara (UY) ve 2018 yılına ilişkin toplam yağış, ortalama sıcaklık ve oransal nem değerleri

Aylar	Yağış (mm)		Sıcaklık (°C)		Oransal Nem (%)	
	UY	2018	UY	2018	UY	2018
Mayıs	43,4	89,8	17,4	19,9	62,00	76,5
Haziran	36,5	59,2	22,5	23,5	57,80	70,1
Temmuz	17,7	15,4	24,8	26,1	56,20	63,2
Top./Ort.	97,6	164,4	21,6	23,2	58,7	69,9

### 3.1.4. Bitki Özellikleri

Araştırmada, Bursa için ana ürün olarak önerilen yüksek verim potansiyeline sahip Challenger F1 şeker mısırı çeşidi kullanılmıştır. Anılan çeşidin olgunlaşma süreci 80-85 gün arasında değişmektedir. Bitki yapısı orta güçlü ve boyu 180-200 cm arasında olup yatmaya dayanıklıdır. Koçanlarında, ortalama 16 sıra tane bulunur ve tane rengi sarıdır. Makinalı hasat için uygundur. Güçlü bitki yapısına, iyi uç doldurma özelliğine ve yüksek şeker içeriğine sahiptir. Challenger F1 taze tüketim, sanayide şoklama ve konserve için oldukça uygundur (Anonim 2020).

### 3.1.5. Su Kaynağı

Deneme alanının sulanması için Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından inşa edilip, Bursa Uludağ Üniversitesi Rektörlüğüne devredilen, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinin 1500 dekarlık tarım alanını sulamaya elverişli olan Yolçatı Göbelye Göleti'nden yararlanılmıştır (Şekil 3.2). Gölet, yaklaşık 630 000 m<sup>3</sup> aktif hacme sahiptir ve göletin yağış alanı 0,400 km<sup>2</sup> büyüklüğünde olup bu havzada oluşacak akış miktarları su ihtiyacını karşılamada yetersiz kalacağı için gölette depolanan su 9,6 km'lik toprak altından çekilmiş plastik malzemeden üretilen boru yardımıyla Nilüfer Kayapa Değirmendere Göleti'nin fazla sularından sağlanmaktadır. Gölette biriktirilen su, arazinin yüksek bir kotunda inşa edilen su havuzuna basılmakta buradan alınan su cazibeyle sulama alanına borulu bir sistemle dağıtılmaktadır. Deneme alanına sulama suyu, yaklaşık 350 m uzaklıktaki hidranttan alınmıştır. Söz konusu hidranttan alınan su örneğinin analiz sonuçları Çizelge 3.4'de verilmiştir. Buna göre, sulama suyunun EC (elektriksel iletkenlik) değeri 310 micromhos/cm, SAR (sodyum adsorbsiyon oranı) değeri 0,23 olarak belirlenmiş olup Amerika Birleşik Devletleri Tuzluluk Laboratuvarı'nın hazırladığı diyagrama göre suyun T<sub>2</sub>A<sub>1</sub> sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Bu sınıfta yer alan sular orta tuzlu ve az sodyumlu olarak nitelendirilmekte ve orta derecede tuza duyarlı bitkiler dışında her türlü bitkisel üretim için uygundur. Mısır bitkisinin tuza tolerans EC eşik değeri 1.7 dS m<sup>-1</sup> olup tuza toleransı yüksek bitkiler arasında yer almaktadır (Arıcan ve Kale 2016). Sulama suyunun bor içeriği 0,85 ppm olup kritik eşik değerinin (1 ppm) altındadır. Bu nedenle söz konusu su kaynağının şeker mısırı bitkisinin yetiştiriciliğinde sınırlayıcı bir etkisinin olmadığı söylenebilir.



**Şekil 3.2.** Denemede yararlanılan su kaynağı

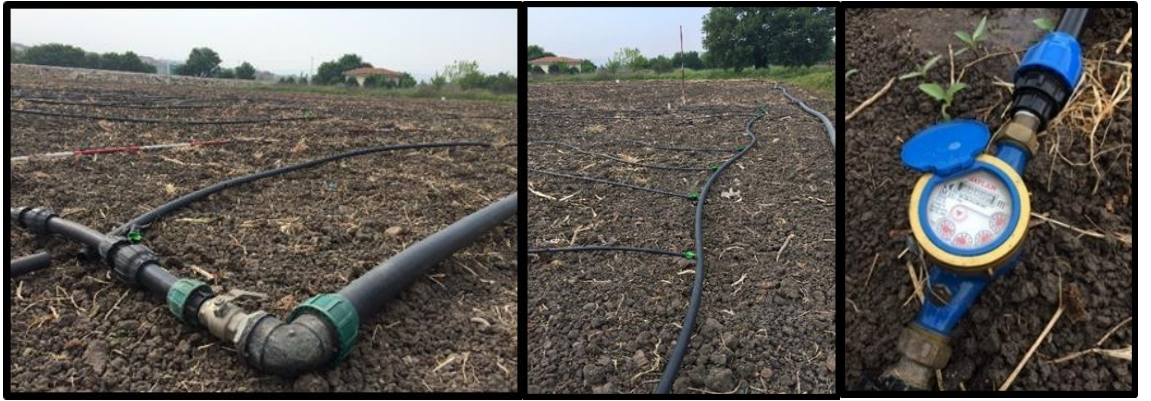
**Çizelge 3.4.** Sulama suyu analiz sonuçları

Katyonlar	meq/lt	Anyonlar	meq/lt
Sodyum	0,28	Karbonat	0,00
Potasyum	0,04	Bikarbonat	2,40
Kalsiyum	1,66	Klor	0,20
Magnezyum	1,34	Sülfat	0,71
Toplam	3,31	Toplam	3,31
Suyun pH'sı	7,12	R.S.C. (meq/lt)	0,00
EC ×10 25°C Mic.mhos/cm	310	Sar	0,23
Bor (ppm)	0,85		

### 3.1.6. Sulama Sistemi

Şeker mısırı bitkilerinin sulanmasında damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Deneme alanına sulama suyu, yaklaşık 350 m uzaklıktaki bir hidranttandan dış çapı 75 mm olan 10 atm basınca dayanıklı yüksek yoğunluklu polietilen boru (HDPE) aracılığı ile getirilmiştir. Deneme alanının başında sulama suyu, 2,5 inch giriş çıkışlı sırasıyla hidrosiklon filtre, gübre tankı ve elek filtreden oluşan şasele bir filtre setinden geçirilerek

olası yabancı maddelerden arındırılmıştır. Deneme parsellerine suyun dağıtımında ana boru hatları Ø50 mm PE100, yan boru hatları Ø32 mm PE100 kullanılmıştır. Her parsele suyun kontrollü olarak dağıtılması için ana borudan yan borulara geçişte ve yan borulardan laterallere geçişte uygun çaplarda küresel vanalardan yararlanılmıştır. Ayrıca ana borudan yan borulara geçişte vanadan sonra bir su sayacı yerleştirilmiştir. Lateral boru hatları her bitki sırasına çekilmiş ve lateraller toprak özellikleri dikkate alınarak 4 atm basınca dayanıklı Ø16 mm çapında, 20 cm aralıklarla içten geçiş 1 atm basınç altında  $2 \text{ L h}^{-1}$  debiye sahip damlatıcılardan oluşmaktadır (Şekil 3.3).



**Şekil 3.3.** Sulama sisteminin kurulumu ve denemede kullanılan su sayacı

### **3.1.7. Araştırmada Kullanılan Donanımlar ve Yazılımlar**

#### **a) A sınıfı buharlaşma kabı**

Bu çalışmada, uygulanacak sulama suyunu belirlemek amacıyla A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Kullanılan kap paslanmaz çelikten üretilmiş olup, çapı 121 cm ve derinliği 25 cm'dir. Kabın altına 15 cm yüksekliğinde bir palet, yer tesviye edilerek yerleştirilmiştir (Şekil 3.4). Kap içindeki su seviyesi ölçümlerinde, 5 cm hava payı bırakılarak su doldurulmuş ve su seviyesinin üstten 7,5 cm'nin altına düşmemesine özen gösterilmiştir (Sezer ve ark. 2017). Kap içindeki suyun bulanıklaşmasını engellemek için haftada bir kez yenilenmiştir. Kabın üstü bir kafes tel ile örtülerek hayvanlardan korunmuştur. Kaptan buharlaşan suyu belirlemek için günlük okumalar aynı saatte yapılmıştır. Ölçümlerde bir mikrometreli derinlikölçer kullanılmıştır.





**Şekil 3.4.** Denemede kullanılan A sınıfı buharlaşma kabı

#### **b) Diğer donanımlar**

Çalışmada kullanılan diğer donanımlar Çizelge 3.5’de amaçlarıyla birlikte verilmiştir.

**Çizelge 3.5.** Çalışmada kullanılan donanımlar

Donanımın Adı	Kullanım Amacı
Toprak burgu, kurutma fırını, örnekleme kapları	Toprak su içeriğinin gravimetrik yöntemle izlenmesi
Uludağ Üniversitesi Görükle Yerleşkesi Meteoroloji İstasyonu, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü	Toprak su bütçesine dayalı olarak bitki su tüketiminin (ET <sub>c</sub> ) belirlenmesinde yağış ve diğer iklim parametrelerinin ölçülmesi
Dijital hassas terazi	Gübre tartımı, bitki örneklerinin tartımı
Kumpas	Bitki gövde çapının ve koçan çapının ölçümü
Şerit metre	Bitki boyu, ilk koçan yüksekliği ve koçan boyunun ölçümü

### c) SPSS Yazılımı

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS (Statistical Package Program for Social Science) 22.0 programı kullanılmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Tarımsal İşlemler

Öncelikle deneme arazisi pullukla sürülmüş, toprak havalanması sağlandıktan sonra diskaro çekilerek kesekler parçalanmış ve ardından rotovator ile tarla ekime hazır hale getirilmiştir. Deneme desenine göre kazıklar ve ipler kullanılmak suretiyle parselasyon yapılarak sulama sistemi kurulmuştur. Sulama sistemine su verilerek su kaçakları tespit edilip söz konusu kaçakların onarımı yapılmıştır. Tohum ekimi öncesinde, mevcut toprak nemini belirlemek amacıyla deneme alanının 3 farklı noktasından 0-30, 30-60, 60-90 cm toprak örnekleri alınmış ve gravimetrik yöntemle mevcut toprak nemi ölçülmüştür. Alınan örnekler örnekleme kaplarına konularak kurutma fırınına yerleştirilmiştir ve  $105 \pm 5$  °C'deki fırında 24 saat bekletilmiş gerekli hesaplamalar yapılmıştır (Şekil 3.5). Ekim öncesi tüm parsellere  $10 \text{ kg da}^{-1}$  olacak biçimde NPK (15-15-15) kompoze gübre uygulanmıştır. Mısır tohumları, 20 cm sıra üzeri ve 70 cm sıra aralığında 5 cm derinliğe elle 15.05.2018 tarihinde dekara ortalama 7865 adet şeker mısır tohumu gelecek şekilde ekilmiştir. Aynı gün tüm parseller 0-90 cm'lik toprak katmanı için mevcut su içeriği tarla kapasitesi düzeyine kadar sulanmıştır. Üretimi yapılan şeker mısırı verimi üzerinde çok fazla zararı olduğu bilinmekte olan yabancı otların, daha önceki çalışmalarda da deneme arazisinde gözlenmesi nedeniyle ve tekrar mısır tohumuna zararlı etkisi olmaması için ekimden önce kökleri topraktan ayrılacak şekilde çapalama yöntemiyle deneme alanı tamamıyla temizlenmiştir. Mısırın tüm gelişim aşamalarında zararlı ot kontrolü gün aşırı şeklinde yapılmış ve görülen zararlı otlar çapalama yöntemiyle temizlenmiştir. Deneme yapılan süre mısırın ekiminden gelişimine kadar mısır bitkisinde çok yaygın olarak görülen sap kurdu ve koçan kurdu zararlılarına rastlanmamıştır. Bitki yetiştiriciliği süresince herhangi bir hastalık ve zararlıya rastlanmamıştır. Mısır çimlenmesi başlayıp toprak yüzeyine çıkınca tekleme yapılmıştır. Diğer sulama ve azotlu gübreleme uygulamaları deneme konularına göre yapılmıştır. Deneme süresinde yapılan tüm tarımsal uygulamalar tarihleriyle birlikte Çizelge 3.6'da gösterilmiştir.

**Çizelge 3.6.** Deneme boyunca yapılan tarımsal uygulamalar

<b>Tarımsal Uygulamalar</b>	<b>Tarih (2018)</b>
Deneme alanının pullukla sürülmesi	18 Nisan
10 kg da <sup>-1</sup> saf olarak NPK uygulaması (15-15-15 kompoze gübre kullanılmıştır)	2 Mayıs
Diskaro ve rotovatorle toprağın işlenmesi	2 Mayıs
Parselasyon işleminin yapılması	4-6 Mayıs
Damla sulama sisteminin araziye kurulması	8-14 Mayıs
Sulama sistemi unsurlarının testlerinin yapılması	14 Mayıs
Gravimetrik yöntem ile mevcut toprak neminin ölçümü	14-15 Mayıs
A sınıfı buharlaşma kabının araziye yerleştirilmesi	14 Mayıs
Şeker mısırı tohumu ekiminin yapılması	15 Mayıs
Bütün parsellerin tarla kapasitesine kadar sulanması	15 Mayıs
Tohumların çimlenmesi	19 Mayıs
A sınıfı buharlaşma kabından su seviyesinin ölçülmesi ve konulu sulama uygulamalarının yapılması	16 Mayıs-26 Temmuz
Deneme alanında çapalama işleminin yapılması	29May-7 Haz
Bitki boy ölçümlerine başlanması	11 Haziran
Amonyum nitrat (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> , %33 N) gübre uygulamasının yapılması	19 Haziran
Hasat	27 Temmuz



**Şekil 3.5.** Örnekleme kaplarına konulmuş toprak örnekleri ve kurutma fırını

### 3.2.2. Deneme Deseni ve Araştırma Konuları

Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç yinelemeli olarak yürütülmüştür. Ana parseller olarak sulama konuları ve alt parseller olarak ise azot düzeyleri belirlenmiştir. Deneme konularına ilişkin detaylar Çizelge 3.7’de verilmiştir.

**Çizelge 3.7.** Deneme konuları

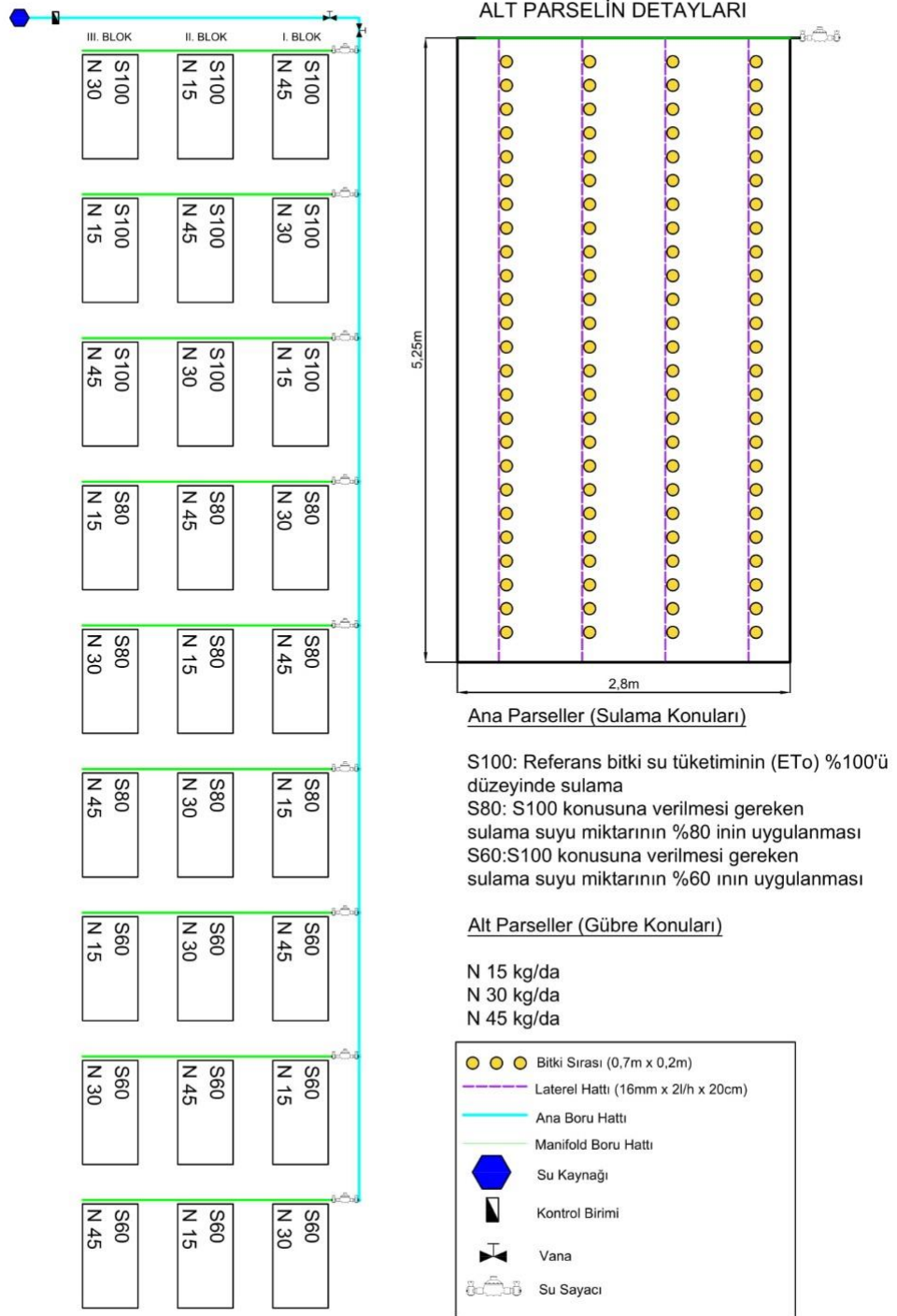
Ana Parseller (Sulama Seviyeleri)	Açıklama
S100	A sınıfı buharlaşma kabından 7 gün arayla buharlaşan miktarın %100’ünün sulama suyu olarak uygulanması
S80	A sınıfı buharlaşma kabından 7 gün arayla buharlaşan miktarın %80’inin sulama suyu olarak uygulanması
S60	A sınıfı buharlaşma kabından 7 gün arayla buharlaşan miktarın %60’ının sulama suyu olarak uygulanması
Alt Parseller (Azot Düzeyleri)	
N15	Dekara 15 kg N uygulaması
N30	Dekara 30 kg N uygulaması
N45	Dekara 45 kg N uygulaması

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, mısır bitkisinin suya duyarlı olduğu ve yüksek düzeyde su kısıntılarında verimde önemli azalmalar olduğu raporlanmıştır (Çakır 2004, Çamoğlu ve ark. 2011, Çarpıcı ve ark. 2017). Bu nedenle bu çalışmada, yüksek düzeyde su kısıntıları uygulamak yerine sulama suyundan tasarruf edilebilecek ve pratiğe aktarılacak sulama konuları seçilmiştir. Yine yapılan önceki çalışmalar incelenerek farklı azot seviyeleri saptanmıştır (Turgut 2000, Sakin ve Azapoğlu 2017). Deneme deseninin ayrıntılı görüntüsü Şekil 3.6’da bir parselin ayrıntılı görüntüsü ise Şekil 3.7’de verilmiştir.

Bir parsel, 70 cm aralıklarla 4 sıradan oluşturulmuştur. Parsel eni 2,8 m ve boyu 5,2 m olacak biçimde 14,56 m<sup>2</sup>’lik alt parselde yetiştiricilik yapılmıştır. Bu şekilde, 3 sulama seviyesi, 3 azot düzeyi ve 3 tekrar sonucunda toplam 27 adet parsel üzerinde denemeler yürütülmüş ve ölçümler yapılmıştır. Bloklar ve parseller arasında 2 m boşluk

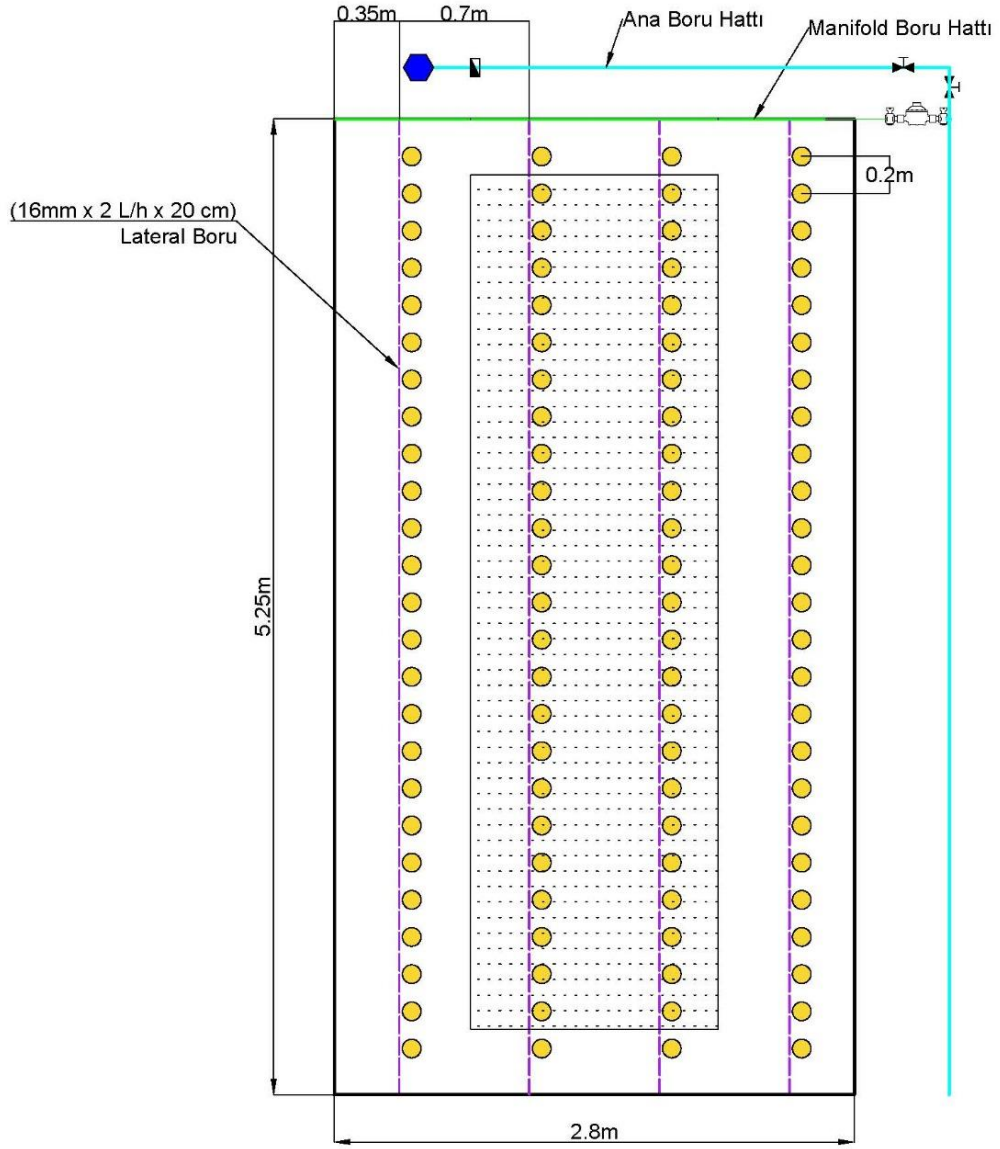


bırakılmıştır. Azot seviyelerini içeren alt parseller ana parsel konuları olan sulama parsellerinin içinde rastgele olarak dağıtılmıştır (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6.** Deneme deseni ve sulama sistemi elemanları

### ALT PARSELİN DETAYLARI



Şekil 3.7. Deneme alanındaki bir alt parselin detaylı görüntüsü

### 3.2.3. Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi ve Azot Uygulamaları

Sulama suyu, bir damla sulama sistemi ile bitki kök bölgesine uygulanmıştır. Bu amaçla her bitki sırasına bir lateral boru ( $\text{Ø}16 \times 20\text{cm} \times 2 \text{Lh}^{-1}$ ) hattı yerleştirilmiştir. Lateraller manifoldlara bir mini vana ile bağlanmış ana borudan manifoldlara geçişte ise bir küresel vana ile suyun hacim esasına göre kontrolünü sağlamak için su sayacı kullanılmıştır.

Uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan su miktarı referans olarak dikkate alınmıştır. Buna göre, hacim cinsinden uygulanan sulama suyu miktarı, Eşitlik 3.1'den yararlanılarak belirlenmiştir (Öktem ve ark. 2002).

$$S = A \times E_{pan} \times k_{pc} \times P \quad (\text{Eşitlik 3.1})$$

Eşitlikte, S uygulanan sulama suyu miktarı (litre), A bir parselin alanı ( $\text{m}^2$ ),  $E_{pan}$  iki sulama arasında geçen süredeki kümülatif kap buharlaşma miktarı (mm),  $k_{pc}$  bitki-kap katsayısı ve P ıslatılan alan oranını (%) göstermektedir. P, bitki örtü yüzdesine eşit olacak biçimde deneme süresince her sulama öncesinde ölçülerek belirlenmiş ve hiçbir zaman %30'un altında alınmamıştır. Bitki-kap katsayısı deneme konularına göre belirlenmiştir. Bitki-kap katsayısı deneme konularına göre 1,00, 0,80 ve 0,60 olarak alınmıştır. Hacim olarak belirlenen sulama suyu miktarı, hem basınç-debi ilişkisinden yararlanılarak hem de su sayacından geçen su miktarı kontrol edilerek sulama süresi belirlenmiş ve istenilen hacimde su, sayaçtan geçtiğinde sulamalar sonlandırılmıştır. Sulama sisteminde kullanılan basınç regülatörü sayesinde basıncın 1 atm işletme basıncında tutulması sağlanmıştır. Sulama, yörede mısır bitkisinde damla sulama uygulamalarında yaygın olarak tercih edildiği 1 haftalık aralıklarla yapılmıştır. Sulama işlemi bitkiler fizyolojik olarak olgunluğa ulaşana kadar devam etmiş ve fizyolojik olgunluğa ulaştığı zaman sulamaya son verilmiştir.

Bu araştırmada dikkate alınan farklı azot dozlarının uygulamaları 2 farklı zamanda toprağa karıştırmak suretiyle yapılmıştır. İlk uygulama, ekim öncesi tüm parsellere saf olarak  $10 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$  (15-15-15 kompoze gübre) bir parsel alanına oranlanarak tüm parsellere verilmiştir. İkinci uygulama ise, bitki gelişimi dikkate alınarak 19 Haziran 2018

tarihinde yine sıra üzerine, deneme konuları için önceden belirlenen dozların ilk uygulamadaki miktarı da dikkate alınarak elle serpmeye yoluyla yapılmış ve çapa yapılarak toprağa karıştırılmıştır. İkinci uygulamada, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinden sağlanan Amonyum nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , %33 N) gübresi kullanılmıştır (Şekil 3. 8).



Şekil 3.8. Azot dozlarına göre parsellere verilecek gübrelerin tartılması

### 3.2.4. Bitki Su Tüketimi ve Su Kullanım Etkinliği

Bitki su tüketimi, su dengesi bütçesine göre Eşitlik 3.2 ile hesaplanmıştır (Pereira ve ark. 2015).

$$ET = P + I - R_f - D_p \pm \Delta S \quad (\text{Eşitlik 3.2})$$

Eşitlikte; ET: Evapotranspirasyon (mm), P: Yetiştiricilik mevsimi boyunca düşen yağış miktarı (mm), I: Uygulanan toplam sulama suyu miktarı (mm),  $R_f$ : Yüzeysel akış miktarı (mm),  $D_p$ : Derine sızma (mm),  $\Delta S$ : Deneme başlangıcı ve sonundaki toprak nemi arasındaki farkı göstermektedir (Özbahçe ve Gönülal 2019).

Su kullanım etkinliği ve sulama suyu kullanım etkinliği değerleri sırasıyla Boutraa (2010) tarafından belirtilen Eşitlik 3.3 ve 3.4 ile belirlenmiştir.

$$IWUE = Y / S \quad (Eşitlik 3.3)$$

$$WUE = Y / ET \quad (Eşitlik 3.4)$$

Eşitliklerde IWUE: Sulama suyu kullanım etkinliği ( $\text{kg m}^{-3}$ ), WUE: Su kullanım etkinliği ( $\text{kg m}^{-3}$ ), Y: Ekonomik verim ( $\text{kg da}^{-1}$ ), S: sulama suyu miktarı (mm), ET: Mevsimlik bitki su tüketimini (mm) ifade etmektedir (Özbahçe ve Gönülal, 2019).

### 3.2.5. Mısır Bitkisine İlişkin Gözlem ve Ölçümler

#### a) Taze koçan verimi

Taze koçanların hasadı; koçanda tane neminin %70-75 olduğu dönemde (Olsen ve ark., 1990) dört sıra olarak ekilmiş her parselin sağındaki ve solundaki birer sıra kenar tesiri olarak bırakıldıktan sonra ortada kalan iki sıra ve bu sıraların baş ve sonlarındaki birer bitki dışındaki tüm koçanlar el ile toplanarak yapılmıştır (Öktem ve Öktem, 2006). Hasat edilen tüm koçanlar kavuzsuz olarak tartılarak ağırlıkları belirlenmiş ve dekara verimlere çevrilmiştir.

#### b) Toprak üstü kuru madde verimi

Hasat zamanında her parselin orta sıralarından (2. ve 3. sıralardan) tesadüfen 2 bitki belirlenmiştir ve toprak yüzeyinden kesilerek (koçan dahil) yaş ağırlıkları hassas terazide ölçülmüştür. Toprak üstü kuru madde verimini hesaplayabilmek için bu bitkiler kontrollü bir biçimde parçalanıp güneş altında bir hafta boyunca kurutulmaya bırakılmıştır. Kutulan bitkilerin de ağırlıkları tekrardan hassas terazide tartılıp belirlenmiştir. Her parselden kurutulan iki bitkinin ağırlığına göre, iki bitkinin kapladığı alan ( $0,28 \text{ m}^2$ ) dekara oranlanarak toprak üstü kuru madde verimi  $\text{kg da}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Howell ve ark. 1995).

**c) Tek koçan ağırlığı, ilk koçan yüksekliği, koçan boyu, koçan çapı, koçanda tane sayısı**

Tek koçan ağırlığı: Her parselden rastgele seçilen 10 adet koçan ayrı ayrı tartılarak ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınmak suretiyle taze tek koçan ağırlığı belirlenmiştir.

İlk koçan yüksekliği: Gübreleme ve sulama konuları uygulanmış ve hasat dönemine gelinmiş 5 bitkide ölçümler yapılmıştır. İlk koçan yüksekliği toprak yüzeyinden koçanın bitkiye bağlı olduğu boğuma kadarki uzaklık şerit metre ile belirlenerek ölçülmüş ve 5 bitkinin ortalaması alınmıştır.

Koçan boyu: Hasat döneminde kesilen bitkilerden ayrılan ve kavuzları çıkartılmış koçanların boyutları ölçülmüş ve 5 koçan için ortalama boy uzunlukları bulunmuştur.

Koçan çapı: Gübreleme ve sulama konuları uygulanmış ve hasat dönemine gelinmiş 5 bitkiden alınan koçanların en geniş çapı (koçanın tam ortası) belirlenerek kumpas yardımıyla ölçüm yapılmış ve 5 koçan için ortalama koçan çapı hesaplanmıştır.

Koçanda tane sayısı: Gübreleme ve sulama konuları uygulanmış ve hasat dönemine gelinmiş 5 bitkiden alınan koçanların kavuzları çıkartıldıktan sonra el ve göz yardımıyla sıraları sayılıp sıra sayısı belirlenmiştir. Koçanların sıra üzerindeki taneler sayılmıştır. Sıra sayısı ve sırada tane sayısı çarpılarak koçanda tane sayısı belirlenmiştir.

**d) Bitki boyu, sap çapı ve yaprak sayısı**

Deneme alanındaki gözlemleri analiz edebilmek için her parselin ortasındaki iki sıradan 5'er bitki seçilmiş ve bu bitkiler üzerinden toprak seviyesinden bitki püskülünün çıktığı uca kadar olan mesafe baz alınarak bitkilerin boyları şerit metre ile haftalık olarak ölçülmüştür. Referans alınan bu 5 bitkinin 2.boğumdan sap çapları da kumpas kullanılarak belirlenmiş ve ayrıca yaprak sayıları alınarak ortalamaları hesaplanmıştır.

**3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi**

Denemelerden elde edilen sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla, tüm veri için üç yinelemeli tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans (ANOVA) analizi gerçekleştirilmiştir. Sulama ve azot seviyelerinin ayrı ayrı

etkileri incelendiği gibi bu faktörlerin interaksyonları da incelenmiştir. F testinin önemli ( $P<0,05$ ) olması halinde, istatıksel olarak farklı grupların belirlenmesinde Duncan çoklu dağılım testinden yararlanılmış ve Duncan testinde 0,05 önemlilik düzeyi kullanılmıştır. İstatıksel analizlerin yapılmasında IBM SPSS 22 (Statistics for Windows, Version 22, Copyright, 2016, IBM Corp., Armonk, NY) kullanılmıştır.



## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi

Araştırmada her deneme konusu için uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama tarihleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. İlk sulama suyu, tüm deneme parsellerinde 0-90 cm’lik toprak profilindeki mevcut nem içeriğini tarla kapasitesi düzeyine getirecek biçimde 45,0 mm kadar uygulanmıştır. Deneme konularına göre şeker mısırın sulamasına 15.05.2018 tarihinde başlanmış ve haftalık periyotlar halinde sulamalar yapılmıştır. Ekimden hasada kadar yağış miktarı 118 mm olarak ölçülmüştür. 23-29 Mayıs 2018 tarihleri arasında düşen toplam yağışın 43,2 mm olmasından dolayı buharlaşma kabında sulama için yeterli yağışın görülmemesinden dolayı sulama yapılmamıştır. Mevsimlik sulama suyu miktarı, deneme konularına göre 258 mm ve 400 mm arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 4.1.** Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

<b>Tarih</b>	<b>S100</b>	<b>S80</b>	<b>S60</b>
15.05.2018	45,0	45,0	45,0
22.05.2018	25,0	20,0	15,0
05.06.2018	32,0	25,6	19,2
11.06.2018	56,0	44,8	33,6
19.06.2018	57,0	45,6	34,2
02.07.2018	39,0	31,2	23,4
09.07.2018	55,0	44,0	33,0
16.07.2018	53,0	42,4	31,8
23.07.2018	38,0	30,4	22,8
<b>Mevsimlik toplam</b>	<b>400</b>	<b>329</b>	<b>258</b>

Araştırmada, her deneme konusu için belirlenen şeker mısırın mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi, araştırılan deneme konularına göre farklılık göstermiştir. En yüksek bitki su tüketimi değerleri S100 sulama konusu altındaki deneme parsellerinden elde edilirken en düşük ise S60 konusu altındaki parsellerden elde edilmiştir. Mevsimlik uygulanan toplam sulama suyu miktarına bağlı

olarak bitki su tüketimi değerleri de farklılık göstermiş ve sulama miktarındaki artışla bitki su tüketimi de artmıştır. Bununla birlikte azot düzeylerindeki artışla az da olsa bitki su tüketimi değerlerinde de artış gözlenmiştir.

**Çizelge 4.2.** Deneme konularının mevsimlik bitki su tüketimi değerleri

<b>Sulama konuları</b>	<b>Azot konuları</b>	<b>Uygulanan sulama suyu (I, mm)</b>	<b>Yağış (P, mm)</b>	<b>Toprak nem değişimi (<math>\Delta S</math>, mm)</b>	<b>Mevsimlik bitki su tüketimi (ETc, mm)</b>
<b>S60</b>	N15	258	118	+15	391
	N30	258	118	+21	397
	N45	258	118	+24	400
<b>S80</b>	N15	329	118	+18	465
	N30	329	118	+24	471
	N45	329	118	+25	472
<b>S100</b>	N15	400	118	+22	540
	N30	400	118	+24	542
	N45	400	118	+25	543

Orta ve ark. (1997) tarafından Tekirdağ koşullarında mısır bitkisine toplam 306 – 285 mm su uygulanmış, ETc 599 – 573 mm olarak belirlenmiştir. Gündüz ve Beyazgül (1998) 586 mm sulama suyu için mevsimlik ETc değerini 761 mm olarak tespit etmişlerdir. Köksal ve Kanber (1998) Çukurova’da mısırın mevsimlik ETc değerini 631 - 723 mm; Sezgin ve ark. (1998) Aşağı Büyük Menderes Havzası koşullarında 556,2 – 931,4 mm; Kırnak ve ark. (2003) Harran Ovası koşullarında 1320-1435 mm; Pamuk (2003) II. ürün mısır için 136 - 600 mm olarak raporlamışlardır. Dağdelen ve ark. (2010) Aydın koşullarında mevsimlik ETc değerlerinin 92,3 - 695 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Uçak ve ark. (2010) Adana koşullarında mevsimlik ETc’yi 771,2 mm olarak raporlamış ve bitkinin özellikle tepe püskülü çıkarttığı dönemde mutlaka sulanması gerektiğini ileri sürmüştür. Çamoğlu ve ark. (2011), Çanakkale yöresinde damla sulama ile sulanan tatlı mısırdaki mevsimlik sulama suyu miktarını 381 mm ve ortalama mevsimlik ETc değerini 453 mm olarak raporlamıştır. Farklı yörelerde gerçekleştirilmiş yukarıda verilen

çalışmalarda belirlenen, bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarı sonuçları ile bu çalışmada uygulanan sulama suyu arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bunun nedeninin iklimsel özelliklerin farklılığından ya da ekilmiş ürünün çeşidinin farklılığından kaynaklandığı düşünölmektedir.

#### 4.2. Taze Koçan Verimi

Farklı sulama seviyesi ve azot dozları altında elde edilen koçan verimlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3’de, taze koçan verimi değeri de Çizelge 4.4’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama seviyesi (S) ve azot (N) dozlarının mısır koçan verimi üzerine etkisi  $P<0,01$  düzeyinde,  $S \times N$  interaksyonu ise  $P<0,05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Taze koçan verimine ilişkin varyans analizi sonuçları

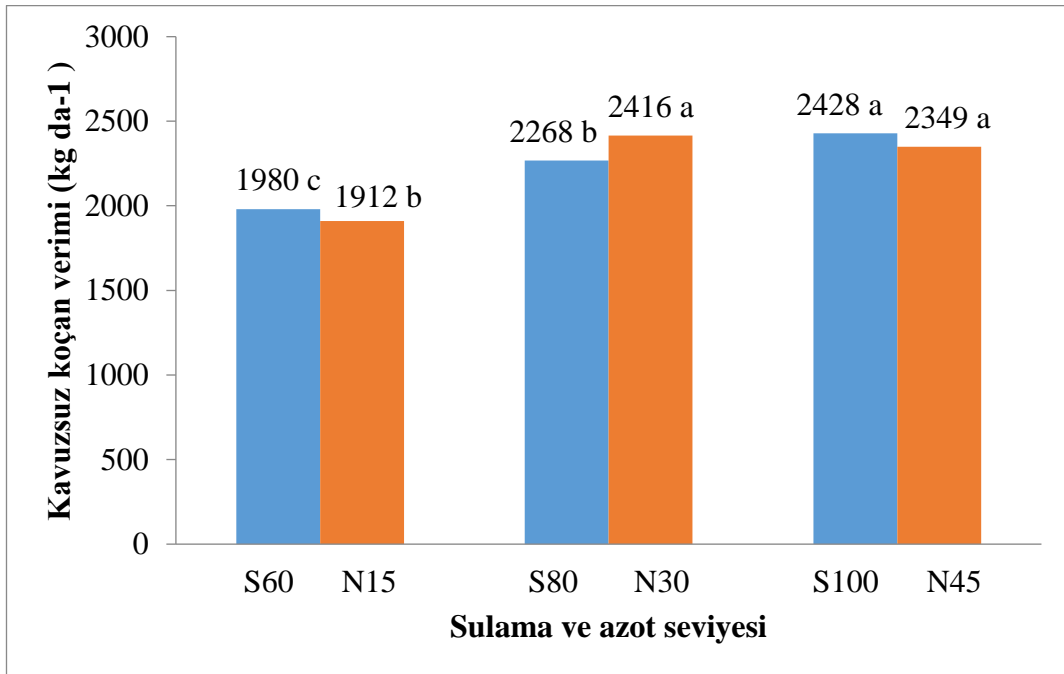
Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi (df)	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
<b>Sulama (S)</b>	926255	2	463127	79,718	,000
<b>Azot (N)</b>	1348175	2	674088	116,031	,000
<b>S × N</b>	84631	4	21158	3,642	,024
<b>Hata</b>	104572	18	5810		
<b>Toplam</b>	136179462	27			

Çizelge 4.4. Taze koçan verimi değeri (kg da<sup>-1</sup>)

Deneme konusu	Azot dozu			Ortalama
	N15	N30	N45	
<b>S60</b>	1718 e	2110 c	2114 c	1980 C
<b>S80</b>	1877 d	2566 a	2360 b	2268 B
<b>S100</b>	2141 c	2571 a	2572 a	2428 A
<b>Ortalama</b>	1912 B	2416 A	2349 A	2225

Not: Duncan’ın Çoklu Dağılım Testine göre  $P<0,05$  önem düzeyinde, küçük harfler sulama × azot interaksyonu yönüyle büyük harfler ise sulama veya azot dozu yönüyle verimdeki farklılıkları göstermektedir.

Sulama konuları incelendiğinde, en yüksek mısır koçan verimi 2428 kg da<sup>-1</sup> ile S100 konusundan elde edilirken en düşük ise 1980 kg da<sup>-1</sup> ile S60 konusundan saptanmıştır (Şekil 4.1). Azot dozları yönüyle, N30 ve N45 konularından N15 konusuna göre daha yüksek verim elde edilmiş ve N30 ile N45 dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. Bu sonuç, çevresel ve ekonomik dengeler dikkate alındığında 30 kg da<sup>-1</sup> N uygulamasının daha uygun olduğunu göstermektedir. S × N interaksiyonu yönüyle en yüksek mısır koçan verimleri S80 × N30, S100 × N30 ve S100 × N45 uygulamalarından elde edilmiştir. Bu uygulamalar altında elde edilen verim değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonuç, özellikle sulama suyunun kıt olduğu bölgelerde, S100 sulama konusuna kıyasla yaklaşık olarak %20 oranında bir su tasarrufu elde ederek S80 sulama konusunun altında 30 kg da<sup>-1</sup> N uygulaması ile en yüksek koçan verimi elde edilebileceğini göstermektedir. Diğer taraftan, en düşük koçan verimi ise S60 × N15 interaksiyonundan saptanmıştır. Bu sonuç, şeker mısırı bitkisinin sulama suyu ve azot seviyelerine duyarlı olduğunu, bitki kök bölgesinde depolanan sulama suyu ve azot seviyesi azaldıkça tane koçan verimlerinin de azalacağını göstermektedir.



**Şekil 4.1.** Farklı sulama ve azot seviyeleri altında kavuzsuz koçan verimi değerleri

Öktem ve ark. (2002), yarı kurak bir bölgede damla sulamayla sulanan şeker mısırda en yüksek taze koçan veriminin, sulama aralığının iki gün ve sulama suyu miktarının ise A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın tamamının uygulandığı konudan alındığını bildirmiştir. Vural ve Dağdelen (2008) tarafından 2006 yılında Aydın bölgesinde yapılan çalışmada; en yüksek verimi tam sulama suyu uygulamasından, en düşük verimleri susuz konulardan elde etmişlerdir. İncik (2019) tarafından 2015 yılında Şanlıurfa koşullarında yürütülen çalışmada en yüksek azot dozunun 20 kg da<sup>-1</sup> ve sulama suyunun %100'ünün uygulandığı konulardan elde edilmiştir. En düşük verim ise azot dozunun 10 kg da<sup>-1</sup> ve sulama suyunun %50'sinin karşılandığı konulardan elde edilmiştir. Özkan (2007), en yüksek verimi N25 azot dozunda en düşük verime ise N0 azot dozunda raporlamıştır. Farklı yörelerde gerçekleştirilmiş yukarıda verilen çalışmalarda belirlenen sonuçlar ile bu çalışmada uygulanan sonuçlar arasında benzerlikler olduğu gibi farklılıklar da bulunmaktadır. Bunun nedeninin iklimsel özelliklerin farklılığından ya da ekilmiş ürünün çeşidinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 4.3. Toprak Üstü Kuru Madde Verimi

Farklı sulama seviyesi ve azot dozları altında elde edilen toprak üstü kuru madde verimine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'de, toprak üstü kuru madde verimi değerleri ise Çizelge 4.6'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama seviyesi (S) ve azot (N) dozlarının toprak üstü kuru madde verime üzerine etkisi  $P < 0,01$  düzeyinde,  $S \times N$  etkisi ise  $P < 0,05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur.

**Çizelge 4.5.** Toprak üstü kuru madde verimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi (df)	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
<b>Sulama (S)</b>	205806	2	102903,083	92,484	,000
<b>Azot (N)</b>	297932	2	148966,090	133,883	,000
<b>S × N</b>	16576	4	4144,007	3,724	,022
<b>Hata</b>	20027	18	1112,660		
<b>Toplam</b>	30380336	27			

**Çizelge 4.6.** Toprak üstü kuru madde verimi değerleri (kg da<sup>-1</sup>)

<b>Deneme konusu</b>	<b>Azot dozu</b>			<b>Ortalama</b>
	<b>N15</b>	<b>N30</b>	<b>N45</b>	
<b>S60</b>	810,7 e	1002,3 c	997,7 c	936,9 C
<b>S80</b>	885,7 d	1204,8 a	1114,1 b	1068,2 B
<b>S100</b>	1014,9 c	1213,9 a	1217,3 a	1148,7 A
<b>Ortalama</b>	903,8 B	1140,3 A	1109,7 A	1051,3

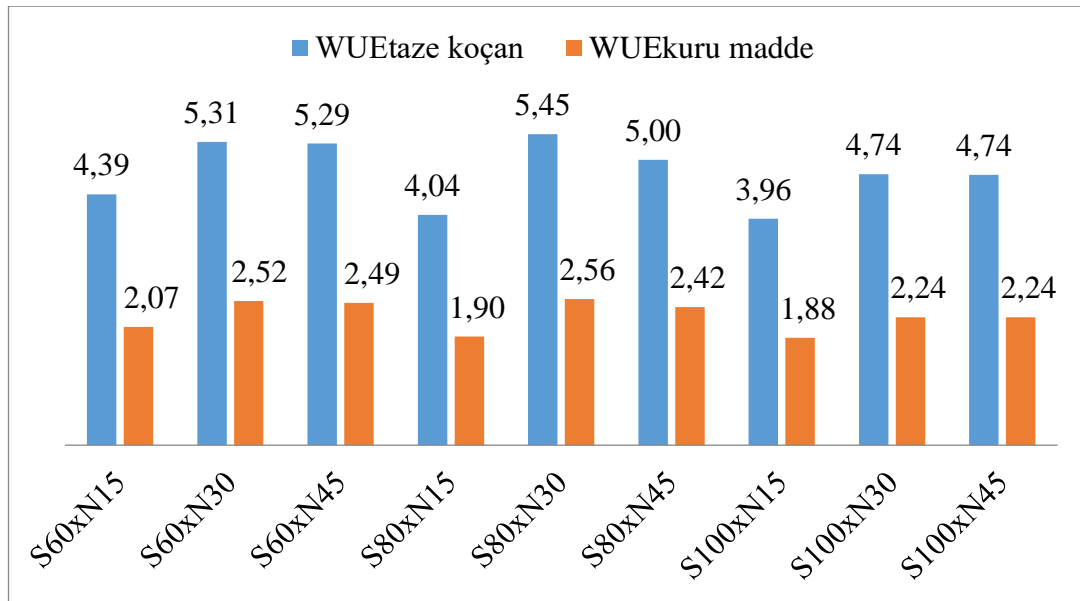
Not: Duncan'ın Çoklu Dağılım Testine göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde, küçük harfler sulama  $\times$  azot interaksiyonu yönüyle büyük harfler ise sulama veya azot dozu yönüyle toprak üstü kuru madde verimindeki farklılıkları göstermektedir.

Sulama konuları incelendiğinde, en yüksek toprak üstü kuru madde verimi 1148,7 kg da<sup>-1</sup> ile S100 konusundan elde edilirken en düşük ise 936,9 kg da<sup>-1</sup> ile S60 konusundan saptanmıştır. Azot dozları yönüyle, N30 ve N45 konularından N15 konusuna göre daha yüksek verim elde edilmiş ve N30 ile N45 dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. Bu sonuç, çevresel ve ekonomik dengeler dikkate alındığında 30 kg da<sup>-1</sup> N uygulamasının daha uygun olduğunu göstermektedir. S  $\times$  N interaksiyonu yönüyle en yüksek toprak üstü kuru madde verimleri S80  $\times$  N30, S100  $\times$  N30 ve S100  $\times$  N45 uygulamalarından elde edilmiştir. Bu uygulamalar altında elde edilen verim değerleri arasında önemli bir farklılık yoktur. Bu sonuç, özellikle sulama suyunun kıt olduğu bölgelerde, S100 sulama konusuna kıyasla yaklaşık olarak %20 oranında bir su tasarrufu elde ederek S80 sulama konusunun altında 30 kg da<sup>-1</sup> N uygulaması ile en yüksek toprak üstü kuru madde verimi elde edilebileceğini göstermektedir. Diğer taraftan, en düşük koçan verimi ise S60  $\times$  N15 interaksiyonundan saptanmıştır.

Kırnak ve ark (2003) tarafından Harran Ovası şartlarında 1999 ve 2000 yıllarında yapılan çalışmada en yüksek toplam kuru madde miktarı, her iki yılda da sulama suyunun en fazla uygulandığı uygulamada sırasıyla 1141,85 ve 1255,45 kg da<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. En az kuru madde miktarı ise iki yılda da en az sulama yapılan deneme konusunda 889,78 ve 1005,89 kg da<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada elde edilen toprak üstü kuru madde verimi değerleri ile Kırnak ve ark. (2003) tarafından bildirilen değerler arasında paralellik bulunmaktadır.

#### 4.4. Su Kullanım Etkinliği ve Sulama Suyu Kullanım Etkinliği

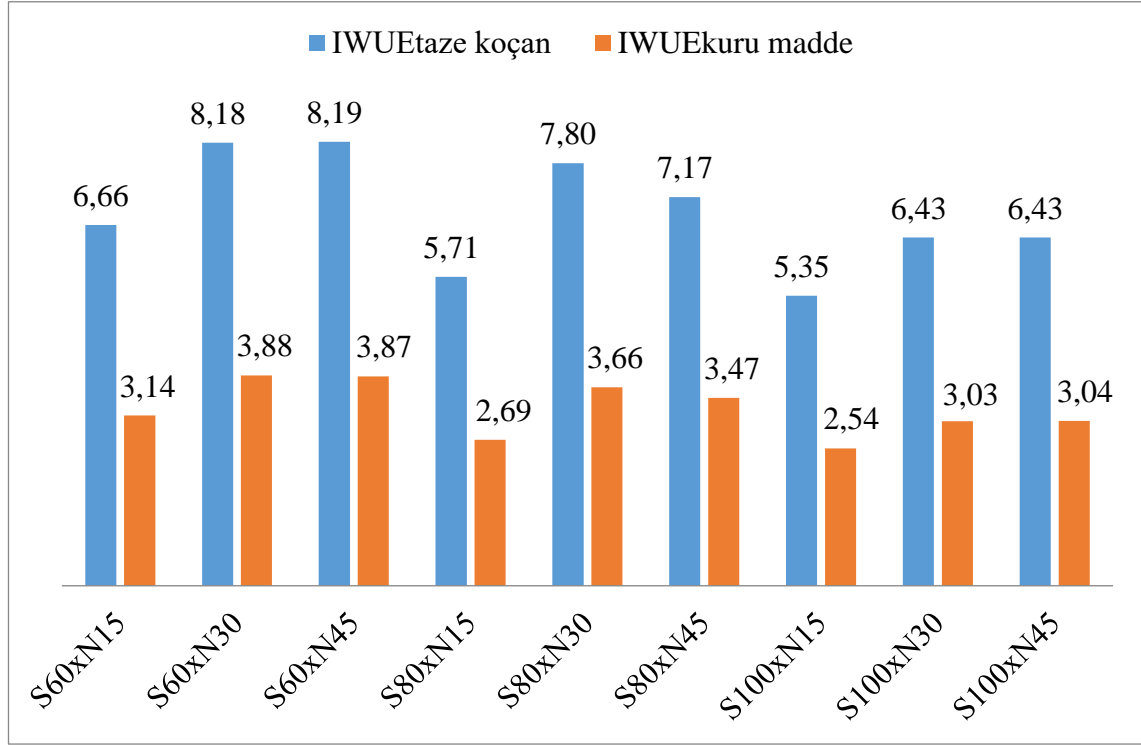
Farklı sulama seviyeleri ve azot dozları altında yetiştirilen şeker mısır bitkisinin birim su tüketimine (mm) karşılık elde edilen taze koçan verimi ve toprak üstü kuru madde verimlerinin ( $\text{kg da}^{-1}$ ) bir göstergesi olan su kullanım etkinliği ( $\text{kg m}^{-3}$ ) değerleri Şekil 4.2’de verilmiştir. Taze koçan verimi için en yüksek WUE  $5,45 \text{ kg m}^{-3}$  ile  $S80 \times N30$  interaksyonundan elde edilmiş onu sırasıyla  $S60 \times N30$ ,  $S60 \times N45$  ve  $S80 \times N45$  interaksyonlarından elde edilen değerler izlemiştir. En küçük  $\text{WUE}_{\text{taze-koçan}}$  değeri ise  $S100 \times N15$  uygulamasından elde edilmiştir. Bu sonuç, suyun etkin kullanımının önemli olduğu yerlerde, A sınıfı buharlaşma kabından 7 gün arayla buharlaşan miktarın %80’inin sulama suyu olarak uygulanması ve  $30 \text{ kg da}^{-1}$  N verilmesinin taze koçan verimi açısından en üretken uygulamalar olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar, toprak üstü kuru madde verimi için hesaplanan WUE değerlerinde de gözlenmiştir. En yüksek  $\text{WUE}_{\text{kuru-madde}}$  değeri ( $2,56 \text{ kg da}^{-1}$ )  $S80 \times N30$  uygulamasından saptanırken en düşük ise  $S100 \times N15$  interaksyonunda bulunmuştur. Her sulama konusu altında azot dozları içinde N30 diğer azot dozlarından daha yüksek WUE değerleri vermiştir.



Şekil 4.2. Su kullanım etkinliği (WUE) değerleri ( $\text{kg m}^{-3}$ )

Sulama suyu kullanım etkinliği sonuçları Şekil 4.3’de verilmiştir. Genel olarak sulama suyu miktarındaki artışla hem taze koçan verimi hem de toprak üstü kuru madde verimi için hesaplanan WUE değerlerinde bir azalma olmuştur. En yüksek IWUE değerleri her

iki verim parametresinde de S60 sulama konusu altında N30 ve N45 azot dozlarında elde edilirken en düşük ise S100 sulama konusu altında N15 azot dozunda belirlenmiştir. Genel olarak N30 ve N45 azot uygulamalarından N15'e göre daha yüksek IWUE değerleri saptanmıştır.



**Şekil 4.3.** Sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE) değerleri

Kırnak ve ark (2003) tarafından 1999-2000 yıllarında Harran Ovasında yürütülen çalışmada denemenin her iki yılında da en yüksek WUE %40 sulama konusunda bulunmuştur. En küçük değerler ise denemenin her iki yılında da %0 sulama uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek IWUE, her iki yılda da %80 sulama konusunda saptanmıştır. Bu sonuçlar, yürütülen bu çalışmadaki sonuçlara benzerlik göstermektedir. Ertek ve Kara (2013), Isparta koşullarında şeker mısırı üzerinde yürüttükleri çalışmada, IWUE değerlerinin bitki su tüketimindeki azalmayla birlikte artış gösterdiğini, en yüksek WUE değerlerinin ise yıllara göre farklılık gösterdiğini ve deneme yıllarına göre tam sulamanın %55 ve %70'i düzeyinde su uygulanan konulardan elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, suyun kıt olduğu yerlerde birim su başına en yüksek verim elde etmek için bu oranların önerilebileceğini belirtmişlerdir. Mengiste (2009) tarafından



Etiyopya’da yapılan çalışmada, 1,78 kg m<sup>-3</sup> değeri ile %25 kısıntı uygulanan konuda IWUE değeri en yüksek olarak bulunmuştur. Yukarıda belirtilen araştırmacıların raporladığı ve bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre, genelde sulama suyu seviyesindeki kısıtlamalar su kullanım etkinliğini artırmaktadır.

#### 4.5.Tek Koçan Ağırlığı

Farklı sulama seviyesi ve azot dozları altında elde edilen tek koçan ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de, tek koçan ağırlığı değerleri ise Çizelge 4.8’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama seviyesi (S) ve azot (N) dozlarının tek koçan ağırlığı üzerine etkisi P<0,01 düzeyinde, S × N interaksyonu ise P<0,05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.7.** Tek koçan ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi (df)	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
<b>Sulama (S)</b>	12094	2	6047,285	79,706	,000
<b>Azot (N)</b>	17624	2	8811,984	116,146	,000
<b>S × N</b>	1101	4	275,241	3,628	,025
<b>Hata</b>	1366	18	75,870		
<b>Toplam</b>	1778743	27			

**Çizelge 4.8.** Tek koçan ağırlığı değerleri (g)

Deneme konusu	Azot dozu			Ortalama
	N15	N30	N45	
<b>S60</b>	196,3 e	241,2 c	241,6 c	226,3 C
<b>S80</b>	214,5 d	293,2 b	269,8 b	259,2 B
<b>S100</b>	244,7 c	293,9 a	293,9 a	277,5 A
<b>Ortalama</b>	218,4 B	276,1 A	268,4 A	254,3

Not: Duncan’ın Çoklu Dağılım Testine göre P<0,05 önem düzeyinde, küçük harfler sulama × azot interaksyonu yönüyle büyük harfler ise sulama veya azot dozu yönüyle tek koçan ağırlığındaki farklılıkları göstermektedir.

Sulama konuları incelendiğinde, en yüksek tek koçan ağırlığı değerleri 277,5 g ile S100 konusundan elde edilirken en düşük ise 226,3 g ile S60 konusundan saptanmıştır. Azot dozları yönüyle, N30 ve N45 konularından N15 konusuna göre daha yüksek verim elde edilmiş ve N30 ile N45 dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. S × N interaksiyonu yönüyle en yüksek tek koçan ağırlığı değerleri S100 × N30 ve S100 × N45 uygulamalarından elde edilmiştir. Bu uygulamalar altında elde edilen verim değerleri arasında önemli bir farklılık yoktur. Diğer taraftan, en düşük tek koçan ağırlığı değerleri ise S60 × N15 interaksiyonundan saptanmıştır. Bu sonuç, şeker mısırı bitkisinin sulama suyu değerine duyarlı olduğu, bitki kök bölgesinde depolanan sulama suyundaki kısıntı düzeyi arttıkça tek koçan ağırlığı değerlerinin de azalacağını göstermektedir.

Can ve Akman (2014) tarafından Uşak koşullarında yapılan çalışmada uygulanan farklı azot düzeylerinin, tek koçan ağırlığı üzerindeki etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur. Koçan ağırlığı 21 kg da<sup>-1</sup> N düzeyinde 283,0 g değerinde, kontrol uygulamasında (%0 azot düzeyi) ise 233,3 g olarak tespit edilmiştir. Farklı azot seviyelerinin tek koçan ağırlığına etkisini araştıran Saruhan ve Şireli (2005) azot dozu arttığında tek koçan ağırlığının da arttığını tespit etmişlerdir. İncik (2019) tarafından Harran Ovası koşullarında yapılan araştırmada, ortalama koçan ağırlığının 67-115 g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Koçan ağırlığının en yüksek değeri 20 kg da<sup>-1</sup> N ve sulama suyunun %100'nün kullanıldığı uygulamada 115 g olarak elde edildiği tespit edilirken, ortalama koçan ağırlığının en düşük değerinin ise azotlu gübrenin 10 kg da<sup>-1</sup> N ve sulama suyunun %50'sinin kullanıldığı konuda 67 g olarak elde edilmiştir.

#### **4.6. Koçan Boyu**

Farklı sulama seviyesi ve azot dozları altında elde edilen koçan boyu değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9'da, koçan boyu değerleri ise Çizelge 4.10'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama seviyesi (S) ve azot (N) dozlarının ve bu iki faktörün interaksiyonlarının mısır koçan boyu üzerine etkisi, P<0,01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.9.** Koçan boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları

<b>Kaynak</b>	<b>Kareler toplamı</b>	<b>Serbestlik derecesi (df)</b>	<b>Kareler ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>Önem (P)</b>
<b>Sulama (S)</b>	8,429	2	4,214	15,717	,000
<b>Azot (N)</b>	3,842	2	1,921	7,164	,005
<b>S × N</b>	8,789	4	2,197	8,194	,001
<b>Hata</b>	4,827	18	0,268		
<b>Toplam</b>	12378	27			

**Çizelge 4.10.** Koçan boyu değerleri (cm)

<b>Deneme konusu</b>	<b>Azot dozu</b>			
<b>Sulama seviyesi</b>	<b>N15</b>	<b>N30</b>	<b>N45</b>	<b>Ortalama</b>
<b>S60</b>	19,4 b	20,2 b	22,2 a	20,6 B
<b>S80</b>	21,8 a	22,1 a	21,6 a	21,8 A
<b>S100</b>	21,6 a	22,0 a	21,7 a	21,7 A
<b>Ortalama</b>	20,9 B	21,4 AB	21,8 A	21,4

Not: Duncan'ın Çoklu Dağılım Testine göre  $P < 0.05$  önem düzeyinde, küçük harfler sulama × azot interaksiyonu yönüyle büyük harfler ise sulama veya azot dozu yönüyle koçan boyundaki farklılıkları göstermektedir.

Sulama konuları incelendiğinde, en yüksek koçan boyu değerleri S80 ve S100 konularından elde edilirken en düşük ise S60 konusundan saptanmıştır. Azot dozları yönüyle, N30 ve N45 konularından elde edilen koçan boyu değerleri N15 dozuna kıyasla daha yüksek bulunmuştur. S × N interaksiyonu yönüyle en düşük koçan boyu değerleri, S60 × N15 ve S60 × N30 uygulamalarından elde edilirken diğer interaksiyonlardan daha yüksek koçan boyu elde edilmiş ve istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Vural ve Dağdelen (2008) tarafından 2006 yılında ve Aydın koşullarında yapılan çalışmada sulama düzeylerinin koçan boyu parametresini etkilediği su kısıdının artması ile koçan boyunun azaldığı saptanmıştır. Pamuk (2003) tarafından yapılan çalışma da bu çalışmaya benzerlik göstererek koçan boyunu 13,7-20,0 cm arasında değiştiği belirtilmiştir. Ertek ve Kara (2013), Lumina F1 şeker mısırında 12,8 ile 18,8 cm arasında

koçan boyu ortalamaları elde edildiğini ve sulama miktarındaki azalma ile koçan boylarının da azaldığını raporlamıştır. İncik (2019) tarafından Harran Ovası koşullarında yapılan çalışmada, cin mısırının ortalama koçan uzunluğu 14,33-19,33 cm arasında saptanmıştır. Koçan uzunluğunun en yüksek değeri 15 kg da<sup>-1</sup> N dozunda ve sulama suyunun %100 uygulandığı konuda 19,33 cm değerinde elde edilirken, en küçük değeri en düşük 10 kg da<sup>-1</sup> N dozunda ve sulama suyunun %125'in uygulandığı konuda 14,33 cm olarak tespit edilmiştir. Özcan (2010) tarafından yapılan çalışmada farklı su seviyelerinin bitki koçan uzunluğuna olan etkisinin önemsiz olduğu, Saruhan ve Şireli (2005) tarafından yürütülen çalışmada da azot dozlarının koçan boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur. Yukarıda belirtilen araştırmacıların bulgularıyla bu çalışmadan elde edilen bulgular arasında benzerlik bulunmaktadır.

#### 4.7. Koçan Çapı

Farklı sulama seviyesi ve azot dozları altında elde edilen koçan çapı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11'de, koçan çapı değerleri ise Çizelge 4.12'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama seviyesi (S) mısır koçan çapı üzerine etkisi  $P < 0,01$  düzeyinde ve azot (N) dozlarının mısır koçan çapı üzerine etkisi  $P < 0,05$  düzeyinde önemli, diğer taraftan  $S \times N$  interaksiyonun ise  $P < 0,05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur.

**Çizelge 4.11.** Koçan çapına ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi (df)	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
<b>Sulama (S)</b>	30,829	2	15,414	6,319	,008
<b>Azot (N)</b>	22,842	2	11,421	4,682	,023
<b>S × N</b>	8,529	4	2,132	,874	,499
<b>Hata</b>	43,907	18	2,439		
<b>Toplam</b>	58208	27			

**Çizelge 4.12.** Koçan çapı değerleri (mm)

Deneme konusu	Azot dozu	

<b>Sulama seviyesi</b>	<b>N15</b>	<b>N30</b>	<b>N45</b>	<b>Ortalama</b>
<b>S60</b>	43,8	45,1	45,7	44,9 B
<b>S80</b>	46,4	47,8	47,3	47,2 A
<b>S100</b>	45,2	49,1	47,2	47,1 A
<b>Ortalama</b>	45,1 B	47,3 A	46,7 A	46,4

Not: Duncan'ın Çoklu Dağılım Testine göre  $P < 0.05$  önem düzeyinde, küçük harfler sulama  $\times$  azot interaksyonu yönüyle büyük harfler ise sulama veya azot dozu yönüyle koçan çapındaki farklılıkları göstermektedir.

S60 ve S80 sulama konularından elde edilen koçan çapı değerleri istatistiksel olarak S60 konusundan daha yüksek bulunmuştur. Benzer biçimde N30 ve N45 azot dozlarından ölçülen koçan çapı değerleri N15 dozuna kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek belirlenmiştir.

Vural ve Dağdelen (2008) tarafından yürütülen çalışmada koçan çapına ilişkin su düzeyleri arasında %1 düzeyinde farklılık bulunmuştur. En yüksek koçan çapı değerleri SD4 (%100) konusu oluştururken bunu SD3 (%80) ve SD2 (%60) konuları izlemiştir. En düşük değeri ise, sulama suyu uygulanmayan SD5 (%0) konusu oluşturmuştur. Can ve Akman (2014) tarafından yürütülen çalışmada koçan çapının 21 kg da<sup>-1</sup> N uygulamasında 46,9 mm, kontrol uygulamasında ise 43,0 mm olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar uygulanan azot dozundaki artışa ile beraber koçan çapında da bir kalınlaşma meydana geldiği yönünde olsa da bu artışın istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirtilmiştir. Kara (2006) tarafından Çukurova koşullarında yapılan çalışmada en kalın koçan çapı değerleri 27 kg da<sup>-1</sup> azot dozu için belirlenmiş, en ince koçan çapı değerleri ise azot verilmeyen uygulamada bulunmuştur. Bu sonuçlar, yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Ancak, koçan çapı değerleri çevresel faktörlerin yanında genetik özelliklere göre de çeşitten çeşide farklılık gösterebilmektedir.

#### **4.8. Koçanda Tane Sayısı**

Farklı sulama seviyesi ve azot dozları altında elde edilen koçanda tane sayısı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13'te, koçanda tane sayısı değerleri ise Çizelge 4.14'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama seviyesi (S) ve azot (N)

dozlarının koçanda tane sayısı üzerine etkisi  $P < 0,01$  düzeyinde önemli bulunurken  $S \times N$  interaksyonu yönüyle istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmamıştır.

**Çizelge 4.13.** Koçanda tane sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi (df)	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
Sulama (S)	12974	2	6487,274	10,862	,001
Azot (N)	19219	2	9609,369	16,089	,000
$S \times N$	4938	4	1234,475	2,067	,128
Hata	10751	18	597,260		
Toplam	11752654	27			

**Çizelge 4.14.** Koçanda tane değerleri (adet/koçan)

Deneme konusu	Azot dozu			Ortalama
	N15	N30	N45	
S60	579,7	632,8	670,2	627,6 B
S80	640,3	704,3	669,2	671,3 A
S100	642,2	701,1	685,9	676,4 A
Ortalama	620,8 B	679,4 A	675,1 A	658,4

Not: Duncan'ın Çoklu Dağılım Testine göre  $P < 0,05$  önem düzeyinde, küçük harfler sulama  $\times$  azot interaksyonu yönüyle büyük harfler ise sulama veya azot dozu yönüyle koçandaki tane sayısındaki farklılıkları göstermektedir.

Sulama konuları incelendiğinde, en yüksek koçanda tane sayısı S100 ve S80 konularından elde edilirken en düşük ise S60 konusundan saptanmıştır. Azot dozları yönüyle, N30 ve N45 konularından N15 konusuna göre daha yüksek verim elde edilmiş ve N30 ile N45 dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir.

Vural ve Dağdelen (2008) tarafından yürütülen çalışmada genel olarak konulara uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça koçanda tane sayısı değerlerinde artışlar görülmüştür. %100 sulama konusunda 483,66 adet, %0 sulama konusunda 323,66 adet olduğu saptanmıştır. Ertek ve Kara (2013), şeker mısırı için Lumina çeşidinde koçanda tane sayısı değerlerinin 390,3 ile 581,3 arasında değiştiğini, bitki su tüketimindeki artışla artış gösterdiğini bildirmiştir. Gönülal ve Soylu (2019) tarafından Konya koşullarında

yürütülen çalışmada koçanda tane sayısının azalan sulama miktarıyla birlikte azaldığı görülmektedir. %30' luk bir su kısıdından elde edilen tane sayısı değerleri her iki yılda da (671,8 ve 725,2 adet), %40 sulama uygulamasında tane sayısının en olumsuz olduğu görülmüştür. Kara (2006) tarafından Çukurova şartlarında gerçekleştirilen çalışmada, en yüksek koçanda tane sayısı; 27-36 kg da<sup>-1</sup> N dozunda saptanmış, en düşük ise azot verilmeyen konuda raporlanmıştır.

#### 4.9. Sap Çapı

Farklı sulama seviyesi ve azot dozları altında elde edilen sap çapı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'te, sap çapı değerleri ise Çizelge 4.16'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama seviyesi (S) ve azot (N) dozlarının sap çapı değerlerine etkisi P<0,01 düzeyinde önemli, S × N interaksiyonunun ise P<0,05 düzeyinde istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur.

**Çizelge 4.15.** Sap çapına ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi (df)	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
<b>Sulama (S)</b>	39,627	2	19,814	11,255	,001
<b>Azot (N)</b>	41,476	2	20,738	11,781	,001
<b>S × N</b>	2,684	4	,671	,381	,819
<b>Hata</b>	31,687	18	1,760		
<b>Toplam</b>	16435,120	27			

**Çizelge 4.16.** Sap çapı değerleri (mm)

Deneme konusu	Azot dozu			Ortalama
	N15	N30	N45	
<b>S60</b>	21,6	23,9	23,4	23,0 B
<b>S80</b>	23,0	25,3	26,2	24,8 A
<b>S100</b>	23,9	26,6	27,2	25,9 A
<b>Ortalama</b>	22,8 B	25,3 A	25,6 A	24,6

Not: Duncan'ın Çoklu Dağılım Testine göre P<0.05 önem düzeyinde, küçük harfler sulama × azot interaksiyonu yönüyle büyük harfler ise sulama veya azot dozu yönüyle sap çapındaki farklılıkları göstermektedir.

Sulama konuları incelendiğinde, en yüksek sap çapı değerleri 25,9 mm ile S100 ve 24,8 mm ile S80 konusundan elde edilirken en düşük ise 23,0 mm ile S60 konusundan saptanmıştır. Azot dozları yönüyle, N30 ve N45 konularından N15 konusuna göre daha yüksek sap çapı değerleri elde edilmiş ve N30 ile N45 dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir.

Kırnak ve ark. (2003) tarafından Harran Ovasında yapılan çalışmada sap çapı üzerinde yapılan ölçümler neticesinde en yüksek gövde çapı en az kısıntılı sulama yapılan kontrol konularında 2,90-2,95 cm arasında, en düşük gövde çapı ise en çok kısıntılı sulama yapılan konuda 2,22-2,44 cm arasında ölçülmüştür. Can ve Akman (2014) tarafından yapılan çalışmada sap çapı 21 kg da<sup>-1</sup> N uygulamasında 14,1 mm, kontrol uygulamasında ise 13,4 mm olarak tespit edilerek azot dozlarının sap çapı üzerine bir etkisi olmadığı bulunmuştur.

#### 4.10. Yaprak Sayısı

Farklı sulama seviyesi ve azot dozları altında elde edilen yaprak sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17’de, yaprak sayısı değerleri ise Çizelge 4.18’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, azot (N) dozlarının yaprak sayısı üzerine etkisi  $P < 0,01$  düzeyinde önemli bulunurken azot (N) dozları ve  $S \times N$  interaksiyonunun etkisi ise  $P < 0,05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur.

**Çizelge 4.17.** Yaprak sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi (df)	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
Sulama (S)	,632	2	,316	1,537	,242
Azot (N)	4,1	2	2,029	9,872	,001
$S \times N$	,695	4	,174	,845	,515
Hata	3,7	18	,206		
Toplam	1987,1	27			



**Çizelge 4.18.** Yaprak sayısı değerleri (adet / bitki)

Deneme konusu	Azot dozu			Ortalama
	N15	N30	N45	
Sulama seviyesi				
S60	7,5	8,7	8,9	8,3
S80	8,3	8,9	8,9	8,7
S100	8,2	8,9	8,8	8,6
Ortalama	8,0 B	8,8 A	8,8 A	8,6

Not: Duncan'ın Çoklu Dağılım Testine göre  $P < 0.05$  önem düzeyinde, küçük harfler sulama  $\times$  azot interaksiyonu yönüyle büyük harfler ise sulama veya azot dozu yönüyle yaprak sayısı değerlerindeki farklılıkları göstermektedir.

Sulama konularına göre yaprak sayısı değerleri 8,3 ile 8,6 arasında değişmiştir. Azot dozları yönüyle, N30 ve N45 konularından N15 konusuna göre daha yüksek yaprak sayısı (8,8 adet/bitki) değerleri elde edilmiş ve N30 ile N45 dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. Diğer taraftan, istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte en düşük yaprak sayısı ise S60  $\times$  N15 interaksiyonundan 7,5 adet/bitki olarak saptanmıştır. Bu sonuç, şeker mısırı bitkisinin yapsak sayısının sulama suyuna bağımlı olmadığını, sulama suyundaki kısıntı düzeyi artıka değerlerin önemli düzeyde değişmeyeceğini ve azot dozuna az da olsa duyarlı olduğunu düşük azot dozlarında daha az yaprak oluşturacağını, ancak azot dozundaki yüksek artışların bu sonucu değiştirmeyeceğini göstermektedir.

Vural ve Dağdelen (2008) tarafından Aydın koşullarında yürütülen çalışmada en yüksek yaprak sayısının %100 sulama suyu uygulanan konusunda, en düşük yaprak sayısının ise %0 konusunda olduğu belirtilmiştir.

#### **4.11. İlk Koçan Yüksekliği**

Farklı sulama seviyesi ve azot dozları altında elde edilen ilk koçan yüksekliği değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19'da, ilk koçan yüksekliği değerleri ise Çizelge 4.20'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama seviyesi (S) ve azot (N) dozlarının, ayrıca S  $\times$  N interaksiyonunun ilk koçan yüksekliği üzerine etkisi  $P < 0,01$  düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.19.** İlk koçan yüksekliğine ilişkin varyans analizi sonuçları

<b>Kaynak</b>	<b>Kareler toplamı</b>	<b>Serbestlik derecesi (df)</b>	<b>Kareler ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>Önem (P)</b>
<b>Sulama (S)</b>	118	2	59,049	16,682	,000
<b>Azot (N)</b>	341	2	170,583	48,192	,000
<b>S × N</b>	74	4	18,496	5,225	,006
<b>Hata</b>	64	18	3,540		
<b>Toplam</b>	76387	27			

**Çizelge 4.20.** İlk koçan yüksekliği değerleri (cm)

<b>Deneme konusu</b>	<b>Azot dozu</b>			<b>Ortalama</b>
	<b>N15</b>	<b>N30</b>	<b>N45</b>	
<b>S60</b>	44,7 d	52,9 c	53,7 c	50,4 C
<b>S80</b>	46,0 d	54,4 c	58,4 a	52,9 B
<b>S100</b>	53,8 c	55,0 bc	57,9 ab	55,6 A
<b>Ortalama</b>	48,2 C	54,100 B	56,7 A	53,0

Not: Duncan'ın Çoklu Dağılım Testine göre  $P < 0.05$  önem düzeyinde, küçük harfler sulama × azot interaksiyonu yönüyle büyük harfler ise sulama veya azot dozu yönüyle ilk koçan yüksekliğindeki farklılıkları göstermektedir.

Sulama konuları incelendiğinde, en yüksek ilk koçan yüksekliği değerleri 55,6 cm ile S100 konusundan elde edilirken en düşük ise 50,4 cm ile S60 konusundan saptanmıştır. Azot dozları yönüyle, en yüksek ilk koçan yüksekliği N45 dozundan elde edilirken onu sırasıyla N30 ve N15 konuları izlemiştir. S × N interaksiyonu yönüyle en yüksek ilk koçan yüksekliği değerleri S80 × N45 ve S100 × N45 uygulamalarından elde edilmiştir. Diğer taraftan, en düşük ilk koçan yüksekliği ise S60 × N15 ve S80 × N15 interaksiyonundan saptanmıştır. Bu sonuç, şeker mısırı bitkisinin sulama suyu ve azot seviyelerine duyarlı olduğunu, bitki kök bölgesinde depolanan sulama suyundaki kısıntı düzeyi arttıkça ve azot seviyesi azaldıkça ilk koçan yüksekliği değerinin azalacağını göstermektedir.

Turgut (2000), Bursa koşullarında gerçekleştirilen çalışmada farklı azot düzeylerinin koçan yüksekliğini etkilediğini ve buna bağlı olarak azot dozları arttıkça ilk koçan yüksekliği değerlerinin arttığını belirtmiştir. İncik (2019) tarafından yapılan çalışmada ilk

koçan yüksekliğinin sulama suyunun artması ile artığı gözlenmiştir. Çakır (2004) tarafından yapılan çalışma sonucunda bitki üzerinde vejetatif dönem süresince gerçekleştirilen sulama kısıntısının bitki boylarında azalmaya sebep olduğu belirtilmiştir.

#### 4.12. Bitki Boyu

Farklı sulama seviyesi ve azot dozları altında elde edilen bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de, bitki boyu değerleri ise Çizelge 4.22’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, sulama seviyesi (S) ve azot (N) dozlarının bitki boyu üzerine etkisi  $P<0,01$  düzeyinde önemli,  $S \times N$  interaksyonunun ise  $P<0,05$  düzeyinde istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur.

**Çizelge 4.21.** Bitki boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi (df)	Kareler ortalaması	F	Önem (P)
Sulama (S)	970	2	484,973	19,935	,000
Azot (N)	1591	2	795,738	32,710	,000
$S \times N$	98	4	24,391	1,003	,432
Hata	438	18	24,327		
<b>Toplam</b>	949280	27			

**Çizelge 4.22.** Bitki boyu değerleri (cm)

Deneme konusu	Azot dozu			Ortalama
	N15	N30	N45	
S60	165,8	187,7	184,3	179,2 C
S80	179,9	196,7	189,3	188,6 B
S100	183,9	198,5	198,7	193,7 A
<b>Ortalama</b>	176,5 B	194,3 A	190,8 A	187,2

Not: Duncan’ın Çoklu Dağılım Testine göre  $P<0,05$  önem düzeyinde, küçük harfler sulama  $\times$  azot interaksyonu yönüyle büyük harfler ise sulama veya azot dozu yönüyle bitki boyundaki farklılıkları göstermektedir.

Sulama konuları incelendiğinde, en yüksek bitki boyu değeri 193,7 cm ile S100 konusundan elde edilirken en düşük ise 179,2 cm ile S60 konusundan saptanmıştır. Azot dozları yönüyle, N30 ve N45 konularından N15 konusuna göre daha yüksek verim elde edilmiş ve N30 ile N45 dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. Bu sonuç, şeker mısırı bitkisinin sulama suyu ve azot seviyelerine duyarlı olduğunu, bitki kök bölgesinde depolanan sulama suyundaki kısıntı düzeyi artıkça ve azot seviyesi azaldıkça bitki boyu değerlerinin de azalacağını göstermektedir. Turgut (2000), Bursa koşullarında gerçekleştirilen çalışmada farklı azot düzeylerinin 20 kg da<sup>-1</sup> dozuna kadar bitki boyunun arttığı daha sonra da azaldığını belirlemiştir. İncik (2019) tarafından yapılan çalışmada en yüksek bitki boyu azot değeri 20 kg da<sup>-1</sup> azot dozunda ve sulama suyunun %125 olduğu konuda elde edilmiştir. En düşük bitki boyu ise 10 kg da<sup>-1</sup> ve kısıntılı sulama uygulanan konuda olduğu gözlenmiştir. Vural ve Dağdelen (2008) tarafından yapılan çalışmada su düzeyleri açısından sonuçlar irdelendiğinde, en uzun bitkiler tam sulama (%100) konusundan, en kısa ise tam sulamanın %40'ı düzeyinde sulama yapılan konudan saptandığı bildirilmiştir. Can ve Akman (2014) tarafından 2013 yılında Uşak şartlarında yürütülen çalışmada en uzun bitki boyu 14 ve 21 kg da<sup>-1</sup> N, en kısa ise 7 kg da<sup>-1</sup> N dozu uygulamasından elde edildiği raporlanmıştır. Kırnak ve ark. (2003) uyguladıkları sulama suyu miktarının artması ile bitki boyunda artış olduğunu saptamışlardır.

## 5. SONUÇ

Yarı nemli iklim bölgesinde yer alan Bursa koşullarında yetiştirilen Challenger F1 şeker mısıru çeşidinde, farklı sulama ve azot seviyelerinin taze koçan verimi ile verim ögeleri üzerine etkisi araştırılmış olup, en uygun dozlar belirlenmiştir. Damla sulama yöntemi altında gerçekleştirilmiş bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde, tarla koşullarında, 2018 yılında yapılmış olup sonuçları ve buna bağlı önerileri aşağıda özetlenmiştir.

Çalışmada, deneme süreci boyunca uygulanan sulama suyu miktarı 258 mm ve 400 mm arasında değişim göstermiştir. Araştırmadaki deneme konularına göre mevsimlik bitki su tüketim değerleri ise 391 mm ve 543 mm arasında belirlenmiştir. Şeker mısırının taze koçan verimi için WUE değerleri 3,96 kg m<sup>-3</sup> ile 5,45 kg m<sup>-3</sup> arasında elde edilirken, toprak üstü kuru madde verimi için WUE değerleri 1,88 kg m<sup>-3</sup> ile 2,56 kg m<sup>-3</sup> arasında saptanmıştır. Taze koçan verimi için en yüksek WUE değeri S80 × N30 interaksiyonundan, en düşük ise S100 × N15 interaksiyonundan elde edilmiştir. Sulama IWUE taze koçan verimi için 5,35 kg m<sup>-3</sup> ile 8,19 kg m<sup>-3</sup> aralığında, toprak üstü kuru madde verimi için 2,54 kg m<sup>-3</sup> ile 3,88 kg m<sup>-3</sup> aralığında bulunmuştur. Her iki parametre için en yüksek IWUE değerleri ise S60 sulama konusunda ve N30 ile N45 azot dozlarından elde edilmiştir. En düşük IWUE değerleri S100 sulama konusunun N15 azot dozundan elde edilmiştir.

Taze koçan verimi, sulama ve azot düzeylerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmiş ve en yüksek mısır koçan verimi S80 x N30, S100 x N30 ve S100 x N45 interaksiyonlarından saptanmıştır. Bu uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığından, ekonomik ve çevresel koşullar dikkate alındığında, A sınıfı kaptan buharlaşan suyun %80'inin referans olarak alındığı sulama programı ile dekara 30 kg N dozu uygulaması, Bursa ve çevresi için şeker mısır yetiştiriciliğinde önerilebilir. Nitekim bu uygulamalar altında WUE maksimum değerine ulaşmaktadır.

Yapılan çalışmada deneme konularının koçan verimi, tek koçan ağırlığı, koçan boyu, ilk koçan yüksekliği ve toprak üstü kuru madde verimi üzerindeki sulama seviyesi (S) ve azot (N) dozlarının etkisi P<0,01 düzeyinde, S × N interaksiyonu ise P<0,05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Koçan çapı, koçanda tane sayısı, bitki boyu, sap çapı ve yaprak sayısı ögeleri üzerinde, sulama ve N dozlarının etkisi  $P<0,01$  düzeyinde önemli bulunurken  $S \times N$  interaksiyonu yönüyle istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur.

Çalışmada uygulanan sulama suyu miktarı artıkça koçan verim değerlerinin ve tek koçan ağırlıklarının da arttığı gözlenmiştir. Kullanılan azot düzeyine göre  $15 \text{ kg da}^{-1}$  azottan  $30 \text{ kg da}^{-1}$  azota kadar verim artsa da  $45 \text{ kg da}^{-1}$  azot uygulandığında verim ve ağırlık değerlerinin önemli ölçüde değişmediği gözlemlenmiştir. Tek koçan ağırlığının uygulanan sulama suyu miktarından etkilendiği ve yeterli su uygulanmadığı zaman mısır koçanlarının yeterli iriliğe ulaşamadığından dolayı ağırlıklarının da istenilen düzeye ulaşamadığı gözlenmiştir. En yüksek tek koçan ağırlığı değeri  $277,5 \text{ g}$  ile buharlaşan suyun tamamen uygulandığı S100 konusundan elde edildiği görülmüştür.

Tarımsal üretimin devamlılığı ve kaynakların israf edilmemesi için elde edilen sonuçlara göre, şeker mısır yetiştiriciliği yapıldığında, A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan miktarın %100'ü yerine %80'inin alınarak sulama programlaması ile uygun kalitede ürün elde edileceği görülmüştür. Ayrıca, sulamayla birlikte en önemli tarımsal girdiler arasında gösterilen azot kaynaklarının da çevreyi kirletmeden ekonomik bir biçimde kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmanın sonuçları, şeker mısırı bitkisine  $30 \text{ kg da}^{-1}$  azot uygulamasının yeterli ve gerekli olduğunu göstermiştir. Ancak bu çalışmadaki ekolojik koşullar, toprak özellikleri, sulama yöntemi, sulama rejimi, gübreleme miktarı ve yöntemi ile bitki çeşidi gibi çevresel ve genetik sınırlılıklar dikkate alınmalı, farklı iklim, toprak bünyesi, çeşit ve kültürel uygulamalar altında şeker mısırı bitkisinin tepkisi belirlenmelidir. Benzer çalışmaların sayısının artmasının mısır tarımının geleceğine olumlu katkılarda bulunacağı ve yapılan bu çalışmanın hem çiftçilerimize hem de başka çalışmalara rehberlik edeceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akçin, A., Sade, B., Tamkoç, A., Topal, A. 1991.** Farklı bitki sıklıkları ve azot dozlarının TTM-813 melez mısır çeşidinin (*Zea mays* L. Indendata) tane verimi, verim unsurları ve bazı morfolojik özellikleri üzerine etkileri. S.Ü. Araştırma Fonu Proje No: ZF-89-123, Konya.
- Akdağ, M.İ., Torun, M., Sezer, İ. 1997.** Samsun ilinde uygulanabilecek alternatif tarla bitkileri ürün modelleri. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, s:517, Samsun.
- Akgün, M. 1989.** Ankara koşullarında kısa periyotlu bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akman, Z. 2015.** Şeker mısır. *Ayrıntı Dergisi*, 3(24): 44-47.
- Altun, M. 2017.** Mısırdaki farklı sulama sistemlerinin kullanımında etkili olan faktörlerin belirlenmesi ve ekonomik analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Amanullah, R.A.K., Khalil, S.K. 2009.** Plant density and nitrogen effects on maize phenology and grain yield. *Journal of Plant Nutrition*, 32(2): 246-260.
- Anonim,2020.** Challenger F1 Tatlı Mısır Tohumu. [https://www.tohumturk.com/urun/1445/challenger\\_f1\\_tatli\\_misir\\_tohumu.aspx](https://www.tohumturk.com/urun/1445/challenger_f1_tatli_misir_tohumu.aspx) (Erişim Tarihi: 17.05.2020)
- Arıcan, B., Kale, S. 2016.** Farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında değişik hidrojel dozlarının şeker mısır (*Zea mays*) verimine olan etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (1): 08-16.
- Atalık, A. 2006.** Küresel ısınmanın su kaynakları ve tarım üzerine etkileri, *Bilim ve Ütopya*, 139: 18-21.
- Avcı, K., Ersöz, İ. K. 2001.** Bafra koşullarında yetiştirilen mısırın su-verim ilişkileri. KH Samsun Araştırma Enstitüsü, Yayın, (117).
- Aydoğdu, M. H. 2020.** Çiftçilerin tarımsal sulamalarda su kullanım davranışları üzerine bir araştırma: Şanlıurfa örnekleme. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(74): 602-610.
- Ayla, Ç. 1993.** Bolu ovasında yetiştirilen mısırın su tüketimi. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 180, Rapor Serisi No: 87, Ankara.

**Bahrani, A., Pourreza, J., Madani, A., Amiri, F. 2012.** Effect of PRD irrigation method and potassium fertilizer application on corn yield and water use efficiency. *Bulgarian J. Agric. Sci*, 18, 616-625.

**Barrett, J.W.H., Skogerboe, G.V. 1978.** Effect of irrigation regime on maize yields, *Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE*, 104:179-193.

**Bayrak, F. 1979.** Bafra ovası koşullarında mısır su tüketimi. Samsun Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 15. Rapor Yayın No: 13. Samsun. 30 s.

**Bayrak, F. 1997.** Bafra ovası koşullarında ikinci ürün mısırın su tüketimi, T.C. Başbakanlık, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Samsun Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:91, Rapor Serisi No: 78.

**Biber, Ç., Kara, T. 2006.** Mısır bitkisinin bitki su tüketimi ve kısıtlı sulama uygulamaları. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21(1):140-146.

**Boutraa, T. 2010.** Improvement of water use efficiency in irrigated agriculture: A review. *Journal of Agronomy*, 9(1):1-8.

**Braunworth, J.R. W.S., Mack, H.J. 1987.** Evapotranspiration and yield comparison among soil-water balance and climate-based equations for irrigation scheduling of sweet corn. *Agronomy Journal*, 79(5): 837-841.

**Braunworth, W.S., Mack, H.J. 1987.** Evaluation of irrigation scheduling methods for sweet corn. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(2):210-215.

**Candoğan, B.N., Sincik, M., Buyukcangaz, H. 2013.** Yield, quality and crop water stress index relationships for deficit-irrigated soybean [*Glycine max (L.) Men.*] in sub-humid climatic conditions. *Agricultural Water Management*, 118:113–121.

**Can, M., Akman, Z. 2014.** Uşak ekolojik şartlarında farklı azot dozlarının şeker mısırın (*Zea mays Saccharata* Sturt) verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2): 93-101.

**Celebi, S. Z., Demir, S., Celebi, R., Durak, E. D., Yılmaz, I. H. 2010.** The effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) applications on the silage maize (*Zea mays L.*) yield in different irrigation regimes. *European Journal of Soil Biology*, 46(5): 302-305.

**Cengiz, R., Cengiz, B., Esmeray, M., Sezer, C., Akarken, N., Özbey, E. 2015.** Wa×y mısır (*Zea mays ceratina*) çeşitlerinin geliştirilmesi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi Poster Bildiri Kitabı-1: 259-261.

**Clemmens, A.J. 2002.** Measuring and improving irrigation performance at the field level. *Trans. ASAE*, 22(8): 89-96.



**Çakır, R. 2004.** Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*, 89: 1-16.

**Çamoğlu, G., Genç, L., Aşık, Ş., 2011.** Tatlı mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt) su stresinin fizyolojik ve morfolojik parametreler üzerine etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 48 (2): 141-149.

**Çarpıcı, E.B., Kuşçu, H., Karasu, A., Öz, M. 2017.** Effect of drip irrigation levels on dry matter yield and silage quality of maize (*Zea mays* L.). *Romanian Agricultural Research*, 34: 293-299.

**Çetinkol, M. 1989.** Tatlı mısır üretimi. *Hasad Aylık Tarım ve Hayvancılık Dergisi*, 4(46): 20-23.

**Dağdelen, N., Akçay, H., Sezgin, F., Ünay, A., Gürbüz, T. 2009.** Farklı sulama rejimleri altında silajlık mısırın su üretim fonksiyonlarının belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (1): 55-64.

**Dağdelen, N., Gürbüz, T. (2008).** Aydın koşullarında ikinci ürün mısırın su tüketimi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2): 67-74.

**Davarcı, B., Taş, İ. 2020.** Bursa bölgesinde kullanılan damla sulama sistemlerinin performansları. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1): 91-97.

**Demir, A.O., Göksoy, A.T., Büyükcangaz H., Turan, Z.M., Köksal, E.S. 2006.** Deficit Irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a sub-humid climate. *Irrigation Science*, 24: 279-289.

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

**Dickerson, W.G. 1996.** Home and market garden sweet corn production. [http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/\\_h/h223.html](http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/_h/h223.html). (Alıntılama tarihi: 13.12.2020).

**Durmuş, E., Çakaloğulları, U., Tatar, Ö. 2015.** Mısırın su kullanım etkinliği ile bazı fizyolojik parametrelerinin tarla koşullarında karşılaştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(3): 307-315.

**Ekberli, İ., Horuz, A., Korkmaz, A. 2005.** İklim faktörleri ve farklı azot dozlarının mısır bitkisinde verim ve azot kapsamına etkisi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(1): 12-17.

**English, M., Musick, J.T. Murty, V.V.N. 1992.** Deficit irrigation. management of irrigation systems. Edited by G.J. Hoffmann, T.A. Hawell and K.H. Solomon. ASAE Monograph Number 9, St. Joseph, Michigan, p. 629-663.

**Erdal., S., Pamukçu, M. 2005.** Tatlı mısır (*Zea mays L. var. saccharata* Sturt). *Derim*, 22(2): 41-46.

**Ertek, A., Kara, B. 2013.** Yield and quality of sweet corn under deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 129: 138-144.

**Fereres, E., Soriano, M.A. 2007.** Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58 (2): 147–159.

**Gençoğlan, C. 1996.** Mısır bitkisinin su-verim ilişkileri, kök dağılımı ile bitki su stres indeksinin belirlenmesi ve Ceres-maize bitki büyüme modelinin yöreye uyumluluğunun irdelenmesi. *Doktora Tezi*, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

**Gençoğlan, C., Yazar, A. 1999a.** Çukurova koşullarında yetiştirilen I. ürün mısır bitkisinde infrared termometre değerlerinde yararlanılarak bitki su stresi indeksi (CWSI) ve sulama zamanının belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(2): 87-95.

**Gençoğlan, C., Yazar, A. 1999b.** Kısıntılı su uygulamalarının mısır verimine ve su kullanım randımanına etkileri. *Tr. J. Agriculture and Forestry*, 23: 233-241.

**Gönülal, E, Soylu, S. 2019.** Mısır (*Zea mays L.*) bitkisinde farklı fenolojik dönemlerdeki su kısıntılarının bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4): 753-758.

**Gönülal, E, Soylu, S. 2020.** Mısır bitkisinde (*Zea mays L.*) farklı fenolojik dönemlerdeki su stresi uygulamalarının tane verimi, sulama suyu kullanım etkinliği ve maliyet üzerine etkileri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9 (1): 11-20.

**Gözübenli, H., Ülger, A. C., Şener, O. 2001.** Değişik azot dozlarının ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı mısır genotiplerinde tane verimi ve verimle ilişkili özelliklere etkisi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (2): 1-7.

**Gungula, D.T., Kling, J.G., Togun A.O. 2003.** CERES-Maize predictions of maize phenology under nitrogen-stressed conditions in Nigeria. *Agronomy Journal*, 95: 892-899.

**Gupta, M. L., Khosla, R. 2012.** Precision nitrogen management and global nitrogen use efficiency. In Proceedings of the 11th International Conference on Precision Agriculture, Indianapolis, USA.

**Gülden, K., İbrikçi, H. 2019.** Çukurova koşullarında mısır bitkisinde bitkide azot ve verim ilişkileri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 34(2), 119-125.

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

**Gündüz, M., Beyazgül, M. 1998.** Balıkesir koşullarında mısırın su-verim ilişkileri. KHGM Menemen Araştırma Ens. Müd. Yayınları, İzmir.

**İncik, H. 2019.** Farklı su düzeylerinde ve azot dozlarında cin mısır (*Zea Mays Everta Sturt*) su verim ilişkisinin saptanması. *Yüksek Lisans Tezi*, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Şanlıurfa.

**Jafarikouhini1, N., Kazemeini1, S. A., Sinclair, T. R. 2020.** Sweet corn ontogeny in response to irrigation and nitrogen fertilization. *Journal of Horticulture and Plant Research*, 10: 23-29.

**James, A.A. 1994.** Soil moisture deficits, yield and seed quality of two maize hybrids differing in drought tolerance. MS thesis (unpublished), Iowa State University, Ames, Iowa. 186 p

**Kaman, H., Kırdı, C. 2008.** Kısıntılı sulama altında mısır bitkisinin çeşit farklılığı. *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(3): 110-118.

**Khan, Z.H., Khalil, S.K., Iqbal, A., Ullah, I., Ali, M., Shah, T., Wu, W., Shah, F. 2017.** Nitrogen doses and plant density affect phenology and yield of sweet corn. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(6): 3809-3815.

**Kara, B. 2006.** Çukurova koşullarında değişik bitki sıklıkları ve farklı azot dozlarında mısırın verim ve verim özellikleri ile azot alım ve kullanım etkinliğinin belirlenmesi. *Doktora Tezi*, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Adana.

**Kırnak, H., Gençoğlu, C., Değirmenci, V. 2003.** Harran ovası koşullarında kısıntılı sulamanın II. ürün mısır verimine ve bitki gelişimine etkisi / Effect of deficit irrigation on yield and growth of second crop corn in harran plain conditions. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (2): 117-123.

**Kırtok, Y. 1998.** Mısır Üretimi ve Kullanımı. Kocaoluk Basım ve Yayınevi, İstanbul, 445s.

**Koçer, Y. 2004.** Tanelik olarak yetiştirilen melez mısır çeşitlerinde farklı bitki sıklıklarının verim ve verim unsurları üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

**Köksal, H., Kanber, R. 1998.** Çukurova koşullarında II. ürün mısır bitkisi su-verim ilişkileri. Tarım ve Orman Meteorolojisi Sempozyumu, 21-23 Ekim, İstanbul, 22-25.

**Kuşçu, H. 2010.** Bursa koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinde kısıntılı sulamanın verim ve kalite üzerine etkisi. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Bursa.

**Landon, J.R. 1984.** Booker Tropical Manual. A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics. Booker Agricultural International Ltd. UK.

- Loide, V. 2004.** About the effect of the contents and ratios of soils available Ca, K and Mg in liming of acid soil. *Agronomy Research*, 2(1): 71-82.
- Marsalis, M. A., Angadi, S. V., Contreras-Govea, F.E. 2010.** Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. *Field Crops Research*, 116(1-2): 52-57.
- Mengiste, Y. 2009.** Yield and water use efficiency of deficit- irrigated maize in a semi-arid region of Ethiopia. *Affand Online*, 9(8): 1635-1651.
- Mubarak, I. 2020.** The response of two drip-irrigated sweet corn varieties to the twin-row production system in the dry Mediterranean region. *The Open Agriculture Journal*, 14: 9-15.
- Okay D., Yazgan S. 2016.** Farklı su uygulama düzeylerinin mısır bitkisi verimi üzerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1): 1-12.
- Orta, A.H., İstanbulluoğlu, A. Albut, S. 1997.** Tekirdağ koşullarında mısırın su tüketimi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2): 38-43.
- Öktem, A., Şimşek, M., Öktem, A.G. 2002.** Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays Saccharata* Sturt) with drip irrigation system in a semi-arid region. *Water-Yield Relationships. Agricultural Water Management*, 6: 63-74.
- Özbahçe, A., GÖNÜLAL, E. 2019.** Su kısıtı koşullarında şeker mısırının verim ve kalitesine zeolit uygulamalarının bakiye etkisi. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1):46-57.
- Özcan, G. 2010.** Mısır çeşitlerinin kısıntılı su uygulamalarına tepkilerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Özkan, A., 2007.** Çukurova koşullarında değişik azot dozu uygulamalarının iki cin mısırı (*Zea mays everta* Sturt.) çeşidinde tane verimi, tarımsal özellikler ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Doktora Tezi*, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Öztürk, A., Özata, E., Erdal, Ş., Pamukçu, M. 2019.** Türkiye’de özel mısır tiplerinin kullanımı ve geleceği. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 2(1): 75-90.
- Pamuk, G. 2003.** II. Ürün mısır bitkisinin su-verim ilişkileri ve ceres-maize bitki büyüme modelinin bölge koşullarına uygunluğunun irdelenmesi üzerine bir araştırma. *Doktora Tezi*, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Pandey, R.K., Maranville J.W., Admou A. 2000a.** Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a sahelian enviroment. I. Grain Yield and Yield Components. *Agricultural Water Management*, 46 (1): 1-13.

**Paul, L. 1998.** Corn row spacing and plant population. Illinois Agronomy Report University of Illinois of Urbana-Champaign.

**Peet, M. 1996.** Sustainable Practices for Vegetable Production in The South. Focus Publishing, First Edition, ISBN-13 : 978-0941051552, 184 p.

**Pereira, L.S., Allen, R.G., Smith, M., Raes, D. 2015.** Crop evapotranspiration estimation with FAO56: Past and future. *Agricultural Water Management*, 147: 4-20.

**Poçan, M. 2008.** Farklı sulama aralıklarında sulamanın şeker pancarının verim ve kalitesi üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Konya.

**Sade, B., Çalış, M. 1993.** Erdemli ekolojik şartlarında 2. ürün olarak yetiştirilen cin mısır populasyonlarının (*Zea mays* L. Everta) verim ve verim unsurları üzerine farklı bitki sıklıklarının etkileri. *S.Ü. Ziraat Fak. Dergisi*, 3(5):46-53.

**Sakin, M.A., Azapoğlu, Ö. 2017.** Tokat-Kazova koşullarında şeker mısırın (*Zea mays saccharata* Sturt.) taze koçan ve tane verimi ile bazı verim ve kalite özelliklerine azot ve fosforun etkileri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 34(3): 47-56.

**Sarımehmetoğlu, G. 2007.** Farklı sulama uygulamaları altında mısır çeşitlerinin sulama suyu ve gübre kullanım etkinliği. *Yüksek Lisans Tezi*, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

**Saruhan, V., Şireli, H. D. 2005.** Mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde farklı azot dozları ve bitki sıklığının koçan, sap ve yaprak verimlerine etkisi üzerine bir araştırma. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2): 45-53.

**Scott, C.E. and Eldridge, A.L. 2005.** Comparison of carotenoid content in fresh, frozen and canned corn. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18: 551-559.

**Sencar, Ö., Gökmen, S., Sakin, M.A. 1997.** Şeker mısırın (*Zea mays saccharata* Sturt) agronomik özelliklerine ekim zamanı ve yetiştirme tekniklerinin etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 21: 65-71.

**Sezer, Ç. Ö., Öztekin, T., Cömert, M. M. 2017.** A sınıfı buharlaşma kabından olan anlık buharlaşma miktarının ultrasonik derinlik ölçer ile belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(1): 1-7.

**Sezgin, F., Yılmaz, E., Bozer, S. ve Dağdelen, N. 1998.** Mısır bitkisinde farklı sulama aralıklarının bitki su tüketimi ve verime etkisi. Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi, 7-11 Eylül, Aydın.

**Silva, P., Argenta, G., Fabiana, R. 1999.** Resposta de híbridos de milho irrigade a densidade de plantas em tres epocas de sementeira. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGG) Porto Alegre, Brazil.

**Singh, I., Langyan, S., Yadava, P. 2014.** Sweet corn and corn-based sweeteners. *Sugar Tech.*, 16(2): 144-149.

**Sönmez, K., Alan Ö., Kınacı, E., Kınacı, G., Kutlu, İ., Başçiftçi, Z., B., Evrenosoğlu, Y. 2013.** Bazı şeker mısır çeşitlerinin (*Zea mays saccharata Sturt*) bitki, koçan ve verim özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1): 28-40.

**Stewart, J. A. 1975.** Moisture migration during storage of preserved, high moisture grains. *Trans. ASAE*, 18: 87-393.

**Subedi, K.D., Ma, B.L. 2005.** Nitrogen uptake and partitioning in stay green and leafy maize hybrids. *Crop Science*, 45: 740-747.

**Süzer, S. 1993.** Mısır Tarımı. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne.

**Şahin, S. 2001.** Türkiye’de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1):73-90.

**Şahin, G. 2016.** Türkiye’de gübre kullanım durumu ve gübreleme konusunda yaşanan problemler. *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 22(1):19-32.

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

**Şimşek, M., Gerçek, S., Öktem, A. 2003.** Farklı Sulama Yöntemlerinin Mısır Bitkisinde Verim ve Su Tüketimine Etkisi. GAP 3. Tarım Kongresi, 173-179, 2-3 Ekim, Şanlıurfa.

**Thapa, S., Xue, Q., Marek, T. H., Xu, W., Porter, D., Jessup, K. E. 2020.** Corn production under restricted irrigation in the Texas High Plains. *Agronomy Journal*, 112(2) : 1190-1200.

**TMMOB. 2018.** TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Mısır Raporu. [https://www.zmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=30187&tipi=38](https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30187&tipi=38). Alıntı tarihi: 08.11.2020.

**TMMOB. 2020.** TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Mısır Raporu. [https://www.zmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=32780&tipi=42](https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=32780&tipi=42). Alıntı tarihi: 08.11.2020.

**TÜİK. 2017.** Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri. [https://tuikweb.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt\\_id=1001](https://tuikweb.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=1001). Alıntı tarihi: 11.11.2017.

**Toprak, R., Süheri, S., Acar B. 2009.** Kısıntılı-damla sulamanın mısır verimine ve su kullanımına etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 23(49): 74-80.

**Turgut, İ. 2000.** Bursa koşullarında yetiştirilen şeker mısırında (*Zea mays saccharata Sturt.*) bitki sıklığının ve azot dozlarının taze koçan verimi ile verim ögeleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 341-347.

**Tülücü, K. 1985.** Tarımsal sulamada kısıntılı su uygulaması, su-üretim fonksiyonu kavramı ve kaynakların en iyi kullanımı. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 9 (1): 132-142.

**Uçak, A. B., H. Değirmenci, C. Gençoğlan, K. Uçan, S. Aykanatı ve Ö.F. Karaca. 2010,** Mısır bitkisinde farklı gelişme dönemlerinde su stresinin verime etkisi. Çukurova Tarımsal Araştırma Ens. Müd. 1. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Sempozyumu 28-29 Mayıs 2010.

**Ul, M.A. 1990.** Menemen ovası koşullarında II. ürün olarak yetiştirilen mısır bitkisinin değişik gelişim aşamalarında uygulanan sulamaların verime etkisi üzerinde bir araştırma. *Doktora Tezi*, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

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

**Vural, Ç, Dağdelen, N. 2008.** Aydın koşullarında damla sulama yönetimleriyle sulanan cin mısırın sulama programının oluşturulması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (2): 105-113.

**Wang, Y., Janz, B., Engedal, T., Neergaard, A. 2017.** Effect of irrigation regimes and nitrogen rates on water use efficiency and nitrogen uptake in maize. *Agricultural Water Management*, 179: 271-276.

**Watanabe, K., Yamamoto, T., Yamada, T., Sakuratani, T., Nawarta, E., Noichana, C., Sributta A., Higuchi H. 2004.** Changes in Seasonal Evapotranspiration, Soil Water Content, and Crop Coefficients in Sugarcane, Cassava, and Maize Fields in Northeast Thailand. *Agricultural Water Management*, 67: 133-143.

**Yıldırım, O., Kodal, S., Selenay, M.F. Yıldırım, Y.E. 1995.** Kısıtlı sulamanın mısır verimine etkisi. 5. Ulusal Keltürteknik Kongresi Bildirileri, Kültürteknik Derneği, Ankara, s.347-365.

**Yıldırım, Y.E., Kodal, S. 1996.** Ankara koşullarında mısır su tüketiminin tahmininde kullanılacak yöntemler. *Tarım Bilimleri Dergisi* 2(1): 13-18.

**Yıldırım, Y.E., Kodal, S. 1998.** Ankara'nın koşullarında sulamanın mısır verimine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 65-70.

**Yolcu, R., Üzen, N., Çetin, Ö. 2016.** İkinci ürün silajlık mısırdaki maksimum net geliri sağlayan sulama ve azot fertigasyon stratejileri. *Toprak Su Dergisi*, 5(2): 59-64.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İpek Karakuş  
Doğum Yeri ve Tarihi : Adana / Ceyhan 10/05/1993  
Yabancı Dil : İngilizce

### Eğitim Durumu

Lise : 24 Kasım Anadolu Lisesi  
Lisans : B. U. Ü. Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği, 2017  
Yüksek Lisans : B. U. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü /  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, 2021

Çalıştığı Kurum/Kurumlar :

İletişim (e-posta) : ipekarakus@icloud.com

Yayımları :

**Kuşçu, H., Kurtulmuş, E., Arslan, B., Karakuş, İ., Kumraltekin, E., Uçan, İ.E., Aşık, M. 2018.** Farklı bor konsantrasyonlarının ekmeclik buğday çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 319-327.