

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HARRAN OVASI'NDA MISIR (*Zea mays* L. *indendata*) BİTKİSİ İÇİN TOPRAK
ÜSTÜ VE TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA UYGULAMALARININ
ARAŞTIRILMASI**

Aslı DEMİROK

TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2017**

Yrd. Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU danışmanlığında Aslı DEMİROK ‘un hazırladığı “ **Harran Ovası’nda Mısır (*Zea mays L. indendata*) Bitkisi İçin Toprak Üstü ve Toprak Altı Damla Sulama Uygulamalarının Araştırılması**” konulu çalışma 20/07/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU

Üye : Prof. Dr. Abdullah ÖKTEM

Üye : Doç. Dr. Murat KILIÇ

Bu Tezin Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 16018

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı fikir ve sanat eserlerini kanundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Toprak Üstü Damla Sulama Sistemleri	5
2.2. Toprak Altı Damla Sulama Sistemleri	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. Harran Ovası'nın genel özellikleri ve deneme alanının coğrafik konumu	16
3.1.2. Deneme parselasyon özelliği	17
3.1.3. İklim özelliği	18
3.1.4. Toprak özelliği	19
3.1.5. Bitki deseni	19
3.1.6. Su kaynağı ve su kalitesi	20
3.1.7. Bilgisayar yazılımları	20
3.1.8. Çalışmada kullanılan alet ve ekipmanlar	20
3.1.9. Toprak üstü ve toprak altı damla sulama sistemleri	22
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Deneme yöntemi ve uygulama tekniği	23
3.2.2. Günlük buharlaşma miktarının hesaplanması	23
3.2.3. Sulama suyu miktarının belirlenmesi	24
3.2.4. Bitki su tüketiminin hesaplanması	24
3.2.5. Denemede uygulanan kültürel işlemler	25
3.2.6. Mısır (<i>Zea mays</i> L. <i>intendata</i>) bitkisinin bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri ...	27
3.2.6.1. Kök uzunluğu (cm)	27
3.2.6.2. Bitki boyu (cm)	27
3.2.6.3. Bitki sap kalınlığı (mm)	28
3.2.6.4. Koçan yüksekliği (cm)	28
3.2.6.5. Koçan boyu (cm)	28
3.2.6.6. Koçan çapı (mm)	28
3.2.6.7. Koçanda dane ağırlığı (g)	28
3.2.6.8. Klorofil indeksi	29
3.2.7. Mısır (<i>Zea mays</i> L. <i>intendata</i>) bitkisinin verim miktarının belirlenmesi	29
3.2.7.1. Dane verimi (kg da ⁻¹)	29
3.2.7.2. Bin dane ağırlığı (g)	29
3.2.8. Su ve sulama suyu kullanım randımanı	30
3.2.9. TADSS lateral derinliğine göre toprak tuzluluğun incelenmesi	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	32
4.1. Sulama Suyu Miktarlarına İlişkin Sonuçlar	32
4.2. Bitki Su Tüketimine İlişkin Sonuçlar	33
4.3. Mısır (<i>Zea mays</i> L. <i>intendata</i>) Bitkisinin Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerine İlişkin Sonuçlar	35
4.3.1. Kök uzunluğu (cm)	35
4.3.2. Bitki boyu (cm)	36
4.3.3. Bitki sap kalınlığı (mm)	39
4.3.4. İlk koçan yüksekliği (cm)	41
4.3.5. Koçan boyu (cm)	43

4.3.6. Koçan çapı (mm)	45
4.3.7. Koçanda dane ağırlığı (g)	47
4.3.8. Klorofil indeksi	49
4.4. Mısır (<i>Zea mays</i> L. <i>indendata</i>) Bitkisine İlişkin Verim Sonuçları	51
4.4.1. Dane verimi	51
4.4.1.1. Dane verimi-sulama suyu ilişkisi	54
4.4.1.2. Dane verimi-bitki su tüketim ilişkisi	55
4.4.2. Bin dane ağırlığı (g)	57
4.4.2.1. Bin dane ağırlığı-sulama suyu ilişkisi	59
4.4.2.2. Bin dane ağırlığı-bitki su tüketimi ilişkisi	60
4.5. Sulama Suyu ve Su Kullanım Randımanı	61
4.6. TADSS Lateral Derinliğine Göre Toprak Tuzluluğun Değişimine İlişkin Sonuçlar	63
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	68
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	76



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HARRAN OVASI'NDA MISIR (*Zea mays* L. *indendata*) BİTKİSİ İÇİN TOPRAK ÜSTÜ VE TOPRAK ALTI DAMLA SULAMA UYGULAMALARI ARAŞTIRILMASI

Ash DEMİROK

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU
Yıl: 2016, Sayfa: 76

Harran Ovası koşullarına göre, 2016 yılında Harran Üniversitesi uygulama alanında yürütülen çalışmada mısır (*Zea mays* L. *indendata*) bitkisi yetiştiriciliğinde farklı sulama uygulamaları içeren toprak üstü damla sulama sistemleri (TÜDSS) ve 40 cm (D₄₀) lateral derinliğine uygulanan toprak altı damla sulama sistemleri (TADSS)'nin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her iki sulama sisteminde sulama konuları Class A Pan buharlaşma kabına göre, I₁ (1.5), I₂ (1.25), I₃ (1.0), I₄ (0.75), I₅ (0.5) belirlenmiş ve Class A Pan Bitki Katsayıları (K_{cp}) araştırılmıştır. Mısır bitkisi için verim ve verim unsurları elde edilmiş, sulama suyu miktarı (I), bitki su tüketimi (ET), su kullanım ve sulama suyu kullanım randımanları (WUE ve IWUE) hesaplanmıştır. Farklı sulama suyu uygulamalarının mısır bitkisine ait bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerine etkisi irdelenmiştir. Diğer yandan, çalışmada sabit su (I₃) uygulamasına bağlı olarak farklı lateral derinlikleri için; 30, 40, 50 cm (D₃₀, D₄₀, D₅₀) en uygun TADSS lateral derinliği araştırılmıştır. Son olarak çalışmada, TADSS'de toprak derinliğine bağlı olarak topraktaki tuz değişimi irdelenmiştir. Çalışma sonucunda, K_{cp} katsayısı her iki sulama sistemi için 1.25 olarak elde edilmiştir. TÜDSS ile elde edilen verim miktarları 698.4 kg da⁻¹- 1151.5 kg da⁻¹, TADSS ile elde edilen verim miktarları ise 705.4 kg da⁻¹-1157.5 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. TÜDSS ve TADSS ile uygulanan sulama suyu miktarı konulara göre aynı olup 421.5 ile 1264.5 mm arasındadır. ET değerleri; TÜDSS'ye göre 585.7-1294.6 mm, TADSS'ye göre 572.5-1286.7 mm'dir. WUE ve IWUE değerleri sırasıyla; TÜDSS için 0.82-1.19 kg m⁻³, 0.83-1.66 kg m⁻³ ve TADSS için 0.83-1.23 kg m⁻³, 0.84-1.67 kg m⁻³ olarak hesaplanmıştır. TÜDSS ve TADSS'de kök uzunluğu hariç, bitki boyu, bitki sap kalınlığı, koçan yüksekliği, koçan boyu, koçan kalınlığı, koçanda dane ağırlığı, bin dane ağırlığı, klorofil indeksi gibi bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklerde sistemler arasında belirgin bir fark saptanmamış ancak su uygulama konuları arasında farklılıklara rastlanmıştır. TADSS için en uygun lateral derinliğin belirlenmesinde verim değerleri dikkate alınmış ve derinlikler arasında istatistiksel olarak belirgin bir farka rastlanmadığı görülmüştür. Toprak tuzluluğunun irdelendiği sulama konularında; I₁, I₂, I₃, I₄ ve I₅ tuzluluğun 1.4-2.4 dS m⁻¹ değiştiği gözlemlenmiştir. Toprak pH değeri ise 7.32 ile 7.64 arasında değişim göstermiştir. 30 cm ve 60 cm toprak katmanlarında tuz değişimi incelendiğinde istatistiksel yönden fark bulunmuştur. Toprak tuzluluğunda katmanlarda sulama suyu miktarına bağlı olarak her bir konuda doğrusal artış gözlemlenmiştir. Ancak, farklı lateral derinliklerinin araştırıldığı ve sabit sulama suyu miktarının (I₃) uygulandığı D₃₀, D₄₀ ve D₅₀ konularda ise, istatistiksel olarak toprak katmanlarında bir farka rastlanmamıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Bitki Morfolojisi, Sulama, Mısır, Toprak altı, Şanlıurfa

ABSTRACT

MSc Thesis

SEARCHING APPLICATIONS OF SURFACE and SUBSURFACE DRIP IRRIGATION FOR CORN (*Zea mays* L. *indendata*) PLANT IN HARRAN PLAIN

Ash DEMİROK

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Asst. Assoc. Dr. Gökhan İsmail TUYLU
Year: 2016, Page: 76

According to the condition of Harran Plain, it has been aimed comparison of surface drip irrigation system (SDIS) and subsurface drip Irrigation system (SSDIS) with different irrigation practices, in the study which is conducted at Harran University in 2016. Determining Irrigation subject in both Irrigation system, according to vaporization vessel Class A Pan it has been determined, I_1 (1.5), I_2 (1.25), I_3 (1.0), I_4 (0.75), I_5 (0.5) plants of Class a pan's coefficients (K_{cp}) have been searched. Amount of yield obtained, amount of Irrigation water (I), water consumption of the plant (ET), yields of water and Irrigation water (WUE and IWUE) have been calculated. The effects of different irrigation water applications on some morphological and physiological characteristics of corn plant were investigated. The study also investigated the most appropriate lateral depth for SSDIS, lateral a depth has been applied as 0.30, 0.40, 0.50 and the salt exchange in the soil have been determined depending on the depths. As a result of the study, the K_{cp} coefficient was obtained as 1.25 for both irrigation systems. The yields quantities obtained with SDIS were obtained 698.4-1151.5 kg da⁻¹, SSDIS yields quantities 705.4-1157.5 kg da⁻¹. According to the subjects the amount of irrigation water applied by SDIS and SSDIS is the same and it is between 421.5-1264.5 mm. ET values are 585.7-1294.6 mm according to SDIS and 572.5-1286.7 mm according to SSDIS. WUE and IWUE values have been calculated as 0.82-1.19 kg m⁻³, 0.83-1.66 kg m⁻³ for SDIS and 0.83-1.23 kg m⁻³, 0.84-1.67 kg m⁻³ for SSDIS respectively. Some morphological features such as root length, plant height, stem handle thickness, stump height, of the cob, stump thickness, cob weight, weight on the stomach, 1000 seed weight in SDIS and SSDIS haven't determined clearly between the systems, but there difference between water application subject. The most appropriate lateral depth was determined for TADSS, yield values were taken into account and there is no statistically significant difference was found between the depths. In irrigation issues in which soil salinity is investigated; It has been observed that the salinity of I_1 , I_2 , I_3 , I_4 and I_5 is 1.4-2.4 dS m⁻¹. Soil pH value varied from 7.32 to 7.64. When the salt changes were examined in 30 cm and 60 cm soil layers, there was found a statistical difference. In soil salinity, a linear increase in each area was observed depending on the amount of irrigation water in the layers. However, in D_{30} , D_{40} and D_{50} , where different lateral depths were investigated and the amount of constant irrigation water (I_3) was applied, there was no statistically differences were found in the soil layers.

KEY WORDS: Plant Morphology, Irrigation, Corn, Subsurface, Şanlıurfa

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun planlanması, yürütülmesinde sonuçların değerlendirilmesinde düşünce ve katkılarıyla beni yönlendiren, araştırmanın her aşamasında maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU'ya, bölüm hocam Yrd. Doç. Dr. Ali Fuat TARI'ya, çalışmanın morfolojik özellikleri ilgili konularda yardımlarını esirgemeyen hocam Prof. Dr. Abdullah ÖKTEM'e, tezin yazım aşamasında hiç bir zaman yardımını esirgemeyen Dr. Meltem TUYLU'ya, istatistik analizi konusunda yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU'na, araştırmanın yürütülmesinde varlıklarını her zaman yanımda hissettiğim, aileme ve akrabalarımın özellikle annem Mensüre DEMİROK ve babam Ramazan DEMİROK'a, ekim ve diğer arazi çalışmalarımın desteğini esirgemeyen yüksek lisans arkadaşım Rabia ORHANGAZİ'ye ve ismini burada saymadığım fakat yardımlarını gördüğüm bölümümüz stajyer öğrencilerine araştırmada emeği geçen bütün arkadaşlara içten teşekkürlerimi sunarım.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Harran Ovası'nın coğrafik konumu (Özcan ve Tuylu, 2015).....	16
Şekil 3.2. Deneme alanındaki TUDSS ve TADSS laterallerin yerleşik planı	17
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan bazı alet ve ekipmanlar	21
Şekil 4.4. Çalışmada kullanılan Class A Pan ve su saati	22
Şekil 3.5. Araştırma alanının toprak hazırlığı ve ekimi	25
Şekil 3.6. Hasat alanı ve hasat olgunluğuna gelmiş mısır bitkisinden görünüm	27
Şekil 3.7. Mısır bitkisinin koçan kalınlığı	28
Şekil 3.8. Araştırma alanında klorofil cihazından görünüm.....	29
Şekil 3.9. Toprak tuzluluk değerinin belirlenmesi	31
Şekil 4.1. Deneme konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile TUDSS-TADSS konularındaki bitki su tüketim değerleri (mm)	34
Şekil 4.2. TUDSS ve TADSS konularında kök uzunluğunun değişimi	36
Şekil 4.3. TUDSS ve TADSS konularında bitki boylarının değişimi	38
Şekil 4.4. TUDSS ve TADSS konularında bitki sap kalınlığı değişimi	40
Şekil 4.5. TUDSS ve TADSS konularında koçan yüksekliği değişimi	42
Şekil 4.6. TUDSS ve TADSS konularında koçan boyunun değişimi	44
Şekil 4.7. TUDSS ve TADSS konularında koçan çapının değişimi	46
Şekil 4.8. TUDSS ve TADSS konularında koçanda dane ağırlığının değişimi	48
Şekil 4.9. TUDSS ve TADSS konularında klorofil indeks değişimi	50
Şekil 4.10. TUDSS ve TADSS konularında dane verim değişimi	52
Şekil 4.11. TUDSS'de araştırma konularında dane verimi-sulama suyu ilişkisi	54
Şekil 4.12. TADSS'de araştırma konularında dane verimi-sulama suyu ilişkisi	55
Şekil 4.13. TUDSS'de araştırma konularında dane verimi-bitki su tüketimi ilişkisi	56
Şekil 4.14. TADSS'de araştırma konularında dane verimi-bitki su tüketimi ilişkisi	56
Şekil 4.15. TUDSS ve TADSS konularında bin dane ağırlığı değişimi	61
Şekil 4.16. TUDSS araştırma konularında bin dane ağırlığı- sulama suyu ilişkisi	61
Şekil 4.17. TADSS araştırma konularında bin dane ağırlığı- sulama suyu ilişkisi	61
Şekil 4.18. TUDSS araştırma konularında bin dane ağırlığı - bitki su tüketimi ilişkisi	62
Şekil 4.19. TADSS araştırma konularında bin dane ağırlığı-bitki su tüketimi ilişkisi	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin 2016 yılı ve 1985-2015 uzun yıllar, aylık ortalama iklim değerleri (Anonim, 2016)	18
Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Tarı, 2016)	19
Çizelge 3.3. Sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri (Şimşek, 2015)	20
Çizelge 4.1. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları (mm)	32
Çizelge 4.2. Sulama sistemlerine göre belirlenen bitki su tüketimi miktarları (mm)	33
Çizelge 4.3. Farklı derinliklerdeki laterallerin mısır bitkisi için bitki su tüketimi (mm)	34
Çizelge 4.4. Kök uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.5. Konulara göre elde edilen kök uzunluğu değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (cm)	35
Çizelge 4.6. Bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.7. Konulara göre elde edilen bitki boyu değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (cm)	37
Çizelge 4.8. Bitki sap kalınlığına ilişkin varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.9. Konulara göre elde edilen bitki sap kalınlığı değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (mm)	39
Çizelge 4.10. İlk koçan yüksekliğine ilişkin varyans analiz sonuçları	41
Çizelge 4.11. Konulara göre elde edilen ilk koçan yüksekliği değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (cm)	41
Çizelge 4.12. Koçan boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.13. Konulara göre elde edilen koçan boyu değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (cm)	43
Çizelge 4.14. Koçan çapına ilişkin varyans analiz sonuçları	45
Çizelge 4.15. Konulara göre elde edilen koçan çapı değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (mm)	45
Çizelge 4.16. Koçanda dane ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.17. Konulara göre elde edilen koçanda dane ağırlığı değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (g)	47
Çizelge 4.18. Klorofil indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.19. Konulara göre elde edilen klorofil indeks değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması	49
Çizelge 4.20. Sulama sistemleri ve sulama düzeylerine göre elde edilen dane mısır verimi	51
Çizelge 4.21. Mısır dane verimine ilişkin varyans analiz sonuçları	51
Çizelge 4.22. Konulara göre elde edilen dane verim değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (kg da ⁻¹)	52
Çizelge 4.23. Lateral uygulama derinliklerine göre elde edilen dane verim	53
Çizelge 4.24. Mısır veriminin derinlik ile ilişkili varyans analiz sonuçları	54
Çizelge 4.25. Bin dane ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları	57
Çizelge 4.26. Konulara göre elde edilen bin dane ağırlık değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (g)	57
Çizelge 4.27. TUDSS konularına ilişkin sulama suyu ve su kullanım randımanı	62
Çizelge 4.28. TADSS konularına ilişkin sulama suyu ve su kullanım randımanı	62
Çizelge 4.29. TADSS konularında elde edilen tuz taşınım değerleri (dS m ⁻¹)	63
Çizelge 4.30. Tuzluluk değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	63
Çizelge 4.31. TADSS göre elde edilen tuzluluk değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (dS m ⁻¹)	64
Çizelge 4.32. Derinlik konularında elde edilen tuz değişimleri (dS m ⁻¹)	65
Çizelge 4.33. Lateral derinliğinin tuzluluk değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	65

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
da	Dekar
kg	Kilogram
g	Gram
km	Kilometre
mm	Milimetre
m	Metre
m ²	Metrekare
cm	Santimetre
cm ³	Santimetreküp
°C	Santigrat derece
t	Ton
L	Litre
h	Saat
I	Parsele uygulanacak sulama suyu
Ec	Elektriksel iletkenlik
pH	Hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması
PE	Polietilen
me	Miliekivalan
Ca ⁺⁺	Kalsiyum
Mg ⁺⁺	Magnezyum
K ⁺	Potasyum
Na ⁺	Sodyum
HCO ₃ ⁻	Bikarbonat
Cl ⁻	Klorür
SO ₄ ⁻	Sülfat
TÜDSS	Toprak üstü damla sulama sistemleri
TADSS	Toprak altı damla sulama sistemleri
D	Derinlik
Kcp	Pan katsayısı
IWUE	Sulama suyu kullanım randımanı
WUE	Su kullanım randımanı
TK	Tarla kapasitesi
SN	Solma noktası
As	Hacim ağırlığı
dS	Decisiemens

1. GİRİŞ

Dünyada üretilen mısırların yaklaşık %90'ı insan beslenmesinde ve hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Bunun %65-70'i hayvan yemi olarak, %20'si ise direkt olarak insanlar tarafından tüketilmektedir. Geri kalan %8-10'luk kısım ise, sanayide değerlendirilmektedir. Mısır bitkisi, gerek insan beslenmesinde, gerek hayvan yemi olarak ve gerekse sanayinin değişik kollarında hammadde olarak kullanılabilmesinden dolayı, pek çok ülkenin tarımsal ürün deseni içerisinde kolayca yerini bulabilmiştir (Anonim, 2017a).

Ülkemizde genelde yetiştirilen mısır çeşitleri atdişi mısır (*Zea mays intendata*), sert mısır (*Zea mays indurata*), cin mısır veya patlak mısır (*Zea mays everta*) ve şeker mısırdır (*Zea mays saccharata*). Bunlardan at dişi mısır hibrit çeşitlerin tohumlarının kullanılmasının çiftçiler arasında yaygınlaşması ile ekiliş alanı hızla 1980'li yıllardan sonra artış göstermiştir. Sert mısırın ekiliş alanı genellikle Karadeniz bölgesi gibi mısır unundan ekmek yapılan yerlerde çok yaygındır. Cin mısır ve şeker mısır çerezlik olarak tüketilmek ülkemiz genelinde ekilmektedir (Anonim, 2017b).

Mısır tarımının yapılabilmesi için yıllık yağışın ortalama 600-1200 mm kadar olması gerekmektedir. Ülkemizde yıllık yağış miktarının ortalama 500-600 mm olduğu yerlerde dahi mısır yetiştirilebilmektedir. Ancak, böyle alanlarda sulama yoluyla yağış açığı giderilmelidir. Ayrıca mısır bitkisinin yetişme dönemi boyunca istediği su miktarı diğer tahıllardan farklıdır. Yağışların aralıklı olması ve önemli bir kısmının olgunlaşma devresinde olması gerekmektedir. Bu nedenle yaz yağışları mısır yetiştiriciliğinde büyük önem taşımaktadır (Şahin, 2001).

Mısır bitkisinin suya en fazla tepki gösterdiği dönemlerin vejetatif, püskül çıkarma ve dane oluşum dönemi olduğu belirlenmiş, anılan dönemlerde yapılan su kısıntısının verimde önemli düşmelere neden olacağı belirtilmiştir (Yıldırım ve ark., 1995). Mısır bitkisinde su-verim interaksyonu ile ilintili olarak verimin artması veya

azalmasının çeşide, yağış ve buharlaşma miktarına, toprağın hidrolik iletkenliğine bağlı olduğunu, özellikle suyun kıt olduğu bölgelerde mısır bitkisinde kısıntılı sulamanın verimde düşüşe neden olmadığını aksine su kullanım randımanının arttığını bildirilmiştir. Bu amaçla, su tasarrufu konusunda bir çok çalışma yürütülmüştür (Shaozhong ve ark., 2000). Bitki, kritik dönemlerde su eksikliği ile karşılaştığında, fizyolojik olarak olumsuz etkilenmekte ve bunun bir sonucu olarak da verimde önemli azalmalar meydana gelmektedir.

Mısır bitkisinde bakım işleri kapsama alanında; çapalama, yabancı ot mücadelesi, boğaz doldurma, gübreleme, sulama, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi konuları yer almaktadır. İlk çapa bitki 10-15 cm, ikinci çapa 25-35 cm boylandığında yapılır. İki defada fazla çapalama yapılmamalıdır. Çıkış ve ilk gelişme döneminde yabancı otlara karşı duyarlı olup, mücadele edilmezse verim oldukça azalır. Verilecek gübre miktarı; ekilecek çeşidin gübre kullanım etkinliğine, çeşidin erkenci veya geççi oluşuna, bitki sıklığına, ön bitki durumuna, toprak yapısına, iklim koşullarına, sulama suyu miktarı ve sayısına göre değişir. Mısırdaki sulama; çiçeklenme döneminde, tepe püskülü çıkışından bir hafta önce ve tanelerin süt olum dönemlerinde yapılmalıdır. Yaygın olarak yüzey sulama yöntemleri karık, tava ve salma sulama şeklinde olmakla birlikte basınçlı sulama yöntemlerinde en uygun olan sulama yöntemi yağmurlama ve damlama sulamadır. Hastalık ve zararlılarla mücadelede öncelikle ekim nöbeti uygulanmalı, dayanıklı çeşitlere yer verilmeli, ekimden önce tohum ilaçlaması yapılmalıdır.

Damla sulama sistemi; projeleme, uygulama ve işletme aşamalarında birçok mühendislik işlemini içermesi ve kullanılan malzemelerin teknoloji ile kendini sürekli yenilemesi nedeniyle devamlı bir değişim içerisindedir. Dünyadaki yapılan bilimsel çalışmalar incelendiğinde, damla sulama yönteminin farklı uygulama şekillerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu uygulama şekillerinden birisi olan toprakaltı damla sulama yöntemi, özellikle 1990'lı yıllarda Amerika, İsrail, İtalya gibi ülkelerde meyve bahçelerinde, çim ve yem bitkileri gibi çok yıllık bitkilerin sulanmasında kullanılırken, günümüzde ise tüm sebzeleri içerisine alacak şekilde kullanılmaktadır. Ülkemizde damla sulama yöntemi ile sulanan alanlar gün geçtikçe

artmasına karşın, toprak altı damla sulama yöntemi uygulamaları ise son yıllarda görülmektedir. Bu uygulamaların, ülkemizde faaliyet gösteren damla sulama sistemi unsurlarını üreten ve pazarlayan yabancı firmalar tarafından Ege Bölgesindeki bağ alanlarında, GAP Bölgesindeki sanayi domatesi alanlarında ve patates ile soğan yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde yoğunlaştığı bilinmektedir (Kayhan, 2011).

Toprak altı damla sulama sistemleri, özel donanım ve uygulama tekniklerini içeren lateral borularının toprak altına yerleştirilerek sulamanın uygulandığı modern sistemlerdir. Dünyada ve ülkemizde, özellikle yarı kurak ve kurak bölgelerde, ağır veya orta bünyeli topraklara sahip tarım alanların sulanmasında kullanılırlar. Toprakaltı damla sulama sisteminin ilk kullanımı 1959 yılında başlamış, ancak bir takım sorunlara bağlı olarak konu ile ilgili çalışmalarda durağanlık yaşanmış ve son yıllarda sulama teknolojisinin gelişmesi ile birlikte kullanımı yaygınlaşmıştır. Başlangıçta, ekonomik değeri yüksek olan sebze ve meyvelerde kullanılan toprakaltı damla sulama sistemleri günümüzde pamuk, mısır, yonca gibi bitkilerin sulanmasında da kullanılmaktadır. Bilimsel araştırmalarda bitki verimi ve su kullanımı açısından damla sulama sistemini içerisine alan diğer sulama sistemleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek değerlerin ortaya çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca, bitki besin elementlerinin doğrudan kök bölgesine uygulanması, toprak yüzeyinde otlanma sorununun azalması, kuru üst toprak sayesinde hasat gibi tarımsal işlemlerin kolay yapılması en önemli avantajlarından. Diğer yandan, ilk yatırım masraflarının yüksek olması, damlatıcıların kökler tarafından tıkanması ile sulama uygulamalarının izlenmesi aşamalarında ortaya çıkan sorunlar ise sistemlerin olumsuz özelliklerindendir (Camp ve ark., 2000).

Toprak altı damla sulama sistemlerinde sulama randımanı %95'in üzerine olup buharlaşma, yüzey akış ve derine sızma kayıpları en az düzeydedir (Payero, 2002). Yarı kurak ve kurak iklim özelliğine sahip alanlarda geleneksel damla sulama sistemlerinde damlama esnasında gerçekleşen buharlaşma kayıpları yaşanmamaktadır. Bunun yanında toprak yüzeyi sürekli kuru olduğundan diğer tarımsal faaliyetler rahatlıkla yapılabilir. Diğer yandan, toprak altı damla sulama sistemlerinin üstünlüğü olmasına karşın sistemin kullanılmasını kısıtlayan su,

toprak, bitki, kültürel işlemler ve sistem altyapısı gibi etmenler de bulunmaktadır (Lamm ve Camp, 2007). Tuzlu topraklarda toprak altı damla sulama sistemlerinin kullanılması, toprak yüzeyine tuzun taşınması yönünden önemli bir soruna neden olur (Tuylu ve Demirok, 2016).

Çalışmada, 2016 yılı Harran Ovası koşullarında toprak altı ve toprak üstü damla sulama sistemlerinin mısır bitkisinin sulanmasında kullanılabilme olanakları araştırılmıştır. Her iki sulama sistemine ilişkin verim miktarları mısır bitkisine ait bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler belirlenmiştir. Toprak altı damla sulama sistemi için en uygun lateral uygulama derinliği araştırılarak, derinliklere göre toprak içerisindeki tuzun taşınımı irdelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde çalışmanın özünü oluşturan toprak üstü damla sulama sistemleri ve toprak altı damla sulama sistemleri ile ilgili yapılan daha önceki bilimsel çalışmalar özetlenmiştir.

2.1. Toprak Üstü Damla Sulama Sistemleri

Basınçlı sulama yöntemine ait sistemlerden birisi olan toprak üstü damla sulama sistemleri, yeni sulama teknolojilerini içermektedir. Yakın geçmişte ve günümüzde farklı bitki desenlerinin sulanmasında, özellikle tarla bitkileri için, yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu konu ile ilgili dünyada ve ülkemizde yapılan sulama çalışmaları kronolojik olarak aşağıda sunulmuştur.

Gençel (2002) tarafından, Harran Ovası koşullarında 2000 yılında damla sulama sistemi kullanılarak sulanan II. ürün mısır bitkisi için su-verim ilişkileri, su kısıntısının verime ve verim unsurlarına etkileri araştırılmıştır. Çalışmada iki farklı sulama aralığı (3 ve 6 gün), üç farklı sulama düzeyi (%33, %67, %100) incelenmiştir. Maksimum verim 6 günlük sulama aralığında, %100 sulama düzeyinde 1192 kg da⁻¹, minimum verim ise 6 günlük sulama aralığında %33 sulama düzeyinde 725.3 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Kırnak ve ark. (2003) tarafından, Harran Ovası koşullarında 1999-2000 yıllarında mısır bitkisinin kısıntılı sulama uygulamalarında verim ve bitki gelişimine tepkileri belirlenmiştir. Kontrol parseline 7 günde bir etkili kök bölgesindeki mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak sulama suyu uygulanırken, diğer konularda verilen suyun %20, %40, %60 ve %80'i kadar su damla sulama sistemiyle uygulanmıştır. 1999-2000 yıllarında kontrol konusunda su 1215-1295 mm uygulanmıştır. Sulama konularındaki verim ise sırasıyla 1294-405 kg da⁻¹ olarak bulunmuştur.

Humphreys ve ark. (2005) tarafından, Avustralya'da mısır bitkisinde yağmurlama, karık ve damla sulama sistemlerin etkinliği araştırılmıştır. Çalışmada, topraktaki elverişli suyun %40'ı tüketildiğinde sulamaya başlanmıştır. Damla sulama lateralleri mısır sıralarının merkezine ve 20 cm toprak altına yerleştirilmiştir. Sonuç olarak, yağmurlama sulamada toplam 620 mm, karık sulamada 600 mm ve damla sulamada ise 510 mm su uygulanmış, damla sulama yönteminde yağmurlama ve karık sulama yöntemlerine göre sırasıyla %22 ve %18 daha az su uygulanmıştır. Dane verimi damla sulamada 1150 kg da⁻¹, yağmurlama sulamada 1030 kg da⁻¹, karık sulamada ise 990 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Şimşek ve Gerçek (2005) tarafından, Harran Ovası koşullarında 1998-1999 yıllarında mısır bitkisi damla sulama sistemi kullanılarak yetiştirilmiş, 4 farklı sulama (2, 4, 6 ve 8 gün) aralığındaki su verim ilişkileri belirlenerek ve verim tepki faktörünü saptamak amacıyla incelemişlerdir. Bu çalışmada, birinci yıl 814-1116 mm ikinci yıl 843-1206 mm sulama suyu uygulanmıştır. 1998-1999 yılı içinde en yüksek verim 4 günlük sulama aralığında 1.41-1.33 t da⁻¹, en düşük verim ise 8 günlük sulama aralığında 1.03-0.95 t da⁻¹ olarak bulunmuştur. Verim tepki faktörü 1998 yılında 0.72-0.95, 1999 yılında ise 0.70-0.97 olarak hesaplanmıştır.

Sarıkurt (2005) tarafından, Diyarbakır ekolojik şartlarında bazı melez mısır çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal karakter arasında ilişkiyi belirlemek amacıyla karık sulama yöntemiyle yürütülen çalışmada; 12 farklı mısır çeşidi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarında çeşitlerin tane verimlerini 1137.67-1489.67 kg da⁻¹, tepe püskülü çiçeklenme süresini 71.00-71.33 gün, bitki boyunu 273.33-289.30 cm, ilk koçan yüksekliğini 88.57-101.70 cm, bitki sap kalınlığını 35.52-36.40 mm, bitkide koçan sayısı 1.10-1.13 koçan bitki⁻¹, koçan boyu 16.38-19.41 cm, koçan çapı ise 48.37-48.60 mm arasında bulunmuştur.

Öktem ve Öktem (2006) tarafından yürütülen çalışmada, Harran ovası koşullarında bazı şeker mısırı (*Zea mays* L. *saccharata sturt*) genotiplerinin verim karakteristiklerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, incelenen özellikler bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. İki yılın

ortalama sonuçlarına göre; taze koçan verimi 838.5-1637 kg da⁻¹, tek koçan ağırlığı 182.0-251.0 g, koçan uzunluğu 17.2-23.3 cm, koçan çapı 37.8-47.4 mm, koçanda tane sayısı 531-749 adet, bitki boyu 168-206 cm, ilk koçan yüksekliği 56.3-70.1 cm, sap çapı ise 19.3 mm ile 24.5 mm arasında değiştiği bildirilmiştir.

Kaman (2007) tarafından, Çukurova koşullarında damla sulama sistemi ile üç sulama programı altında beş mısır çeşidinin verim tepkileri belirlenmiştir. Sonuç olarak, sulama suyunun kıt ve pahalı olduğu koşullarda mısır bitkisi için kısıtlı sulama uygulamasının yarı ıslatmalı sulama tekniği ile yapılması ve Tector veya Tietar çeşitlerinden birinin kullanılmasıyla verim avantajının elde edilebileceği belirlenmiştir.

Gökçel (2008) tarafından, Çukurova koşullarında yarı ıslatmalı ve kısıtlı sulama programının II. ürün mısır verimi ve su kullanım randımanı üzerinde etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada, A sınıfı buharlaşma kabından 7 günlük buharlaşma miktarı tam su %100, kısıtlı su %50, yarı ıslatmalı (%100, %75, %50) olarak damla sulama yöntemi uygulanmıştır. En fazla verim tam su %100 konusunda 1040.3 kg da⁻¹ olarak elde edilirken, kısıtlı su %50 ve yarı ıslatmalı %100 konularında elde edilen verimler 772.3 kg da⁻¹ ve 774.3 kg da⁻¹ olarak benzerlik göstermiş ve konular arasında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Karaşahin (2008) tarafından, Konya ekolojik koşullarında bazı hibrit mısır çeşitlerinin damla ve karık sulama sistemlerinde optimum bitki sıklığının tespiti araştırılmıştır. Araştırmada bitki sıklığı artıkça dane veriminde artışı gözlemlenmiştir. Birinci yıl en yüksek tane verim damla sulama yönteminde 70×16 cm bitki sıklığında 1973 kg da⁻¹ olarak elde edilirken, ikinci yıl en yüksek verim damla sulama yönteminde 70×16 cm bitki sıklığında 2287 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Sonuç olarak mısır bitkisi için damla sulama sistemi, dane verimi açısından karık sulama sistemine göre üstünlük sağlandığı vurgulanmıştır.

Öktem (2008a ve 2008b) tarafından, Harran Ovası koşullarında damla sulama sistemi ile sulanan mısır bitkisinde su-verim ilişkileri yönünden dane veriminde azalma olmadan çeşitlere göre değişen oranlarda %10 ile %20 arasında kısıntı yapılarak su tasarrufunun sağlanabileceği belirlenmiştir

Vural ve Dağdelen (2008) tarafından yapılan, Aydın koşullarında damla sulama sistemiyle sulanan cin mısırın sulama programının oluşturulması amacıyla, cin mısırdaki farklı sulama aralığı ve su düzeylerinin dane verimi ile su kullanım randımanı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada; 3 ve 6 gün aralıklarında A sınıfı buharlaşma kabından oluşan birikimli buharlaşmanın % 40, % 60, % 100 ve % 0'ının karşılandığı 5 su düzeyi olmak üzere toplam 10 sulama konusu incelenmiştir. Sonuç olarak, sulama aralığı ve su düzeylerinin dane verimini etkilediği, en yüksek verimin 3 gün sulama aralığında ve %100 sulama suyu alan sulama konusundan 642 kg da⁻¹ elde edilmiştir. Önerilen %100 konusuna toplam 19 sulama ile sırasıyla 563 mm sulama suyu uygulanmış ve bu konudan yine 579 mm mevsimlik bitki su tüketimi hesaplanmıştır.

Okursoy (2009) tarafından, Tekirdağ koşullarında 2007-2008 yıllarında II. ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde damla sulama sistemi ve karık sulama sistemi kullanılarak farklı düzeydeki (%100, %66, %33 ve %0) sulama suyu uygulamaları için verim, verim öğeleri, su-üretim fonksiyonları ve ekonomik faktörler üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Çalışmada, en yüksek mevsimlik su tüketimi değeri her iki yılda da bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı %100 konusunda karık ve damla sulama sisteminde ilk yıl 601.48-468.95 mm, ikinci yıl 581.15-464.93 mm olarak gerçekleşmiştir. Su-verim ilişkisi faktörü (k_y) ilk yıl karık ve damla sulama sisteminde 1.40-1.53, ikinci yıl ise 1.55-1.84 olarak hesaplanmıştır.

Kuşçu (2010) tarafından, Bursa koşullarında 2008-2009 yıllarında yetiştirilen mısır bitkisinin damla sulama sistemi kullanılarak uygulanan kısıntılı sulamanın verim ve kalite üzerinde etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, her iki deneme yılı içerisinde sulama suyu miktarı 371 ile 1018 mm arasında uygulanmış ve mevsimlik bitki su tüketimi ilk yıl 277 ile 1102 mm, ikinci yıl ise 332 ile 1164 mm arasında

değiştirdiği belirlenmiştir. En yüksek dane verimi ilk yıl 2002 kg da⁻¹ ikinci yıl 2102 kg da⁻¹, tüm gelişme dönemlerinde eksik suyun tam olarak karşılandığı VFT konusunda elde edilmiş, en düşük dane verimi ise çıkış dönemi dışında hiç sulama uygulanmayan K konusunda ilk yıl 783 kg da⁻¹ ikinci yıl için ise 794 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır.

Çamoğlu ve ark. (2011) tarafından, Çanakkale yöresinde damla sulama ile sulanan tatlı mısırdaki su stresinin bitki su tüketimi, fizyolojik ve morfolojik parametreler üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, altı farklı sulama konusu oluşturulmuştur. Topraktaki eksik nemin tam olarak karşılandığı kontrol konusunda (S100), ortalama mevsimlik bitki su tüketimi 453 mm ve uygulanan ortalama toplam sulama suyu miktarı ise 381 mm olarak bulunmuştur. Su stresine bağlı olarak bitki su tüketimi, klorofil metre değeri, yaprak su içeriği, taze koçan verimi, yaprak alan indeksi ve kuru biyokütle miktarı istatistiksel olarak önemli düzeyde değişmiştir. Su stresinin anlık olarak belirlenmesinde, yaprak su içeriği ve klorofil değerlerinin kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Kara (2011) tarafından, Konya Ovası koşullarında 2009 yılında damla sulama sistemi kullanılarak sulanan mısır bitkisinin su-verim ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmada, 7 günlük sulama aralığı ve 4 farklı sulama düzeyi (%60, %80, %100 ve %120) uygulanmıştır. Mevsimlik su tüketimi en yüksek %120 konusunda 781 mm, en düşük ise %60 konusunda 590.1 mm bulunmuştur. Dane verimi ise en yüksek %100 konusunda 1318.8 kg da⁻¹, en düşük %60 konusunda 898.6 kg da⁻¹ elde edilmiştir.

Gönülal (2013) tarafından, Konya-Kayapınar koşullarında 2012 yılında hibrit mısır bitkisinin farklı fenolojik dönemlerdeki damla sulama yöntemiyle kısıntılı sulamaya gösterdikleri tepkileri belirlemek için araştırılmıştır. Bu çalışmada, en yüksek dane verimi 992.51 kg da⁻¹ %100 süt olum döneminde elde edilirken, en düşük ise 816.69 kg da⁻¹ %40 süt olum döneminde elde edilmiştir. Dane mısırdaki vejetatif dönemde yapılan su kısıntılarının tepe püskülü, tozlaşma ve süt olumu

döneminde yapılan kısıntılara göre verimde daha az düşüşe neden olduğu belirlenmiştir.

Yolcu (2014) tarafından, Diyarbakır koşulları içerisinde 2011-2012 yıllarında damla sulama sistemi ile sulanarak yetiştirilen II. ürün silajlık mısırdaki farklı sulama suyu düzeylerinin (%50, %75, %100, %125) ve sulama ile birlikte azotlu gübrenin farklı uygulama sıklığında verim ve verim özelliklerinin etkisi belirlenmiştir. İki yıllık ortalamalar incelendiğinde en yüksek bitki boyu 321 cm, koçan yüksekliği 124 cm, koçan ağırlığı 469 g, bitki ağırlığı 1627 g, sap ağırlığı 723 g, sap kalınlığı 35.1 mm olarak elde edildiği gözlemlenmiştir.

Bulut (2015) tarafından, 2014 yılında Iğdır ekolojik koşullarında II. ürün silajlık mısırdaki farklı sulama yöntemleri ve sulama seviyelerinin etkileri araştırılmıştır. Mısır bitkisine faydalı suyun %25, %50, %75 ve %90'ın azaldığı sulama seviyesi, karık ve damla sulama yöntemi uygulanmıştır. En yüksek bitki boyu faydalı suyun %25 azaldığı konuda karık-damla sulama yönteminde sırasıyla 250-243 cm, en yüksek bitki ağırlığı damla sulama yönteminde faydalı suyun %50 azaldığı konuda 820g, en yüksek bitki sayısı faydalı suyun %25 azaldığı konuda karık-damla sulama yönteminde 9.42-9.31 adet, en yüksek yaprak sayısı damla sulama yönteminde faydalı suyun %50 azaldığı konuda 1.17 adet elde edilmiştir. En fazla sulama suyu karık sulama yöntemiyle tarla kapasitesindeki su % 25 azaldığında 13 sulama yapılarak toplam 1380 mm, damla sulama yönteminde ise tarla 19 sulama yapılarak toplam 986 mm uygulanmıştır. Araştırmada damla sulama yönteminin karık sulamaya göre önemli bir su tasarrufu sağladığı gözlemlenmiştir.

Durmuş (2015) tarafından yürütülen çalışmada, 2014 yılında 10 farklı at dişi hibrit mısır çeşidinde damla sulama sistemi kullanılarak tam ve kısıtlı sulama olmak üzere iki farklı sulama uygulaması yapılmıştır. Çeşitler arasında toplam dane verimi yönünden en yüksek ortalamaya 70MAY82 1025.5 kg da⁻¹ ulaşırken, en düşük ortalamaya ise XTH8369 715.0 kg da⁻¹ ulaşmıştır. Uygulamada gerçekleştirilen %20' lik kısıtlı sulama uygulaması ortalama %5.6 verim düşüşüne neden olmuştur.

Okay ve Yazgan (2016) tarafından, Bursa koşullarında 2004 yılında mısır bitkisinin damla sulama sistemi kullanılarak farklı su uygulama düzeylerinin verim üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 16 farklı su uygulama düzeyi oluşturulmuş ve bu konulara göre elde edilen dane verimi 1120.1-1852.8 kg da⁻¹ arasında değişmiş olup, tam sulanan koşulda en yüksek verim elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, vejetatif gelişme ve tepe püskülü dönemlerinde yapılan sulamaların verim artışında olumlu bir etki yaptığı, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde kısıntılı sulama yapmanın verimi etkilemediği, tek başına herhangi bir dönemde sulama yapmanın verimi olumsuz etkileyeceği vurgulanmıştır.

Saygı ve Toklu (2016) tarafından, Çukurova koşullarında birinci ürün olarak yaygın şekilde yetiştirilen 20 adet at dişi melez mısır için dane verimi üzerine bir araştırma yürütülmüştür. Damla sulama sistemiyle tüm mısır bitki çeşitlerinin ortalama bitki boylarının 284.9 cm olduğu, en düşük bitki boyu 267.6 cm ile DKC 6630, en yüksek bitki boyu 301.8 cm ile SY INOVE çeşidinde görülmüştür. Ortalama koçanda dane sayısı ise 654.5 adet, en düşük koçanda dane sayısı ise KOTANE çeşidinde 565.7 adet saptanmıştır. Ortalama bin dane ağırlığı 287.6 g, en düşük bin dane ağırlığı 250.9 g olarak KOTANE ve en yüksek bin dane ağırlığı ise 355 g ile 75 MAY75, 342.3 g ile 72 MAY80 ve 318.4 ile P 2088 mısır çeşitlerinde saptanmıştır.

Orhangazi (2017) tarafından, Harran Ovası koşullarında toprak üstü damla sulama sistemi kullanarak biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisi yetiştirmiştir. Farklı sulama seviyeleri uygulandığı çalışmada Kcp 1.25 olarak belirlemiştir.

2.2. Toprak Altı Damla Sulama Sistemleri

TADSS basınçlı sulama yöntemleri içerisinde yer alan ve damla sulama sistemlerinin bir modifikasyonu olan yeni sulama teknolojisini içeren sistemlerdir. Dünyada ve ülkemizde, özellikle yarı kurak ve kurak bölgelerde, suyun değerli olduğu koşullarında kullanılmaktadır. Bu konu ile ilgili dünyada ve ülkemizde yapılan sulama çalışmaları kronolojik olarak aşağıda sunulmuştur.

Çetin (1996) tarafından, Şanlıurfa ilinde Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Koruklu Araştırma İstasyonunda kurulu bulunan alttan sızdırmalı sulama sisteminde karpuzun sulama olanakları araştırılmıştır. Çalışmada, Class A Pan buharlaşma kabından buharlaşan farklı sulama seviyeleri (%0, %30, %60 ve %90) ve 35 cm lateral derinliği için uygulanmıştır. Sistemde tıkanma riski fazla olmuş ve toprakta düzensiz bir nem dağılımı meydana getirmiştir. Ancak, yine de toprak üstü damla sulama ile yapılan deneme sonuçlarına göre hem verim hem de su kullanım etkinliği yüksek olmuştur.

Lamm ve Trooien (2001), ABD koşullarında mısır bitkisinin 1997-2000 yıllarında toprak altı damla sulama yöntemi ile bitki sıklığı ve kısıntılı sulama uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı çalışmada elde edilen bulgulara göre; bitki sıklığı ve sulama suyu miktarı arttıkça verim de artmıştır. Çalışmada farklı sulama suyu miktarları ve bitki sıklığı irdelenmiş, sonuç olarak en yüksek dane verimi 2389 kg da⁻¹ ile 6.35 mm gün⁻¹ sulamanın yapıldığı uygulamada, en düşük dane verimi ise 1770 kg da⁻¹ ile 2.54 mm gün⁻¹’de elde edilmiştir.

Kırnak (2002) tarafından yapılan çalışma, Harran ovası koşullarında toprakaltı ve toprak üstü damla sulama yöntemiyle biber bitkisi için verim etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, lateral derinliği 20 cm olarak belirlenmiştir. Verimler sırasıyla toprak altı damla sulamada 55.2 t ha⁻¹, toprak üstü damla sulama ise 50.8 t ha⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Lamm ve Trooien (2003) tarafından yapılan çalışmada, Amerika Kansas’ ta mısır bitkisi toprak altı damla sulama sistemi kullanılarak yetiştirilmiştir. Çalışma siltli tınlı toprak bünyesine ait toprak grubunda, damla sulama lateralleri iki bitki sırasına ve derinlikte 40-45 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Sonuç olarak, toprak altı damla sulama sistemleri için WUE %35-%55 olarak belirlenmiştir.

Altunbey (2005) tarafından yapılan çalışmada, yeşil fasülyenin tam ve yarı ıslatmalı toprak altı damla sulamaya tepkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yarı ıslatmalı toprak altı damla sulama uygulamasının, tam ıslatmalı toprak altı

damla sulamaya göre hem verimde hem de bitkisel özelliklerde herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

Pablo ve ark. (2007) tarafından New Meksiko’ da yürütülen çalışmada, toprak altı damla sulama sistemi mısır bitkisi için verim ve su kullanım özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, damlatıcı aralığı 41 cm ve damlatıcı debisi 0.95 L h^{-1} olan lateraller 15, 20, 25 ve 30 cm derinlik olacak şekilde yerleştirmişlerdir. Araştırma sonunda, verim ve su kullanım özellikleri birlikte değerlendirildiğinde, mısır bitkisi için toprak altı damla sulama yönteminin kullanıldığı koşullarda lateral derinliğinin 15–20 cm aralığında olması gerektiği önerilmiştir.

Doğan ve ark. (2008), Harran Ovasında yürüttükleri çalışmada toprak altı damla sulama ve toprak üstü damla sulama sistemleri ile altı farklı sulama suyu seviyesinin kavun bitkisine olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada, 4 L h^{-1} damlatıcı debisine sahip olan damlatıcılar kullanılmış ve toprak altı damla sulama sistemi için lateraller 30 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Ayrıca, sulama suyu A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %0, %25, %50, %75, %100 ve %125’ inin uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek kavun veriminin A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin %75 ile %100’ unun uygulandığı koşullarda elde edildiği belirtilirken, verim açısından toprak üstü damla sistemi ve toprak altı damla sulama sisteminde istatistiksel olarak herhangi bir fark gözlenmemiştir.

Payero ve ark. (2008) tarafından, Nebraska’da yürütülen çalışmada mısır bitkisinin toprak altı damla sulama yöntemi ile 8 farklı sulama suyu miktarı uygulaması koşullarında bitki su tüketimi, su kullanım randımanı, kuru madde üretimi ve verim üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmada deneme konularında birinci yıl 53-356 mm, ikinci yıl 22-226 mm değişen 8 farklı sulama suyu miktarı uygulanmıştır. Mevsimlik bitki su tüketimi birinci yıl 580-663 mm, ikinci yıl ise 466-656 mm arasında değişmiştir. Sonuç olarak su miktarı arttıkça verimde de artış olduğu gözlemlenmiştir.

Şenyiğit ve ark. (2007), 2006 ve 2007 yıllarında Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğindeki elma bahçesinde yürüttükleri denemede, M9 anaçları üzerine asılı Jersey Mac ve Williams Pride elma çeşitleri, damla, toprak altı damla, yüzey ve ağaç altı mikro yağmurlama sulama yöntemleri ile sulanmış, beş günlük periyotlar için bitki su tüketimleri ölçülmüş, alanın tamamının ıslatıldığı yüzey sulama yöntemi konusundan elde edilen su tüketimi değerleri ile bazı kıyas bitki su tüketimi tahmin yöntemleri ile belirlenen değerlerle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, ölçülen bitki su tüketimi değerleri damla sulama yönteminde diğer sulama yöntemlerine göre daha az (yaklaşık % 67) olduğu ortaya konmuştur. Deneme koşulları için, elma ağaçlarının sulama zamanı planlamasında kullanılabilecek kıyas bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinin çeşitler için yöresel kalibrasyonlarının yapılması amacıyla, bitki katsayıları (k_c) belirlenerek eğrileri çizilmiştir.

Vories ve ark. (2009) tarafından, Amerika’da yürütülen araştırmada, mısır bitkisinin sulanmasında toprak altı damla sulama sistemi kullanarak, 3 farklı sulama seviyesi irdelenmiştir. Çalışmada, toprak altı damla sulama laterallerini 30 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Sonuç olarak, mısır veriminin yüksek olduğu sulama konusu %60 olan sulama uygulamasında elde edilmiştir.

Arbat ve ark. (2010) tarafından, Amerika’da dört yıl boyunca toprak altı damla sulama sistemi ile sulanan mısır bitkisi için en uygun damlatıcı aralığının belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 m damlatıcı aralıkları araştırılmıştır. Sonuç olarak, mısır verimi ve su kullanım özellikleri yönünden farklı damlatıcı aralıkları arasında istatistiksel olarak bir farka rastlanmamıştır.

Kayhan (2011) tarafından, Tekirdağ koşullarında 2009-2010 yıllarında toprak altı damla sulama yöntemi altında farklı lateral derinlikleri ve sulama suyu uygulamalarının soğan bitkisine olan etkileri araştırılmıştır. Araştırmada üç farklı lateral derinliği (0, 10 ve 20 cm), dört farklı sulama seviyesi (%50, %75, %100 ve %125) Class A Pan buharlaşma kabından elde edilen değerlerle sulama suyu

uygulanmıştır. En yüksek verim %125 konusunda 20 cm lateral derinliğinde 25.99 ve 32.31 t ha⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Özdemir (2013) tarafından, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama alanında pamuk bitkisinin sulama uygulamaları irdelenmiştir. Denemede toprak üstü ve toprak altı sulama sistemleri kullanılmış, iki farklı lateral derinliği 30-35 cm denenmiş, Class A Pan buharlaşma kabından oluşan 8 günlük buharlaşmanın %25, %50, %75 ve %100' ünün karşılandığı farklı su düzeyleri araştırılmıştır. Sonuç olarak, toprak üstü damla sulama uygulamasında yer alan %100 konusunun ekonomik anlamda daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

Çolak (2014) tarafından, Çukurova bölgesinde patlıcan bitkisinin en yüksek verim ve kaliteyi sağlayacak optimum sulama programını oluşturması amaçlanmıştır. Araştırmada iki farklı sulama sistemi toprak üstü ve toprak altı, iki farklı sulama aralığı (3 ve 6 gün), dört farklı sulama düzeyi için oluşturulmuştur. Toprak üstü damla sulama sisteminin kullanıldığı 3 gün sulama aralığı ve tam sulama konusunda en yüksek verim 78.7 t ha⁻¹, en düşük verim ise toprak altı damla sulama 6 gün sulama aralığı konusunda 40.9 t ha⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Orhangazi (2017), Harran Ovası koşullarına göre 2016 yılında Harran Üniversitesi uygulama alanında yürütülen çalışmada, biber bitkisi yetiştiriciliğinde farklı sulama uygulamaları içeren uygun lateral derinliği araştırılmış ve en uygun derinlik 25 cm olarak belirlemiştir. Toprak tuzluluğunu 1.13-2.29 dS m⁻¹ olarak elde etmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Harran Ovası'nın genel özellikleri ve deneme alanının coğrafik konumu

Harran Ovası büyüklüğü 235 000 ha olup yapılan detaylı toprak etüv ve haritalama çalışmalarına göre 25 farklı toprak serisine sahiptir ve 25 seriden 21'i kil, ikisi siltli kil, diğer ikisi killi tın tekstür yapıdadır. Toprakların pH değerleri ise 7.2 ile 7.6 arasında değişmektedir. Harran Ovası, yarı kurak iklim kuşağında bulunmaktadır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve az yağışlı geçmektedir. Bitki deseni olarak ağırlıklı pamuk, mısır, buğday yetiştiriciliği, bununla beraber biber, patlıcan, domates gibi sebze yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Sulama suyu kaynağı Atatürk barajı olup, su dağıtım sistemi açık kanallı sulama sistemidir. Bölgede sulama işletmeciliğini 19 adet sulama birliği yürütmektedir.

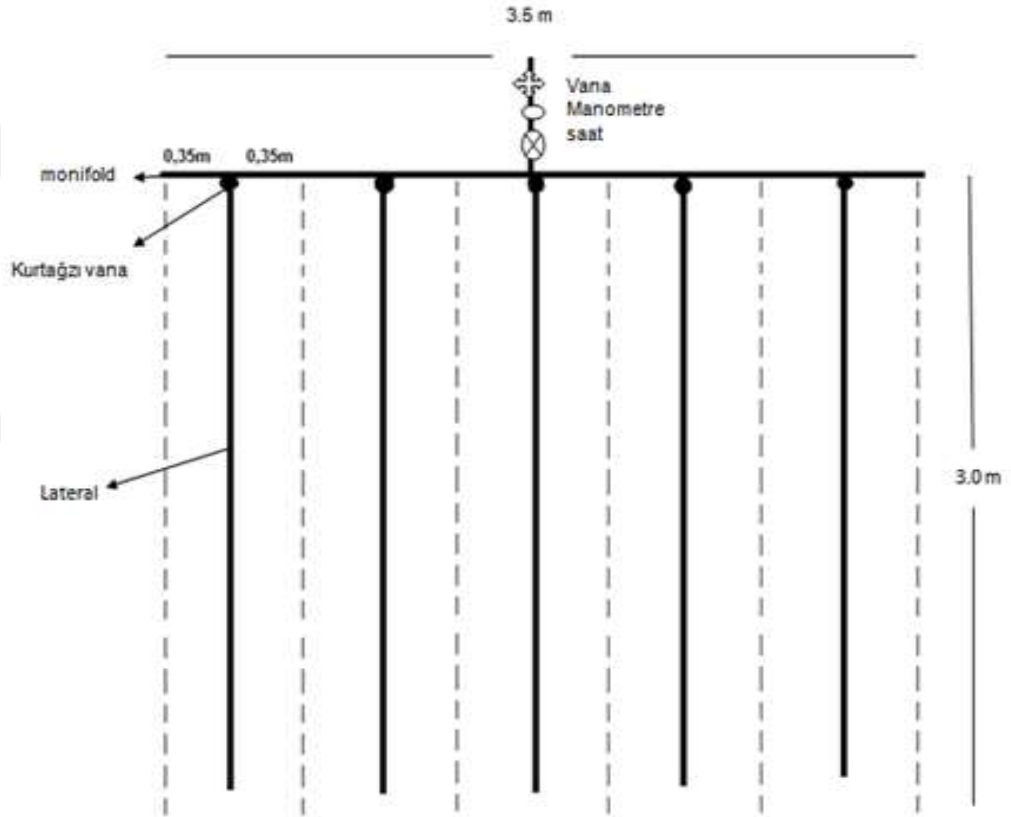
Araştırma Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Şanlıurfa iline bağlı Harran Ovası'nda bulunan Şanlıurfa merkezine 8 km uzaklıktaki Harran Üniversitesi Eyyübiye Yerleşkesi deneme alanında yürütülmüştür. Deneme alanının denizden yüksekliği ortalama 464 ile 467 m arasında olup, 37°08'N enlemi ve 38°46'E boylamı arasında yer almaktadır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Harran Ovası'nın coğrafik konumu (Özcan ve Tuylu, 2015)

3.1.2. Deneme parselasyon özelliği

Çalışma, alanı olarak Harran Üniversitesi Eyyübiye Kampüsü uygulama alanı seçilmiştir. Araştırma, tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme, 3.50x3.00 m boyutlu (10.5 m²) parseller sıra şeklinde olup her bir sıra üzerinde 13 adet bitki bulundurmaktadır (Şekil 3.2.). Bitki sıra üzeri mesafeler ise 18 cm'dir. Toprak yapısı homojendir ve denemeden öncesi alanda mısır bitkisi yetiştirilmiştir.



Şekil 3.2. Deneme alanındaki TUDSS ve TADSS laterallerin yerleşik planı

3.1.3. İklim özelliği

Şanlıurfa, Güneydoğu Anadolu iklim bölgesinde yer almakla beraber, Akdeniz ikliminin etkisi de kısmen görülmektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık olan bir iklim özelliğine sahiptir.

Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin 2016 yılı ve 1985-2015 uzun yıllar, aylık ortalama iklim değerleri (Anonim, 2016a)

İklim parametreleri		Max. Sıcaklık (°C)	Min. Sıcaklık (°C)	Ort. Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Rüzgâr Hızı (m/s)	Güneşlenme Süresi (saat)	Yağış (mm)
Aylar	Yıl							
Haziran	2016	42.0	18.9	29.8	28.0	1.9	11.9	0.6
	U.Y	34.9	21.1	28.3	35.2	2.0	12.0	3.3
Temmuz	2016	43.0	20.9	33.0	25.4	1.9	12.4	0.2
	U.Y	39.6	25.6	33.3	29.1	1.9	12.0	0.0
Ağustos	2016	43.0	21.2	33.2	30.6	1.6	11.1	0.0
	U.Y	38.6	24.7	31.6	36.6	1.7	11.0	0.0
Eylül	2016	33.5	20.0	26.4	32.1	1.7	9.8	0.0
	U.Y	35.2	22.1	27.9	35.2	1.7	9.1	0.3
pEkim	2016	33.9	12.3	22.1	35.9	1.2	8.6	22.0
	U.Y	27.3	16.2	21.3	50.1	1.1	6.7	43.2
Kasım	2016	19.3	7.9	12.6	42.9	1.1	5.9	23.3
	U.Y	19.4	9.2	13.3	54.2	1.2	5.8	17.4

Çalışma, 2016 yılı için yürütülmüş olup mısırın gelişme süresince (Haziran-Kasım ayları) ortalama sıcaklığının, 33.2-12.6 °C; uzun yıllar ortalaması ise 33.3 ile 13.3 °C arasında değiştiği; en yüksek sıcaklığın, 43.0 °C Ağustos ve Temmuz ayında, en düşük sıcaklığın ise 7.9 °C Kasım ayında olduğu tespit edilmiştir. Ortalama yağış miktarının, 0-23.3 mm; uzun yıllar ortalaması ise, 0 ile 43.2 mm arasında değişmektedir. Ortalama nisbi nem, %42.9-%25.4; uzun yıllar ortalaması ise %54.2-%29.1; rüzgar hızı 1.9-1.1 m s⁻¹; uzun yıllar ortalaması 2.0-1.1 m s⁻¹; güneşlenme süresi 12.4-5.9 saat; uzun yıllar ortalaması ise 12.0 ile 5.8 saat arasındadır (Çizelge 3.1.).

3.1.4. Toprak özelliği

Deneme alanı toprakları ana materyal alüviyal, derin profilli olup, ikizce serisi toprakları içerisindedir. Tüm profilin kireç ve potasyum oranı yüksek olup, buna karşılık fosforca fakirdir. Deneme alanının toprak pH' sı 7.3 ile 7.4 arasında değişen, yüzeyde organik madde % 1.20, derinlerde ise % 0.8'e düşen yapıda özellik göstermektedir (Dinç ve ark., 1988).

Deneme alanına ilişkin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.2.'de sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Tarı, 2016)

Derinlik cm	Ece dS m ⁻¹	TK g g ⁻¹	SN g g ⁻¹	As g cm ⁻³	Elverişli Nem mm	Kil %	Silt %	Kum %	Bünye Sınıfı
0-30	1.04	32.50	22.10	1.15	35.88	56.56	20.0	23.44	C
30-60	1.07	31.40	21.20	1.40	42.84	54.56	17.0	24.44	C
60-90	1.08	29.60	22.08	1.16	26.17	62.56	17.0	21.44	C

C: Killi Mineral

3.1.5. Bitki deseni

Harran Ovası bitki deseni içerisinde önemli bir yeri olan ve II. ürün olarak ekilen mısır bitkisi için deneme materyali olarak PR32T83 çeşidi kullanılmıştır.

PR32T83 mısır çeşidi: Orta bitki boyu ve boyuna göre nispeten yere yakın koçan bağlama yeri ile kompakt bir bitki yapısına sahiptir. Oldukça sağlam ve kök boğazı çürüklüklerine toleranslı bir sap yapısı vardır. Bu özellikleri sayesinde yıkılma ve yatma problemi olan tarla ve bölgelerde öncelikli olarak tercih edilebilir. Oldukça derin kök sistemi sayesinde besin elemanı ve su emilimi yüksektir. Bu nedenle kuraklığa toleransı çok yüksektir. Oluş grubuna göre döllenme dönemi çok erken başlar. Bu sayede uzun süren bir tane dolum dönemi geçirir ve oldukça stabil,

uç boşluğu çok az koçan oluşumu sağlar. Hasada kadar sağlıklı bitki yapısına sahiptir (Anonim, 2017).

3.1.6. Su kaynağı ve su kalitesi

Denemede kullanılan sulama suyu, Harran Üniversitesi Eyyübiye Yerleşkesi deneme alanında bulunan kuyudan 5 tonluk depoya aktararak sağlanmıştır.

Çizelge 3.3. Sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri (Şimşek, 2015)

Elektriksel iletkenlik	Kasyonlar me L ⁻¹				Anyonlar me L ⁻¹				Ph değeri	Sulama suyu sınıfı
	Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Top. Total	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Top. Total		
1080	1.98	0.02	0.25	2.25	0.90	0.60	0.75	2.25	7.0	C ₃ S ₁

Sulama suyu kalitesi olarak C₃S₁ özelliğindedir. Sulama suyu tuzlu ve sodyum düzeyi düşüktür. Suyun pH değeri 7.0, elektriksel iletkenlik (Ec) içeriği 1080 µmhos cm⁻¹'dir (Çizelge 3.3.).

3.1.7. Bilgisayar yazılımları

Çalışmada istatistik analizler için MİNİTAB16 paket programından yararlanılmıştır. Deneme konularına ilişkin derlenen diğer verilerin tasnifi, çizelgelerin ve grafiklerin oluşturulması, regreasyon grafiklerinin belirlenmesinde ise EXCEL ms-dos Office programından yararlanılmıştır.

3.1.8. Çalışmada kullanılan alet ve ekipmanlar

Bitki Klorofil ölçümlerinde dijital klorofil metre, bitki boyunun belirlenmesinde şerit metre ve koçan uzunluğu, koçan çapı, bitki gövde çapı ölçümlerinde ise kumpas aletleri kullanılmıştır. Koçan ağırlığı, dane ağırlığı, bin dane ağırlığının saptanmasında hassas teraziden yararlanılmıştır (Şekil 3.3a,b).

Toprak tuzluluk değerlerin belirlenmesinde pH metre aleti, toprak örneklerin alınması ve mevcut nem miktarının belirlenmesinde ise kullanılan alet ve ekipman olarak burgu, toprak örneği alma kabı ve etüv kullanılmıştır (Şekil 3.3c,d).



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan bazı alet ve ekipmanlar

Sulama suyu uygulamasında açık su yüzeyinden olan (Class A Pan) buharlaşma miktarı esas alındığında, deneme alanına yakın yerde Class A Pan'dan günlük buharlaşma ölçümleri yapılmıştır. Buharlaşma kabı 121 cm çapında ve 25 cm yüksekliğinde, galvanizli saçtan yapılmış üstü açık kaptan yararlanılmıştır. Su miktarının ölçülmesinde ise su saati kullanılmıştır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan Class A Pan ve su saati

3.1.9. Toprak üstü ve toprak altı damla sulama sistemleri

Denemede TUDSS ve TADSS ana boru hattı, manifold boru hattı, lateral, gübre tankı, elek filtre, manometre, sayaç ve bağlantı parçalarından meydana gelmiştir. TUDSS ve TADSS parsellerinde lateraller 16 mm çapında, damlatıcılar 2 L h⁻¹ debili ve damlatıcı aralığı 0.30 m'dir. İki uygulamada da parsel hat başına 30 mm çaplı vanalar takılarak sulama kontrol altına alınmıştır. Lateraller; her bitki sırasına bir lateral, 70 cm aralıklı olacak şekilde döşenmiştir. TADSS'de lateraller toprak yüzeyinin 0.30 m altına yerleştirilmiştir. Bu sistemde, ana hat ve manifold borular deneme alanında toprak yüzeyine yerleştirilmiştir. TADSS'de, suyun dağıtımını yapan ana boru ve yan boru dışında lateral hattı sonunda sistemin kolay temizlenebilmesi ve kontrolü amacı ile yıkama manifold borusu döşenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme yöntemi ve uygulama tekniği

Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Toprak üstü ve toprak altı damla sulama sistemleri kullanılarak 5 farklı sulama düzeyi çalışılmıştır. Class A Pan buharlaşma kabına göre sulama konuları her iki sulama sisteminde I_1 (1.5), I_2 (1.25), I_3 (1.0), I_4 (0.75), I_5 (0.5) olarak belirlenmiştir. TADSS için konularda uygulanan lateral derinliği ise D_{40} 'dır. Her iki sulama sistemi için Class A Pan Katsayıları (K_{cp}) araştırılmış, verim ve verim parametreleri saptanmıştır. Ayrıca, çalışmanın diğer aşaması olan TADSS için en uygun lateral derinliğinin belirlenmesi amacıyla D_{30} , D_{40} ve D_{50} olmak üzere üç derinlik konusu oluşturulmuştur. Lateraller farklı derinliklere döşenerek %100 sulama suyu uygulanmıştır ve lateral derinliklerine bağlı olarak topraktaki tuz değişimi izlenmiştir.

3.2.2. Günlük buharlaşma miktarının hesaplanması

Çalışmada, günlük buharlaşma miktarının belirlenmesinde açık su yüzeyinden olan buharlaşma esasına dayalı yöntem kullanılmıştır. Deneme alanının ortasına yerleştirilen Class A Pan buharlaşma kabı yardımıyla günlük buharlaşma miktarları ölçülmüştür (Kırnak ve ark., 2003; Şimşek ve Gerçek, 2005). Her gün ölçümler 17.00' da yapılmıştır. Ölçülen su düzeyi bir önceki su düzeyinden çıkarılarak günlük buharlaşma miktarı elde edilmiştir. Deneme uygulaması gereği 4 günlük toplam buharlaşma deneme konuları esas alınarak sulama suyu olarak uygulanmıştır. A sınıfı buharlaşma kabında su seviyesi düştükçe kapak üst kısmı seviyesine kadar su doldurulmuştur. Buharlaşma kabı 5 günde bir temizlenmiştir.

3.2.3. Sulama suyu miktarının belirlenmesi

Çalışmada toprak altı damla sulama sistemi ve toprak üstü damla sulama sistemi olarak iki farklı sistem kullanılmıştır. Uygulanacak sulama suyu miktarı (I) Class A Pan'dan ölçülerek belirlenmiştir. Sulama suyunun hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Kanber, 1984).

$$I = A \times K_{cp} \times E_p \times P \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

E_p : Class A Pan 'dan olan buharlaşma (mm),

I: uygulanacak sulama suyu miktarı (L),

A: pan kabı alanı (m²),

P: ıslatma alanı yüzdesi,

K_{cp} : pan katsayısı.

3.2.4. Bitki su tüketiminin hesaplanması

Deneme konularına uygulanan sulama suyu ve yağışlar kaydedilerek bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) değerleri aşağıdaki verilen su bütçesi eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır (James, 1988), derine süzülme ve yüzey akış hesaplanarak ihmal edilmiştir.

$$ET = I + P - D - R \pm \Delta S \quad (3.2)$$

Eşitlikte kullanılan ifadeler aşağıda verilmiştir:

ET: Bitki su tüketimi (mm),

I: sulama suyu (mm),

P: yağış (mm),

D: derine süzülme (mm),

R: yüzey akış (mm),

ΔS : bitki kök bölgesindeki su depolama farkı (mm)'nı ifade etmektedir.

3.2.5. Denemede uygulanan kültürel işlemler

a.) **Tarla hazırlığı ve ekim:** Deneme alanı k ltivat rle 10-15 cm' lik derinlikte bir sürüm yapılmıştır. Daha sonra diskaro ile kesekler ufalandıktan sonra tapan çekilerek düzgün bir tohum yatağı hazırlanmıştır.

Toprak hazırlığının tamamlanmasıyla deneme desenine göre parselasyon işlemi yapılmıştır. Parselasyon işleminin sıra arası 70 cm sıra üzeri 18 cm, ekim derinliğı 5-6 cm olacak şekilde 20 Haziran'da elle ekim işlemi yapılmıştır (şekil 3.5.).



şekil 3.5. Araştırma alanının toprak hazırlığı ve ekimi

b.) Gübreleme: Toprak analizleri dikkate alınarak 20-25 kg da⁻¹ azot, 8-10 kg da⁻¹ P₂O₅ ve K₂O'yu tamamlayacak şekilde gübreleme yapılır. Azotun bir kısmı fosfor ve potasyum tamamı ekimle birlikte, azotun kalan kısmı ise parçalar halinde üst gübre olarak verilmelidir (Anonim, 2016b). Toprak hazırlığı sırasında 3-5 ton da⁻¹ yanmış ahır gübresi, dikimle birlikte hesaplanan fosforlu gübrenin tamamı azotlu gübrenin yarısı uygulanmıştır. Azotlu gübrenin diğer yarısı ise ilk sulamadan önce verilmiştir.

c.) İlaçlama: Deneme süresince, parsellerde gelişen yabancı otlar traktör ve el çapası ile sonraki dönemlerde parsel ve blok aralarında gelişen yabancı otlar ise el çapası ile temizlenmiş, ayrıca hastalık ve zararlıların denemenin sağlıklı yürütülmesini engelleyecek düzeyde zarar vermesi engellenmiştir. Başta koçan kurdu olmak üzere yaprak biti gibi zararlılara karşı kimyasal mücadele uygulanmıştır.

d.) Bakım: Araştırmanın ekim işleminden 10 gün sonra mısır bitkilerinin çıkışı görülmüştür. Parselasyon işleminden önce bitki kök bölgesinin havalanması amacıyla bitki boyu 10-15 cm'ye ulaştığında, birinci çapa yapılmış, sonra sıra üzeri 18 cm olacak şekilde el ile seyreltme yapılmıştır. Bitkiler 8-10 yapraklı olduğunda ikinci çapa ve boğaz doldurma işlemi yapılmıştır.

e.) Hasat: Hasattan hemen önce, deneme parsellerinin kenar tesir payları çıkarılmış ve 15 Kasım 2016 tarihinde el ile hasat yapılmıştır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Hasat alanı ve hasat olgunluğuna gelmiş mısır bitkisinden görünüm

3.2.6. Mısır (*Zea mays* L. *intendata*) Bitkisinin Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri

3.2.6.1. Kök uzunluğu (cm): Bitki kök uzunluğu ölçümlerinde; bitkinin vejetatif gelişimini tamamladığı son hasat dönemi için, her parselden hassas kazım yapılarak çıkarılan bitkilerin kökleri şerit metre ile ölçülmüştür.

3.2.6.2. Bitki boyu (cm): Hasat döneminde, her parselden rastgele seçilen 5 bitkinin toprak yüzeyinden tepe püskülü boğumuna kadar olan kısmı ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

3.2.6.3. Bitki sap kalınlığı (mm): Hasat döneminde, her parselden rastgele seçilen 5 bitkinin, sap kalınlığı toprak yüzeyinin 5 cm üzerinden kumpasla ölçülüp, ortalaması alınmıştır.

3.2.6.4. Koçan yüksekliği (cm): Hasat döneminde, her parselden rastgele seçilen 5 bitkide, toprak yüzeyinden itibaren bitki üzerindeki ilk koçanın çıktığı boğuma kadar olan mesafe ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

3.2.6.5. Koçan boyu (cm): Her parselden rastgele alınan 10 bitkinin koçanlarının, koçan sapının tane ile birleştiği noktadan koçan ucuna kadar olan mesafe kumpasla ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

3.2.6.6. Koçan çapı (mm): Her parselden rastgele alınan 10 koçan örneğinde, koçanın orta noktasından kumpas ile cm cinsinden ölçülerek bulunmuştur (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Mısır bitkisinin koçan kalınlığı

3.2.6.7. Koçanda dane ağırlığı (g): Her parselden rastgele alınan 10 koçan örneğinin harmanlanması ile elde edilen taneler tartılarak koçanda dane ağırlıkları bulunmuştur.

3.2.6.8. Klorofil indeksi: Her parselden tepe püskülü çıkarma dönemlerinden başlayarak koçan kavuzlarının tamamen sarardığı döneme kadar geçen süre her parselden tesadüfi olarak rastgele seçilen 5 bitkinin koçan yaprağında haftalık aralıklarla toplam klorofil içeriği, yaprak tarafından emilen kırmızı ışııkla yapraktan geçen arasındaki ilişkiden yararlanarak klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen taşınabilir, klorofil metre cihazı ile açık havada ölçülerek saptanmış ve cihazdan okunan değerler SPAD değeri olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Araştırma alanında klorofil cihazından görünüm

3.2.7. Mısır (*Zea mays L. indentata*) Bitkisinin verim miktarının belirlenmesi

3.2.7.1. Dane verimi (kg da^{-1}): Her parselden elde edilen dane verimlerinin dekara verime çevrilmesiyle belirlenmiştir.

3.2.7.2. Bin dane ağırlığı (g): Her parselden rastgele alınan 5 adet koçandan elde edilen daneler 4x100 esasına göre sayılıp tartılarak 2.5 katsayısı ile çarpılıp hesaplanmıştır.

3.2.8. Su ve sulama suyu kullanım randımanı

Su kullanım randımanları (WUE), sulama yöntemlerinin karşılaştırılmasında ve sulama programlarının değerlendirilmesinde kullanılan ölçütlerden birisidir (Tanner and Sinclair, 1983). Ele alınan farklı sulama konuları ve sulama suyu kısıntılarının karşılaştırılarak en uygun sulama programının belirlenmesinde sulama suyu ve su kullanım randımanları değerlerinden yararlanılmıştır. Sudan yararlanma oranı olarak da ifade edilen su kullanım randımanı değerleri, her bir sulama konusuna ait elde edilen verimlerinin, mevsimlik bitki su tüketimine oranı olarak ifade edilen ve aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır (Howell ve ark., 1990). Buna göre;

$$WUE = E_y / ET \text{ dir.} \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

WUE = Su kullanım randımanı (kg m^{-3}),

E_y = verim (kg da^{-1}),

ET = mevsimlik bitki su tüketimi (mm).

$$IWUE = E_y / I \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

IWUE = Sulama suyu kullanma randımanı (kg m^{-3}),

I = mevsimlik sulama suyu miktarı (mm).

3.2.9. TADSS Lateral Derinliğine Göre Toprak Tuzluluğun incelenmesi

TADSS döşendiği parsellerden deneme başlangıcında ve deneme sonunda 30-60 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Toprak tuzluluğunun pH ve E_c 'sini belirlemek üzere 2 mm'lik elekten geçirilen topraklar saf su ile doyurularak saturasyon çamuru yapılmış ve elde edilen ekstraktan elektriksel iletkenlik (EC) ve pH değerleri belirlenmiştir (Şekil 3.9). Ekstraktın EC değerleri EC metre okumasıyla, pH'sı ise; pH metre okuması ile belirlenmiştir (Soil Conservation Service, 1972; Thomas, 1996).



Şekil 3.9. Toprak tuzluluk değerinin belirlenmesi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1.Sulama Suyu Miktarlarına İlişkin Sonuçlar

Mısır ekiminden sonra çimlenme ve çıkış sağlanabilmesi ve ayrıca homojen bitki yoğunluğu elde edebilmek için 20 Haziran ve 15 Temmuz tarihleri arasında can suyu verilmiş, çıkış sağlanmayan yerlere tekrar tohum ekimi yapılmış ve her parsele toplam 76 mm sulama suyu uygulanmıştır. Çalışmada, denemeye başlandıktan sonra toplam 20 kez sulama yapılmıştır, sulama programına 15 Temmuz'da başlanmış, 29 Eylül'de son verilmiştir.

Deneme konularında sulamalar 4 gün ara ile yapılmış olup uygulanan sulama suyu miktarları 1264.5 mm ile 421.5 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.1.). En fazla sulama I₁ konusunda, en az sulama ise I₅ konusunda gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.1. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

	Deneme Konuları				
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅
Sulama Suyu Miktarı	1264.5	1053.8	843.0	632.3	421.5

Kırnak ve ark. (2003), mısır bitkisinin kısıntılı sulama uygulamalarında sırasıyla birinci ve ikinci yıl toplam 1215 mm ve 1295 mm su uygulamışlardır. Şimşek ve Gerçek (2005) tarafından yapılan çalışmada, mısır bitkisinin damla sulamada dört farklı sulama aralığındaki sulama suyu miktarları ilk yıl 814-1116 mm ve ikinci yıl 843-1206 mm arasında gerçekleşmiştir. Yavuz ve ark. (2009), denemenin ilk yılında yapılan uygulamalar sonucunda en yüksek ve düşük su alan SD₁ ve SD₆ konularına 511 mm ve 174 mm sulama suyu uygulamışlardır. Kara (2011), su tüketimi A sınıfı buharlaşma kabı yöntemine göre belirlenen ve damla sulama ile sulanan mısır bitkisi için dört farklı sulama düzeylerinde sulama suyu miktarlarını 431-697 mm uygulamıştır. Okay ve Yazgan (2015) tarafından yapılan

çalışmalar, mısır bitkisi için 16 farklı su düzeyi oluşturulmuş ve konulara göre elde ettikleri sulama suyu miktarları 0-711 mm arasında verilmiştir.

4.2. Bitki Su Tüketimine ilişkin Sonuçlar

TÜDSS bitki su tüketim değerleri ise sırasıyla; 1294.6, 1138.6, 945.1, 787.1 ve 585.7 mm olarak hesaplanmıştır. TÜDSS’de en fazla bitki su tüketim I₁ konusunda, en az bitki su tüketimi ise I₅ konusunda gerçekleşmiştir. TADSS bitki su tüketim değerleri sırasıyla; 1286.7, 1127.3, 934.3, 772.2 ve 572.5 mm olarak hesaplanmıştır. TADSS’ de en fazla bitki su tüketimi I₁ konusunda, en az bitki su tüketimi ise I₅ konusunda gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Sulama sistemlerine göre belirlenen bitki su tüketimi miktarları (mm)

Sulama Sistemleri	Deneme Konuları				
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅
TÜDSS	1294.6	1138.6	945.1	787.1	585.7
TADSS	1286.7	1127.3	934.3	772.1	572.5

Kırnak ve ark. (2003), mısır bitkisinin kısıntılı sulama uygulamalarında sırasıyla, birinci ve ikinci yıl toplam 1320 mm ve 1435 mm su tüketimi belirlemişlerdir. Şimşek ve Gerçek (2005) tarafından yapılan çalışmada, denemelerinin birinci ve ikinci yılında 909-1224 mm ve 923-1160 mm arasında bitki su tüketimi gerçekleşmiştir. Payero ve ark. (2008) tarafından Nebraska’da yürütülen araştırmada, mısır bitkisinin toprak altı damla sulama yöntemi deneme konularında birinci yıl 53-356 mm, ikinci yıl 22-226 mm arasında değişen 8 farklı sulama suyu miktarı uygulanmıştır. Kara (2011), su tüketimi A sınıfı buharlaşma kabı yöntemine göre belirlenen ve damla sulama ile sulanan mısır bitkisi için dört farklı sulama düzeylerinde 590.1-781.0 mm arasında mevsimlik bitki su tüketimi uygulamıştır. Okay ve Yazgan (2016) tarafından yapılan çalışmada, mısır bitkisi için 16 farklı su düzeyi oluşturulmuş ve konulara göre elde ettikleri bitki su tüketim değerleri 89.9 ile 823.1 mm arasında bulunmuştur.

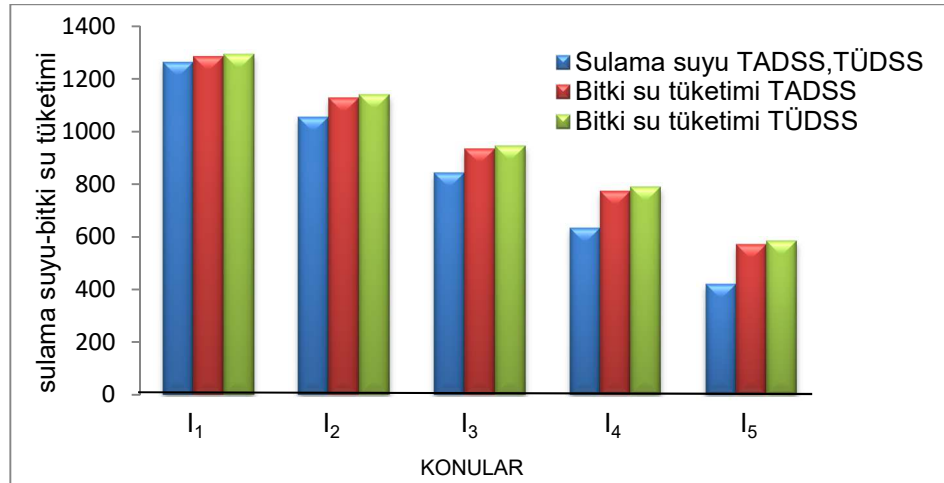
Çalışmada, I_3 konusu D_{30} , D_{40} ve D_{50} farklı lateral toprak derinliğine uygulanmıştır (Çizelge 4.3). Lateral uygulama derinliklerine göre elde edilen bitki su tüketim değerleri; D_{30} için 950.2 mm, D_{40} için 934.3 mm ve D_{50} için 922.7 mm olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3. Farklı derinliklerdeki laterallerin mısır bitkisi için bitki su tüketimi (mm)

	Deneme Konuları		
	D_{30}	D_{40}	D_{50}
ET	950.2	934.3	922.7

Payero ve ark. (2008) tarafından Nebraska’da yürütülen araştırmada, mısır bitkisinin toprakaltı damla sulama yönteminde mevsimlik bitki su tüketimi birinci yıl 580-663 mm, ikinci yıl ise 466-656 mm arasında değişmiştir.

Çalışmada, TUDSS ve TADSS konularındaki sulama suyu miktarı, bitki su tüketim değerlerinden daha az çıkmıştır. TADSS konularındaki bitki su tüketim değerleri ise TUDSS konularındaki bitki su tüketim değerlerine oranla daha az bulunmuştur (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Deneme konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları ile TUDSS ile TADSS konularındaki bitki su tüketim değerleri (mm)

4.3. Mısır (*Zea mays L. indendata*) Bitkisinin Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

4.3.1. Kök uzunluğu (cm)

Farklı sulama sistemlerinde ve sulama düzeylerinde elde edilen ortalama kök uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4.'de, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.5.'te verilmiştir:

Çizelge 4.4. Kök uzunluğuna ilişkin varyans analiz sonuçları

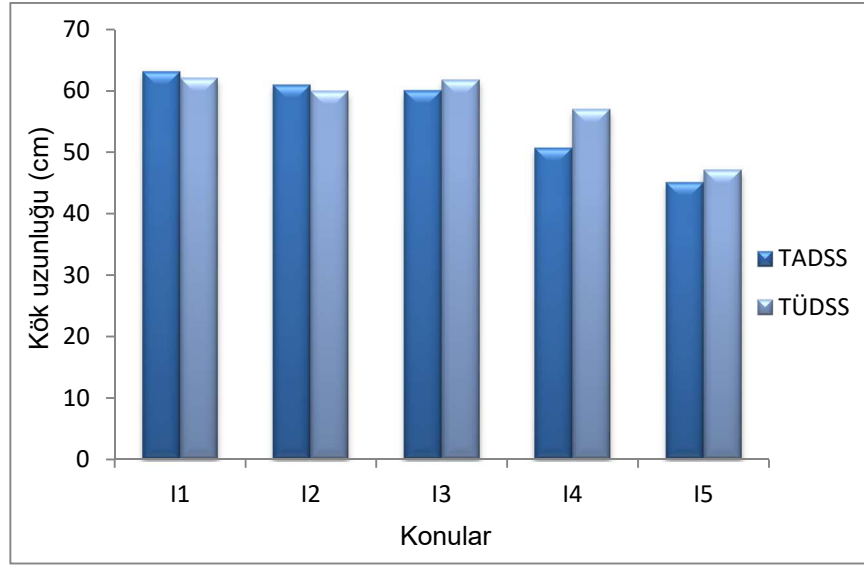
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama sistemi	1	19.20	19.20	8.86	0.007
Sulama sistemi * Sulama Düzeyi	4	54.13	13.53	6.25*	0.002
Sulama Düzeyi	4	1127.20	281.80	130.06**	0.000
Hata	20	43.33	2.17		

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

İkinci ürün mısır için, farklı sulama sistemlerinin ve sulama düzeylerinin kök uzunluğu üzerine etkileri incelendiğinde; sulama düzeyi konularında istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.5. Konulara göre elde edilen kök uzunluğu değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (cm)

Sulama Sistemleri	Sulama Düzeyleri					Ort.
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	63.0 a	61.0 ab	60.0 ab	50.7 c	45.0 d	57.5 A
TÜDSS	62.0 a	60.0 ab	61.7 a	57.0 c	47.0 cd	55.9 B
Ort.	62.5 A	60.5 A	60.8 A	53.8 B	46.0 C	



Şekil 4.2. TUDSS ve TADSS konularında kök uzunluğunun değişimi

Kök uzunluğunun sulama düzeyleri bakımından 46.0 cm ile 62.5 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde en yüksek kök uzunluğu TADSS’de 63 cm iken, en düşük kök uzunluğu yine TADSS’de 45.0 cm olarak elde edilmiştir. Sulama sistemleri kök uzunluğu arasındaki ortalamanın ise TUDSS’de 55.9 cm ile TADSS’ de 57.5 cm olduğu belirlenmiştir. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre üç farklı grup oluşmuştur. İlk grupta I₁, I₂, I₃ (A), ikinci grupta I₄ (B) yer alırken, son grupta ise I₅ (C) yer almıştır (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.2.).

Yavuz ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, toplam kök uzunluğu en yüksek 84.86 m 120 cm⁻¹ ile SD₂ ve en düşük 41.73 m 120cm⁻¹ ile SD₆ konusunda tespit edilmiştir. Konuların tamamında toplam kök uzunluğunun %40 ve üzeri kısmının 0–20 cm’lik toprak derinliği içerisinde olduğunu belirlemişlerdir.

4.3.2. Bitki boyu (cm)

Farklı sulama sistemlerinde ve sulama düzeylerinde elde edilen ortalama bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6.’da, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.7.’de verilmiştir:

Çizelge 4.6. Bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama sistemi	1	15.1	15.1	0.72	0.407
Sulama sistemi * Sulama Düzeyi	4	21.8	5.4	0.26	0.901
Sulama Düzeyi	4	10601.5	2650.4	125.80**	0.000
Hata	20	421.4	21.1		

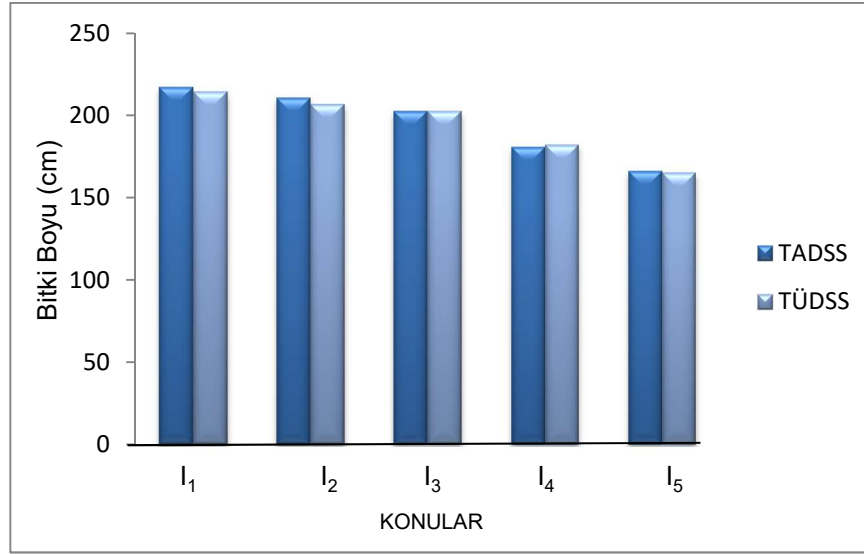
*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

İkinci ürün mısır için, farklı sulama sistemlerinin ve sulama düzeylerinin bitki boyu üzerine etkileri incelendiğinde; sulama düzeyi konularında istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.7. Konulara göre elde edilen bitki boyu değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (cm)

Sulama Sistemleri	Sulama Düzeyleri					Ort.
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	216.9 a	210.5 ab	202.6 b	180.4 c	165.9 de	195.1 A
TÜDSS	214.2 ab	206.7 ab	202.5 b	179.0 cd	165.0 e	193.7 A
Ort.	215.6 A	208.6 AB	202.5 B	179.7 C	165.5 D	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.



Şekil 4.3. TUDSS ve TADSS konularında bitki boylarının değişimi

Bitki boyunun sulama düzeyleri bakımından 165.5 cm ile 215.6 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde en yüksek bitki boyu TADSS’de 216.9 cm iken, en düşük bitki boyu TUDSS’de 165.0 cm olarak elde edilmiştir. Sulama sistemleri arasında bitki boyu ortalamasının ise TUDSS’de 193.7 cm ile TADSS’de 195.1 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre beş farklı grup oluşmuştur. İlk grupta I₁ (A), ikinci grupta I₂ (AB), üçüncü grupta I₃ (B), dördüncü grupta I₄ (C) yer alırken, son grupta I₅ (D) yer almıştır (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.3.).

Kırnak ve ark. (2003), verilen su miktarındaki azalış oranına bağlı olarak bitki boyu, gövde çapı, yaprak alan indeksi ve kuru madde miktarında önemli düşüşler gözlemlendiğini; Yılmaz ve ark. (2004), farklı sulama düzeylerinin ikinci ürün mısırda verim ve bazı agronomik özellikler, bitki boyu, 1000 tane ağırlığı, koçan çapı, koçan boyu, koçanda tane sayısı, sulama konularının verim ve agronomik özellikler üzerine etkisinin her iki yılda da önemli olduğunu; Çakır (2004), püskül çıkarma ve vejetatif dönem boyunca meydana gelen su stresinin bitki boyu ve yaprak alan gelişimini azalttığını; Sarıkurt (2005), 12 farklı mısır çeşidinde ortalama bitki boyunu 273.33 ile 289.30 cm arasında değiştiğini; Öktem ve Toprak (2013), Çukurova koşullarında 17 atdışi mısır genotiplerinin morfolojik özelliklerinde bitki boyunun 179.6 ile 225.6 cm

arasında değiştiği; Durmuş (2015), 10 farklı atdişi hidrit mısır çeşidinde bitki boyunu ortalama 156.0 ile 187.4 cm arasında bulunduğunu; Kuşçu (2010), kısıntılı sulamanın verim ve kalite üzerine etkisinin ilk yıl bitki boyunu 308 cm, ikinci yıl ise 339 cm arasında değiştirdiği belirtmiştir.

4.3.3. Bitki sap kalınlığı (mm)

Farklı sulama sistemlerinde ve sulama düzeylerinde elde edilen ortalama bitki sap kalınlığına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8.'de, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.9.'da verilmiştir:

Çizelge 4.8. Bitki sap kalınlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama sistemi	1	2.700	2.700	2.08	0.165
Sulama sistemi * Sulama Düzeyi	4	0.133	0.033	0.03	0.999
Sulama Düzeyi	4	211.467	52.867	40.67**	0.000
Hata	20	26.000	1.300		

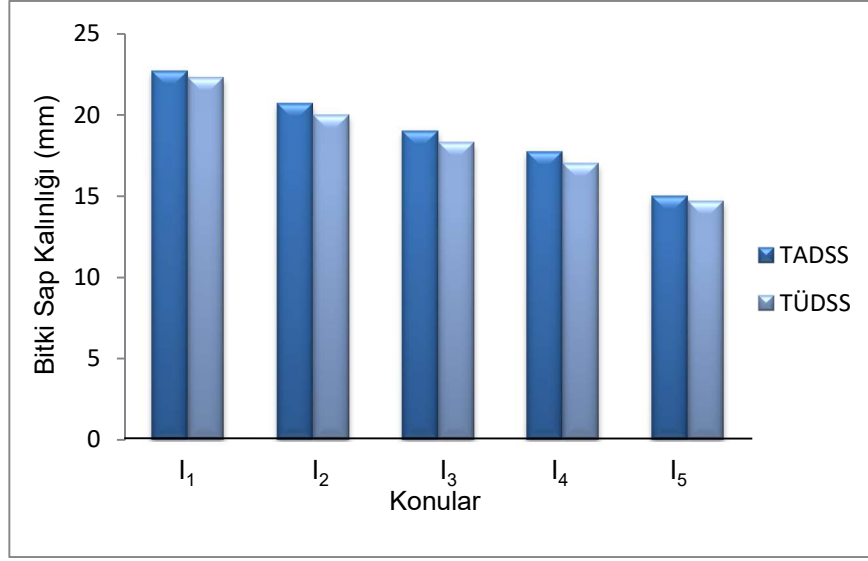
*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

İkinci ürün mısır için, farklı sulama sistemlerinin ve sulama düzeylerinin bitki sap kalınlığı üzerine etkileri incelendiğinde; sulama düzeyi konularında istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.9. Konulara göre elde edilen bitki sap kalınlığı değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (mm)

Sulama Sistemleri	Sulama Düzeyleri					Ort.
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	22.7 a	20.7 ab	19.0 bc	17.7 bcd	15.0 de	19.0 A
TÜDSS	22.3 a	20.0 abc	18.3 bc	17.0 cde	14.3 e	18.4 A
Ort.	22.5 A	20.3 B	18.7 BC	17.3 C	14.7 D	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.



Şekil 4.4. TUDSS ve TADSS konularında bitki sap kalınlığı değişimi

Bitki sap kalınlığının sulama düzeyleri bakımından 14.7 mm ile 22.5 mm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde en yüksek bitki sap kalınlığı TADSS’de 22.7 mm alınırken, en düşük bitki sap kalınlığı TUDSS’de 14.3 mm olarak elde edilmiştir. Sulama sistemleri arasında bitki sap kalınlığı ortalaması ise TUDSS’de 18.4 mm iken TADSS’ de 19.0 mm olarak belirlenmiştir. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre beş farklı grup oluşmuştur. İlk grupta I₁ (A), ikinci grupta I₂ (B), üçüncü grupta I₃ (BC), dördüncü grupta I₄ (C) yer alırken, son grupta I₅ (D) yer almıştır (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.4.).

Kırnak ve ark. (2003), verilen su miktarındaki azalış oranına bağlı olarak bitki boyu, gövde çapı, yaprak alan indeksi ve kuru madde miktarında önemli düşüşler gözlemlendiğini; Sarıkurt (2005), Diyarbakır sulu koşullarında 12 farklı mısır çeşidinde ortalama bitki sap kalınlığının 33.400 ile 36.800 mm arasında değiştiğini; Kuşçu (2010), kısıntılı sulamanın bitki sap kalınlığını ortalama olarak ilk yıl 25 mm, ikinci yıl ise 25.4 mm arasında değiştirdiği belirtmişlerdir.

4.3.4. İlk koçan yüksekliği (cm)

Farklı sulama sistemlerinde ve sulama düzeylerinde elde edilen ortalama ilk koçan yüksekliğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10.'da, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.11.'de verilmiştir:

Çizelge 4.10. İlk koçan yüksekliğine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama sistemi	1	1.200	1.200	0.14	0.715
Sulama sistemi * Sulama Düzeyi	4	0.133	0.033	0.00	1.000
Sulama Düzeyi	4	593.467	148.367	16.99**	0.000
Hata	20	174.667	8.733		

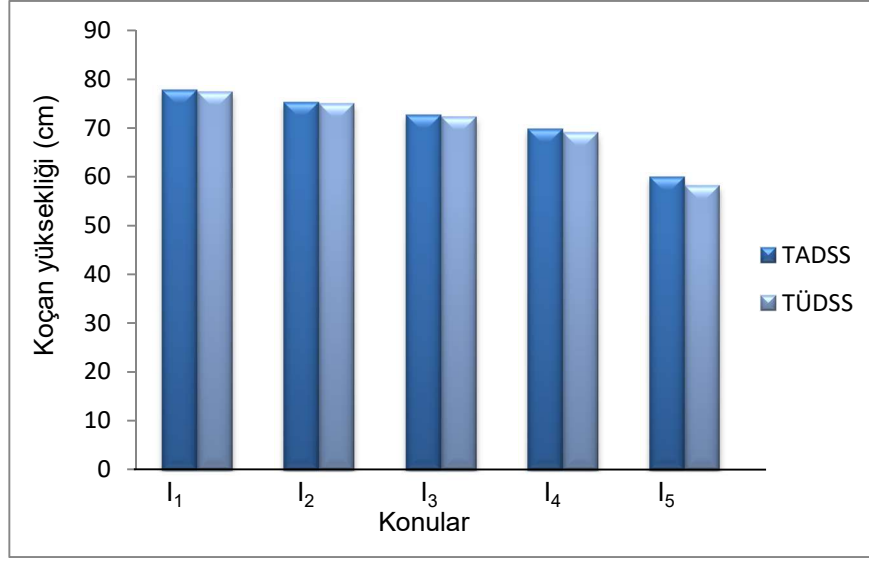
*, %5 düzeyinde önemli, **, %1 düzeyinde önemli

İkinci ürün mısır için, farklı sulama sisteminin ve sulama düzeylerinin ilk koçan yüksekliği üzerine etkileri incelendiğinde; sulama düzeyi konularında istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.11. Konulara göre elde edilen ilk koçan yüksekliği değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (cm)

Sulama Sistemleri	Sulama Düzeyleri					Ort.
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	77.7 a	75.3 ab	72.7 abc	69.7 abc	60.0 c	71.1 A
TÜDSS	77.3 ab	75.0 ab	72.3 abc	69.0 bc	58.2 c	70.4 A
Ort.	77.5 A	75.2 A	72.5 AB	69.3 BC	59.1 C	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.



Şekil 4.5. TUDSS ve TADSS konularında koçan yüksekliği değişimi

İlk koçan yüksekliğinin sulama düzeyleri bakımından 59.1 cm ile 77.5 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde en yüksek ilk koçan yüksekliği TADSS’de 77.7 cm ölçülürken, en düşük ilk koçan yüksekliği TUDSS’de 58.2 cm olarak bulunmuştur. Sulama sistemleri arasında ilk koçan yüksekliği ortalaması ise TUDSS’de 70.4 cm ile TADSS’ de 71.1 cm olarak belirlenmiştir. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre dört farklı grup oluşmuştur. İlk grupta I₁ ve I₂ (A), ikinci grupta I₃ (AB), üçüncü grupta I₄ (BC) yer alırken, son grupta I₅ (C) yer almıştır (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.5.).

Okay (2006), ilk koçan yüksekliği değerlerinin 108.3 ile 125.4 cm arasında değiştiğini farklı sulama programlarına göre değerlerin değişebileceğini ve özellikle vejetatif gelişme döneminde yapılan sulamaların koçanın yerden yüksekliği üzerinde olumlu bir etki yaptığını belirlemiştir. Öktem ve Öktem (2009), Harran Ovası koşullarına uygun yüksek verimli ve hasatta dane nemi düşük mısır genotiplerinin belirlenmesi amacıyla 26 atdışi mısır çeşidinde yaptıkları çalışmada, ilk koçan yüksekliğinin 84.6 ile 152.4 cm arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Kuşçu (2010), kısıntılı sulamanın ilk koçan yüksekliğini ilk yıl ortalama 150 cm, ikinci yıl ise 152.4 cm olarak değiştiğini gözlemlemiştir. Öktem ve Toprak (2013), Çukurova koşullarında bazı atdışi mısır genotiplerinin verim ve morfolojik özelliklerinin

belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, ilk koçan yüksekliğini 79.8 ile 111.3 cm arasında bulmuşlardır.

4.3.5. Koçan boyu (cm)

Farklı sulama sisteminde ve sulama düzeylerinde elde edilen ortalama koçan boyuna ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12.'de, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.13.'de verilmiştir:

Çizelge 4.12. Koçan boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama sistemi	1	1.365	1.365	2.16	0.157
Sulama sistemi * Sulama Düzeyi	4	0.768	0.192	0.30	0.872
Sulama Düzeyi	4	123.576	30.895	48.96**	0.000
Hata	20	12.620	0.631		

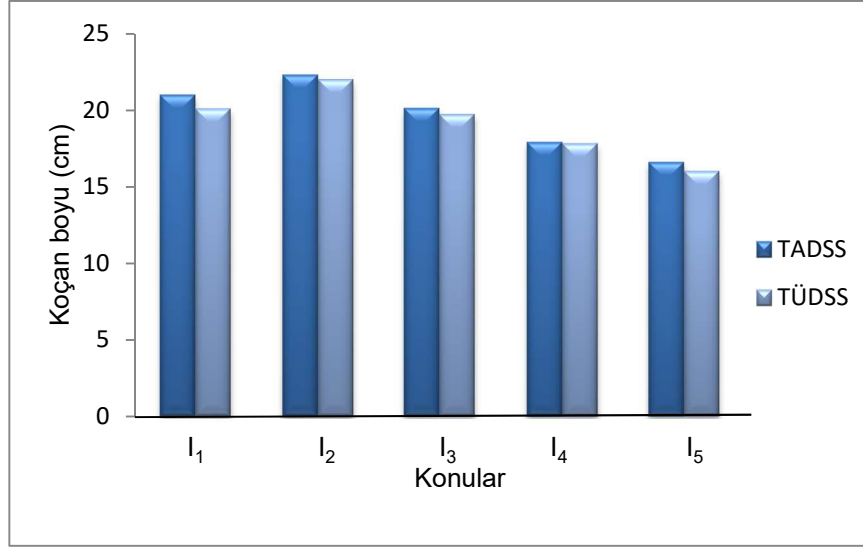
*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

İkinci ürün mısır için, farklı sulama sisteminin ve sulama düzeylerinin koçan boyu üzerine etkileri incelendiğinde; sulama düzeyi konularında istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.13. Konulara göre elde edilen koçan boyu değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (cm)

Sulama Sistemleri	Sulama Düzeyleri					Ort.
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	21.0 ab	22.2 a	20.1 abc	17.9 cd	16.6 d	19.6 A
TÜDSS	20.1 abc	22.0 a	19.7 bc	17.8 cd	16.0 d	19.1 A
Ort.	20.6 AB	22.1 A	19.9 BC	17.9 C	16.3 D	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.



Şekil 4.6. TUDSS ve TADSS konularında koçan boyunun değişimi

Koçan boyunun sulama düzeyleri bakımından 16.3 cm ile 20.6 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde en yüksek koçan boyu TADSS’de 22.2 cm iken, en düşük koçan boyu TUDSS’de 16.0 cm olarak değişmiştir. Sulama sistemleri arasında koçan boyu ortalaması ise TUDSS’de 19.1 cm ile TADSS’ de 19.6 cm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre beş farklı grup oluşmuştur. İlk grupta I₂ (A), ikinci grupta I₁ (AB), üçüncü grupta I₃ (BC), dördüncü grupta I₄ (C) yer alırken, son grupta I₅ (D) yer almıştır (Çizelge 4.13 ve Şekil 4.6.).

Şimşek ve Gerçek (2005), yürüttükleri çalışmada, A sınıfı buharlaşma kabında saptanan toplam 4 günlük buharlaşmanın % 100, % 80 ve % 60’ını sulama suyu olarak uygulamışlar ve sonuçta koçan kalınlığı ve boyunda çok önemli bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Okay (2006), 19.1 ile 21.5 cm arasında koçan boyunu ve Çarpıcı (2009), 9.0-23.6 cm arasında değişen koçan boyunu elde etmişlerdir. Özcan (2010), farklı su uygulamalarının koçan uzunluğuna etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir. Kara (2011), koçan boyunu 15.6-18.9 cm olarak gözlemlemiştir. Öktem ve Toprak (2013), Çukurova koşullarında bazı atdışi mısır genotiplerinin verim ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, koçan boyunu 19.6-22.8 cm arasında bulmuşlardır.

4.3.6. Koçan çapı (mm)

Farklı sulama sistemlerinde ve sulama düzeylerinde elde edilen ortalama koçan çapına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14.'de, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.15.'te verilmiştir:

Çizelge 4.14. Koçan çapına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama sistemi	1	3.745	3.745	0.61	0.446
Sulama sistemi * Sulama Düzeyi	4	0.865	0.216	0.03	0.997
Sulama Düzeyi	4	444.943	111.236	17.98**	0.000
Hata	20	123.753	6.188		

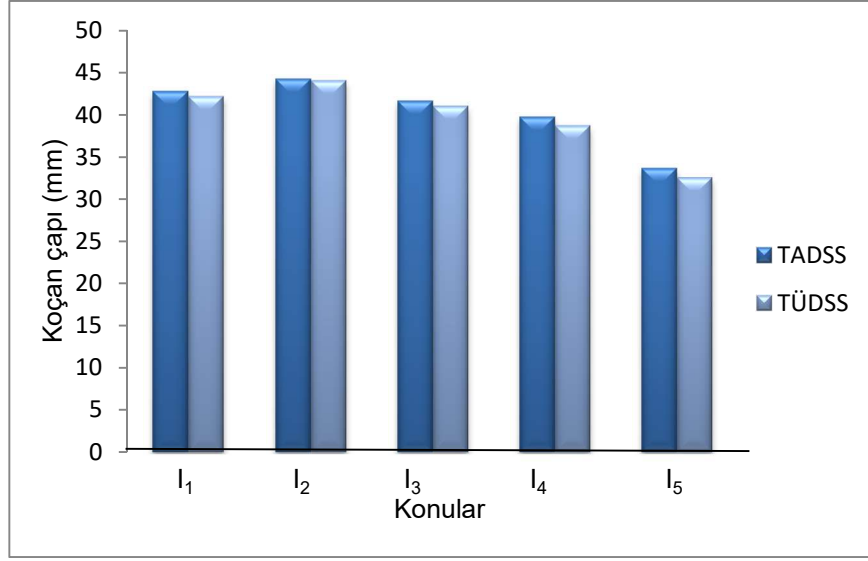
*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

İkinci ürün mısır için, farklı sulama sisteminin ve sulama düzeylerinin koçan çapı üzerine etkileri incelendiğinde; sulama düzeyi konularında istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.14.).

Çizelge 4.15. Konulara göre elde edilen koçan çapı değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (mm)

Sulama Sistemleri	Sulama Düzeyleri					Ort.
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	42.8 a	44.2 a	41.6 a	39.7 ab	33.6 bc	40.4 A
TÜDSS	42.2 a	44.0 a	41.0 a	38.7 abc	32.5 c	39.7 A
Ort.	42.5 AB	44.1A	41.3 AB	39.2 B	33.0 C	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.



Şekil 4.7. TUDSS ve TADSS konularında koçan çapının değişimi

Koçan çapının sulama düzeyleri bakımından 33.0 mm ile 44.1 mm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde en yüksek koçan çapı TADSS’de 44.2 mm iken, en düşük koçan çapı TUDSS’de 32.5 mm olarak bulunmuştur. Sulama sistemleri arasında koçan çapı ortalaması ise TUDSS’de 39.7 mm ile TADSS’ de 40.4 mm olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre dört farklı grup oluşmuştur. İlk grupta I₂ (A), ikinci grupta I₁ ve I₃ (AB), üçüncü grupta I₄ (B) yer alırken, son grupta I₅ (C) yer almıştır (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.7.).

Şimşek ve Gerçek (2005), yürüttükleri çalışmada, A sınıfı buharlaşma kabında saptanan toplam 4 günlük buharlaşmanın % 100, % 80 ve % 60’ını sulama suyu olarak uygulamışlar ve sonuçta koçan kalınlığı ve boyunda çok önemli bir fark bulunmadığını bildirerek bu çalışmayla benzer bulgular ortaya koymuşlardır. Kuşçu (2010), Bursa koşullarında yetiştirdiği mısır bitkisinde kısıntılı sulamanın verim ve kalite üzerinde etkisini iki yıl incelemiş, koçan çapını ilk yıl 4.96 cm, ikinci yıl ise 5.13 cm olarak elde etmiştir. Öktem ve Toprak (2013), Çukurova koşullarında bazı atdiği mısır genotiplerinin verim ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, koçan kalınlığını 44 ile 51 mm arasında bulmuşlardır.

4.3.7. Koçanda dane ağırlığı (g)

Farklı sulama sistemlerinde ve sulama düzeylerinde elde edilen ortalama koçanda dane ağırlığına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16.'da, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.17.'de verilmiştir:

Çizelge 4.16. Koçanda dane ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama sistemi	1	43.0	43.0	0.16	0.695
Sulama sistemi * Sulama Düzeyi	4	8.7	2.2	0.01	1.000
Sulama Düzeyi	4	20435.7	5108.9	18.84**	0.000
Hata	20	5423.4	271.2		

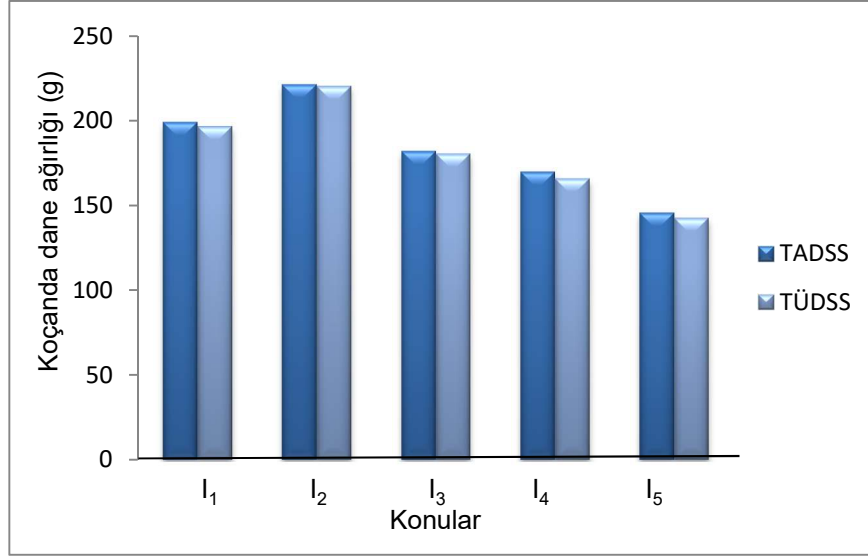
*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

İkinci ürün mısır için, farklı sulama sistemlerinin ve sulama düzeylerinin koçanda dane ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde; sulama düzeyi konularında istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.17. Konulara göre elde edilen koçanda dane ağırlığı değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (g)

Sulama Sistemleri	Sulama Düzeyleri					Ort.
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	199.1 ab	221.0 a	181.8 abc	169.5 bc	145.3 c	183.4 A
TÜDSS	196.7 ab	220.1 a	180.2 abc	165.5 bc	142.3 c	181.0 A
Ort.	197.9 AB	220.6 A	181.0 BC	167.5 CD	143.8 D	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.



Şekil 4.8. TUDSS ve TADSS konularında koçanda dane ağırlığının değişimi

Koçanda dane ağırlığının sulama düzeyleri bakımından 143.8 g ile 220.6 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde, en yüksek koçanda dane ağırlığı TADSS’de 221.0 g elde iken, en düşük koçanda dane ağırlığı TUDSS’de 142.3 g olarak elde edilmiştir. Sulama sistemleri arasında koçanda dane ağırlığı ortalaması ise TUDSS’de 181.0 g ile TADSS’ de 183.4 g olarak belirlenmiştir. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre beş farklı grup oluşmuştur. İlk grupta I₂ (A), ikinci grupta I₁ (AB), üçüncü grupta I₃ (BC), dördüncü grupta I₄ (CD) yer alırken, son grupta I₅ (D) yer almıştır (Çizelge 4.17 ve Şekil 4.8.).

Vural ve Dağdelen (2008), farklı sulama konularının bitki boyu, yaprak sayısı, 1000 tane ağırlığı, koçan çapı, koçan boyu, koçanda dane sayısı üzerine etkili olduğunu; Özcan (2010), farklı su uygulamalarının koçanda dane ağırlığı üzerine etkili olduğunu ve azalan suyla beraber koçanda dane ağırlığının azaldığını; Kara (2011), yürüttüğü çalışmada, ortalama koçan başına dane ağırlığının en yüksek I₁₂₀ konusunda 243.9 g, en düşük ise I₆₀ konusunda 172.7 g olarak elde edildiğini, I₁₀₀ ve I₈₀ konularından elde edilen ortalama koçan başına dane ağırlıklarının ise sırasıyla 216.9 ve 199.3 g olarak bulunduğunu; Gönülal (2013), hibrit mısır çeşidinin farklı fenolojik dönemlerdeki kısıntılı sulamaya gösterdikleri tepkide koçanda dane ağırlığı 142.43-172.45 g olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

4.3.9. Klorofil indeksi

Farklı sulama sistemlerinde ve sulama düzeylerinde elde edilen ortalama kök uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18.'de, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.19.'da verilmiştir:

Çizelge 4.18. Klorofil indeksine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama sistemi	1	710.5	710.5	1.21	0.284
Sulama sistemi * Sulama Düzeyi	4	1597.1	399.3	0.68	0.613
Sulama Düzeyi	4	74909.0	18727.3	31.96**	0.000
Hata	20	11720.0	586.0		

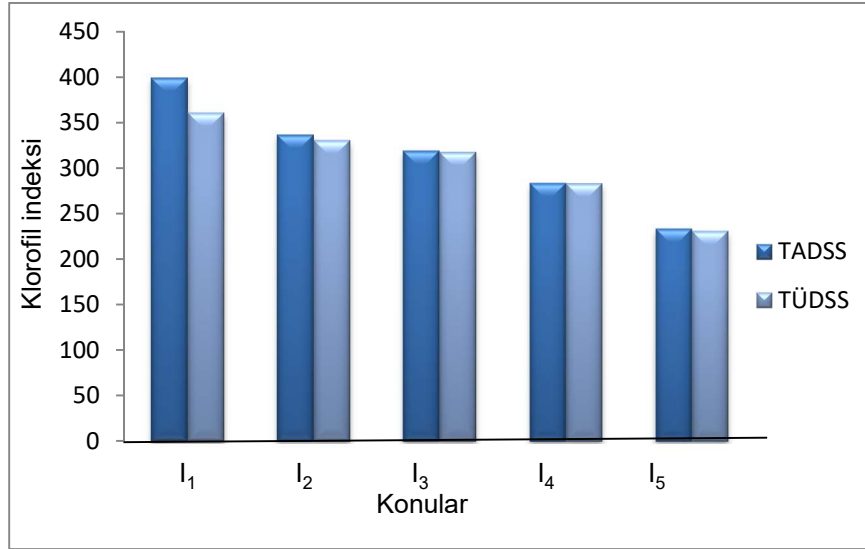
*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

İkinci ürün mısır için, farklı sulama sistemlerinin ve sulama düzeylerinin klorofil indeksi üzerine etkileri incelendiğinde; sulama düzeyi konularında istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Konulara göre elde edilen klorofil indeks değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

Sulama Sistemleri	Sulama Düzeyleri					Ort.
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	399.7 a	337.0 abc	318.7 bc	283.0 cd	232.7 d	314.2 A
TÜDSS	361.0 ab	331.0 abc	317.3 bc	282.7 cd	230.3 d	304.5 A
Ort.	380.3 A	334.0 B	318.0 BC	282.8 C	231.5 D	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.



Şekil 4.9. TUDSS ve TADSS konularında klorofil indeks değişimi

Klorofil indeksinin sulama düzeyleri bakımından 231.5 ile 380.3 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde en yüksek klorofil indeksi TADSS’de 399.7 iken, en düşük klorofil indeksi TUDSS’de 230.3 olarak bulunmuştur. Sulama sistemleri arasında ise klorofil indeksi, TUDSS’de 304.5 ile TADSS’de 314.5 arasında olarak belirlenmiştir. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre beş farklı grup oluşmuştur. İlk grupta I₁ (A), ikinci grupta I₂ (B), üçüncü grupta I₃ (BC), dördüncü grupta I₄ (C) yer alırken, son grupta I₅ (D) yer almıştır (Çizelge 4.19 ve Şekil 4.9.).

Uçak (2013)’e göre, yaprakların SPAD değerleri, genotipe göre farklılık gösterebildiği gibi kuraklık gibi olumsuz çevre koşullarına ve sulama düzeylerine göre de değişim gösterebilmekte, bu durumda SPAD değerinin kuraklıkla azaldığı görülmektedir. Karademir ve ark. (2009), klorofil içeriği özelliğinin verim üzerine doğrudan etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

4.4. Mısır (*Zea mays* L. *indendata*) Bitkisine İlişkin Verim Sonuçları

4.4.1. Dane verimi

Çalışmada farklı sulama uygulamalarına göre verim değerleri TUDSS'de 698.4-1055.2 kg da⁻¹, TADSS'de 705.4-1065.4 kg da⁻¹ bulunmuştur. Kcp katsayısı her iki sulama sistemi için 1.25 olarak elde edilmiştir. Araştırma sonucunda sulama sistemlerine göre elde edilen mısır dane verimi değerleri Çizelge 4.20.'de verilmiştir:

Çizelge 4.20. Sulama sistemleri ve sulama düzeylerine göre elde edilen dane mısır verimi

Konular	Verim (kg da ⁻¹)	
	TUDSS	TADSS
I ₁	1055.2	1065.4
I ₂	1151.5	1157.5
I ₃	942.4	998.7
I ₄	864.2	883.8
I ₅	698.4	705.4

TUDSS'de en yüksek verim I₂ konusunda 1151.5 kg da⁻¹, TADSS'de ise en yüksek verim I₂ konusunda 1157.5 kg da⁻¹, olarak bulunmuştur. Konulardan elde edilen dane verimleri varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21.'de ve Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.22.'de verilmiştir:

Çizelge 4.21. Mısır dane verimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama sistemi	1	1822	1822	1.12	0.302
Sulama sistemi * Sulama Düzeyi	4	215	54	0.03	0.998
Sulama Düzeyi	4	559615	139904	86.18**	0.000
Hata	20	32467	1623		

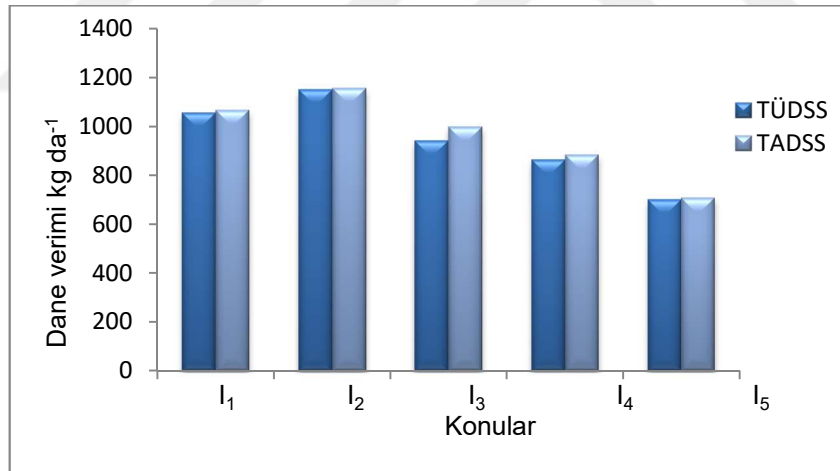
*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

İkinci ürün mısır için farklı sulama sistemlerinin ve sulama düzeylerinin dane verimi üzerine etkileri incelendiğinde; sulama düzeyi konularında istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde bir farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.21.).

Çizelge 4.22. Konulara göre elde edilen dane verim değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (kg da^{-1})

Sulama Sistemleri	Sulama Düzeyleri					Ort.
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	1065.4 ab	1157.5 a	998.7bc	883.8 c	705.4de	962.2 A
TÜDSS	1055.2 b	1151.5 a	942.4bc	864.2cd	698.4e	942.3 A
Ort.	1060.3 B	1154.5 A	970.6 C	874.0 CD	701.9D	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.



Şekil 4.10. TUDSS ve TADSS konularında dane verim değişimi

Dane veriminin sulama düzeyleri bakımından 701.9 kg da^{-1} ile $1154.5 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde en yüksek dane verimi TADSS'de $1157.5 \text{ kg da}^{-1}$ ile I₂ konusunda bulunurken, en düşük dane verimi TÜDSS'de 698.4 kg da^{-1} ile I₅ konusunda aralığında elde edilmiştir. Sulama sistemleri arasında dane verimi ortalaması TÜDSS'de 942.3 kg da^{-1} ve TADSS'de 962.2 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir. Konular arasındaki farklılıkları belirlemek

amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre beş farklı verim grubu oluşmuştur. I_2 ilk grupta (A), I_1 konusu ikinci grupta (B), I_3 konusu üçüncü grupta (C), I_4 dördüncü grupta (CD) ve I_5 konusu beşinci grupta (D) yer almıştır (Çizelge 4.22 ve Şekil 4.10.).

Kırnak ve ark. (2003), Harran Ovası koşullarında mısır bitkisinin kısıntılı sulama uygulamalarında verim ve bitki gelişimine tepkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, dane verimini 1294 kg da^{-1} - 405 kg da^{-1} olarak bulmuşlardır. Öktem ve Öktem (2009) Harran Ovası koşullarına uygun yüksek verimli ve hasatta tane nemi düşük mısır genotiplerinin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada, kullanılan genotipleri çoğunluğundan 1200 kg da^{-1} 'in üzerinde dane verimi elde etmişlerdir. Kara (2011), Konya Ovası koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan mısır bitkisinin su-verim ilişkisini belirlemek amacıyla incelemiştir ve dane verimini, en yüksek %100 konusunda $1318.8 \text{ kg da}^{-1}$, en düşük %60 konusunda 898.6 kg da^{-1} olarak bulmuştur. Öktem ve Toprak (2013) Çukurova koşullarında yaptıkları çalışmada, bazı atdişi mısır genotiplerinin verim ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesiyle dane verimlerini 1000 kg da^{-1} 'nin üzerinde bulmuşlardır. Okay ve Yazgan (2016), Bursa koşullarında mısır bitkisine ilişkin farklı su uygulama düzeylerinin verim üzerine etkisini incelenmişler ve dane verimlerinin $1120.1 \text{ kg da}^{-1}$ ile $1852.8 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

TADSS konusunda farklı lateral derinlikleri %100 sulama konuları incelendiğinde dane verimleri sırasıyla D_{30} için $1012.8 \text{ kg da}^{-1}$, D_{40} için 998.7 kg da^{-1} ve D_{50} için 991.2 kg da^{-1} bulunmuştur (Çizelge 4.23.).

Çizelge 4.23. Lateral uygulama derinliklerine göre elde edilen dane verim

Konular	Verim (kg da^{-1})
D_{30}	1012.8
D_{40}	998.7
D_{50}	991.2

Verimin derinlik ile ilişkili varyans analizleri yapılmış ve derinlik konuları arasında farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.24.).

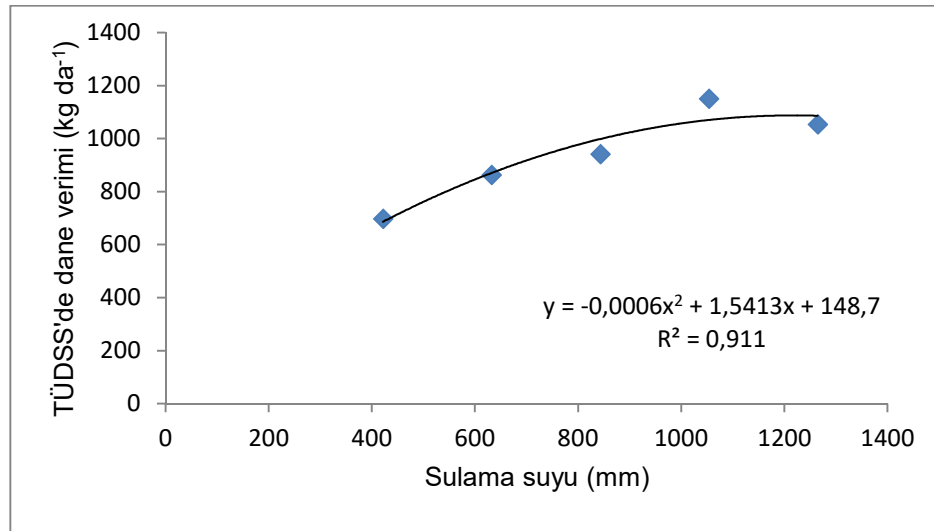
Çizelge 4.24. Mısır veriminin derinlik ile ilişkili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Derinlik	2	803	402	0.14	0.870
Hata	6	16932	2822		

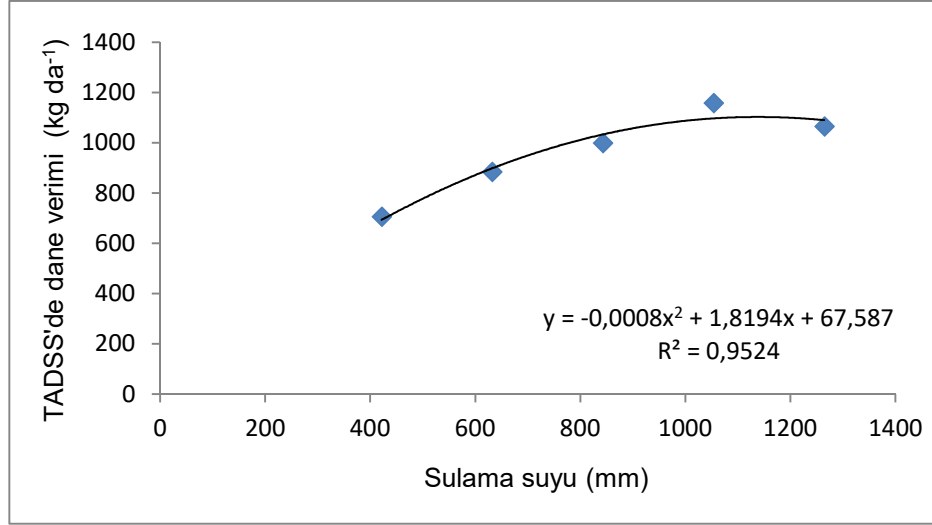
*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

4.4.1.1. Dane verimi-sulama suyu ilişkisi

Dane veriminin, uygulanan sulama suyu değerleriyle arasındaki ilişkileri tanımlayan su verim fonksiyonları incelenmiş ve aralarında doğrusal ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 4.12 ve 4.13). Genel olarak, uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça dane veriminin de arttığı ancak sulama suyunun belli bir miktar artışından sonra dane veriminin azalmaya başladığı tespit edilmiştir. En fazla dane verimleri, 4 gün sulama aralığında TUDSS ve TADSS Class A Pan'dan buharlaşan su miktarlarının %125 sulama suyu olarak uygulandığı konulardan elde edilmiştir.



Şekil 4.11. TUDSS'de araştırma konularında dane verimi-sulama suyu ilişkisi



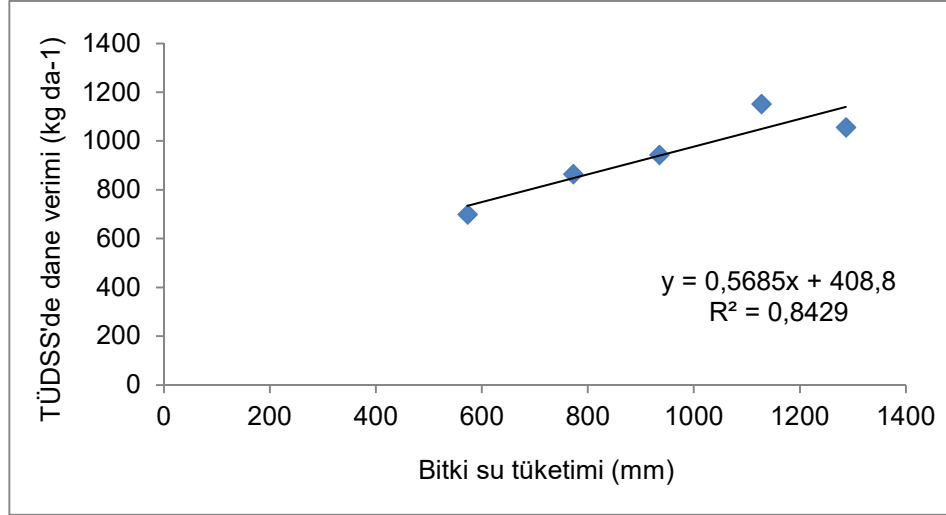
Şekil 4.12. TADSS'de araştırma konularında dane verimi-sulama suyu ilişkisi

Verim ile sulama suyu arasındaki ilişkinin denklemi, TADSS'de $y=0.0006x^2+1.5413x+148.7$ ($R^2=0.911$), TADSS'de ise $y=0.0008x^2+1.8194x+64.587$ ($R^2=0.9524$) şeklindedir (Şekil 4.11 ve 4.12.).

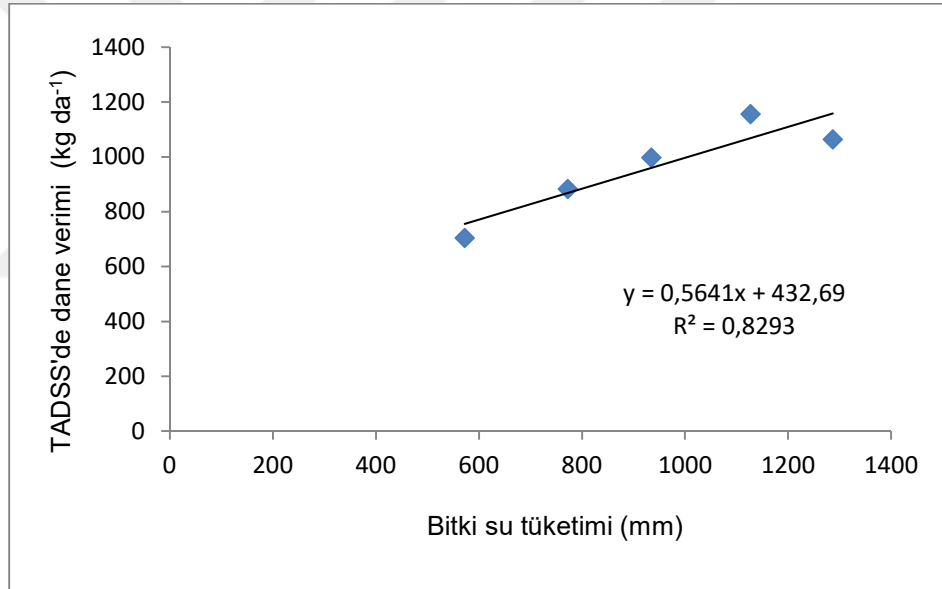
Kara (2011), sulama suyu (I) ile dane verimi (y) arasında $y=1,9907I-11,613$ ($R^2=0.8747$) doğrusal ilişki elde etmiştir. Okay ve Yazgan (2016), sulama suyu (I) ile dane verimi (Y) arasında $Y=0.0015I^2-0.089I+1145.5$ ($R^2=0.7439$) şeklinde eşitlikler elde etmişlerdir.

4.4.1.2. Dane verimi-bitki su tüketim ilişkisi

Dane veriminin, bitki su tüketimi değerleriyle arasındaki ilişkileri tanımlayan su verim fonksiyonları incelenmiş ve aralarında doğrusal ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 4.13 ve 4.14.).



Şekil 4.13. TUDSS'de araştırma konularında dane verimi-bitki su tüketimi ilişkisi



Şekil 4.14. TADSS'de araştırma konularında dane verimi-bitki su tüketimi ilişkisi

Verim ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkinin denklemi, TUDSS'de $y=0.568x+408.8$ ($R^2=0.842$), TADSS'de ise $y=0.564x+432.6$ ($R^2=0.829$) denkleminde ifade edilmiştir (Şekil 4.13 ve 4.14.).

Kara (2011), bitki su tüketimi (ET) ile dane verimi (y) arasında ise $y=2,2518ET+638,15$ ($R^2= 0.8622$) doğrusal ilişki elde etmiştir. Okay ve Yazgan

(2016), bitki su tüketimi (ET) ile dane verimi (Y) arasında ise $Y=0.9666ET+914.19$ ($R^2=0.6431$) şeklinde eşitlikler elde etmişlerdir.

4.4.2. Bin dane ağırlığı (g)

Çalışmada farklı sulama uygulamalarına göre bin dane ağırlığı değerleri TUDSS'de 301.2-195.7 g, TADSS'de 302.9-196.5 g bulunmuştur. Konulardan elde edilen bin dane ağırlığının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25.'de ve Duncan sınıflandırma sonuçları Çizelge 4.26.'da verilmiştir:

Çizelge 4.25. Bin dane ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

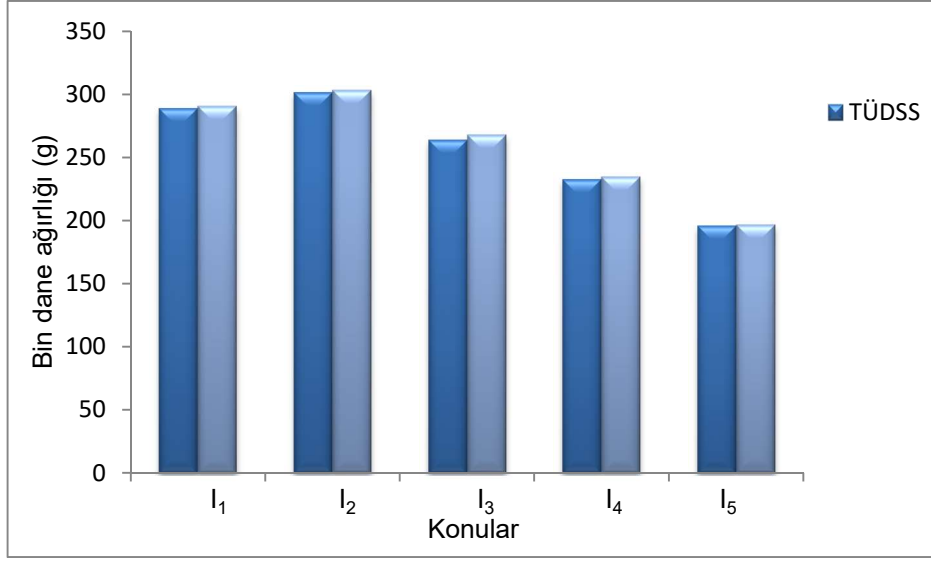
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Sulama sistemi	1	32.0	32.0	0.06	0.815
Sulama sistemi * Sulama Düzeyi	4	8.2	2.1	0.00	1.000
Sulama Düzeyi	4	44696.8	11174.2	19.57**	0.000
Hata	20	11418.1	570.9		

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

İkinci ürün mısır için, farklı sulama sistemlerinin ve sulama düzeylerinin bin dane ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde; sulama düzeyi konularında istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.25.).

Çizelge 4.26. Konulara göre elde edilen bin dane ağırlık değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (g)

Sulama Sistemleri	Sulama Düzeyleri					Ort.
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
TADSS	290.6 ab	302.9 a	267.5 ab	234.2 abc	196.5 c	258.3 A
TUDSS	288.9 ab	301.2 ab	263.5 abc	232.2 bc	195.7 c	256.3 A
Ort.	289.8 A	302.0 A	265.5 AB	233.2 BC	196.1 C	



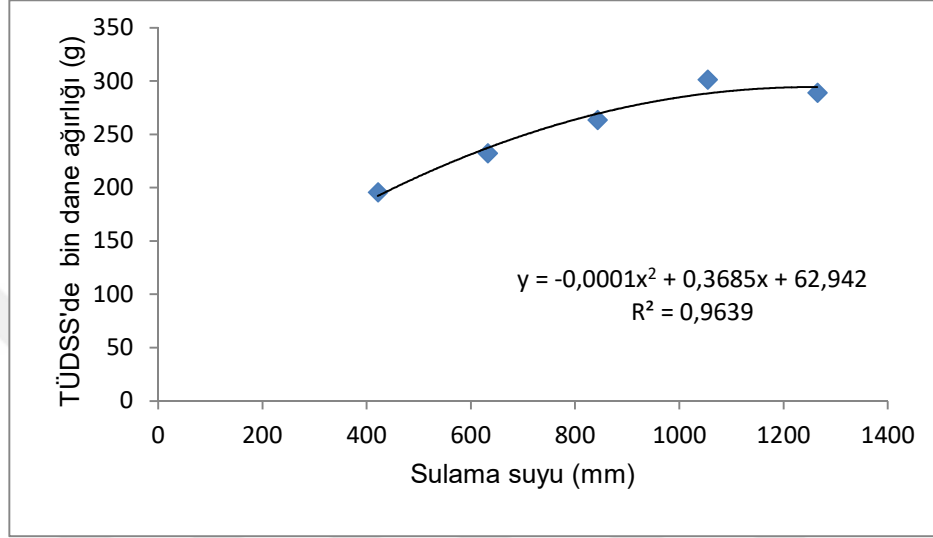
Şekil 4.15. TUDSS ve TADSS konularında bin dane ağırlığı değişimi

Bin dane ağırlığının sulama düzeyleri bakımından 196.1 g ile 302.0 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde en düşük bin dane ağırlığı TUDSS’de 195.7 g bulunurken, en yüksek bin dane ağırlığı TADSS’de 302.9 g olarak elde edilmiştir. Sulama sistemleri arasında bin dane ağırlığı ortalama TUDSS’de 256.3 g ve TADSS’de 258.3 g olarak belirlenmiştir. Konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; dört farklı verim grubu oluşmuş, I₁ ve I₂ ilk grupta (A), I₃ konusu ikinci grupta (AB), I₄ konusu üçüncü grupta (BC), I₅ dördüncü grupta (C) yer almıştır (Çizelge 4.26 ve Şekil 4.15.).

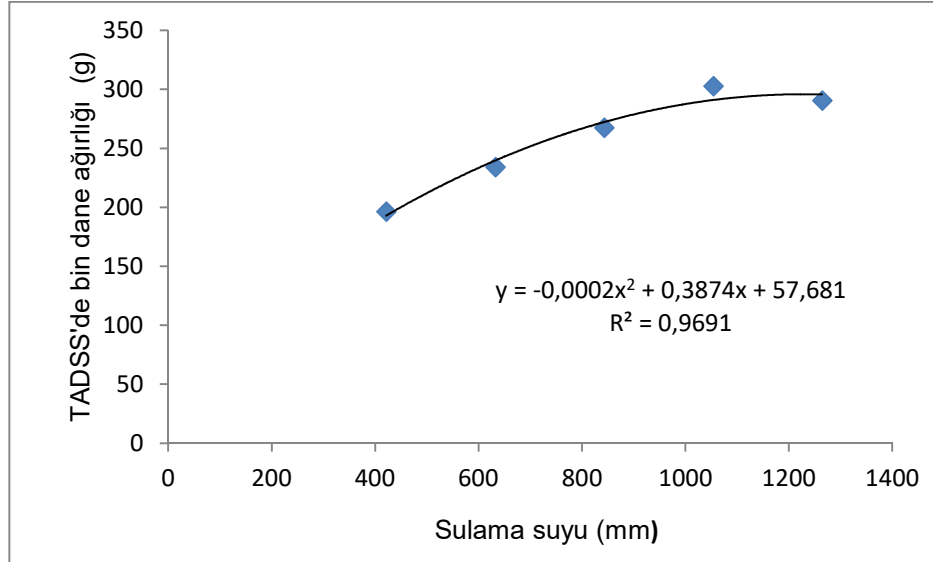
Yılmaz ve ark. (2004), Vural ve Dağdelen (2008); bin tane ağırlığı üzerine farklı sulama konularının önemini belirtmişlerdir. Özcan (2010), mısır çeşitlerinde bin dane ağırlığını en fazla 338 g, en az 268 g olarak elde etmiştir. Öktem ve Toprak (2012) tarafından yapılan çalışmada, bin dane ağırlığı 397.5-533.3 g olarak bulunmuştur. Durmuş (2015) ise, bin dane ağırlığını ise 286.2 ile 336.7 g arasında elde etmiştir.

4.4.2.1. Bin dane ağırlığı-sulama suyu ilişkisi

Bin dane ağırlıklarının uygulanan sulama suyu değerleriyle arasındaki ilişkileri tanımlayan su-verim fonksiyonları saptanmış ve elde edilen sonuçlar şekil 4.16.'da ve 4.17.'de verilmiştir:



Şekil 4.16. TUDSS araştırma konularında bin dane ağırlığı- sulama suyu ilişkisi



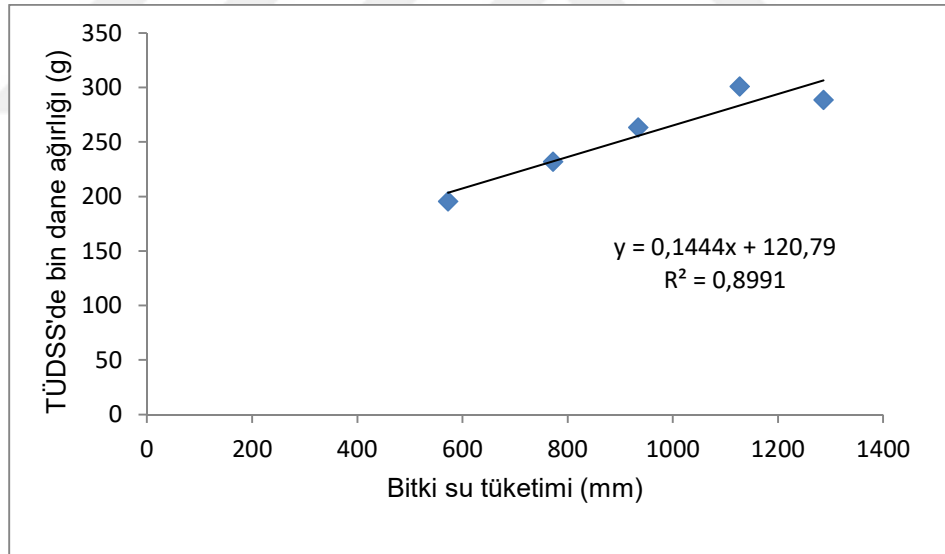
Şekil 4.17. TADSS araştırma konularında bin dane ağırlığı- sulama suyu ilişkisi

Bin dane ağırlığı ile sulama suyu arasındaki ilişkinin denklemi, TUDSS'de $y=0.0001x^2+0.3685x+62.942$ ($R^2=0.9639$), TADSS'de ise $y=0.0002x^2+0.3874x+57.681$ ($R^2=0.9691$) şeklindedir (Şekil 4.16 ve 4.17).

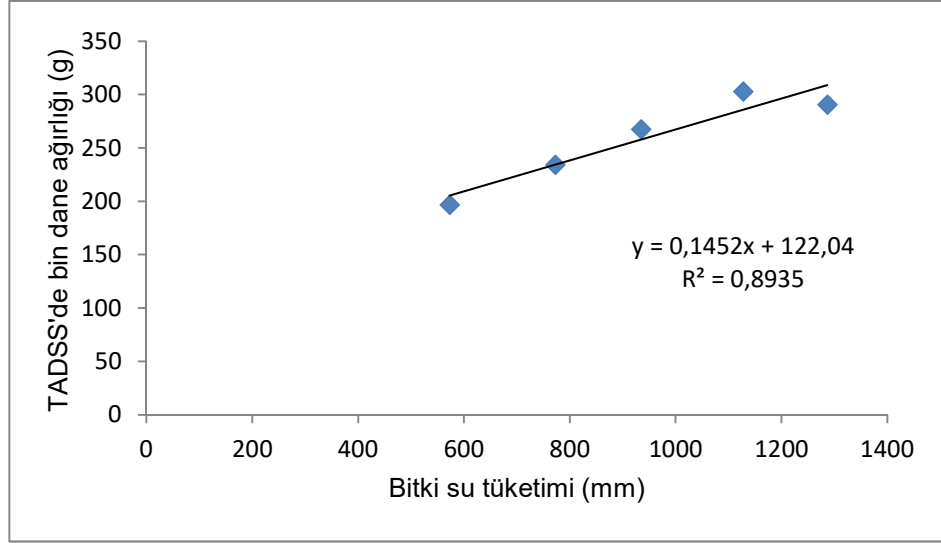
Kara (2011), bin dane ağırlığı ile sulama suyu arasında yine istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bir ilişki bulmuştur ve bin dane ağırlığı ile sulama suyu arasındaki ilişkinin denklemi ise $Y=0.2215I+189,27$ ($R^2=0.919$) denklemiyle ifade etmiştir.

4.4.2.2. Bin dane ağırlığı-bitki su tüketimi ilişkisi

Bin dane ağırlıklarının bitki su tüketimi değerleriyle arasındaki ilişkileri tanımlayan su-verim fonksiyonları saptanmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.18.'de ve 4.19.'da verilmiştir:



Şekil 4.18. TUDSS araştırma konularında bin dane ağırlığı – bitki su tüketimi ilişkisi



Şekil 4.19. TADSS araştırma konularında bin dane ağırlığı-bitki su tüketimi ilişkisi

Bin dane ağırlığı ile bitki su tüketimi arasındaki ilişkinin denklemi TADSS'de $y=0.144x+120.7$ ($R^2=0.899$), TADSS'de $y=0.145x+122.0$ ($R^2=0.893$) şeklindedir (Şekil 4.18 ve 4.19.).

Kara (2011),bin dane ağırlığı ile bitki su tüketimi arasında yine istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bir ilişki bulmuştur ve bu ilişkiyi $Y=0.284ET+116.94$ ($R^2=0.9061$) denklemiyle ifade etmiştir.

4.5. Sulama suyu ve su kullanım randımanı

Çalışmada elde edilen dane verim değerlerinin uygulanan sulama suyu miktarlarına bölünmesiyle sulama suyu kullanım randımanı (IWUE); mevsimlik bitki su tüketim değerlerine bölünmesiyle ise su kullanım randımanı (WUE) hesaplanmıştır.

Sulama sistemlerinin sulama suyu ve su kullanım randımanları Çizelge 4.27.'de ve Çizelge 4.28.'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. TUDSS konularına ilişkin sulama suyu ve su kullanım randımanı

Konular	Sulama suyu (mm)	Bitki su tüketimi (mm)	Dane verimi (kg/da)	IWUE (kg/m ³)	WUE (kg/m ³)
I ₁	1264.5	1294.6	1055.2	0.83	0.82
I ₂	1053.8	1138.6	1151.5	1.09	1.01
I ₃	843	945.1	942.4	1.12	1.00
I ₄	632.3	787.1	864.2	1.37	1.10
I ₅	421.5	585.7	698.4	1.66	1.19

TUDSS konularına ilişkin sulama suyu kullanım randımanı değerleri 0.83-1.66 kg m⁻³, su kullanım randımanı değerleri ise 0.82-1.19 kg m⁻³ olarak bulunmuştur. En yüksek IWUE ve WUE değerleri sırasıyla, 1.66 ve 1.19 kg m⁻³ ile I₅ konusundan elde edilmiştir (Çizelge 4.27.).

Çizelge 4.28. TADSS konularına ilişkin sulama suyu ve su kullanım randımanı

Konular	Sulama suyu (mm)	Bitki su tüketimi (mm)	Dane verimi (kg da ⁻¹)	IWUE (kg m ⁻³)	WUE (kg m ⁻³)
I ₁	1264.5	1286.7	1065.4	0.84	0.83
I ₂	1053.8	1127.3	1157.5	1.10	1.03
I ₃	843	934.3	998.7	1.18	1.07
I ₄	632.3	772.2	883.8	1.40	1.14
I ₅	421.5	572.5	705.4	1.67	1.23

TADSS konularına ilişkin sulama suyu kullanım randımanı değerleri 0.84-1.67 kg m⁻³, su kullanım randımanı değerleri ise 0.83-1.23 kg m⁻³ olarak bulunmuştur. En yüksek IWUE ve WUE değerleri sırasıyla, 1.67 ve 1.23 kg m⁻³ ile I₅ konusundan elde edilmiştir (Çizelge 4.28.).

Gençel (2002), Harran Ovası koşullarında mısırın sulama suyu kullanım randımanını 1.95-2.53 kg m⁻³, su kullanım randımanını ise 1.94-2.27 kg m⁻³ olarak bulmuştur. Şimşek ve Gerçek (2005), sulama kullanım randımanı en yüksek 4 günde bir sulanan konuda 1.43-1.22 kg m⁻³, su kullanım randımanı ise tüm konularda benzer şekilde 1.02-1.13 kg m⁻³ olarak bulunmuştur. Kara (2011), sulama suyu kullanım randımanı değerlerinin 1.84-2.17 kg m⁻³, su kullanım randımanı

değerlerinin ise 1.45-1.81 kg m⁻³ olduğu belirtmiştir. En yüksek IWUE ve WUE değerlerini sırasıyla 2.17 ve 1.84 kg m⁻³ ile I100 deneme konusundan elde etmiştir.

4.6. TADSS Lateral Derinliğine Göre Toprak Tuzluluğun Değişimine İlişkin Sonuçlar

Sulama suyunun tuz içeriği deneme başlangıcında toprak derinliği 30 cm'de 0.865 dS m⁻¹ iken, 60 cm'de ise 0.941 dS m⁻¹ olarak elde edilmiştir. pH ise 7.26 ile 7.39 arasında değişmiştir. Deneme sonunda tuz içeriği toprak derinliği 30 cm'de 2.4-1.6 dS m⁻¹ iken, 60 cm'de ise 2.2-1.4 dS m⁻¹ olarak elde edilmiştir. pH değeri ise 7.32 ile 7.64 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.29.).

Çizelge 4.29. TADSS konularında elde edilen tuz taşınım değerleri (dS m⁻¹)

Konular	İlk Tuzluluk Değeri 30 cm (dS m ⁻¹)	Son Tuzluluk Değeri 30 cm (dS m ⁻¹)	İlk Tuzluluk Değeri 60 cm (dS m ⁻¹)	Son Tuzluluk Değeri 60 cm (dS m ⁻¹)
I ₁	0.865	2.4	0.941	2.2
I ₂	0.865	2.2	0.941	2.1
I ₃	0.865	2.1	0.941	1.9
I ₄	0.865	1.9	0.941	1.8
I ₅	0.865	1.6	0.941	1.4

Farklı toprak derinlikleri ve sulama düzeylerinde elde edilen ortalama tuzluluk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30.'da, ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 4.31.'de verilmiştir:

Çizelge 4.30. Tuzluluk değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Derinlik	1	0.12675	0.12675	9.71**	0.005
Derinlik * Sulama Düzeyi	4	0.02437	0.00609	0.47	0.760
Sulama Düzeyi	4	2.22703	0.55676	42.63**	0.000
Hata	20	0.26120	0.01306		

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

İkinci ürün mısır için, farklı toprak derinliği ve sulama düzeylerinin tuzluluk değerleri üzerine etkileri incelendiğinde; toprak derinliği ve sulama düzeyleri konularında istatistiksel açıdan 0.01 önem düzeyinde farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.30.).

Çizelge 4.31. TADSS göre elde edilen tuzluluk değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması (dS m^{-1})

Toprak Derinliği (cm)	Sulama Düzeyleri					Ort.
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	
30	2.4 a	2.2 ab	2.1 abc	1.9 bcd	1.6 de	2.0 A
60	2.2 ab	2.1 abc	1.9 bcd	1.8 cd	1.4 e	1.9 B
ORT.	2.3 A	2.1 AB	2.0 BC	1.9 C	1.5 D	

Not: Farklı harflerle gösterilen konu ortalamaları arasındaki fark önemlidir.

Tuzluluk değerleri sulama düzeyleri bakımından 1.5 ile 2.3 dS m^{-1} arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ortalama sulama düzeylerindeki tuzluluk, 30 cm’de 2.0 dS m^{-1} iken, 60 cm’de 1.9 dS m^{-1} ’dir. Bu farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre beş farklı grup oluşmuştur. İlk grupta I₁ (A), ikinci grupta I₂ (AB), üçüncü grupta I₃ (B), dördüncü grupta I₄ (C) yer alırken, son grupta I₅ (D) yer almıştır (Çizelge 4.31.).

Orhangazi (2017) Harran Ovası koşullarında yaptığı çalışmada, toprak tuzluluğunu 1.13 ile 2.29 dS m^{-1} olarak bulmuştur.

Derinlik konularında 30 cm toprak derinliğinde 2.0 ile 2.2 dS m⁻¹ arasında, 60 cm'lik toprak derinliğinde ise 1.9 ile 2.0 dS m⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.32.).

Çizelge 4.32. Derinlik konularında elde edilen tuz değişimleri (dS m⁻¹)

Derinlik	İlk Tuzluluk Değeri 30 cm (dS m ⁻¹)	Son Tuzluluk Değeri 30 cm (dS m ⁻¹)	İlk Tuzluluk Değeri 60 cm (dS m ⁻¹)	Son Tuzluluk Değeri 60 cm (dS m ⁻¹)
D ₃₀	0.865	2.2	0.941	2.0
D ₄₀	0.865	2.1	0.941	2.0
D ₅₀	0.865	2.0	0.941	1.9

Farklı toprak derinliği ve lateral derinliklerinde elde edilen ortalama tuzluluk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33.'de verilmiş, istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.33. Lateral derinliğin tuzluluk değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Toprak derinliği	1	0.283756	0.283756	4.69	0.052
Toprak derinliği * lateral derinliği	2	0.009744	0.004872	1.49	0.265
Lateral derinliği	2	0.032744	0.016372	1.28	0.313
Hata	12	0.036867	0.003072		

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli

Orhangazi (2017) Harran Ovası koşullarında yaptığı çalışmada, farklı lateral derinliklerinde toprak tuzluluğunu 2.10 ile 2.18 dS m⁻¹ olarak bulmuştur.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Harran Bölgesi'nde açık alanda yetiştirilen mısır bitkisinde toprak altı ve toprak üstü damla sulama sistemleriyle uygulanan farklı sulama düzeylerinin mısır verimi ve bitkinin bazı özellikleri üzerine etkileri incelenmiş, su ve sulama uygulama randımanı belirlenmiş, TADSS'de en uygun lateral derinliği araştırılmış ve toprak tuzluluğu izlenmiş, elde edilen sonuçlar ve yapılan öneriler aşağıda sunulmuştur:

Çalışmada TUDSS ve TADSS kullanılarak 4 gün arayla sulama suyu miktarı uygulanmış ve açık su yüzeyi buharlaşmasına bağlı olarak her bir sistem için 5 farklı sulama düzeyi; I₁ (1.5), I₂ (1.25), I₃ (1.0), I₄ (0.75), I₅ (0.5) uygulanmıştır.

Çalışmada TUDSS ve TADSS uygulama konularına göre en yüksek verim I₂ konusundan elde edilmiştir. TUDSS ve TADSS için K_{cp} katsayısı 1.25 olarak belirlenmiştir.

TUDSS ile elde edilen verim miktarları 698.4 kg da⁻¹-1151.5 kg da⁻¹, TADSS ile elde edilen verim miktarları ise 705.4 kg da⁻¹-1157.5 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Her iki sistem arasında verim yönünden istatistiksel olarak bir farka rastlanmamıştır. Ancak TADSS sistemlerinde çok az düzeyde artışla daha fazla verim elde edilmiştir.

TUDSS ve TADSS ile uygulanan sulama suyu miktarlara konulara göre aynı olup 421.5 ile 1264.5 mm arasında değişmektedir.

ET değerleri; TUDSS'ye göre 585.7-1294.6 mm, TADSS'ye göre 572.5-1286.7 mm'dir. TUDSS konularında, TADSS konularına oranla daha yüksek bitki su tüketimi elde edilmiştir.

WUE ve IWUE değerleri sırasıyla; TUDSS için 0.82-1.19 kg m⁻³, 0.83-1.66 kg m⁻³ ve TADSS için 0.83-1.23 kg m⁻³, 0.84-1.67kg m⁻³ olarak hesaplanmıştır. En yüksek WUE ve IWUE değeri TADSS'nin I₅ konusunda elde edilirken, en düşük

değerler TUDSS’de I_1 konusundan elde edilmiştir. Genel olarak uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça WUE ve IWUE değerlerinde bir azalma gözlemlenmiştir.

TUDSS ve TADSS’de bitki boyu, bitki sap kalınlığı, koçan yüksekliği, koçan boyu, koçan kalınlığı, koçan ağırlığı, koçanda dane ağırlığı, kök uzunluğu gibi bazı morfolojik özelliklerde sistemler arasında belirgin bir fark saptanmamış ancak su uygulama konuları arasında farklılıklara rastlanmıştır. TUDSS ve TADSS’de klorofil indeksi yönünden sistemler arasında istatistiksel olarak belirgin bir farka rastlanmamış, su uygulama konularında ise bazı farklılıklar saptanmıştır.

TADSS için en uygun lateral derinliğin belirlenmesinde derinlikler arasında istatistiksel olarak belirgin bir farka rastlanmamıştır ancak en yüksek verimin elde edildiği 30 cm derinlik, en uygun lateral derinliği olarak belirlenmiştir.

Toprak tuzluluğunun irdelendiği sulama konularında; I_1 , I_2 , I_3 , I_4 ve I_5 tuzluluğun $1.4-2.4 \text{ dS m}^{-1}$ değiştiği gözlemlenmiştir. Toprak pH değeri ise 7.32 ile 7.64 arasında değişim göstermiştir. 30 cm ve 60 cm toprak katmanlarına göre tuz değişimi incelendiğinde istatistiksel yönden katmanlar arasında fark bulunmuştur. Toprak tuzluluğunda katmanlarda sulama suyu miktarına bağlı olarak doğrusal artış gözlemlenmiştir. Ancak, farklı lateral derinliklerinin araştırıldığı ve sabit sulama suyu miktarının (I_3) uygulandığı D_{30} , D_{40} ve D_{50} konularda ise, istatistiksel olarak toprak katmanlarında bir farka rastlanmamıştır.

Harran Ovası’nda mısır bitkisinin yetiştiriciliğinde, her iki damla sulama sistemi için Class A Pan buharlaşma kabının kullanılması durumunda, TUDSS ve TADSS sulama sistemleri için K_{cp} katsayısı olarak 1.25 değeri kullanılması önerilir. Çiftçiler, buharlaşma kabından günlük ya da kümülatif olarak elde ettiği buharlaşma miktarını hesaplamalı, K_{cp} 1.25 katsayısı ile düzeltmeli ve elde ettiği değere karşılık gelen sulama suyu miktarını alana uyarlayarak uygulamalıdır. P örtüşme alan yüzdesinin ise $P \geq 30$ olması istenir.

Çalışmada, TUDSS ve TADSS için verim analizinde istatistik yönden bir farka rastlanmamasına bağlı olarak çiftçilere her iki sistemin kullanılabileceği önerilebilir.

WUE ve IWUE yönünden değerlendirildiğinde, çiftçilere, TADSS kullanılması önerilir. TADSS, mısır yetiştiriciliğinde TUDSS'ye göre su tasarrufu sağlayan sistemlerdir.

Sulama suyu miktarı ile bitkinin bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri değerlendirildiğinde, aynı su miktarının uygulandığı ve en yüksek verimin alındığı I₂ konusu için, TUDSS ve TADSS'nin her ikisi de çiftçi kullanımı için uygundur.

TADSS için en uygun lateral uygulama derinliği en yüksek verimin alındığı 30 cm olarak önerilir.

TADSS'de toprak tuzluluğu, sulama suyu miktarına bağlı olarak artmış ancak lateral derinliğine bağlı olarak değişmemiştir. Bu nedenle, çiftçilere sulama suyu kalitesine ve sulama suyu miktarına bağlı olarak TUDSS kullanılması önerilmiştir.

Sonuç olarak, verim, mısır bitkisine ait bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler, toprak derinliği ve toprak tuzluluğu parametreleri dikkate alındığında sistemler arasında istatistiksel olarak bir farka rastlanmamıştır. Bu nedenle, Harran Ovası'nda mısır bitkisi yetiştiriciliğinde her iki sulama sisteminin de kullanılması çiftçi tercihinin bırakılmıştır.

KAYNAKLAR

- ALTUNBEY, H., 2005. Yeşil Fasulye Yetiştiriciliğinde Tam ve Yarı Islatmalı Toprakaltı Damla Sulamanın Bitki Gelişimine ve Verimi Üzerine Etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 43s.
- ANONİM, 2016a. Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İklim Veri Değerleri, Şanlıurfa.
- ANONİM, 2016b. Mısır. www.http.tarim.gov.tr, Erişim Tarihi: 15.06.2016.
- ANONİM, 2017a. Mısır Tarımı. www.http.arastirma.tarim.gov.tr, Erişim Tarihi: 17.06.2017
- ANONİM, 2017b. Mısır Tarımı. [www.http://hayrabolutb.org.tr/media/ziraat/Misir_Tarimi.pdf](http://hayrabolutb.org.tr/media/ziraat/Misir_Tarimi.pdf), Erişim Tarihi: 17.06.2017.
- ARBAT, G. P., LAMN, F. R., and KHEİRA, A. A., 2010. Subsurface drip irrigation emitter spacing effects on soil water redistribution, corn yield, and water productivity. *Applied Engineering in Agriculture*, 26(1): 391-399.
- BULUT, M. E., 2015. Farklı Sulama Yöntemleri ve Seviyelerinin İkinci Ürün Silajlık Mısır (*Zea m L.*)'ın Verim ve Verim Ögelerine Etkileri. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır, 73s.
- CAMP, C. R., LAMM, F. R., EVANS, R. G., and PHENE, C. J., 2000. Subsurface drip irrigation-past, present and future. In: Evans, R. G., Benham, B. L. & Trooien, T. P. (eds.) *Proceedings of the 4th Decennia National Irrigation Symposium*, Nov. 14–16, 2000, Phoenix AZ ASAE, St. Joseph MI. pp. 363–372.
- ÇAKIR, R., 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn 0378-4290 – see front matter Elsevier B.V. 381-402
- ÇAMOĞLU, G., GENÇ, L., AŞIK, Ş., 2011. Tatlı Mısırdaki (*Zea mays saccharata Sturt*) Su Stresinin Fizyolojik ve Morfolojik Parametreler Üzerine Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2):141-149
- ÇARPICI, E.B. 2009. Bitki Yoğunluğu ve Farklı Miktarla Azot Uygulamalarının Stres Fizyolojisi Açısından Silajlık Mısır Yetiştiriciliğinde Değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 300s.
- ÇETİN, Ö., (1996). Harran Ovası Koşullarında Karpuzun Altta Sızdırma (Gözenekli Borular) Sulama Yöntemiyle Sulama Olanakları. GAP I. Sebze Tarımı, 7-10 Mayıs, Cilt 2, Şanlıurfa, s.217-222.
- ÇOLAK, İ., 2014. Toprakaltı ve Yüzey Damla Yöntemleriyle Farklı Düzeylerde Sulanan Patlıcanda Su Stresinin Yaprak Su Potansiyeli Ölçmeleriyle Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 123s
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞİL SOY, M. Ş., YEĞENGİL, İ., SARI, M., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMAN, A., ÇOLAK, A. K., YILMAZ, K., TUNÇGÖĞÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBERK, H., GÜLÜT, K. Y., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N., ve KARA, E. E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları. (GAT): I. Harran Ovası. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık

- Araştırma Grubu Güdümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu. TOAG, Proje No: 534, Adana.
- DOĞAN, E., KIRNAK, H., BEREKATOĞLU, K., BILGEL, L., and SURUCU, A., 2008. Water Stres Imposed on Muskmelon (*Cucumis melo* L.) with Subsurface and Surface Drip Irrigation Systems Under Semi-Arid Climatic Conditions. *Irrig. Sci.* 26(1): 131-138.
- DURMUŞ, E., 2015. Bazı Mısır  eŐitlerinin Tarla Koşullarında Su Kullanım Etkinliklerinin Belirlenmesi ve İlişkili Fizyolojik Parametrelerin İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 58s.
- GENCEL, B., 2002. GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) Bölgesinde İkinici  r n Mısır Bitkisinin Damla Yöntemiyle Sulanması  zerinde Bir  alıŐma, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 61s.
- GÖKÇEL, F., 2008.  ukurova Koşullarında Yarı İslatmalı (PRD) ve Kısıntılı Damla Sulama Programlarının II.  r n Mısır Verimi ve Su Kullanma Randımanına Etkileri.  ukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 68s.
- GÖNÜLAL, E., 2013. Dane Mısırdaki Farklı Fenolojik Dönemlerdeki Kısıtlı Su Uygulamalarının Verim ve Verim  ğelerine Etkilerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 83s.
- HUMPHREYS, L., FAWCETT, B., O'NEİLL, C., and MUIRHEAD, W., 2005. Maize Under Sprinkler, Drip and Furrow Irrigation. IREC Farmers' Newsletter, No:170. 4 p.
- HOWELL, T. A., CUENCA, R. H., and SOLOMON, K. H., 1990. Crop Yield Response. Managment of Farm Irrigation Systems. ASAE, 2p.
- JAMES, L.G., 1988, Principles of Farm Irrigation Systems Design. John Wiley and Sons. Inc. New York, 543s.
- KAMAN, H., 2007. Geleneksel Kısıntılı ve Yarı İslatmalı Sulama Uygulamalarına Bazı Mısır  eŐitlerinin Verim Tepkileri.  ukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 139s.
- KANBER R., 1984.  ukurova Koşullarında Açık Su Yüzeyi BuharlaŐmasından Yararlanarak Birinci ve İkinici  r n Yerfıstığının Sulanması. Bölge Toprak Su Araştırma Enst. Yayınları, 114s.
- KARA, S., 2011. Konya Ekolojik Koşullarında Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Mısır Bitkisinde Su-Verim İlişkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 59s.
- KARADEMİR, E., KARADEMİR,  ., EKİNCİ, R., BAŐBAĐ, S., ve BAŐAL, H., 2012. Screening cotton varieties (*Gossypium hirsutum* L.) for heat tolerance under field conditions. *African Journal of Agricultural Research (ISI)*, 7(47): 6335-6342
- KARAŞAHİN, M., 2008. Konya Ekolojik Koşullarında Farklı Olum Grubundan Hibrit Mısır  eŐitlerinin (*Zea mays* L. *indentata* S.) Damla ve Karık Sulama Yöntemlerinde Optimum Bitki Sıklığının Tespiti. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 139s.
- KAYHAN, A., 2011. Toprak Altı Damla Sulama Yönteminde Lateral Derinliği ve Sulama Düzeylerinin Soğanda Gelişme, Verim ve Kalite  zerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 76s.

- KIRNAK, H., KAYA, C., DEĞİRMENCİ, V., 2002. Growth and Yield Parameters of Bell Peppers With Surface and Subsurface Drip Irrigation Systems Under Different Irrigation Levels. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(4): 383-389
- KIRNAK, H., GENÇOĞLAN, C., DEĞİRMENCİ, V., 2003. Harran Ovası Koşullarında Kısıntılı Sulamanın II. Ürün Mısır Verimine ve Bitki Gelişimine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(2): 117-123.
- KUŞÇU, H., 2010. Bursa Koşullarında Yetiştirilen Mısır Bitkisinde Kısıntılı Sulamanın Verim ve Kalite Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 204s.
- LAMM, F. R., and TROOÏEN, T. P., 2001. Irrigation Capacity and Plant Population Effects on Corn Production Using SDI. in Proc. Irrigation Association International Irrigation Technical Conference, Nov. 4-6, San Antonio, Texas, p. 73-80.
- LAMM, F. R., TROOÏEN, T.P., 2003. Subsurface Drip Irrigation for Corn Production: A review of 10 Years of Research in Kansas. Irrig. Sci. 22(3-4): 195-200.
- LAMM, F. R., CAMP, C. R., 2007. Micro Irrigation for crop production. Elsevier, 200s.
- OKAY, D., ve YAZGAN, S., 2016. Farklı Su Uygulama Düzeylerinin Mısır Bitkisi Verimi Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(1): 1-12
- OKAY, D., 2006. Bursa Koşullarında Mısır Bitkisi Su-Verim İlişkisinin Ceres-Maize Bitki Gelişme Modeliyle Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 159 s
- OKURSOY, H., 2009. Trakya Koşullarında Farklı Sulama Yöntemleri Altında İkinci Ürün Silajlık Mısırın Su Üretim Fonksiyonlarının Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ, 176s.
- ORHANGAZİ, R., 2017. Harran Ovası'nda Biber (*Capsicum annuum* L.) Bitkisi için Toprak Üstü ve Toprak Altı Damla Sulama Uygulamalarının Araştırılması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (basılmamış). Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 73s.
- ÖKTEM, A., ve ÖKTEM, A. G., (2006). Bazı Şeker Mısır (*Zea mays saccharata* Sturt) Genotiplerinin Harran Ovası Koşullarında Verim Karakteristiklerinin Belirlenmesi. Uludağ. Üniv. Zir. Fak. Derg., 20(1): 33-46
- ÖKTEM, A., 2008a. Effect of Water Shortage on Yield, and Protein and Mineral Compositions of Drip Irrigated Sweet Corn in Sustainable Agricultural Systems. Agricultural Water Management, 95(9): 1003-1010
- ÖKTEM, A., 2008b. Effects of Deficit Irrigation on Some Yield Characteristics of Sweet Corn. Bangla desh Journal of Botany, 37(2): 127-131.
- ÖKTEM, A. ve ÖKTEM, A.G., 2009. Bazı Atdışı Hibrit Mısır (*Zea mays* L. *indentata*) Genotiplerinin Harran Ovası Koşullarında Performanslarının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2): 49-58.
- ÖKTEM, A., ve TOPRAK, A., 2013. Çukurova Koşullarında Bazı Atdışı Mısır (*Zea Mays* L. *Indentata*) Genotiplerinin Verim ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 17(4): 15-24
- ÖZDEMİR, Y., 2013. Aydın Bölgesinde Pamukta Topraküstü ve Toprakaltı Damla Sulama Uygulamalarının İrdelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen

- Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 79s.
- ÖZCAN, F. ve TUYLU, İ. G., 2015. Harran Ovası Kurtuluş Sulama Birliği'nde Su Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri Destek Programı. Şanlıurfa.
- ÖZCAN, G., 2010. Mısır Çeşitlerinin Kısıntılı Su Uygulamalarına Tepkilerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 114s.
- PAYERO, J. O., TARKALSON, D. D., IRMAK, S., DAVISON, D., PETERSEN, J.L., 2008. Effect of Irrigation Amounts Applied With Subsurface Drip Irrigation on Corn Evapotranspiration, Yield, Water Use Efficiency and Dry Matter Production in A Semiarid Climate. Agric. Water. Manag., 95(1): 895-908.
- PAYERO J. 2002. Is Subsurface Drip Irrigation Right For Your Operation? University Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources Cooperation and Extension. 350s.
- SARIKURT, B., 2005. Diyarbakır Sulu Koşullarında II. Ürün Olarak Yetiştirilen Bazı Mısır Çeşitlerinde Verim ve Bazı Tarımsal Karakterler Arası İlişkilerin Saptanması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 52s.
- SAYGI, M., ve TOKLU, F., 2016. Çukurova Koşullarında Yetiştirilen Bazı Atıdışı Mısır (*Zea mays indentata* Sturt.) Çeşitlerinin Önemli Bitkisel Karakterler, Verim Komponentleri ve Dane Verimi Yönünden Değerlendirilmesi. Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 34(3): 163-172.
- SHAOZHONG, K., WENJUAN, S. and ZHANG, J., 2000. An Improved Water-Use Efficiency for Maize Grown Under Regulated Deficit irrigation. Field Crops Research, 67(1): 207-214.
- ŞAHİN, S., 2001. Türkiye'de Mısır Ekim Alanlarının Dağılışı ve Mısır Üretimi, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(1): 73-90.
- ŞENYİĞİT, U., KADAYIFÇI, A., 2007. Farklı Sulama Yöntemlerinde M9 Anacı Üzerine Asılı "Williams Pride" ve "Jersey Mac" Elma Çeşitlerinin Su Tüketimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2): 43-52
- ŞİMŞEK, M., ve GERÇEK, S., 2005. Yarı Kurak Koşullarda Damla Sulamada Farklı Sulama Aralıklarının Mısır Bitkisinin (*Zea mays* L. *Indentata*) Su Verim İlişkilerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36(1): 77-82,
- ŞİMŞEK, M., 2015. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Yaz Stajı Ders Notları. Şanlıurfa.
- TANNER, O.B., and SINCLAIR, T.R., 1983. Efficient Water Use in Crop Production; Research Limitation to Efficient Water Use in Crop Production. ASA; CSSA, SSSA Pub., pp. 1-25, Madison, Wisconsin.
- TARI, F., 2015. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi . Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Yaz Stajı Ders Notları. Şanlıurfa.
- TUYLU, İ. G., ve DEMİROK, A., 2016. Toprak Altı Damla Sulama Sisteminin Uygulanabilme Olanakları. 13.Ulusal Kültürteknik Kongresi, 12-15 Nisan, Cilt I, Antalya, s.499-502
- UÇAK, A. B., 2013. Doğrudan Ve Geleneksel Ekim Yöntemlerinin Ve Farklı Su Düzeylerinin Mısırın Su-Verim İlişkilerine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kahramanmaraş. 115s.

- VORİES, E. D., TACKER, P. L., LANCASTER, S. W., and GLOVER, R. E., 2009. Subsurface drip irrigation of corn in the United States Mid-South. *Agric. Water. Manag.*, 96(1): 912-916.
- VURAL, Ç., ve DAĞDELEN, N., 2008. Damla sulama yöntemiyle sulanan cin mısırdaki farklı sulama programlarının verim ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisi, *ADÜ Ziraat Dergisi*, 5(2): 97-104.
- YAVUZ, Y. M., ÇAKIR, R., KAVDIR, Y., BAHAR, E., ve DEVECİLER, M., 2009. Tekil Lateral Tekniği ile Uygulanan Farklı Su Düzeylerinin Mısır Bitkisinin Verimi ve Kök Dağılımı Üzerine Etkileri. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 27-29 Mayıs, Kahramanmaraş, s.1-10.
- YAZAR, A., 1990. Utilization of Infrared Thermometry Technique for Assessing Crop Water Stress and Irrigation Scheduling for Soybean. *Do a Tr.d. of Agriculture and Forestry*, 14(1): 517-533
- YILDIRIM, O., KODAL, S., SELENAY, M.F. ve YILDIRIM, E., 1995, Kısıntılı Sulamanın Verime Etkisi, 5. Ulusal Kültür teknik Kongresi Bildirileri, Cilt III, Antalya, s.347-365.
- YILMAZ, E., DAĞDELEN, N., SEZGİN, ve F., GÜRBÜZ, T. 2004. Karık Yöntemiyle Sulanan İkinci Ürün Mısırdaki Farklı Sulama Düzeylerinin Verim ve Bazı Agronomik Özellikler Üzerine Etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın*, 450s.
- YOLCU, R., 2014. Diyarbakır Koşullarında Damla Sulama İle Sulana Silajlık Mısırdaki Farklı Sulama Düzeylerinin ve Farklı Dönemlerde Uygulanan Azotlu Gübrenin Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana*, 166s.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Aslı DEMİROK
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Diyarbakır / 21.04.1988
Telefon : 0 531 984 86 70
e-mail : demirok6321@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Ziya Gökalp Lisesi	Merkez	Diyarbakır	2004
Üniversite	: Harran Üniversitesi	Merkez	Şanlıurfa	2014

YABANCI DİL: İngilizce