

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANA BİLİM DALI



FARKLI TABANSUYU DERİNLİĞİ VE TUZLULUĞUN
TATLI MISIRIN (*Zea maysconvar Saccharata Sturt*) VERİM,
BÜYÜME PARAMETRELERİ VE BİTKİ SU TÜKETİMİ
ÜZERİNE ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

Hussein Mohamed OSMAN

Danışman

Prof. Dr. Hakan ARSLAN

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Hussein Mohamed OSMAN tarafından, Prof. Dr. Hakan ARSLAN danışmanlığında hazırlanan “Farklı tabansuyu derinliği ve tuzluluğun tath mısırın (*zea maysconvar saccharata sturt*) verim, büyüme parametreleri ve bitki su tüketimi üzerine etkisi” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Ramazan Meral Bingöl Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
	<hr/>		
Üye (Danışman)	Prof. Dr. Hakan ARSLAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarımsal yapılar ve sulama Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
	<hr/>		
Üye	Doç. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarımsal yapılar ve sulama Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
	<hr/>		

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞİ UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza

... / ... / 20...

Hussem Mohamed OSMAN

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: “Farklı tabansuyu derinliği ve tuzluluğun tatlı mısırın (*zea maysconvar saccharata sturt*) verim, büyüme parametreleri ve bitki su tüketimi üzerine etkisi.

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 18

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

İmza

... / ... / 20...

Prof. Dr. Hakan ARSLAN

ÖZET

FARKLI TABANSUYU DERİNLİĞİ VE TUZLULUĞUN TATLI MISIRIN (*Zea maysconvar Saccharata Sturt*) VERİM, BÜYÜME PARAMETRELERİ VE BİTKİ SU TÜKETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hussein Mohamed OSMAN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans, Mayıs/2021
Danışman: Prof. Dr. Hakan ARSLAN

Bu çalışma, farklı tabansuyu derinliği ve farklı tabansuyu tuzluluğunun tatlı mısırın verim, büyüme ve gelişme parametreleri, tabansuyundan beslenme katkısı, bitki su tüketimi ve toprak tuzluluğu üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla haziran-eylül 2020 tarihleri arasında ondokuz mayıs üniversitesi ziraat fakültesi araştırma ve uygulama alanı içerisinde yeralan sadece üzeri yağmur örtüsü ile kapalı bir alanda yürütülmüştür. Çalışmada 30 cm, 55 cm ve 80 cm olmak üzere 3 farklı tabansuyu derinliği ile 0.38 dS m⁻¹, 5 dS m⁻¹, and 10 dS m⁻¹ olmak üzere 3 farklı tabansuyu tuzluluğu oluşturulmuştur. Lizimetrelerde tabansuyu seviyeleri mariotte düzenekleri sayesinde ayarlanmış ve mariottilerdeki su seviyeleri günlük kontrol edilmiştir.

Çalışma sonucunda tabansuyu derinliğinin tatlı mısırın gelişimi üzerinde çok önemli etki ettiği belirlenmiş ve tabansuyu derinliği arttıkça verimde ve gelişme parametrelerinde artış gözlemlenmiştir. Tabansuyu tuzluluğu arttıkça ise tatlı mısırın veriminde önemli derecede azalmalar olmuştur.

Tabansuyu derinliği arttıkça, tabansuyundan oluşan kapilarite ile yükselen su miktarında azalmalar görülmüş, bununla birlikte yüksek tuzluluğa sahip sığ tabansuyunun olduğu konularda ise toprak yüzeyinde çok yüksek oranda tuz birikimi olmuştur. Tuzlu olmayan koşullarda 55 cm lik tabansuyu derinliğinin bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemediği ve bitki su tüketiminin yaklaşık %52.3 lük kısmında ise tabansuyundan sağlandığı belirlenmiştir. Tabansuyunun tuzlu olması durumunda ise toprakta tuzluluğunun önlenmesi için tabansuyunun daha derinde tutulması gerektiği tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda kontrollü drenajın sulama suyu yönetimine çok önemli katkılar sağlayacağı belirlenmiştir. Ancak tabansuyunun tuzlu olması durumunda ise toprakta çok fazla miktarda tuz birikimi olacağı ve bu nedenle tuzlu tabansuyu olan bölgelerde çok daha fazla hassas olunması gerektiği önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Tabansuyu derinliği, tabansuyu tuzluluğu, Bitki su tüketimi, şeker mısır, stoma iletkenliği

ABSTRACT

THE EFFECT OF SALINITY ON YIELD, GROWTH PARAMETERS AND EVAPOTRANSPIRATION OF SWEET CORN (*Zea mays* convar *Saccharata* Sturt) UNDER DIFFERENT GROUNDWATER DEPTH

Hussein Mohamed OSMAN

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Agriculture Structures and Irrigation

Masters, May 2021

Supervisor: Prof. Dr. Hakan ARSLAN

This study was conducted to examine the effect of different groundwater salinity at different groundwater depths on yield, growth and development parameters, groundwater contribution, evapotranspiration, and soil salinity of sweetcorn under the closed area with rain shelter. In the study, three different groundwater depths (30cm, 55cm, and 80cm) and three different groundwater salinity (0.38 dS m^{-1} , 5 dS m^{-1} , and 10 dS m^{-1}) were created. The groundwater was maintained at the desired levels by connecting the lysimeters with Marriotte tank and the water levels in the Marriotte were checked daily.

The results of the study showed that the depth of groundwater had a very important effect on the yield and growth parameters of sweetcorn and it was also observed that the yield and growth parameters increased as the ground water depth increased. As the groundwater salinity increased, there was a very significant decrease in the yield and growth parameters of sweetcorn.

As the depth of the groundwater increased, there was a decrease in the amount of capillary contribution from groundwater to crop root-zone. Also, there was a very high salt accumulation on the soil surface in the treatment of high salinity at shallow groundwater. It was observed that the non-saline condition with 55cm groundwater depth did not affect the plant growth negatively and approximately 52.3% of the evapotranspiration was obtained from the ground water. If the groundwater is saline, it was found that the groundwater should be kept deeper to prevent salinity in the soil.

As a result of the study, it was determined that controlled drainage will make a very important contribution to irrigation water management. However, it has been suggested that if the groundwater is saline, there will be a large amount of salt accumulation in the soil, and therefore, it is recommended to be much more sensitive in areas with saline groundwater.

Keywords: Groundwater depth, Groundwater salinity, Plant water consumption, stomatal conductivity Sweet corn and yield.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Öncelikle tezimi bitirmek için bana yardımcı olan tüm insanlara minnettar olduğumu belirtmek isterim.

İlk olarak, danışmanım Prof. Dr. Hakan ARSLAN'a; sabrı, motivasyonu, engin bilgisi ve yüksek lisans tezime ek olarak diğer araştırmalarımın olan desteği için içten şükranlarımı sunarım. Her zaman onun rehberliği bana bu tezin hazırlanması ve yazılması konusunda yardımcı oldu.

Ayrıca Araş. Gör. Mehmet Sait KİREMİT olmak üzere tüm bölüm öğretim üyelerine eğitimim boyunca değerli destekleri, yol göstermeleri ve önerilerinden dolayı şükranlarımı sunarım.

Anneme, eşime ve kardeşlerime de bu tezi araştırma ve yazma sürecinde bana gösterdikleri destek ve verdikleri cesaret için çok derin teşekkürlerimi sunarım. Onlar olmadan bu başarı mümkün olamazdı.

Son olarak, yüksek lisans bursum için Türk Hükümeti'nin (YTB programı) sağladığı maddi desteğe de minnettarım. Teşekkür ederim.

Hussein Mohamed OSMAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1. Deneme Alanı.....	9
3.1.2. Toprak Özellikleri ve Lizimetrelerin Hazırlanması.....	10
3.1.3. Kullanılan Suların Özellikleri.....	12
3.1.4. Lizimetrelerde Sabit Tabansuyu Seviyelerinin Oluşturulması.....	13
3.2. Yöntem.....	14
3.2.1. Deneme Deseni.....	14
3.2.2. Toprak Neminin Ölçümü ve Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi ...	15
3.3. Ekim.....	15
3.4. Deneme Süresince Yapılan Ölçümler.....	16
3.4.1. Stoma İletkenliği.....	16
3.4.2. Klorofil İçeriği.....	16
3.4.3. Bitki Boyu.....	17
3.4.4. Bitki Yaş Ağırlığı.....	17
3.4.5. Sap Çapı.....	17
3.4.6. Biomas Kuru Ağırlığı.....	17
3.4.7. Koçan Ağırlığı.....	18
3.4.8. Tane Sğırlığı.....	18
3.4.9. Yaprak Alanı.....	18
3.4.10. Şeker Oranı.....	18
3.5. Toprak Tuzluluk ve pH Ölçümü.....	19
3.6. İstatistiksel Analiz.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1. Bitki Su Tüketimi ve Tabansuyundan Beslenme Miktarı.....	21
4.1.1. Tabansuyundan Beslenme Miktarı.....	21
4.1.2. Sulama Suyu İhtiyacı.....	24

4.1.3. Bitki Su Tüketimi	26
4.2. Toprak Özellikleri	28
4.2.1. Toprak Tuzluluğu	28
4.2.2. Toprak pH.....	31
4.3. Bitki Verim ve Büyüme Parametreleri.....	33
4.3.1. Tane Ağırlığı.....	33
4.3.2. Bitki Biyomas Yaş Ağırlığı	36
4.3.3. Biyomas Kuru Ağırlığı	39
4.3.4. Bitki Boyu.....	40
4.3.5. Sap Çapı.....	41
4.3.6. Yaprak Alanı.....	43
4.3.7. Koçan Ağırlığı	44
4.3.8. Şeker Oranı	46
4.3.9. Stoma İletkenliği.....	47
4.3.10. Klorofil	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ.....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: Yüzde
**	: < 0.01

Kısaltmalar

Ca	: Kalsiyum
CaCl ₂	: Kalsiyum klorür
CCI	: Klorofil İçerik İndeksi
Cm	: Santimetre
CO ₃ ⁻²	: Karbonat
D1, D2, D3	: Tabansuyu derinliği (30, 55, ve 80 cm)
Da	: Dekar
DAP	: Diamonyumfosfat
dS m ⁻¹	: Desi-Siemens metre
EC _e	: Saturasyon çamurunun elektriksel iletkenliği
ESP	: Değiştirilebilir Sodyum Yüzdesi
ET	: Bitki su tüketimi
FAO	: Gıda ve tarım organizasyonu
g	: Gram
HCO ₃	: Bikarbonat
IW	: Sulama suyu
K ⁺	: Potasyum
KDK	: Katyon değişim kapasitesi
Kg	: Kilogram
L	: Litre
m	: Metre
m ³	: Metre küp
Meq	: Milieşdeğer
Mg	: Magnezyum
Mm	: Milimetre
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyum klorür
Ö.D	: Önemli değil
pH	: Hidrojen Gücü
PVC	: Polivinil klorür
SO ₄	: Sülfat
T, T2, T3	: Tuzluluk değerleri (0.38, 5 ve 10 dS m ⁻¹)
TBC	: Tabansuyu katkılarını
TSD	: Taban suyu derinliği
TST	: Taban suyu tuzluluğu
Vd	: Ve diğerleri
WUE	: Su kullanım verimliliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Deneme alanı	9
Şekil 3.2. Çalışma süresince sıcaklık ve bağıl nem değişimi.....	10
Şekil 3.3. Toprak hazırlığı	11
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan lizimetrelerin şematik görünümü.	12
Şekil 3.5. Denemede kullanılan suların hazırlanması	13
Şekil 3.6. Lizimetrelerde Sabit Tabansuyu Seviyesinin Korunması.....	13
Şekil 3.7. Deneme deseni.....	14
Şekil 3.8. Nötron prob cihazını kullanma	15
Şekil 3.9. Deneme ölçümleri (a) klorofil ölçümü (b) stoma iletkenliği ölçümü	16
Şekil 3.10. Bitki ölçümleri	17
Şekil 3.11. Koçan ölçümleri.....	18
Şekil 3.12. Şeker oranı ölçümü	19
Şekil 3.13. Toprak tuzluluğu ve pH ölçümü	20
Şekil 4.1. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonun tabansuyun beslenme miktarı üzerine etkileri.....	23
Şekil 4.2. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonun sulama suyu ihtiyacı üzerine etkileri	25
Şekil 4.3. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonun bitki su tüketimi üzerine etkileri	27
Şekil 4.4. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonun toprak tuzluluğunu üzerine etkileri	30
Şekil 4.5. Taban suyu derinliği (TSD) ve taban suyu tuzluluğunun (TST) toprak tuzluluğu (EC) üzerine etkileri.....	30
Şekil 4.6. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonun toprak t pH üzerine etkileri	32
Şekil 4.7. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonun tatlı mısırın tane ağırlığı üzerine etkileri.....	35
Şekil 4.8. Tatlı mısır bitkilerinin tane ağırlığı değerleri ile taban suyu derinliği (TSD) ve taban suyu tuzluluğu (TST) arasındaki ilişkiler.....	35
Şekil 4.9. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonun bitki biyomas yaş ağırlığı üzerine etkileri.....	38

Şekil 4.10. Tatlı mısır bitkilerinin biyomas yaş ağırlığı değerleri ile taban suyu derinliği (TSD) ve taban suyu tuzluluğu (TST) arasındaki ilişkiler	38
Şekil 4.11. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun biomas kuru ağırlığı üzerine etkileri	40
Şekil 4.12. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun sap çapı üzerine etkileri	42
Şekil 4.13. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun yaprak alanı üzerine etkileri	44
Şekil 4.14. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun Kocan ağırlığı.....	45
Şekil 4.15. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun şeker oranı	47
Şekil 4.16. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun stoma iletkenliği üzerine etkileri	48
Şekil 4.17. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun klorofil üzerine etkileri.....	50

TABLolar DIZINI

Tablo 3.1. Büyüme döneminde aylık ortalama sıcaklık ve bağıl nem değerleri	10
Tablo 3.2. Lizimetrede toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	11
Tablo 3.3. Denemede kullanılan suların özellikleri	12
Tablo 3.4. Deneme konuları.....	14
Tablo 4.1. Konulara ait tabansuyundan beslenme, sulama suyu ve bitki su tüketim miktarları	21
Tablo 4.2. Tabansuyundan beslenme değerlerine ait varyasyon sonuçları	21
Tablo 4.3. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) tabansuyundan beslenme üzerine etkisi	22
Tablo 4.4. Sulama suyu ihtiyacı değerlerine ait varyasyon sonuçları.....	24
Tablo 4.5. Tabansuyu derinliği (D), ve taban suyu tuzluluğunun (T) Sulama suyu ihtiyacı etkisi.....	24
Tablo 4.6. Bitki su tüketimi değerlerine ait varyasyon sonuçları.....	26
Tablo 4.7. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) bitki su tüketimi	26
Tablo 4.8. Toprak tuzluluğu değerlerine ait varyasyon sonuçları.....	28
Tablo 4.9. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) toprak tuzluluğu etkisi	28
Tablo 4.10. Toprak pH değerlerine ait varyasyon sonuçları	31
Tablo 4.11. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) toprak pH etkisi	32
Tablo 4.12. Tane ağırlığı değerlerine ait varyasyon sonuçları.....	33
Tablo 4.13. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) tatlı mısırın tane ağırlığı üzerine etkisi.....	33
Tablo 4.14. Bitki biyomas yaş ağırlığı değerlerine ait varyasyon sonuçları	36
Tablo 4.15. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) bitki yaş ağırlığı etkisi	36
Tablo 4.16. Bitki biyomas kuru ağırlığı değerlerine ait varyasyon sonuçları	39
Tablo 4.17. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) biyomas kuru ağırlığı etkisi	39
Tablo 4.18. Bitki boyu değerlerine ait varyasyon sonuçları	40
Tablo 4.19. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) bitki boyu etkisi.....	41
Tablo 4.20. Sap çapı değerlerine ait varyasyon sonuçları.....	41
Tablo 4.21. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) Sap çapı etkisi	42

Tablo 4.22. Yaprak alanı değerlerine ait varyasyon sonuçları	43
Tablo 4.23. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) yaprak alanı etkisi ..	43
Tablo 4.24. Kocan ağırlığı değerlerine ait varyasyon sonuçları	44
Tablo 4.25. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) Kocan ağırlığı etkisi ..	45
Tablo 4.26. Şeker oranı değerlerine ait varyasyon sonuçları	46
Tablo 4.27. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) Şeker oranı etkisi	46
Tablo 4.28. Stoma değerlerine ait varyasyon sonuçları	47
Tablo 4.29. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) Stomata etkisi	47
Tablo 4.30. Klorofil değerlerine ait varyasyon sonuçları	49
Tablo 4.31. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) klorofil etkisi	49

1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusu, iklim değişikliği, su kıtlığı ve bunlara ilave olarak daha fazla gıda üretimi, son yıllarda su talebinin artmasına neden olmuştur (Pourgholami-Amiji et al., 2020). Dünya nüfusunun 2050 yılında yaklaşık 9 milyara yaklaşacağı tahmin edilmektedir, bu da su talebinin önümüzdeki on yıllarda önemli ölçüde artacağı anlamına gelmektedir (FAO, 2017). Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su kaynağının, artan küresel nüfusa bağlı olarak 25 yılda 6.600 m³'ten 4.800 m³'e düşmesi beklenmektedir (Fidantemiz et al., 2018). Gelecekte ortaya çıkabilecek potansiyel su kriziyle başa çıkmak için, tarımda yeni su yönetimi teknikleri ve stratejileri gereklidir. Bitki su tüketimi üzerine tabansuyu katkılarının daha iyi anlaşılması, tarımsal su yönetiminin iyileştirilmesine yardımcı olabilir (Kahlowan and Ashraf, 2005).

Sürdürülebilir bitkisel üretim için tabansuyunun kalitesinin kabul edilebilir sınırlarda olması durumunda, sığ tabansuyu hem kuru hem de sulanan alanların tarımsal üretimi için önemli bir su kaynağı olabilecektir (Siebert, 2010). Tabansuyunun bir su kaynağı olarak katkısı, bitkinin tuzu toleransı, tabansuyu mevcudiyeti ve kalitesi, tabansuyu derinlikleri, bitki kök sisteminin dağılımı, hava koşulları ve toprak türleri gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Grismer, 2015). Bitki tuz toleransı, sığ tabansularından su çıkarımını etkileyen en önemli faktördür. Her mahsulün tuzluluğa karşı farklı bir toleransı vardır ve bitkilerin toleransı bitkilerin büyüme aşamasına göre farklılık gösterebilmektedir. Tüm bitkiler erken dönemlerinde tuzluluğa daha duyarlı olma eğilimindedir (Talebnejad and Sepaskhah, 2015; Kadioğlu et al., 2019). Tabansuyu katkılarının oldukça değişken olması nedeniyle bu tür çalışmaları kontrolsüz tarla şartlarında yapmak çok kolay olmamaktadır. Bu nedenle, lizimetreler genellikle bir seferde tek bir parametreyi değerlendirmek için kullanılır.

Farklı araştırmacılar tarafından farklı bitkilerde yapılan çalışmalarda, pamuk (Ayars and Schoneman, 1986), mısır (Ragab and Amer, 1986), aspir (Soppe and Ayars, 2003), sorgum (Sepaskhah et al., 2003) ve aspir (Ghamarnia and Gholamian, 2013) bitkilerinin kontrollü şartlar altında taban sularından önemli miktarlarda beslenebildiği belirlenmiştir. Ayars, vd., (2006), son 50 yılda tabansuyu derinliği ile ilgili yapılan çalışmaları incelemiş ve çalışmaların çoğunluğunun tuzlu olmayan

taban suyu ile yapıldığını, sadece az sayıda çalışmanın değişen tuzlu tabansuyu koşullarında yapıldığını bildirmiştir.

Tabansuyu derinliği kadar, tabansuyunun tuzluluk değeride bitki su tüketimi üzerine önemli derecede etki etmektedir. Tabansuyu tuzluluğunun 20 dS m⁻¹'den az olduğu koşullarda pamuğun toplam bitki su tüketimin yaklaşık % 30-42'sine katkıda bulunduğunu ancak daha yüksek tuzluluk seviyelerinde ise toplam ET'nin yaklaşık % 12-19'unun tabansuyundan karşılanmaktadır. Hutmacher et al., (1996); Ghamarnia and Gholamian (2013) yaptıkları çalışmada aspir bitkisinde tabansuyu tuzluluğunun 1 dS m⁻¹ den 10 dS m⁻¹'e çıkması durumunda, tabansuyunun bitki su tüketimine katkısının %58 den %15 e düştüğünü belirlemiştir.

Evapotranspirasyon (ET_c) veya bitki su tüketimi, toprak yüzeyinden buharlaşma ve bitki tarafından terleme yoluyla topraktan uzaklaştırılan sudur. Buharlaşma, mısır için büyüme mevsimi ET_c' sinin% 20 - 30'unu oluşturabilmektedir Terleme, topraktan bitki köklerine, bitki saplarından yaprak yüzeylerine ve atmosfere sürekli bir su yolundaki son adımdır. Bitki su tüketimin % 70-80'i bitki terlemesinden kaynaklanmaktadır (Ertek and Kara, 2013).

Evapotranspirasyon hava durumu, bitki çeşitliliği ve çevre gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Minhas et al., 2020). Tuzluluk, ET'yi etkileyen ana faktörlerden bir tanesi olup bitkilerin tuzlu topraklardan su alması için ilave enerjiye ihtiyaç duymaktadırlar Önceki çalışmalar, sulama suyu tuzluluğundaki bir artışın, terlemede bir azalmaya yol açarak ET'de azalmaya neden olduğunu göstermiştir (Razzaghi et al., 2011; Qiu et al., 2017).

Tatlı mısır (*Zea mays* L. var. *Saccharata*) dünyanın farklı bölgelerinde en çok sevilen sebzelerden biridir ve vitamin bakımından zenginliği ve lezzeti nedeniyle tüketimi artmaktadır (Sabeti et al., 2017). Hayvancılık veya un üretiminde kullanılan tahıllardan biri olan mısırdan farklı olarak, tatlı mısır insanlar için sebze ve taze gıda olarak kullanılmaktadır (Uğur and Maden, 2015). Tatlı mısır yüksek şeker içeriği nedeniyle diğer mısır çeşitlerinden farklılık göstermektedir (İlker, 2011).

Mısır bitkisi, bitkisel büyüme aşamalarında tuza en duyarlı ve sonraki aşamalarda daha toleranslı olarak sınıflandırılır (Huang et al., 2019). Tuz stresine karşı fizyolojik tepkileri ve direnç mekanizmaları geniş çapta araştırılmıştır (Farooq et al., 2015). Bununla birlikte, bugüne kadar literatürde farklı tabansuyu derinlikleri

ve farklı tabansuyu tuzluluğu koşullarının tatlı mısır bitkisinin verimi, büyüme parametreleri ve evapotranspirasyonu üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bugüne kadar yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amaçları aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

- Tabansuyu derinliğinin tatlı mısırın verimine olan etkileri incelenmiştir.
- Tabansuyu derinliğinin kontrol altında tutularak bitki su ihtiyacının taban suyundan karşılanabilme durumu araştırılmıştır.
- Tabansuyunun tuzlu olması durumunda toprakta oluşabilecek tuzluluk durumu incelenerek, mısır için verim, bitki su tüketimi, tabansuyu derinliği ve toprak tuzluluğu gözönüne alınarak optimum koşullar belirlenmeye çalışılmıştır.



2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

Dünya nüfusu çarpıcı bir şekilde artış göstermekte ve bununla birlikte dünya nüfusunun yaklaşık %40 ında su kıtlığı yaşanmaktadır. Sektörlere göre su tüketiminin %69 u tarımda, %19 u sanayide ve %12 lik kısmı ise içme ve kullanma suyu olarak kullanılmaktadır (FAO, 2016). Dünya nüfusunun artması ile birlikte hem sanayide hemde içme ve kullanma da kullanılan su miktarlarında artış görüleceği öngörülmektedir. Bunun sonucu olarak ise tarımda kullanılan suda bir azalma olacaktır (Hamdy et al., 2003). Bu potansiyel su kriziyle başa çıkmak için, başta tarım alanı olmak üzere tüm sektörler için yeni su yönetimi yaklaşımları ve stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Gıda üretimi için su mevcudiyeti üzerinde öngörülen kısıtlamalar, gelişmiş tarımsal su yönetiminin güçlü bir göstergesi olan su kullanım verimliliği (WUE) iyileştirerek aşılabilir. Geliştirilmiş su kullanım verimliliği (WUE) sulamadaki yenilikler, drenaj sistemlerindeki teknolojik gelişmeler ve bitkilerin tuzluluğa toleransının artırılması ile mümkündür. Bitki su tüketimine tabansuyundan oluşacak katkının belirlenmesi ve bunun planlamada kullanılması, su kaynaklarının sınırlı olduğu kurak ve yarı kurak alanlarda su kullanım verimliliğini artırmada önemli katkılar sağlayabilir (Franzen, 2013).

Tabansuyu-verim ilişkilerini tanımlamak için çeşitli çalışmalar yapılmış bu çalışmalarda, hem tuzlu hem de tuzlu olmayan tabansularının bitki su tüketimine katkıları ölçmüştür (Ayars et al., 2006). Ancak literatürde tatlı mısır verimi ile taban suyu ilişkileri ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça yetersizdir. Bu nedenle buğday, pamuk, mısır, yonca ve şeker kamışı gibi ürünler ile ilgili yapılan çalışmalar ve sonuçları incelenmiştir.

Benz, vd., (1978) Kuzey Dakota'da, farklı tabansuyu derinlikleri uygulayarak üç mahsulün (mısır, yonca ve şeker pancarı) verim tepkisini incelemek için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada kumlu tınlı toprak kullanılmış ve üç farklı tabansuyu derinliği (1.2, 1.8 ve 2.3 m) oluşturulmuştur. En yüksek verim, sulamanın yapılmadığı sığ tabansuyundan (1.2 m) elde edilmiş ve bu derinlikteki konulara sulama yapılmasının verim üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır. Tabansuyu derinliğinin orta (1.8 m) ve derin (2.3 m) olduğu konularda ise sulama uygulanması bitki verimini artırmıştır.

Shih ve Asce (1983), farklı tabansuyu derinliği kolullarında toprak yüzeyinden meydana gelen buharlaşma miktarları ile A tipi buharlaşma kabından oluşan miktarları karşılaştırmışlardır. Lizimetrelerden oluşan yüzey buharlaşma miktarlarının A tipi buharlaşma kabına göre % 14 ve % 26 oranında daha az olduğu tespit edilmiş ve tabansuyunun derinliğinin toprak yüzeyinden buharlaşma oranını doğrudan etkilediğini belirlenmiştir.

Torres ve Hanks (1989), bitki su tüketimi üzerine tabansuyunun katkısını belirlemek için sera ortamında lizimetrelerde çalışma gerçekleştirmişler ve kılcal bölgeye doymuş ve doymamış bir akışı simüle etmek için sayısal bir model geliştirmişlerdir. Lizimetrelere siltli killi tınlı ve siltli tınlı olmak üzere 2 farklı toprak doldurulmuş ve buğday yetiştirilmiştir. Araştırmada 4 farklı tabansuyu derinliği (kontrol (tabansuyu yok), 50 cm, 100 cm ve 150 cm) oluşturulmuştur. Kök bölgesinde mevcut nemin % 50'si tükendiğinde sulama yapılmıştır. Modellerin tahmini ile lizimetrelerden gözlemlenen veriler birbiriyle karşılaştırılmış ve tahmin edilen sonuçlar ile gözlemlenen değerlerin birbirlerine çok yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışma sonucunda her iki toprak çeşidi içinde tabansuyu derinliğini 50 cm olması durumunda bitki su ihtiyaçlarının %90 lık kısmının tabansuyundan karşılanacağı belirlenmiştir. 100 cm tabansuyu derinliği için ise taban suyu katkısı siltli killi ve ince kumlu tınlı topraklar için sırasıyla % 41 ve % 31 bulunmuştur. Tabansuyu derinliği 150 cm derinliğe düştüğünde ise tabansuyu katkısı her iki toprak içinde için sırasıyla % 7 ve % 6'ya düşmüştür.

Meyer ve Mateos (1990), sığ tabansuyu koşullarında tınlı ve killi tınlı topraklarda soya fasulyesinin bitki su tüketimi üzerine olan etkileri araştırmışlardır. Taban suyu derinliğinin 100 cm de tutulduğu lizimetrelerde tabansuyunun soyanın bitki su tüketimine katkısı tınlı ve killi tınlı topraklarda için sırasıyla % 24 ve % 6.5 bulunmuştur. Soya fasulyesinin kök uzunluğu yoğunluğu her iki lizimetrede ölçülmüş ve tınlı toprak için ölçülen kök yoğunluğunun, killi tınlı toprağın iki katına kadar ulaştığı belirlenmiştir.

Kruse, vd., (1993), üç yıl boyunca tuzlu sığ tabansuları ile bitki su tüketimi özellikleri arasındaki ilişkileri lizimetreler kullanılarak araştırılmıştır. Tüm lizimetreler kumlu tınlı toprakla doldurulmuş, mısır, yonca ve buğday yetiştirilmiştir. Çalışmada 2 farklı tabansuyu derinliği (60 cm ve 105 cm) ve 2 farklı tabansuyu tuzluluğu (0.66 dS m^{-1} ve 6 dS m^{-1}) oluşturulmuştur. Üç yıllık ortalama sonuçlara

göre tabansuyu derinliğinin 60 cm ve 105 cm olduğu konulardaki tabansuyu katkısının bitki su tüketiminin sırasıyla % 76 ve % 27 si olduğu görülmüştür. Bununla birlikte 60 cm tabansuyu derinliği koşullarında tabansuyu tuzluluğunun 0.66 dS m⁻¹ den 6 dS m⁻¹'ye yükselmesi durumunda ise tabansuyu katkısının % 76'dan % 62'ye düştüğü belirlenmiştir. Bununla birlikte 105 cm tabansuyu derinliği için tabansuyu tuzluluğundaki artış, tabansuyu katkısı üzerine önemli bir etki etmemiştir. Benzer şekilde Gao et al. (2017) mısır bitkisinde tabansuyu derinliğinin 100 cm de tutulması durumunda, bitki su ihtiyacının %41 lik kısmının taban suyundan karşılanabileceğini bildirmiştir. Tabansuyu derinliğinin 200 cm de olması durumunda ise tabansuyu katkısının sadece %6 olduğu belirlenmiştir.

Mejia, vd., (2000) yılında Kanada'da tabansuyu derinliğinin mısır ve soya fasulyesinin verimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri iki yıllık araştırmada 3 farklı tabansuyu derinliği (50 cm, 75 cm ve serbest koşullar) oluşturmuşlar. Mısırve soya fasulyesinde en yüksek verim hem birinci yıl hem de ikinci yılda kontrollü drenaj konularından elde edilmiştir.

Kang, vd., (2001), yarı kurak bir bölgede sığ tabansuyunun mısır ve buğdayını bitki su tüketimi, verimi ve tabansuyunundan oluşan kılcal katkısını incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma kapsamında 7 farklı tabansuyu derinliği (0.5, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0 ve 2.50 m) oluşturmuşlardır. Deneme sonucunda tabansuyu katkısının tabansuyu derinliği ile yakından ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Kahlow ve Ashraf (2005), lizimetreler kullanarak altı farklı ürün için tabansuyu katkısının bitki su tüketimi içerisindeki oranını incelemişlerdir. En yüksek tabansuyu katkısının tabansuyunun en sığ olduğu konularda olduğu ve bitki çeşidine bağlı olarak ise değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir. Tabansuyu derinliğindeki artışa bağlı olarak ise tabansuyu katkısında azalma olmuştur. Çalışma sonucunda buğday ve ayçiçeğinin sığ tabansuyu derinliğine (50 cm derinlik) daha toleranslı olduğu tespit etmişlerdir. Tabansuyu derinliğinin 50 cm olması durumunda buğdayın veriminde herhangi bir azalma olmadan, bitki su ihtiyacının tamamının tabansuyundan karşılayacağını, ayçiçeğinde ise bitki su ihtiyacının %80 inin tabansuyundan karşılanacağını bulmuşlardır. Mısır ve sorgumda ise sığ tabansuyun verimde azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Gowing, vd., (2009), eksik sulama koşullarında, tuzluluğun buğdayın veriminde azalmaya neden olmasına rağmen su ihtiyacının yaklaşık %40 lık kısmının tabansuyundan karşılabileceğini tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda sığ tabansuyunun tuzsuz olması durumunda sulama suyu ihtiyacını azaltmaya yardımcı olan bir su kaynağı olarak düşünülebileceğini önermişlerdir.

Ghamarnia, vd., (2011) yarı kurak bölgede sığ tabansuyu koşulları altında Aspir (*Carthamus tinctorius* L) bitkisinin verim, bitki su tüketimi ve tabansuyundan beslenme durumlarını araştırmışlardır. Tabansuyu derinliği tüm lizimetrelerde 80 cm de tutulmuş ve 5 farklı tabansuyu tuzluluğu (1, 2, 5, 8 ve 10 dS m⁻¹) oluşturulmuştur. Tabansuyundan beslenme durumları mariotti tüplerindeki azalmadan günlük olarak takip edilmiştir. Çalışma sonucunda tabansuyu tuzluluğunun 1, 2, 5, 8 ve 10 dS m⁻¹ olduğu konulardaki bitki su tüketimine tabansuyu katkısı oranlarının sırasıyla % 59, 51, 38, 32 ve % 19'u olduğu bulmuşlar ve tabansuyu tuzluluğundaki artışın tabansuyu katkısı oranının önemli düzeyde azaltıldığını tespit etmişlerdir.

Huo, vd., (2012) tabansuyu derinliği ve sulama miktarının tabansuyu tablasındaki su akışları ve buğdayın su kullanımı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Deneme kapsamında üç sulama suyu miktarı (90.0, 67.5 ve 45.0 mm) ve beş tabansuyu derinliği (1.5, 2.0, 2.5, 3.0 ve 3.5 m) oluşturmuşlardır. Çalışma sonucunda tabansuyu katkısı ile tabansuyu tablası derinliği arasında bir ilişki olduğunu bulmuşlardır.

Ghamarnia ve Gholamian (2013), yetersiz sulama altında, tuzlu sığ tabansuyu ve yüzey suyunun yarı kurak koşullarda aspir (*Carthamus tinctorius* L.) üzerindeki etkisini lizimetre koşullarında araştırmışlardır. Tabansuyu derinliği 80 cm de ve tabansuyu tuzluluğu ise 1 dSm⁻¹ ve 10 dS m⁻¹ de tutulmuştur. Tabansuyundan oluşan katkı miktarı mariottikerdeki günlük su nazalmaları kontrol edilerek takip edilmiştir. Çalışma sonucunda artan tabansuyu tuzluluğunun hem tabansuyu katkısı hem de verimde önemli azalmalara neden olduğunu göstermişlerdir.

Ghamarnia ve Jalili (2014), de 3 farklı tabansuyu derinliği (0.6, 0.8 ve 1.10 m) ve 3 farklı tabansuyu tuzluluğunun (1. 2 ve 4 dS m⁻¹) siyah kimyon (*Nigella sativa* L.) bitkisinin verim ve bitki su tüketimi üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla 40 cm çapındaki 27 adet lizimetrede bir deneme yürütmüşlerdir. Tabansuyundan oluşan günlük katkı Mariotte tüplerindeki su seviyelerinin günlük okumaları alınarak belirlenmiş ve topraktaki nem sürekli ölçülerek eksik nem 0.5 dS m⁻¹ tuzluluğa sahip

sular ile sulanmıştır. Çalışma sonucunda, hem taban suyu tuzluluğu hem de tabansuyu derinliğindeki artışın tabansuyundan beslenme miktarı ile verimde azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir.

Talebnejad ve Sepaskhah (2015), Yarı kurak bir bölgede 3 farklı tabansuyu derinliği (0.3, 0.55 ve 0.80 m) ve 4 farklı tabansuyu tuzluluğu koşullarında (10, 20, 30 ve 40 dS m⁻¹) kinoa bitkisi yetiştirmişler ve tuzlu tabansuyu derinliklerinin kinoa'nın tabansuyu katkısı, büyümesi ve verimi üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Tabansuyu tuzluluğundaki artışın tohum veriminde, sürgün kuru maddesinde önemli bir düşüşe neden olduğunu bulmuşlardır. Bununla birlikte, kök kuru maddesi, hasat indeksi, protein içeriği, 1000 tane ağırlığı, bitki başına salkım sayısı ve bitki boyunun ise 20 dS m⁻¹'den yüksek tabansuyunda azalış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Fidatemiz, vd., (2019), tabansuyu derinliğinin soya fasulyesinin su kullanımı, büyümesi ve verim parametreleri üzerindeki etkisini dört farklı tabansuyu derinliği (30, 50, 70 ve 90 cm) altında araştırmışlardır. Farklı tabansuyu derinliklerinde soyanın su kullanımı, su kullanım verimliliği ve kök dağılımı incelenmiştir. Tabansuyu derinliğinin 30, 50, 70 ve 90 cm olduğu konularda, tabansuyu katkısı sırayla % 89, %83, %79 ve %72 olarak bulunmuştur. Bununla birlikte tane verimleri ise sırasıyla 15.1, 10.5, 14.1 ve 17.2 g / lizimetre, su kullanım etkinlikleri sırasıyla 0.22, 0.18, 0.25 ve 0.31 g / lizimetre olmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Alanı

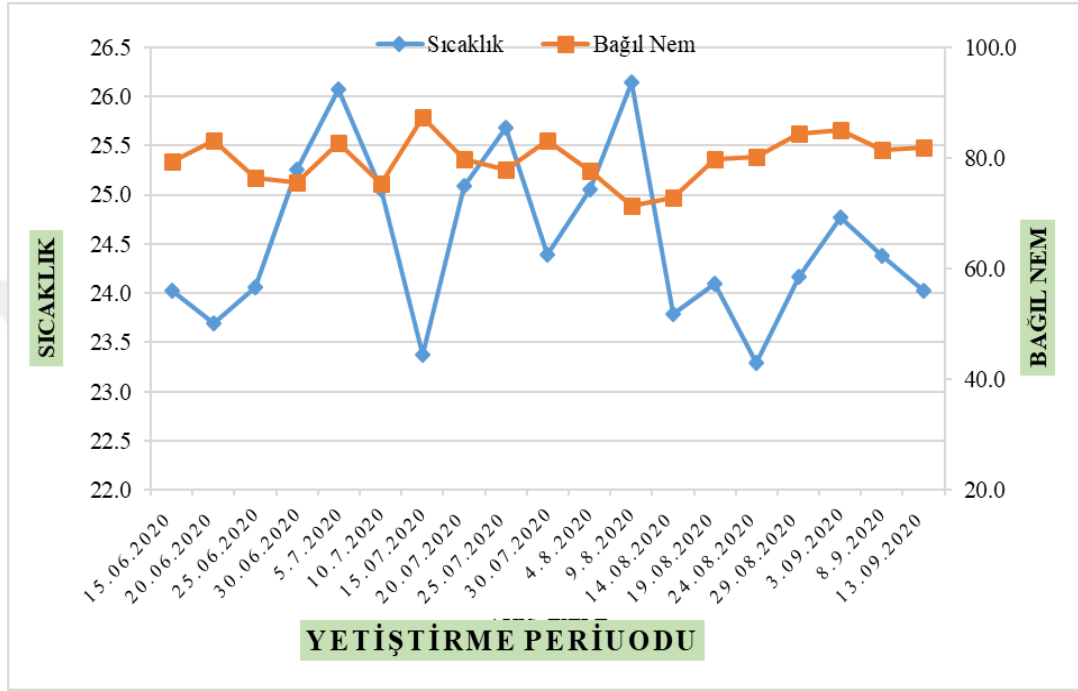
Bu çalışma kapsamında farklı tabansuyu derinliği ve farklı tabansuyu tuzluluğunun tatlı mısırın verim, büyüme parametreleri ve bitki su tüketimi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Haziran-Eylül 2020 tarihleri arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanı içerisinde yeralan sadece üzeri kapalı yanları açık bir alanda yürütülmüştür (Şekil 3.1.). Deneme süresinde deneme alanının iç ve dış sıcaklık değeri ile bağıl nem değeri yerden 2 m yükseklikten sürekli olarak ölçülmüştür. Bağıl nem ve sıcaklık verileri bir veri kayıt cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Cihaz, seranın ortasında yerden 2 m yüksekte konumlandırılmış ve sırasıyla arasında değişmiştir. Büyüme dönemindeki aylık ortalama sıcaklık ve bağıl nem değeri 24-32 ° C ve % 78 -% 97 arasında değişiklik göstermiş ve değeri (Tablo3.1) ve (Şekil 3.2) de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanı

Tablo 3.1. Büyüme döneminde aylık ortalama sıcaklık ve bağıl nem değerleri

Ay	Sıcaklık (°C)			Bağıl nem (%)		
	En yüksek	En düşük	Ortalama	En yüksek	En düşük	Ortalama
15-30 Haziran	30.7	23.9	19.0	96.2	79.0	60.5
Temmuz	31.0	25.1	20.3	95.5	80.4	62.6
Ağustos	31.5	24.4	19.3	93.9	77.5	58.7
01-19 Eylül	31.9	24.3	19.7	97.4	83.4	61.9



Şekil 3.2. Çalışma süresince sıcaklık ve bağıl nem değişimi

3.1.2. Toprak Özellikleri ve Lizimetrelerin Hazırlanması

Çalışmada 60 cm çapında ve 100 cm yüksekliğinde lizimetreler kullanılmıştır. Lizimetreler kullanılacak toprak öncelikle hava kuru olacak şekilde kurutulmuş ve ardından 4 mm lik elekten elenmiştir (Şekil 3.3). Lizimetrelerin tabanına 5 cm yükseklikte ve drenajı sağlamak amacıyla kum ve çakıl konulmuştur. Denemede % 43.4 kum, % 31.3 silt ve % 25.3 kil içeriklerine sahip tınlı yapıda toprak kullanılmıştır. Lizimetrelerde kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 3.2'da verilmiştir.

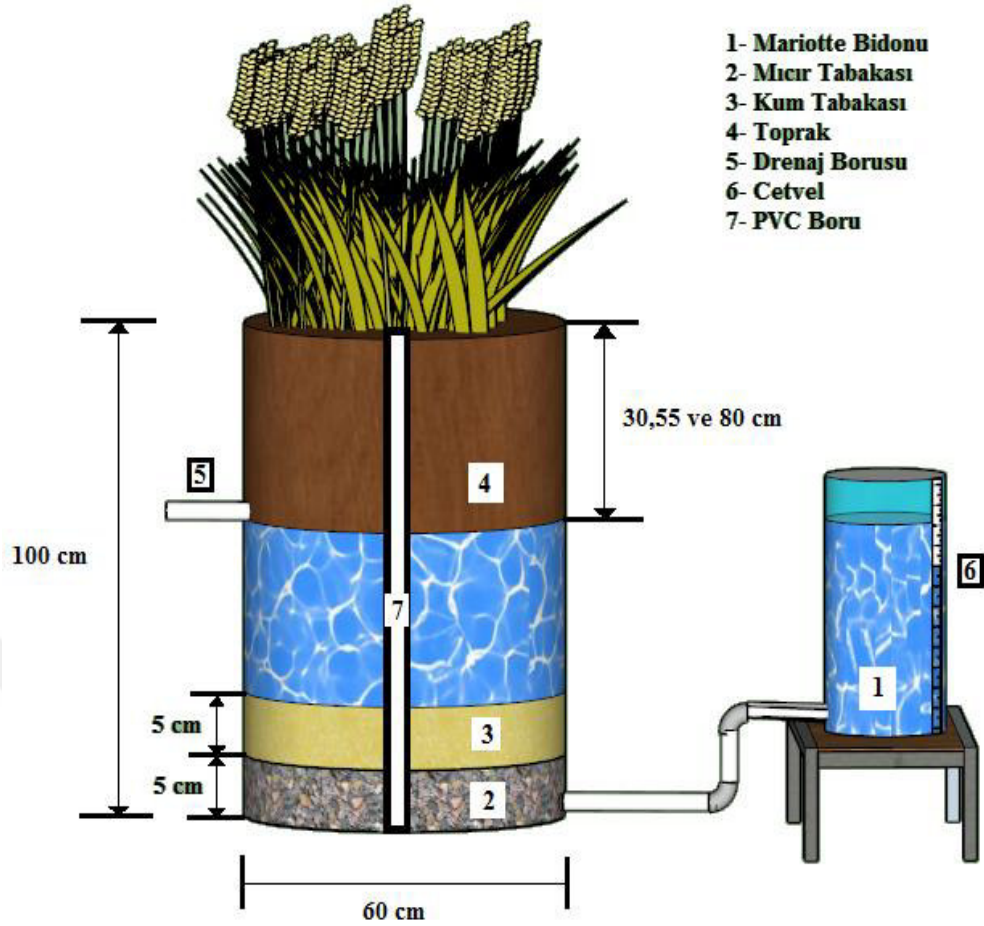


Şekil 3.3. Toprak hazırlığı

Tablo 3.2. Lizimetrede toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri

Fiziki özellikleri	Değerler	Kimyasal özellikler	Değerler
Kum (%)	43.4	ECe (dS/m)	0.27
Silt(%)	31.3	pH	7.99
Kil (%)	25.3	Na (meq/100gr)	1.96
Toprak tekstürü	Tınlı	Mg (meq/100gr)	12.23
Tarla kapasitesi (%)	34.2	K+(meq/100gr)	0.56
Solma noktası (%)	20.9	Ca (meq/100gr)	18.20
		ESP	5.88
		KDK (meq/100gr)	32.95
		Fosfor (kg/da)	9.77
		Potasyum (kg/da)	80
		Organik madde (%)	2.4

Toprak nem içeriğinin ölçmek için her bir lizimetreye 5 cm çapında PVC boru yerleştirilmiştir. Tabansuyu derinliklerini oluşturma için lizimetrelerin yüzeyinden itibaren 30 cm, 55 cm ve 80 cm mesafelere tahliye boruları yerleştirilmiştir. Elenmiş topraklar lizimetrelere 10 cm'lik tabakalar halinde doldurulmuş ve her bir toprak tabakası elle sıkıştırılmıştır. Tabansuyu seviyelerini ayarlamak amacıyla Mariotte düzeneği hazırlanmıştır. Denemede kullanılan lizimetrelerin detayı Şekil 3.4 de verilmiştir.



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan lizimetrelerin şematik görünümü.

3.1.3. Kullanılan Suların Özellikleri

Çalışmada 0.38, 5 ve 10 dSm⁻¹ olmak üzere 3 farklı tabansuyu tuzluluğu oluşturulmuş ve tuzlu suların hazırlanmasında, (1:1) oranında olacak şekilde %99 eriyebilirlikteki NaCl ve CaCl₂ kimyasal tuzları kullanılmıştır. Tuzlu sular hazırlandıktan sonra 200 litrelik tanklara konulmuştur (Şekil 3.4). Denemede kullanılan kontrol konularındaki sulara ait özellikler Tablo3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3. Denemede kullanılan suların özellikleri

Parametreler	Değerler	Parametreler	Değerler
pH	7.64	Mg ⁺² (meq L ⁻¹)	5.64
EC (dS m ⁻¹)	0.38	CO ₃ ⁻² (meq L ⁻¹)	0.64
Na ⁺ (meq L ⁻¹)	0.83	HCO ₃ ⁻¹ (meq L ⁻¹)	3.42
K ⁺ (meq L ⁻¹)	0.05	Cl ⁻¹ (meq L ⁻¹)	1.52
Ca ⁺² (meq L ⁻¹)	1.64	SO ₄ ⁻² (meq L ⁻¹)	2. 58



Şekil 3.5. Denemede kullanılan suların hazırlanması

3.1.4. Lizimetrelerde Sabit Tabansuyu Seviyelerinin Oluşturulması

Deneme kapsamında 3 farklı tabansuyu derinliği (0.30, 0.55 ve 0.80 m) oluşturmak amacıyla öncelikle tüm lizimetreler mariotti düzeneği ile istenilen tuzluluğa sahip sular ile alttan doyurulmuştur. Mariottilerin düzgün çalışıp çalışmadığı sürekli olarak kontrol edilmiştir. Lizimetrelerde tabansuyunun istenilen seviyeden daha yukarıya çıkmasını önlemek için drenaj boruları kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Lizimetrelerde Sabit Tabansuyu Seviyesinin Korunması

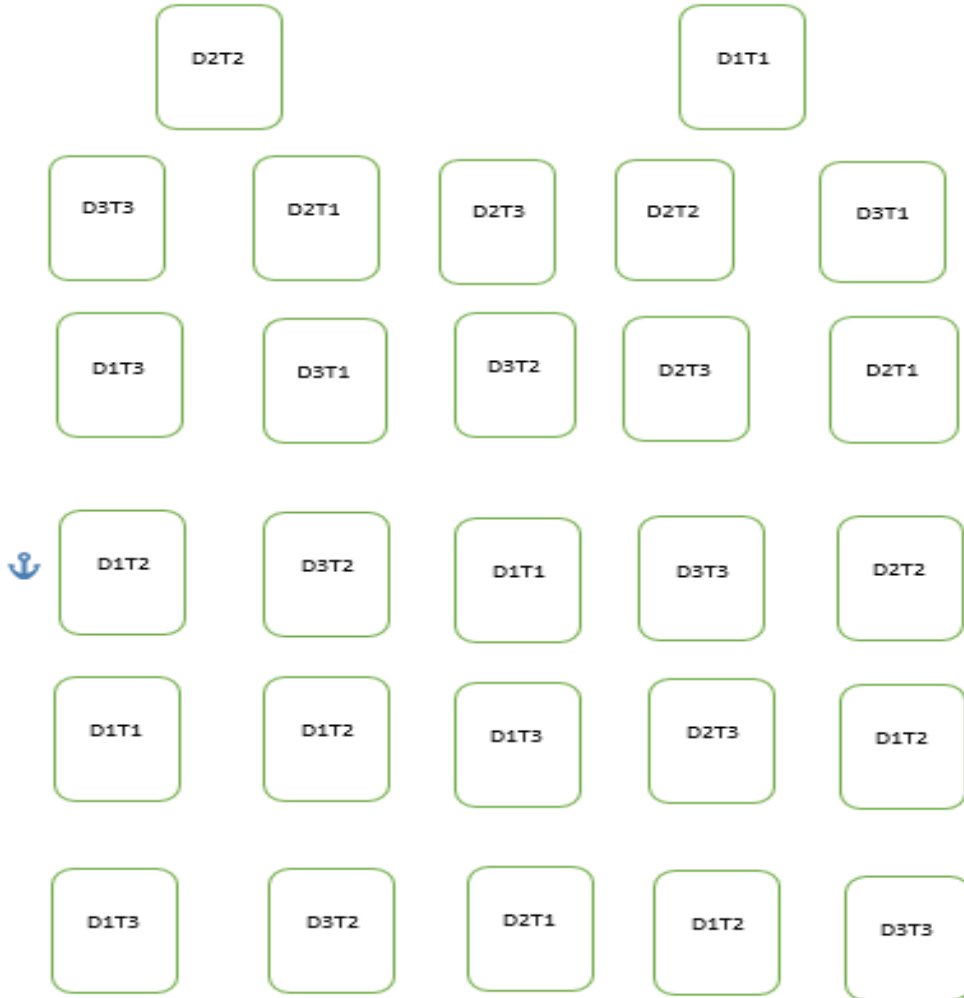
3.2.Yöntem

3.2.1. Deneme Deseni

Bu çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmış, üç farklı tabansuyu derinliği (30 cm, 55 cm ve 80 cm) ve üç farklı tabansuyu tuzluluğuna (kontrol, 5 dS m⁻¹ve 10 dS m⁻¹) ve üç tekerrürlü olmak üzere toplam 27 lizimetrede yürütülmüştür. Deneme konuları Tablo 3.4 ve deneme deseni Şekil 3.7 'de gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Deneme konuları

Derinlik Konular	Cm	Tuzluluk Konular	ECw (dS m ⁻¹)
D1	30	T1	0.38
D2	55	T2	5
D3	80	T3	10



Şekil 3.7. Deneme deseni

3.2.2. Toprak Neminin Ölçümü ve Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi

Çalışmada tohum ekimi yapıldıktan sonra ilk 15 gün tüm lizimetrelere yüzeyden çimlenmeyi sağlayacak kadar su verilmiştir. Çıkış işlemi gerçekleştirildikten sonra tüm lizimetreler tuzlu su ile sabit tabansuyu seviyesi oluşana kadar alttan doyurulmuştur. Sabit tabansuyu oluşturulduktan sonra lizimetrelerdeki toprak nemi nötron probe ile ölçülmüş (Şekil 3.8) ve nemler tarla kapasitesine gelene kadar yüzeyden 0.38 dS m⁻¹ lik tuzluluğa sahip sular ile sulanmıştır. Lizimetrelerdeki toprak nem içeriği sürekli olarak ölçülmüş ve Kullanılabilir elverişli nemin %40 azaldığında yüzeyden sulama suyu verilmiştir.



Şekil 3.8. Nötron prob cihazını kullanma

Farklı taban suyu koşullarında yetiştirilen mısır bitkilerinin bitki su tüketimi değerleri aşağıdaki su dengesi eşitliği kullanılarak belirlenmiştir.

$$ET = IW + GWC \pm \Delta S$$

Burada: IW, sulama suyu derinliği (mm), GWC, tabansuyu katkısı, (mm) ve ΔS , iki sulama arasında topraktaki nem değişimi (mm)

3.3.Ekim

Çalışmada bitki materyali olarak tatlı mısır kullanılmış ve her bir lizimetrede 10 adet tohum olacak şekilde 15 Haziran 2020 tarihinde ekim yapılmıştır. Ekimden 14 gün sonra her bir lizimetrede 5 adet bitki olacak şekilde seğeltme yapılmıştır. Bu dönem içerisinde her bir lizimetreye eşit miktarda olacak şekilde yüzeyden sulama

suyu verilmiştir.

Tohum ekiminden önce her bir lizimetreye 20 kg/da olacak şekilde önce DAP gübresi uygulanmıştır. Azotlu gübre ise iki farklı dönemde sulama suyu ile birlikte yüzeyden verilmiştir. Deneme süresince hastalık ve zararlılara karşı mücadele edilmiş, yabancı otlar el ile kopartılmıştır. Büyüme mevsimi boyunca, tatlı mısır mahsulü yaprak bitleri ve tırtıl gibi böceklere karşı uygun insektisitler kullanılmıştır.

Bütün konular aynı anda hasata gelmediğinden bitkiler 01-08 Eylül 2020 tarihleri arasında (Çetinkol, 1989) belirttiği şartlar oluştuğunda hasat edilmiştir.

3.4. Deneme Süresince Yapılan Ölçümler

3.4.1. Stoma İletkenliği

Yaprakların stoma iletkenliğini belirlemek amacıyla taşınabilir bir AP4 porometresi [DELTA-T Cihazı], kullanılmıştır. Stoma iletkenliği ölçümleri 10 ar günlük aralıklar ile saat 11.00 ile 15.00 saatleri arasında ve her bir lizimetreden dört okuma olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 3.9 a).

3.4.2. Klorofil İçeriği

Bitkilerin klorofil içerikleri stoma iletkenlik değerlerine benzer aralık ve saatlerde (SPAD-502 Konica Minolta Sensing, Inc. Japonya) cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Ölçüm esnasında gelişimini tamamlamış en genç yapraklar kullanılmıştır (Şekil 3.9 b).



Şekil 3.9. Deneme ölçümleri (a) klorofil ölçümü (b) stoma iletkenliği ölçümü

3.4.3. Bitki Boyu

Lizimetredeki her bir bitki toprak yüzeyinden püskülün çıktığı ilk yan dallara olan mesafeleri m olarak ölçülmüştür (Şekil 3.10).

3.4.4. Bitki Yaş Ağırlığı

Lizimetredeki her bir bitkinin hasat edildikten hemen sonraki ağırlıkları belirlenmiştir. (Şekil 3.10).

3.4.5. Sap Çapı

Mısır bitkilerinin çapları elektronik kumpas ile ilk boğumun hemen altında ölçülmüştür (Şekil 3.10).

3.4.6. Biomas Kuru Ağırlığı

Her bir lizimetreten alınan bitkilerin yaş yaprak ve sap kısımları ayrılmış ve tartılmıştır. Yaş yaprak ve saplar 70 °C'de etüvde sabit ağırlığa ulaşincaya kadar kurutulmuştur.



Şekil 3.10. Bitki ölçümleri

3.4.7. Koçan Ağırlığı

Bitkilerden hasat edilen koçanlar her bitkinin koçanı gram olarak ölçülmüştür (Şekil 3.11).

3.4.8. Tane Ağırlığı

Her lizimetrede hasat edilen tüm koçanlardaki taneler bıçak yardımıyla hasat edilmiş ve koçan üzerindeki tane ağırlığı gram.lizimetre olarak belirlenmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Koçan ölçüleri

3.4.9. Yaprak Alanı

Her bir lizimetredeki bitkilerin yapraklarının alanlarını belirlemek için fotoğrafları çekilmiş ve alanları photoshop yazılımı kullanılarak belirlenmiştir.

3.4.10. Şeker Oranı

Hasat edilen mısırlardaki koçanların taneleri sıkılmış ve sütlü endosperm sıvısı refraktometreye dökülerek toplam şekeri °Brix cinsinden ölçülmüştür (Eşiyok, vd., 2004).



Şekil 3.12. Şeker oranı ölçümü

3.5. Toprak Tuzluluk ve pH Ölçümü

Çalışma sonunda toprakların pH ve EC değerlerini belirlemek için her bir lizimetreden toprak örnekleri alınmıştır. Tabansuyu derinliğinin 30 cm olduğu lizimetrelerin 15 cm lik derinliğinden, 55 cm tabansuyu derinliği olan lizimetrelerin 15, 30 ve 45 cm lik toprak derinliklerinden ve 80 cm tabansuyu derinliği olan lizimetrelerin ise 15, 30, 45 ve 60 cm derinliğinden toprak örnekleri alınmıştır. Tuzluluk değerlerini belirlemek için saturasyon çamuru hazırlanmış ve süzükleri elde edilmiştir. Elde edilen süzüklerde tuzluluk değerleri belirlenmiştir. Toprak örneklerinin pH değeri ise 1:1 toprak çözeltisinde belirlenmiştir. Toprak tuzluluğu ve pH değerleri Eutech enstrümanları pc510 EC / pH metre kullanılarak ölçülmüştür (şekil 3.13).



Şekil 3.13. Toprak tuzluluğu ve pH ölçümü

3.6. İstatistiksel Analiz

Lizimetrelerden elde edilen sonuçlar tesadüf bloklarında 2 faktörlü faktöriyel deneme desenine göre analiz edilmiş ve konulara ait ortalama değerler arasındaki farklılıklar $P < 0.05$ önem seviyesine göre değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.Bitki Su Tüketimi ve Tabansuyundan Beslenme Miktarı

Çalışmada konularına göre şeker mısırının tabansuyundan beslenme, sulama ile verilen su miktarı ve toplam bitki su tüketim değerlerine ait sonuçlar Tablo 4.1. de verilmiştir. Tabansuyundan beslenme miktarının bitki su tüketimine katkı oranları %26.83 ile %81.65 arasında değişim göstermiştir. Tabansuyu derinliği arttıkça, tabansuyundan beslenme katkısı oranlarında azalma olmuş, en yüksek katkı oranı tabansuyu derinliğinin 30 cm olduğu konularda olurken, en düşük katkı oranı ise tabansuyu derinliğinin 80 cm olduğu konularda gerçekleşmiştir. Tabansuyu derinliği azaldıkça, kapilerite ile üst katmanlara gelen su miktarında azalma olmuştur. Her bir parametreye ait değerlendirmeler ilgili konu başlıklarının altında yapılmıştır.

Tablo 4.1. Konulara ait tabansuyundan beslenme, sulama suyu ve bitki su tüketim miktarları

Konular	Tabansuyundan beslenme miktarı (mm)	Sulama (mm)	Bitki su tüketimi (mm)	Tabansuyunun bitki su tüketimi katkısı (%)
D ₁ x T ₁	295.94	66.49	362.43	81.65
D ₁ x T ₂	279.78	62.93	342.72	81.64
D ₁ x T ₃	213.33	61.45	274.79	77.63
D ₂ x T ₁	297.03	273.88	570.91	52.03
D ₂ x T ₂	218.99	257.86	476.84	45.93
D ₂ x T ₃	177.46	219.65	397.11	44.69
D ₃ x T ₁	170.43	427.46	597.89	28.51
D ₃ x T ₂	158.33	388.96	547.30	28.93
D ₃ x T ₃	135.36	369.22	504.58	26.83

4.1.1. Tabansuyundan Beslenme Miktarı

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki tabansuyundan beslenme veya tabansuyunun bitki su tüketimine katkısına ait varyans analiz tablosu Tablo 4.2 de ve tabansuyu katkısının ortalamalarına ait istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.3 te verilmiştir.

Tablo 4.2. Tabansuyundan beslenme değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	55771.27	1423.80**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	55771.27	1423.80**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	7271.61	92.81**	<0.01

Tabansuyu derinliği, tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliği ile tabansuyu tuzluluğu interaksiyonunun tabansuyu katkısıüzerine istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$) etki etmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.3. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) tabansuyundan beslenme üzerine etkisi

Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Tabansuyun beslenme miktarı (mm)	D1 (30 cm)	295.94 a	279.78 b	213.13 c	263.01 A
	D2 (55 cm)	297.02 a	218.98 c	177.46 d	231.15 B
	D3 (80 cm)	170.43 d	158.33 e	135.36 f	154.71 C
	Ortalama	254.46 A	219.03 B	175.38 C	

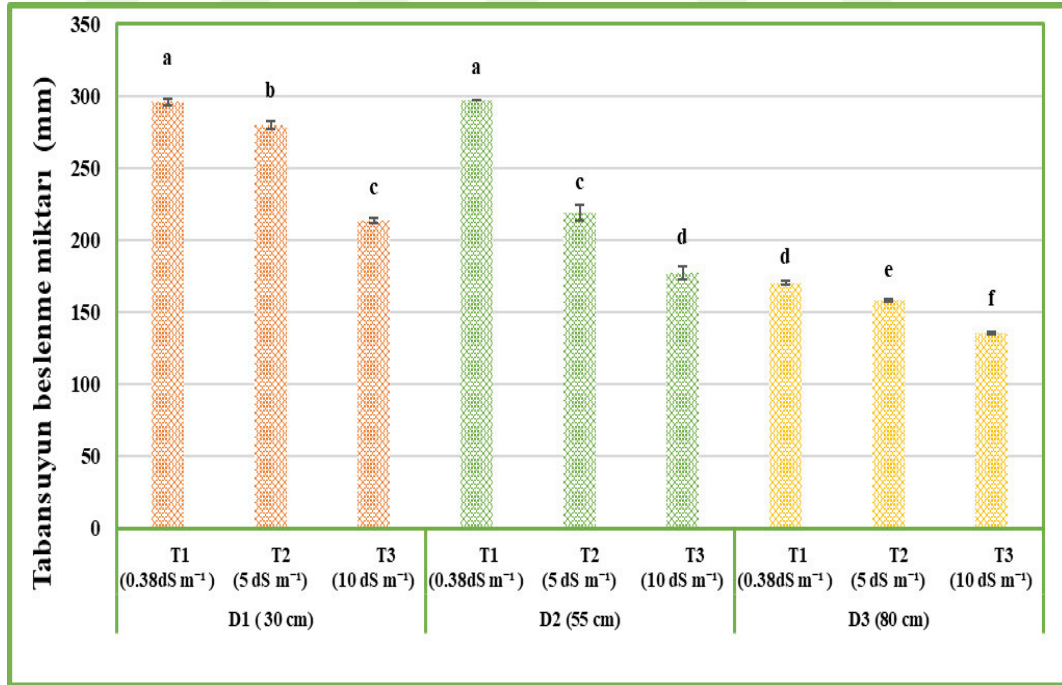
Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Tabansuyu tuzluluğu ile tabansuyundan beslenme değerleri arasında istatistiksel olarak çok önemli ilişki olduğu tespit edilmiş ve tabansuyu tuzluluğundaki artışın tabansuyundan beslenme miktarını azalltığı belirlenmiştir (Tablo4.3). En yüksek tabansuyundan beslenme miktarı T1 konularında 254.46 mm ve en düşük beslenme miktarı ise 175.38 mm ile T3 konularından ölçülmüştür. Kontrol konusuna göre T2 ve T3 konularında tabansuyundan beslenme değerlerinde sırasıyla %13.9 ve %31 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu azalma üzerine en büyük etkinin, tabansuyu tuzluluğundan dolayı oluşan osmotik potansiyelin etkisi ile birlikte bitkilerin fizyolojik kuraklık yaşaması ve bunun sonucunda ise yeterli derecede gelişmemesi olduğu düşünölmektedir. Önceki yıllarda farklı bitkilerde Bargahei ve Mosavi (2006), Ghamarnia, vd., (2011a, 2012b), Ghamarnia ve Gholamian (2013) ve Ghamarnia ve Daichin (2015) tarafından yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiş, ve tabansuyu tuzluluğundaki artışın, tabansuyundan beslenme miktarında önemli azalmalara neden olduğu belirlenmiştir.

Tabansuyu derinliği konularına göre beslenme miktarları 263.01 mm ile 154.71 mm arasında değişim göstermiş ve tabansuyu derinliği arttıkça tabansuyun beslenme miktarında önemli derecede azalma meydana gelmiştir. İstatistiksel olarak yapılan analiz sonucunda 3 farklı grup oluşmuş ve her bir konu farklı grupta yer almıştır. Tabansuyu derinliğinin 30 cm olduğu D1 konusuna göre D2 ve D3 konularında, tabansuyundan beslenme miktarı değerlerinde sırasıyla %12 ve % 41 oranında azalma olmuştur (Tablo 4.3). Bu durum üzerine tabansuyu derinliği arttıkça, tabansuyundan kapilerite ile toprak yüzeyine gelen su miktarında azalmanın etkili olduğu düşünölmektedir. Kang, vd., (2001) mısır bitkinde, Chaudary, vd., (1974) ve

Ghamarnia ve Gholamian (2013) de ayçiçeğinde yaptıkları çalışmalarda tabansuyu derinliğindeki artışın, tabansuyundan beslenme miktarlarında azalmaya neden olduğunu bulmuşlardır.

Tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliğinin interaksyon etkisinin tabansuyundan beslenme üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etki ettiği görülmüştür (Şekil 4.1). Aynı tabansuyu derinliğine sahip konularda, tabansuyu tuzluğu artışı tabansuyundan oluşan beslenme miktarında önemli derecede azalmaya neden olmuştur. Bununla birlikte aynı tabansuyu tuzluluk seviyesinde yer alan farklı tabansuyu derinliği konularında ise genellikle tabansuyu derinliği artışı, tabansuyundan beslenme miktarının azalmasına neden olmuştur. En yüksek tabansuyundan beslenme D2 x T1 konusunda 297.02 mm iken, en düşük beslenme miktarı ise D3 x T3 konusunda 135.36 mm olarak ölçülmüştür. D2 x T1 ile D1 x T1 konuları arasında ise istatistiksel bir farklılık olmadığı bulunmuştur. Ghamarnia ve Jalili (2014) de, yaptıkları çalışmada tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliği arttıkça, bitkilerin tabansuyundan kullandığı su miktarında azalma olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 4.1. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun tabansuyun beslenme miktarı üzerine etkileri

4.1.2. Sulama Suyu İhtiyacı

Çalışma kapsamında lizimitredeki lizimetrelerde sürekli olarak nem takibi yapılmış ve lizimetrelerdeki kullanılabilir nem düzeyi %40 azaldığında sulama yapılmıştır.

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki, lizimetrelere verilen sulama suyu miktarlarına ait varyans analiz tablosu Tablo 4.4 te ve Sulama suyu ihtiyacı ortalamalarına ait istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.5 te verilmiştir.

Tablo 4.4. Sulama suyu ihtiyacı değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	497431.2	13983.37**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	6903.31	194.06**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	3057.4	42.97**	<0.01

Tabansuyu derinliği, tabansuyu tuzluluğu ile tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonlarının Sulama suyu ihtiyacı üzerine istatistiksel olarak çok önemli seviyede ($P<0.01$) etki etmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.5. Tabansuyu derinliği (D), ve taban suyu tuzluluğunun (T) Sulama suyu ihtiyacı etkisi

Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Sulama suyu ihtiyacı (mm)	D1 (30 cm)	66.48 g	62.93 g	61.45 g	63.62 C
	D2 (55 cm)	273.87 d	257.85 e	219.64 f	250.46 B
	D3 (80 cm)	427.45 a	388.96 b	369.21 c	395.21 A
	Ortalama	255.93 A	236.58 B	216.77 C	

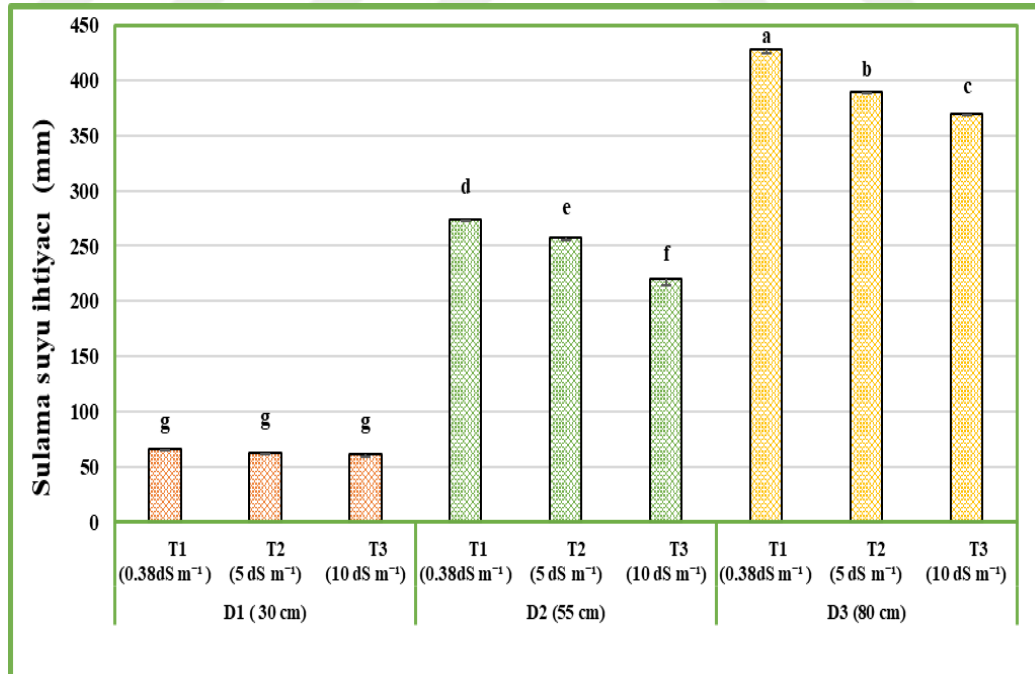
Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Sulama suyu tuzluluğu arttıkça, yüzeyden verilen su miktarında önemli derecede azalma olmuştur (Tablo 4.5). En yüksek sulama suyu miktarı 255.93 mm ile kontrol konularında olurken, tabansuyu tuzluluğunun 5 dS m⁻¹ ve 10 dS m⁻¹ olduğu konulardaki sulama suyu miktarında kontrol konusunda göre sırasıyla %7.5 ve %15.3 oranında azalma gerçekleşmiştir. Toprak tuzluluğu osmotik potansiyeli artırarak bitkilerin topraktan su almalarını engellemektedir. Bu durum ise bitkilerin gelişiminin önüne geçerek, bitki su tüketim değerlerini azalmasına neden olmaktadır.

Tabansuyu derinliği ile yüzeyden uygulanan sulama suyu miktarı arasında çok önemli ilişki olmuş ve tabansuyu derinliği arttıkça yüzeyden uygulanan sulama suyu miktarında da artış meydana gelmiştir (Tablo 4.5). En yüksek sulama suyu miktarı D3 konularında 395.21 mm, D2 ve D1 konularında ise sırasıyla 250.46 mm ve 63.2

mm olmuştur. Tabansuyu derinliğinin 30 cm olduğu konularda bitkilerin su ihtiyaçlarının büyük bir bölümü tabansuyundan sağlandığı için yüzeyden verilen su miktarı az miktarda olmuştur. İstatistiksel olarak 3 farklı grup oluşmuştur. Benzer şekilde Kahlown ve Ashraf (2005) yılında tabansuyu derinliğini bitki verimi ve bitki su tüketimi üzerine belirlemek için yaptıkları çalışmada, tabansuyu derinliği arttıkça, yüzeyden verilen sulama suyu miktarında azalma olduğunu belirlemişler ve bu nedenle sulama suyu yönetimi açısından tabansuyu derinliğinin optimum seviyede tutulmasının önemli olduğunu açıklamışlardır.

Tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliği interaksyonu yüzeyden verilen sulama suyu miktarı üzerine istatistiksel olarak önemli etki etmiştir ($P<0.01$). En yüksek yüzeyden verilen sulama suyu miktarı 427.45 mm ile D3T1 konusunda ve en düşük sulama suyu miktarı ise D1xT3 konusunda 61.45 mm olmuştur (Şekil 4.2).. Tabansuyu derinliğinin 30 cm olduğu tüm konularda yüzeyden verilen sulama suyu miktarları arasında istatistiksel olarak fark oluşmamış, bu durum ise sığ tabansuyu olması durumunda tabansuyu tuzluluğunun önemli olmadığını göstermiştir. Tabansuyu derinliği arttıkça, tabansuyunun tuzlu olduğu konularda yüzeyden verilen sulama suyu miktarı azalma göstermiştir.



Şekil 4.2. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun sulama suyu ihtiyacı üzerine etkileri

4.1.3. Bitki Su Tüketimi

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki bitki su tüketimi değerlerine ait varyans analiz tablosu Tablo 4.6 da ve bitki su tüketimi ortalamalarına ait istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.7 da verilmiştir. Tabansuyu tuzluluğu, tabansuyu derinliği ve bunların interaksyonlarının bitki su tüketimi üzerine istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) etkinin olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.6. Bitki su tüketimi değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	236792.6	8666.06**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	63180.09	2312.24**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	7901.94	144.59**	<0.01

Tabansuyu derinliği, tabansuyu tuzluluğu ile tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonlarının bitki su tüketimi üzerine istatistiksel olarak çok önemli seviyede ($P<0.01$) etki ettiği belirlenmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.7. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) bitki su tüketimi

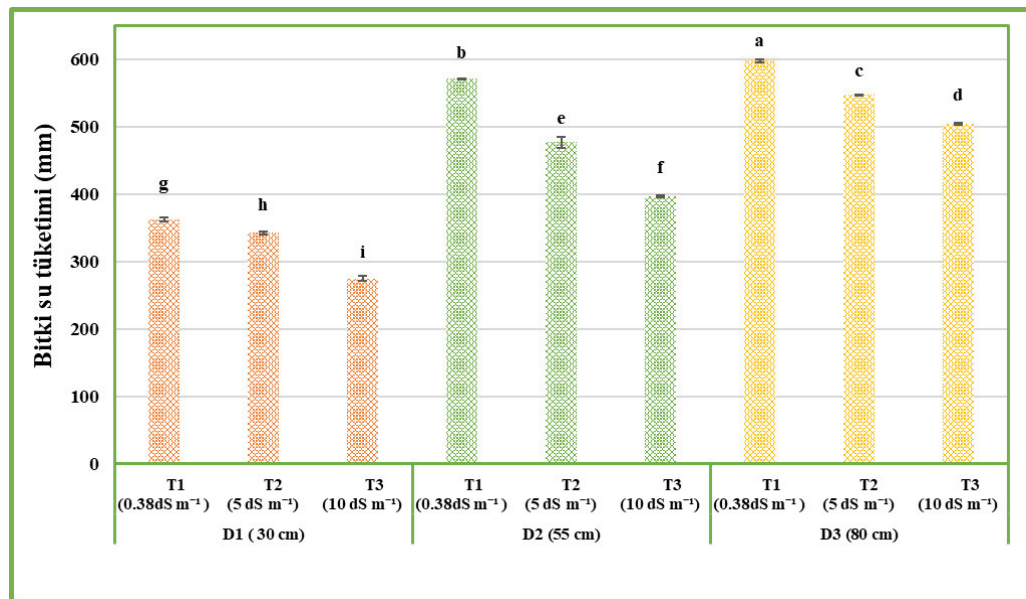
Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Bitki su tüketimi (mm)	D1 (30 cm)	362.42 g	342.71 h	274.78 i	326.64 C
	D2 (55 cm)	570.94 b	483.51 e	397.11 f	483.84 B
	D3 (80 cm)	597.89 a	547.33 c	504.57 d	549.92 A
	Ortalama	510.40 A	457.84 B	392.16 C	

Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Bitki su tüketim değerleri belirlenirken, tabansuyundan oluşan katkı, toprak yüzeyinden verilen sulama suyu miktarı ve denemenin başlangıcı ve bitişi arasında toprak neminde oluşan nem değişimleri kullanılmıştır. Tabansuyu tuzluluğu arttıkça, bitki su tüketim değerlerinde azalma görülmüş ve en yüksek bitki su tüketim değeri 510.40 mm ile T1 konularında olmuştur (Tablo 4.7). Tabansuyu tuzluluğunun 5.0 dS m⁻¹ ve 10 dS m⁻¹ olduğu T2 ve T3 konularındaki bitki su tüketim değerlerinde, kontrol konusuna göre sırasıyla derinliği ve %10.30 ve %23.16 azalma olmuştur. Tuzluluk ozmotik potansiyeli azaltarak topraktaki kullanılabilir nem miktarının azalmasına neden olmakta bunun sonucu olarakta bitki su tüketiminde azalmaya neden olmaktadır (Katerji et al., 2003; Chen et al., 2016). Sonuçlarımıza benzer şekilde Razzaghi, vd., (2011) yaptıkları çalışmada tuzluluk artışının kinoa bitki su tüketim değerinde azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir.

Tabansuyu derinliğindeki artış, bitki su tüketim değerinde de artışa neden olmuş, en yüksek bitki su tüketimi değeri tabansuyu derinliğinin en fazla olduğu D3 konusunda (80 cm) 549.92 mm olarak ölçülmüştür (Tablo 4.7). Tabansuyu derinliğinin 30 cm ve 55 cm olduğu konulardaki bitki su tüketim değerlerinde %40.6 ve %12.01 oranında azalma olmuştur. Tabansuyu derinliğinin az olduğu konularda bitki köklerinin ve dolayısıyla bitkilerin yeterince gelişmemiş olması nedeniyle, bitki su tüketim değerlerinde azalma olduğu düşünülmektedir. Kang, vd., (2001) artan tabansuyu derinliğinin mısır için ET'de önemli bir artışa neden olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Talebnejad ve Sepaskhah (2015) çalışmalarında artan tabansuyu derinliğinin kinoa için ET'de önemli artışa neden olduğunu belirlemişlerdir.

Tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliği interaksiyonuna göre en yüksek bitki su tüketimi 597.89 mm ile D3 x T1 konusunda olurken, en düşük bitki su tüketimi ise 274.78 mm ile D1 x T3 konusunda olmuştur (Şekil 4.3). İkinci en yüksek bitki su tüketim değeri 570.94 mm ile D2 x T1 konusunda ölçülmüştür. Farklı tabansuyu derinliklerinde en düşük bitki su tüketim değerleri en yüksek tabansuyu tuzluluğuna sahip olan konularda gerçekleşmiştir. Bitki su tüketim değerleri kontrol konusuna göre D2xT1, D3xT2, D3xT3, D2xT2, D2xT3, D1xT1, D1xT2 and D1xT3 uygulamalarında sırasıyla %4.5, %8.45, %15.6, %19.1, %33.58, %39.38, %42.6 ve %55.05 oranında azalmıştır. Abideen (2014) mısırın bitki su tüketim değerinin çeşitlere göre 500 ile 800 mm arasında değişim gösterdiğini belirlemiştir.



Şekil 4.3. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonunun bitki su tüketimi üzerine etkileri

4.2. Toprak Özellikleri

4.2.1. Toprak Tuzluluğu

Tabansuyu derinliğinin bitki gelişime üzerine olan etkileri incelenirken üzerinde durulması gereken konuların başında tabansuyu tuzluluğu gelmektedir. Tabansuyunun sığ olması durumunda, bitki su ihtiyacının bir kısmı tabansuyundan karşılanabilecektir bununla birlikte tabansuyunun sığ ve tuzlu olduğu bölgelerde ise, tabansuyunundan oluşacak olan buharlaşmanın fazla olmasından dolayı, toprakta aşırı tuz birikmesi oluşacaktır. Bu nedenle tabansuyu yönetiminde en önemli etmen, toprak profilinde birikecek tuz miktarının bitki gelişimini olumsuz etkilememesidir.

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki toprak tuzluluğu değerlerine ait varyans analiz tablosu Tablo 4.8 de ve toprak tuzluluğu değerlerine ait istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.9 da verilmiştir.

Tablo 4.8. Toprak tuzluluğu değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	472.09	1408.05**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	323.01	963.42**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	233.64	348.42**	<0.01

Tabansuyu derinliği, tabansuyu tuzluluğu ve bunların interaksiyonları toprak tuzluluğu üzerine çok önemli ($P < 0.01$) derecede etki etmiştir (Tablo 4.8).

Tablo 4.9. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) toprak tuzluluğu etkisi

Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Toprak tuzluluğu	D1 (30 cm)	3.42 e	12.60 b	21.93 a	12.65 A
	D2 (55 cm)	3.13 ef	5.71 d	8.11 c	5.65 B
	D3 (80 cm)	1.76 g	2.58 f	3.69 e	2.67 C
	Ortalama	2.77 C	6.96 B	11.24 A	

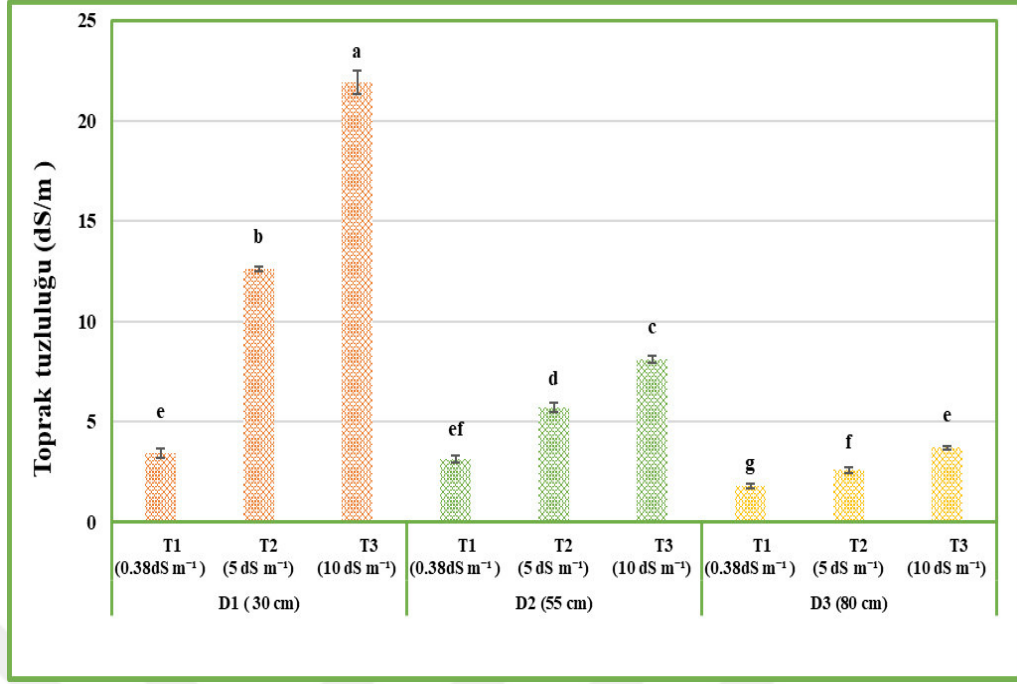
Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Toprak tuzluluğu değerleri tabansuyu tuzluluğundan çok önemli düzeyde etkilenmiş ve tabansuyu tuzluluğundaki artış toprak tuzluluğunda önemli düzeyde artışa neden olmuştur. En yüksek toprak tuzluluğu tabansuyu tuzluluğunun 10 dS m⁻¹ olduğu T3 konularında ortalama 11.24 dS m⁻¹ olurken, her bir konu istatistiksel olarak farklı grupta yer almıştır (Tablo 4.9). T1 ve T2 konularındaki toprak tuzluluğu, T3 konusuna göre sırasıyla %75.3 ve %38 oranında azalmıştır. Tabansuyunun tuzlu olması kapilerite ile tuzun toprağın üst katmanlarına doğru ilerlemesine neden olmaktadır. Jalili, vd., (2011), tabansuyu tuzluluğundaki artışla

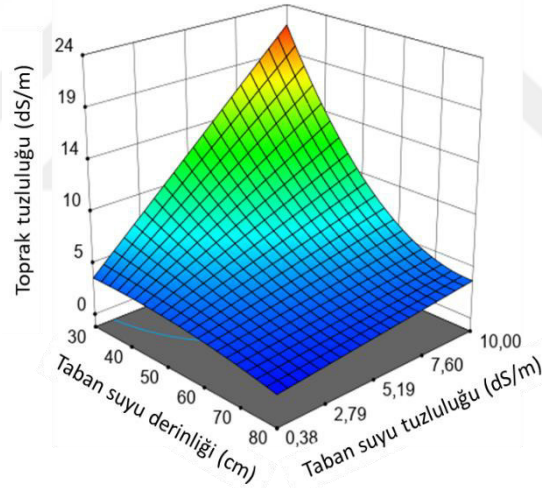
birlikte toprağın tuzluluğu artmıştır.

Tabansuyu derinliği ile toprak tuzluluğu arasında da çok önemli ilişki olmuş ve tabansuyu derinliği arttıkça toprak tuzluluğunda da önemli bir azalma olmuştur. En yüksek toprak tuzluluğu 12.65 dS m^{-1} ile D1 konularında olurken, D2 ve D3 konularında ise toprak tuzluluğu sırasıyla 5.65 dS m^{-1} ve 2.67 dS m^{-1} olmuştur (Tablo 4.9). İstatistiksel olarak tabansuyu derinliği konuları 3 farklı grup oluşturmuştur. Tabansuyu derinliğinin toprakta tuz birikimi açısından çok önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni, suyun buharlaşmasından sonra burada biriken kılcal hareket ile çözülebilir tuzların taşıma amaçlanmıştır. Ashraf, vd., (2006), tabansuyu tablasının yükselmesiyle toprağın elektriksel iletkenliği artmıştır ve bunun tersi de geçerlidir. Jalili, vd., (2011), yükselen tabansuyu tablasının topraktaki tuzluluk gelişimine önemli ölçüde katkıda bulunduğunu bildirmiştir.

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonu toprak tuzluluğunu önemli derecede etkilemiştir. Çizelge 4.9 incelendiğinde en yüksek toprak tuzluluğu D1 x T3 konusunda 21.93 dS m^{-1} olurken, en düşük toprak tuzluluk değeri ise 1.76 dS m^{-1} ile D3 x T1 konusunda ölçülmüştür (Şekil 4.4). İnteraksiyon değerleri incelendiğinde aynı tabansuyu tuzluluk değerinde tabansuyu derinliği arttıkça toprakta tuz birikiminin önemli derecede azaldığı görülmektedir. Mısır bitkisinin tuzluluk eşik değeri 2.50 dS m^{-1} dir (Ayers ve Westcot, 1985). Bu değer dikkate alındığında mısır yetiştiriciliği açısından tabansuyunun 5 dS m^{-1} ve 10 dS m^{-1} olduğu durumlar için tabansuyu derinliğinin en az 80 cm olması gerektiği belirlenmiştir. Toprak tuzluluğu 0.38 dS m^{-1} tuzluluk ve 30, 55 ve 80 cm derinliklerdeki konularda bitki gelişimini çok fazla olumsuz etkileyecek seviyelere çıkmamıştır. Bununla birlikte tabansuyunun 30 cm olduğu konudaki toprak tuzluluğunun diğer derinliklere oranla daha fazla olduğu ölçülmüştür. Tabansuyu derinliği 30 cm olması nedeniyle tüm tuzun sadece 30 cm lik üst katmanda birikmesi bu durumu açıklamaktadır.



Şekil 4.4. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun toprak tuzluluğunu üzerine etkileri



Şekil 4.5. Taban suyu derinliği (TSD) ve taban suyu tuzluluğunun (TST) toprak tuzluluğu (EC) üzerine etkileri.

$$EC \text{ (dS/m)} = 0.492 - 5.049 \times TSD + 2.49 \times TST - 0.130 \times TSD \times TST - 0.001 \times TSD^2 + 0.00008 \times TSD^2 \times TST \quad (\text{Eş. 1})$$

$$\text{Standart Hata} = [0.144] [0.101]^{***} [0.136]^{***} [0.096]^{***} [0.1765]^{***} [0.166]^{***}$$

$$R^2 = 0.9964^{***} \quad n = 25 \quad *** : p < 0.0001 \quad SH = 0.0701$$

Farklı tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu koşullarında toprak tuzluluğu çoklu regresyon analiz sonucu elde edilen eşitlik 1 kullanılarak tahmin edilmiştir. Buna göre tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu ile toprak tuzluluğu arasındaki

ilişkiler 3 boyutlu grafik ile Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Tabansuyu tuzluluğu arttıkça toprak tuzluluğu artış göstermiş bununla birlikte tabansuyu derinliğinin artışı ile birlikte ise toprak tuzluluğu azalış göstermiştir. Tabansuyu derinliğinin 30 cm olduğu koşullarda taban suyu tuzluluğu 0.38 dSm⁻¹'ten 10.0 dSm⁻¹'e kadar arttığında, toprak tuzluluğu değeri doğrusal olarak artış göstermiştir. Tabansuyu derinliğinin 65 cm'ye kadar olduğu konularda taban suyu tuzluluğunun 0.38 dSm⁻¹'ten 10.0 dSm⁻¹ 'e kadar artış göstermesi, toprak tuzluluğu önemli derecede artışına neden olmuştur (Şekil 4.5). Tabansuyu derinliği 65 cm'den 30 cm'ye doğru yükseldikçe, tabansuyu tuzluluğuna bağlı olarak toprak tuzluluğu doğrusal olarak artmaktadır. Elde edilen bu bulgular göre, toprak profilinde aşırı tuzlulaşmanın olmaması için tabansuyu derinliğinin en az 65 cm'de olması gerektiği söylenebilir. Bununla birlikte, regresyon katsayıları dikkate alındığında, TSD ve TST bağımsız değişkenlerinin regresyon katsayıları sırasıyla -5.049 ve +2.49 olarak elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler, tabansuyu derinliğinin taban suyu tuzluluğuna göre toprak tuzluluğu üzerine daha çok etkili olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar başka araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. Çalışmalarında; tabansuyu derinliğinin toprak tuzlulaşmasında etkin rol aldığı ve tabansuyu derinliğinin toprak tuzluluk düzeyini belirleyen ana faktörün olduğunu ifade etmişlerdir (Song and Deng, 2000; Yang et al., 2011; Xia et al, 2016).

4.2.2. Toprak pH

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki toprak pH değerlerine ait varyans analiz tablosu Tablo 4.10 da ve toprak pH ortalamalarına ait istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.11 de verilmiştir.

Tablo 4.10. Toprak pH değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	0.15	20.22**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	0.49	67.17**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	0.12	8.46**	<0.01

Tabansuyu tuzluluğu, Tabansuyu derinliği ve Tabansuyu tuzluluğu ile tabansuyu derinliği arasındaki etkileşimlerin toprak pH'ı üzerinde çok önemli ($P<0.01$) etkisi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.11. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) toprak pH etkisi

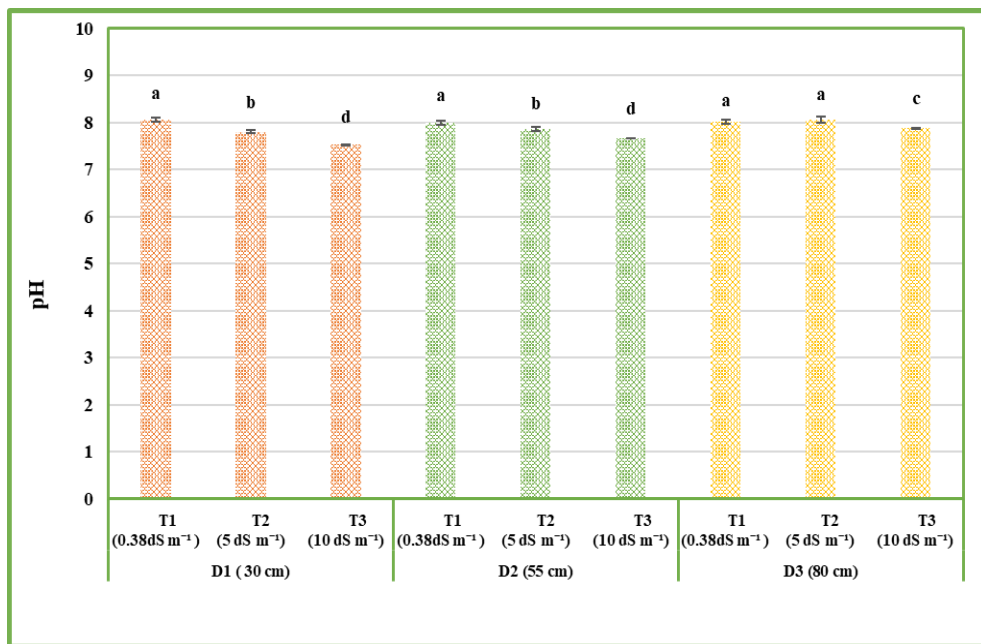
Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Toprak	D1 (30 cm)	8.05 a	7.79 b	7.55 d	7.79 B
	D2 (55 cm)	7.98 a	7.86 b	7.66 d	7.83 B
pH	D3 (80 cm)	8.05 a	8.02 a	7.87 c	7.96 A
	Ortalama	8.01 A	7.89 B	7.68 C	

Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Tabansuyu tuzluluğu ile toprakların pH değerleri arasında istatistiksel olarak çok önemli ilişki olduğu tespit edilmiş ve tabansuyu tuzluluğundaki artışın topraklarından pH miktarını azalttığı belirlenmiştir ve en yüksek değer 8.01 ile T1 konularında olurken, en düşük değer ise 7.68 ile T3 konularında ölçülmüştür (Tablo 4.11). En yüksek toprak pH'ına sahip T1 konusuna göre, T2 ve T3 deneklerinde toprak pH'ı sırasıyla% 1,4 ve% 4,1 azalmıştır.

Tabansuyu derinliği arttıkça toprakların pH değerleri artış göstermiş ve en yüksek değer 7.96 ile D3 konularında ölçülmüştür (Tablo 4.11). D1 ve D2 konuları arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu etkileşimi toprak pH değeri üzerine çok önemli etmiş ve en yüksek değer 8.05 ile D3 x T1 konusunda olurken, en düşük değer ise 7.55 ile D1 x T3 konusunda ölçülmüştür (Şekil 4.6). Tabansuyu tuzluluğunun 0.38 dS m⁻¹ olduğu tüm derinliklerdeki toprakların pH değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olmamıştır.



Şekil 4.6. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu etkileşiminin toprak pH üzerindeki etkileri

4.3. Bitki Verim ve Büyüme Parametreleri

4.3.1. Tane Ağırlığı

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki şeker mısırın tane ağırlık değerlerine ait varyans analiz tablosu Tablo 4.12 de ve verilerin ortalamalarına ait istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.13 te verilmiştir.

Tablo 4.12. Tane ağırlığı değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	268573.03	554.95**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	340393.80	703.36**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	31957.45	33.01**	<0.01

Tabansuyu derinliği, tabansuyu tuzluluğu ve bunların interaksiyonlarının şeker mısırın tane ağırlığı değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) bir etki ettiği belirlenmiştir (Tablo 4.12).

Tablo 4.13. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) tatlı mısırın tane ağırlığı üzerine etkisi

Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Tane ağırlığı g/lys	D1 (30 cm)	335.04 e	293.61 f	136.52 g	255.05 C
	D2 (55 cm)	537.16 b	380.08 d	156.45g	357.90 B
	D3 (80 cm)	621.80 a	492.04 c	381.33 d	498.39 A
	Ortalama	498.0 A	388.57 B	224.76 C	

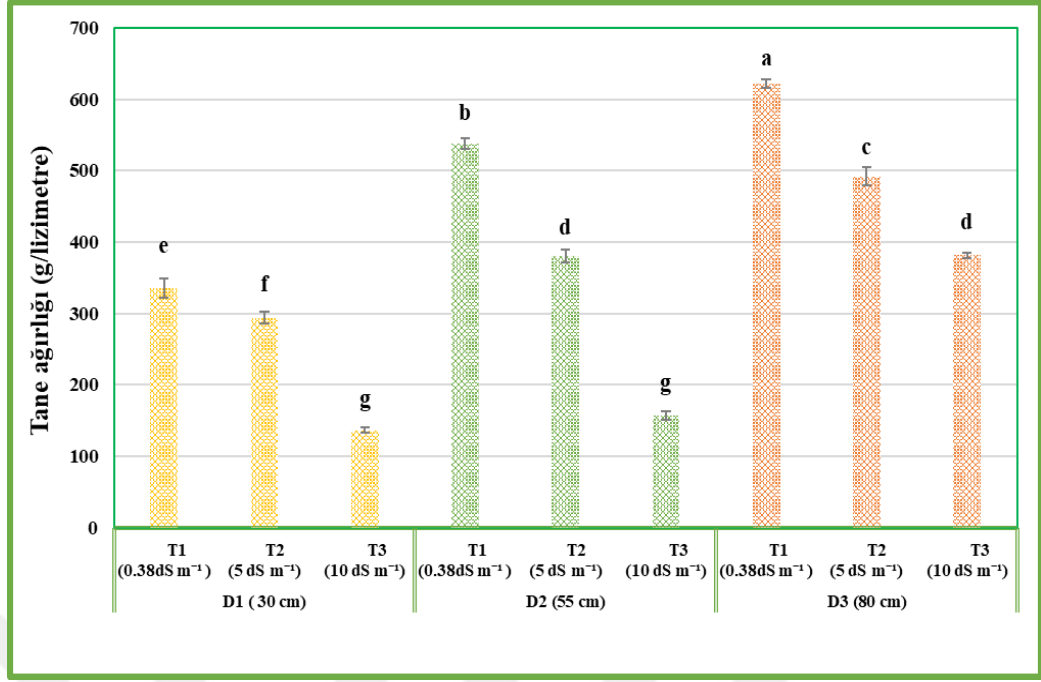
Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Tabansuyu tuzluluğu arttıkça, tane ağırlığı önemli şekilde azalış göstermiştir. En yüksek tane ağırlığı 498 gr/lizimetre ile T1 konusunda olurken, en düşük tane ağırlığı ise 224.76 gr/lizimetre ile T4 konularından elde edilmiştir (Tablo 4.13). İstatistiksel olarak 3 farklı grup oluşmuş ve tüm tuzluluk konuları istatistiksel olarak farklı grupta yer almıştır. Kontrol konusuna göre (T1), T2 ve T3 konularında sırasıyla tane ağırlıklarında sırasıyla %21.9 ve %54.8 oranında azalış olmuştur. Bu sonuçlar tatlı mısırın tuzluluğa karşı çok hassas olduğunu göstermiştir. Toprak tuzluluğu arttıkça osmotik potansiyel artış gösterir ve bitki topraktan istediği kadar su alamaz. Bunun sonucunda ise fizyolojik kuraklık meydana gelir. Russo ve Bakker (1987), Katerji, vd., (1994); (1996) ve Sun, vd., (2010) yaptıkları çalışmada tuzluluğun mısır bitkisinin veriminde önemli derecede azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte Kahlown ve Azam (2002) tabansuyu tuzluluğunun 4.0 dS m⁻¹'den yüksek olması ve tabansuyu derinliğinin ise 2 m den düşük olmasının

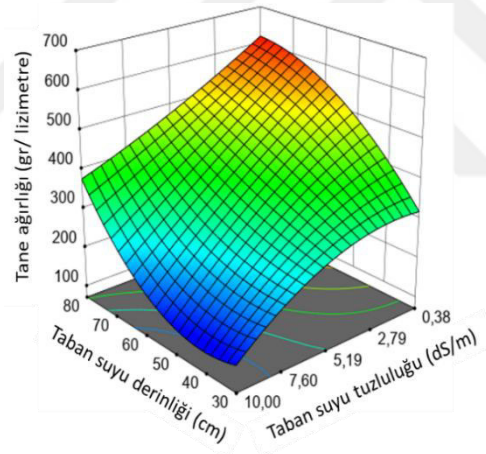
buğday ve şeker pancarının veriminde önemli azalmalara neden olduğunu tespit etmişler ve tabansuyunun tuzlu olması durumunda, tabansuyunun toprak yüzeyinden daha derinde tutulması gerekmesi gerektiğinin önermişlerdir.

Tabansuyu derinliği tatlı mısırın tane ağırlığı üzerine istatistiksel olarak çok önemli etki ($P<0.01$) etmiş ve tabansuyu derinliği arttıkça şeker mısırın tane ağırlığında artış görülmüştür. En yüksek verim tabansuyu derinliğinin 80 cm olduğu D3 konularında 498.39 g/lizimetre olurken, D2 ve D1 konularındaki tane ağırlığı D3 konusuna göre sırasıyla %28.1 ve %48.8 oranında azalmıştır (Tablo 4.13). Mejia, vd., (2000) tabansuyu derinliğinin, mısırın verimi ve büyüme özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma, 3 farklı tabansuyu derinliğini (50 cm, 75 cm ve serbest drenaj koşullarında) denemişler ve optimum verim için tabansuyu derinliğinin 75 cm olmasının yeterli olacağını önermişlerdir.

Tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu interaksiyonuna sonuçları Çizelge 4.13 ve Şekil 4.7 de verilmiştir. En yüksek tane ağırlığı D3 x T1 konusunda ve 621.8 g/lizimetre olmuştur. En düşük ağırlıklar ise D1 x T3 ve D1 x T2 konularında ve sırasıyla 136.52 ve 156.45 gr/lizimetre olmuş (Şekil 4.7) ve konular arasında istatistiksel bir farklılık olmamıştır. Sonuçlar incelendiğinde 30 ve 55 cm tabansuyu derinlikleri için 10 dS/m tabansuyu tuzluluğunun verimde önemli azalmalara neden olduğu görülmektedir. Bununla birlikte tabansuyunun tuzsuz olduğu D1 x T1 konusundaki verimin düşük olması, 30 cm tabansuyu derinliğinin mısır için uygun olmadığını göstermiştir. Tabansuyu derinliğinin 55 cm olduğu konular incelendiğinde ise tabansuyunun tuzsuz olması durumunda verimde çok fazla azalma olmadığı görülmüş ancak tabansuyu tuzluluğunun 5.0 ve 10.0 dS m⁻¹ olması durumunda ise toprakta tuz birikiminin fazla olmasından dolayı verimde azalma olacağı belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonunun tatlı mısırın tane ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4.8. Tatlı mısır bitkilerinin tane ağırlığı değerleri ile tabansuyu derinliği (TSD) ve tabansuyu tuzluluğu (TST) arasındaki ilişkiler.

$$\text{Tane ağırlığı} = -146.04 + 19.00 \times \text{TSD} - 98.36 \times \text{TST} - 3.843 \times \text{TSD} \times \text{TST} - 0.115 \times \text{TSD}^2 - 4.584 \times \text{TST}^2 + 0.027 \times \text{TSD}^2 \times \text{TST} + 0.0644 \times \text{TSD} \times \text{TST}^2 \quad [\text{Eş.2}]$$

$$\text{Standart Hata} = [4.07] [4.98] *** [4.39] *** [3.87] *** [3.28] *** [4.91] *** [4.05] ***$$

$$R^2 = 0.9953 *** \quad n = 26 \quad ***: p < 0.0001 \quad SH = 2.47$$

Şekil 4.8’de Tatlı mısır bitkisinin tane değerleri ile tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu arasındaki ilişki gösterilmiştir. Tabansuyu derinliği artışı tane ağırlığı parabolik olarak artışa neden olurken tabansuyu tuzluluğunun artışı ise tane ağırlığında parabolik olarak azalmaya neden olmuştur. Regresyon katsayıları

incelendiğinde, TSD ve TST bağımsız değişkenlerinin regresyon katsayıları sırasıyla 19.00 ve -98.36 olarak belirlenmiş, buna göre tabansuyunun tuz içeriği tabansuyu derinliğine göre tane ağırlığı üzerine %80.2 oranında daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, regresyon denkleminde ait yüksek R^2 değeri (0.99), farklı tabansuyu derinliği ve tuzluluğu koşullarında şeker mısır bitkisinin tane ağırlığının yüksek doğrulukta tahmin edilebileceğini göstermiştir.

Bu sonuçlara göre de tabansuyunun tuzsuz olması durumunda şeker mısır için tabansuyu derinliğinin en az 55 cm olması gerektiği, bununla birlikte tabansuyu tuzluluğu artışına bağlı olarak ise tabansuyunun daha fazla derinde tutulması gerektiği önerilmiştir.

4.3.2. Bitki Biyomas Yaş Ağırlığı

Deneme sonunda her bir lizimetredeki tüm bitkiler kesilmiş ve ağırlıkları tartılmıştır. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki bitki biyomas yaş ağırlığı değerlerine ait varyans analiz tablosu Tablo 4.14 te ve bitki biyomas ağırlığı ortalamalarına ait istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.15 te verilmiştir.

Tablo 4.14. Bitki biyomas yaş ağırlığı değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	3525119.4	922.50**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	2895004.3	757.60**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	249483.4	32.64**	<0.01

Tabansuyu derinliği, tabansuyu tuzluluğu ve bunların etkisi bitki biyomas yaş ağırlığı üzerine çok önemli ($P<0.01$) düzeyde etki etmiştir (Tablo 4.14).

Tablo 4.15. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) bitki yaş ağırlığı etkisi

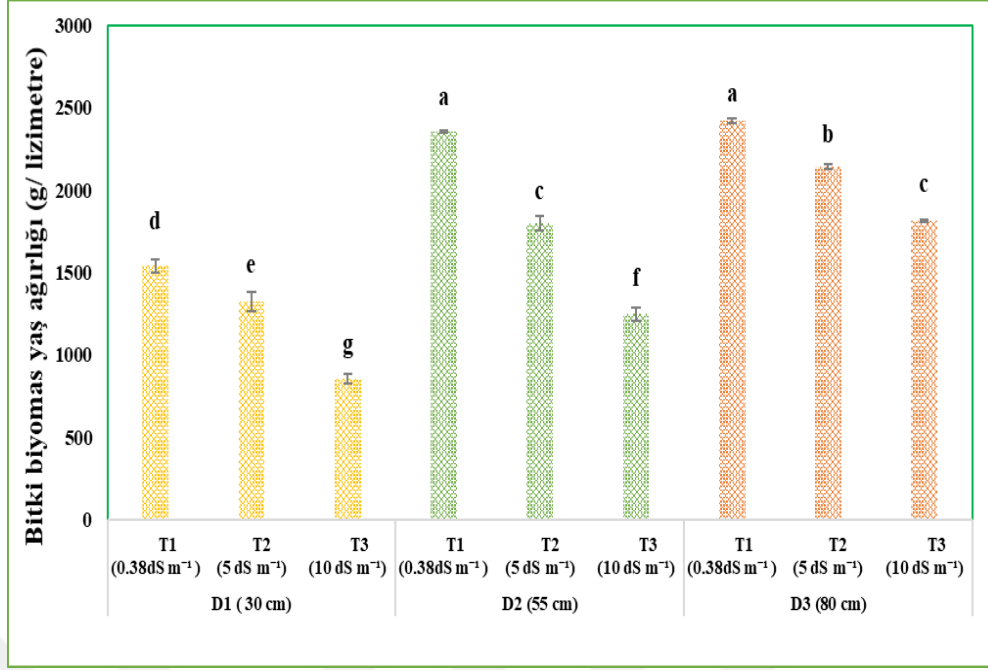
Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
bitki biyomas yaş ağırlığı (gr/lizimetre)	D1 (30 cm)	1540.1 d	1356.8 e	856 g	1251.0 C
	D2 (55 cm)	2355.4 a	1798.5 c	1247.3 f	1800.4 B
	D3 (80 cm)	2420.5 a	2143.6 b	1815.7c	2126.6 A
	Ortalama	2105.38 A	1766.37B	1306.35 C	

Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

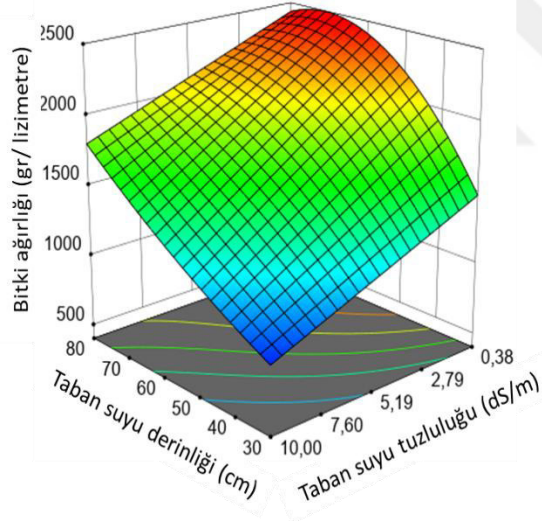
Tabansuyu tuzluluğu artışı bitki biyomas yaş ağırlılığında önemli azalmaya neden olmuş ve en yüksek değer T1 konularında 2105.38 gr olmuştur (Tablo 4.15). Tabansuyu tuzluluğunun 5 dS m⁻¹ ve 10 dS m⁻¹ olduğu konulardaki biyomas yaş ağırlılığlarında sırasıyla %15.3 ve %41.1 oranında azalma görülmüştür. Tuzluluk artışı bitkilerdeki biyokimyasal ve fizyolojik aktivitelerde bozulmalara neden olduğundan bitkilerin boyunda ve biomasında önemli derecede azalmaya neden olmaktadır (Alam et al., 2015). Bu nedenle, artan tuzlulukla birlikte biyomas veriminin azaldığı daha önce bildirilmiştir (Shtereva et al., 2015; Lawton et al., 2015).

Tabansuyu derinliği artışı da tatlı mısırın biyomas ağırlılığında azalmaya neden olmuştur. En yüksek biyomas yaş değeri 2126.63 gr ile tabansuyunun 80 cm olduğu D3 konularında olurken, D1 ve D2 konularında sırasıyla 1250 gr ve 1800.46 gr olmuştur (Tablo 4.15).

Tabansuyu derinliği ve tuzluluğu interaksiyonuna göre en yüksek biyomas yaş ağırlılığı 2420.50 gr ile D3 x T1 konusunda ve en düşük değer ise 856 gr ile D1 x T3 konusunda olmuştur (Şekil 4.9). D3 x T1 ve D2 x T1 konuları arasında istatistiksel bir farklılık olmamıştır. Tabansuyu derinliğinin biyomas yaş ağırlılığı üzerine olan etkisini incelemek için tabansuyunun tuzsuz olduğu konulardaki değerlere bakılmıştır. Buna göre tabansuyunun 30 cm olduğu konulardaki ağırlılık 80 cm olduğu konulara göre %36.36 oranında daha az ölçülmüştür. Bununla birlikte tabansuyu derinliğinin 55 cm ve 80 cm olduğu konulardaki ağırlılığlar arasında istatistiksel farklılık olmamıştır. Bu durum ise tabansuyunun tuzsuz olması durumunda, 55 cm derinliğindeki tabansuyu derinliğinin bitki gelişimi açısından yeterli olacağını göstermektedir. Tabansuyunun daha fazla tuzlu olması durumunda ise tabansuyu derinliğinin daha fazla olmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.



Şekil 4.9. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonunun bitki biyomas yaş ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4.10. Tatlı mısır bitkilerinin biyomas yaş ağırlığı değerleri ile taban suyu derinliği (TSD) ve taban suyu tuzluluğu (TST) arasındaki ilişkiler

$$\text{Bitki ağırlığı} = 415.76 + 50.03 \times \text{TSD} - 88.22 \times \text{TST} - 0.30 \times \text{TSD}^2 + 0.002 \times \text{TSD}^2 \times \text{TST}$$

[Eş. 3]

$$\text{Standart Hata} = [11.90] [8.32]^{***} [11.32]^{***} [14.75]^{***} [13.61]^{***} R^2 = 0.9973^{***}$$

$$n = 26 \quad *** : p < 0.0001 \quad \text{SH} = 6.16$$

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğunun bitki biyomas yaş ağırlığı üzerine etkileri Şekil 3'te ve çoklu regresyon denklemi Eşitlik 3'te verilmiştir. Bitki biyomas yaş ağırlığı ile tabansuyu derinliği arasında doğrusal pozitif ilişki olurken

tabansuyu tuzluluğu ile doğrusal negatif ilişki olmuştur. Regresyon denklemi incelendiğinde, TSD, TST, TSD² ve TSD²xTST bağımsız değişkenlerinin bitki yaş ağırlığı üzerine önemli derecede etki ettiği tespit edilmiştir. Regresyon modelinin 1'e çok yakın R² değerinin olması, elde edilen eşitlik ile tuzlu ve sığ tabansuyu koşullarında şeker mısırı bitkisine ait bitki ağırlığı değerinin yüksek düzeyde gerçeğe yakın tahmin edilebileceğini ifade etmektedir.

4.3.3. Biyomas Kuru Ağırlığı

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki biyomas kuru ağırlığı değerlerine ait varyans analiz tablosu Tablo 4.16 da ve biyomas kuru ağırlığı ortalamalarına ait istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.17 de verilmiştir.

Tablo 4.16. Bitki biyomas kuru ağırlığı değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	15569.97	1577.89**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	17886.09	1812.61**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	1293.04	65.51**	<0.01

Tabansuyu derinliği, tabansuyu tuzluluğu ve Taban suyu tuzluluğu ile taban suyu derinliği arasındaki etkileşimlerin, bitki biyomas kuru ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$) etki etmiştir (Tablo 4.16).

Tablo 4.17. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) biyomas kuru ağırlığı etkisi

Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
biyomas	D1 (30 cm)	153.21 e	134.73 f	80.68 h	122.88 C
kuru	D2 (55 cm)	199.82 a	165.06 c	128.31 g	164.40 B
ağırlığı	D3 (80 cm)	203.27 a	176.96 b	158.93 d	179.72 A
	Ortalama	185.43 A	158.92 B	122.64 C	

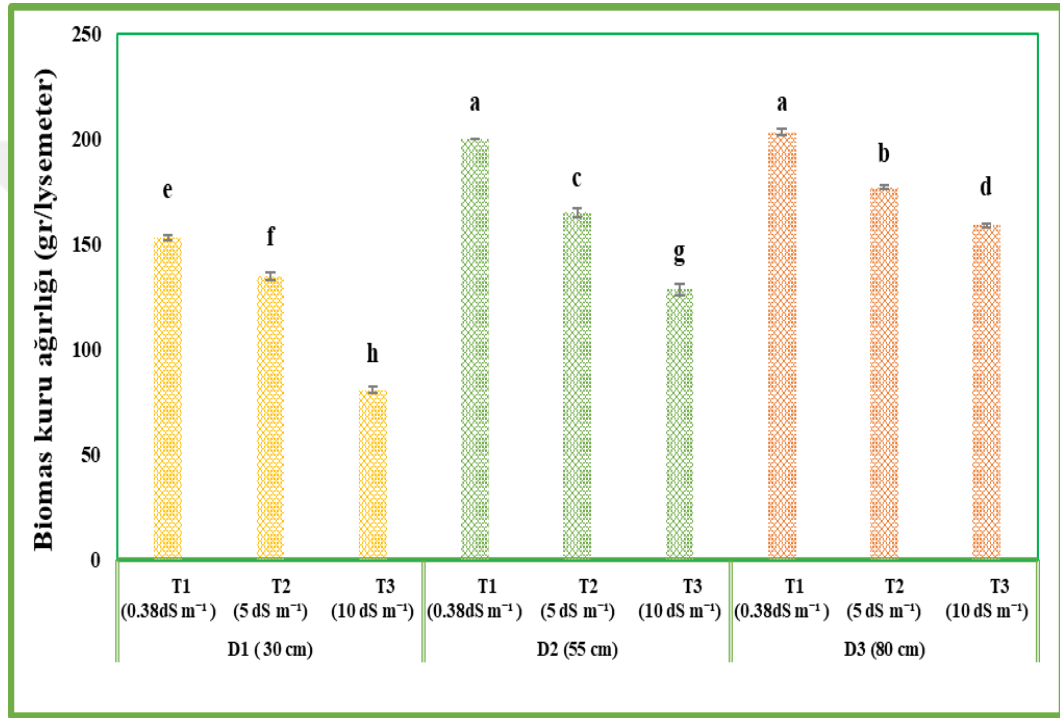
Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Tabansuyu tuzluluğundaki artış bitki biyomas kuru ağırlığında çok önemli düzeyde azalmaya neden olmuştur. En yüksek kuru ağırlık T1 konusunda 185.43 gr olurken, en düşük kuru ağırlık ise T3 konularında 122.64 gr ölçülmüştür (Tablo 4.17). Tabansuyu tuzluluğu 0.38 dS m⁻¹ den 10 dS m⁻¹ ye çıktığında bitki kuru ağırlığında %33.86 oranında azalma olmuştur. Çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde Shtereva, vd., (2015); Huang, vd., (2019) tuzluluk artışı tatlı mısırın biyomas kuru ağırlığında azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Tabansuyu derinliği arttıkça, bitki biyomas ağırlığında artış göstermiş ve en yüksek değer 179.72 gr ile D3 konularından elde edilmiştir (Tablo 4.17). D2 ve D1

konularında bitki biyomas kuru ağırlık değerleri D3 konusuna oranla sırasıyla %8.50 ve %31.60 oranında azalmıştır. Kahlow ve Ashraf (2005) yaptıkları araştırmada tabansuyu derinliği artışı şeker kamışı ve ayçiçeğinin kuru ağırlıklarında önemli azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonu biyomas kuru ağırlığı üzerine istatistiksel derecede önemli ($P<0.01$) etki yapmıştır. En yüksek kuru ağırlık değeri D3 x T1 konusunda 203.27 gr olurken en düşük değer ise 80.68 gr ile D1 x T3 konusunda ölçülmüştür (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun biyomas kuru ağırlığı üzerine etkileri

4.3.4. Bitki Boyu

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğunun tatlı mısırın bitki boyu üzerine etkilerine ait varyans analiz tablosu Tablo 4.18 de ve konulara ait istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.19 da verilmiştir.

Tablo 4.18. Bitki boyu değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	0.62	40.95**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	0.82	53.41**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	0.07	2.46	ÖD

Tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliği bitki boyu üzerine %1 düzeyinde önemli etki ederken, interaksiyonları ise istatistiksel olarak önemlilik göstermemiştir (Tablo 4.18)

Tablo 4.19. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) bitki boyu etkisi

Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Bitki boyu (m)	D1 (30 cm)	1.95	1.78	1.37	1.70 C
	D2 (55 cm)	2.14	1.97	1.73	1.94 B
	D3 (80 cm)	2.18	2.13	1.90	2.07 A
	Ortalama	2.08 A	1.96 B	1.66 C	

Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Tatlı mısır bitkisinin boyu tabansuyu tuzluluğunun artışına bağlı olarak azalış göstermiş ve en yüksek bitki boyu 2.08 m ile T1 konularında ölçülmüştür (Tablo 4.19). T2 ve T3 konularındaki bitki boyları ise sırasıyla 1.96 m ve 1.66 m olmuştur. Tuzluluk artışı bitkilerde osmotik potansiyelden kaynaklı hücre uzamasını engellemekte ve bitki boylarının kısılmasına neden olmaktadır (Shabani et al., 2013). Ghamarnia, vd., (2011) tuzluluk artışı ayçiçeği bitkisinin boyunda kısılmaya neden olduğu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde diğer bitkilerde de tuzluluk bitki boyunda önemli azalmaya neden olduğu farklı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda belirlenmiştir (Hajar and Zidan, 1996; Khalid and Majeed, 2009).

Tabansuyu derinliği artışı bitki boyunda artışa neden olmuş ve en yüksek bitki boyu D3 konularında 2.07 m olarak ölçülmüştür (Tablo 4.19). Bitki boyu değerleri D3 konuna göre, D1 ve D2 konularında sırasıyla %17.8 ve %12 oranında azalmıştır.

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğunun bitki boyu üzerindeki etkisi Çizelge 4.19'de verilmiştir. Tabansuyu derinliği ile tabansuyu tuzluluğunun bitki boyu üzerindeki etkileri arasında önemsiz bir etkileşim olmuştur (Tablo 4.19).

4.3.5. Sap Çapı

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki sap çapı değerlerine ait varyans analiz tablosu Tablo 4.20 de ve istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.21 de verilmiştir.

Tablo 4.20. Sap çapı değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	52.25	70.24**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	41.17	55.06**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	18.23	12.19**	<0.01

Tabansuyu tuzluluğu, tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu be tabansuyu derinliğinin interaksyonu sap çapı üzerine istatistiksel olarak ($P<0.01$) önemli düzeyinde etki etmiştir (Tablo 4.20).

Tablo 4.21. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) Sap çapı etkisi

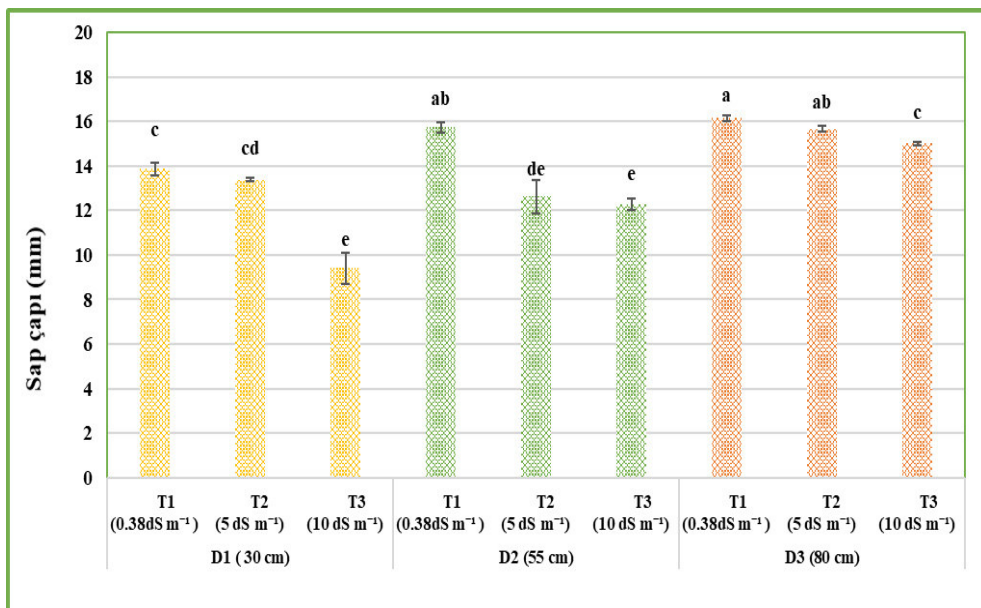
Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Sap çapı	D1 (30 cm)	13.8 c	13.3 cd	9.4 e	12.2 C
	D2 (55 cm)	15.72 ab	12.6 de	12.2 e	13.5 B
	D3 (80 cm)	16.15 a	15.6 ab	15. b	15.6 A
	Ortalama	15.2 A	13.8 B	12.2 C	

Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Tabansuyu tuzluğuna göre en yüksek sap çapı T1 konusunda 15.2 mm olurken, tuzluluk değerindeki artış sap çapında % 19.74 e varan oranda azalmaya neden olmuştur. İstatistiksel olarak her bir konu farklı grupta yer almıştır (Tablo 4.21).

Tabansuyu derinliği arttıkça sap çapında artış oluşmuş ve en yüksek sap çapı 15.6 mm ile tabansuyunun 80 cm derinlikte olduğu D3 konusunda ölçülmüştür (Tablo4.21). D1 ve D2 konularında ise sap sap çaplarında D3 konusuna göre %21.80 ve %13.46 oranında azalma görülmüştür.

Tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliğinin interaksyonuna göre en yüksek sap çapı 16.15 mm ile D3 x T1 konusunda, en düşük çap ise 9.4 ile D1 x T3 konusunda olmuştur (Şekil 4.12). D3 x T1, D3 x T2 ve D2 x T1 konuları arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmamıştır.



Şekil 4.12. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun sap çapı üzerine etkileri

4.3.6. Yaprak Alanı

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu konularında yetiştirilen tatlı mısırın yaprak alanı sonuçlarına ait varyans analiz tablosu Tablo 4.22 de ve istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.23 te verilmiştir.

Tablo 4.22. Yaprak alanı değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	4125458.7	573.41**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	5288664.2	735.08**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	1932299.2	134.28**	<0.01

Yapraklı alanların tabansuyu derinliği, tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliği ile tabansuyu tuzluluğu arasındaki etkileşim üzerinde önemli bir etkiye ($P<0.01$) sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.22).

Tablo 4.23. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) yaprak alanı etkisi

Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Yaprak alanı cm ² /bitki	D1 (30 cm)	2858.14 d	2791.81 d	1399.66 g	2349.87 C
	D2 (55 cm)	3478.21 a	2609.49 e	2086.42 f	2724.71 B
	D3 (80 cm)	3475.84 a	3301.33 b	3123.76 c	3300.31 A
	Ortalama	3270.73 A	2900.88 B	2203.28 C	

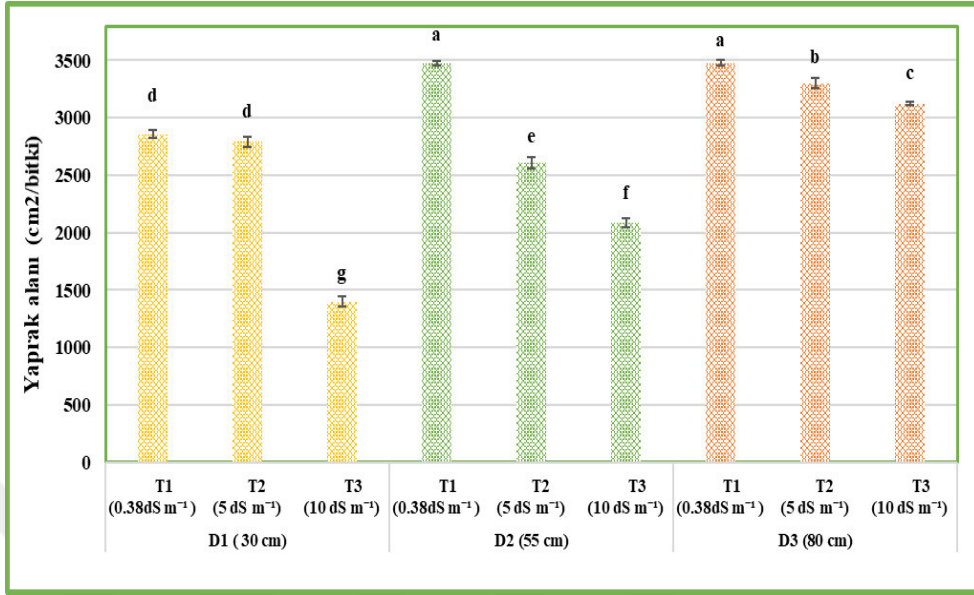
Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Tuzluluğu ile yaprak alanı arasında istatistiksel önemli ($P<0.01$) bir ilişki olmuş ve tuzluluk artışı yaprak alanında azalmaya neden olmuştur (Tablo 4.23). En yüksek yaprak alanı T1 konularında (3270.73 cm²) olurken, her bir konu istatistiksel olarak farklı bir grupta yer almıştır. Tuzluluk stresi, uzayan hücrelerin sayısındaki ve / veya hücre uzama hızındaki bir azalmaya bağlı olarak yaprak büyüme oranını hızla azaltır (El Sayed, 2011). Önceki çalışmalarda tuzluluk artışının bitkilerdeki yaprak alanlarında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Alberico and Cramer, 1993; Yuan et al, 2018).

Tabansuyu derinliği yaprak alanını istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) derecede etki etmiş, tabansuyu derinliği arttıkça yaprak alanı azalış göstermiştir. En yüksek yaprak alanı D3 konusunda 3300.31 cm² olurken, D1 ve D2 konularındaki yaprak alanlarında ise D3 konusunda göre sırasıyla %28.80 ve %17.44 oranında azalma olmuştur (Tablo4.23).

Tabansuyu derinliği ile tabansuyutuzluluuinteraksiyonuna göre en yüksek yaprak alanı değeri D3 x T1 konusunda olurken, D3 x T1 ve D2 x T1 konuları

arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmamıştır. En düşük yaprak alanı ise tabansuyunun en sıg ve en tuzlu olduğu D1 x T3 konusundan elde edilmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonun yaprak alanı üzerine etkileri

4.3.7. Koçan Ağırlığı

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki kocan ağırlığı değerlerine ait varyans analiz tablosu Tablo.4.24 te ve kocan ağırlığı ortalamalarına ait istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.25 te verilmiştir.

Tablo 4.24. Kocan ağırlığı değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değerı	P
Tabansuyu derinliği	2	34253.20	925.92**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	28155.69	761.10**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	4440.57	60.01**	<0.01

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliği ile tabansuyu tuzluluğunun tatlı mısır koçanı ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkiye etmiştir ($P<0.01$) (Tablo 4.24).

Tablo 4.25. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) Kocan ağırlığı etkisi

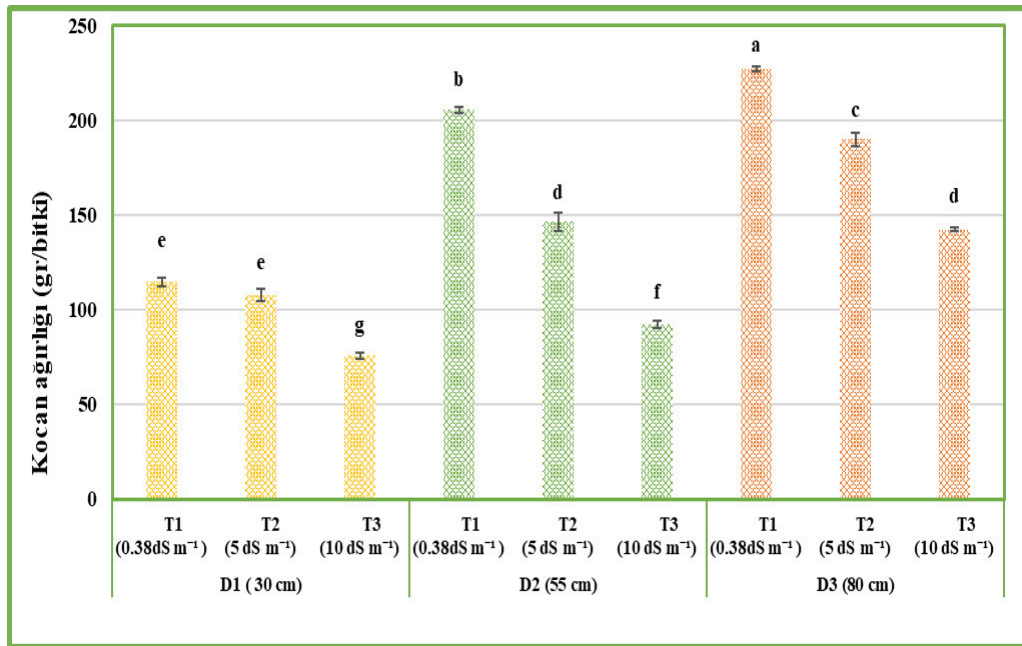
Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Kocan ağırlığı (gr/bitki)	D1 (30 cm)	114.64 e	107.82 e	75.78 g	99.41 C
	D2 (55 cm)	205.41 b	146.47 d	92.23 f	148.03 B
	D3 (80 cm)	226.98 a	190.01 c	142.4 d	186.46 A
	Ortalama	182.34 A	148.11 B	103.47 C	

Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Tabansuyu tuzluluğunun artmasıyla mısır koçanları önemli ölçüde azalmıştır. Tablo.4.25'teki değerler, T1'deki mısır koçanlarının en ağır mısır koçanı ve T3'ün en hafif mısır koçanı olduğunu göstermiştir. İstatistiksel olarak, tuzluluk konuları üç farklı grupta toplanmıştır (Tablo 4.25).

Tabansuyu derinliğindeki değişimin mısır koçanı ağırlığını etkilediği tespit edilmiştir. Tabansuyu derinliğine göre en ağır mısır koçanı 186.46 gr ile D3 deneklerinde, en hafif mısır koçanı 99.41 gr ile D1 d ölçülmüştür (Tablo4.25). İstatistiksel olarak D1, D2 ve D3 konuları arasında fark olduğu belirlenmiştir.

Tabansuyu derinliği ve taban suyu tuzluluğunun interaksiyonun etkileri, mısır koçanlarının ağırlığı üzerinde çok önemli etkilere sahipmiştir ($P<0.01$). Tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliklerinin interaksiyona göre en ağır mısır koçanı D3T1'de 226.98 gr ve en hafif mısır koçanı D1T3'te 75.78 gr olarak ölçülmüştür. Çizelge 4.25 incelendiğinde, D2T2, D3T2 ve D1T1, D1T2 dışındaki tüm konular arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu görülmüştür (şekil 4.14).



Şekil 4.14. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonunun Kocan ağırlığı

4.3.8. Şeker Oranı

Çalışma kapsamında tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğunun şeker mısırındaki şeker oranı üzerine etkileri incelenmiştir. Konulara ait varyans analiz Tablo 4.26 da ve istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.27 de verilmiştir.

Tablo 4.26. Şeker oranı değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	2.40	2.84	Ö.D
Tabansuyu Tuzluluğu	2	23.25	27.52**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	7.52	4.45*	<0.05

Tabansuyu tuzluluğu şeker oranı üzerine %1 düzeyinde önemli bir etki yaparken, tabansuyu derinliğinin ise şeker oranı üzerine istatistiksel olarak herhangi bir etki yapmadığı belirlenmiştir. Tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliğinin interaksyonunu ise şeker oranı üzerine %5 oranında istatistiksel bir etki oluşturmuştur (Tablo 4.26).

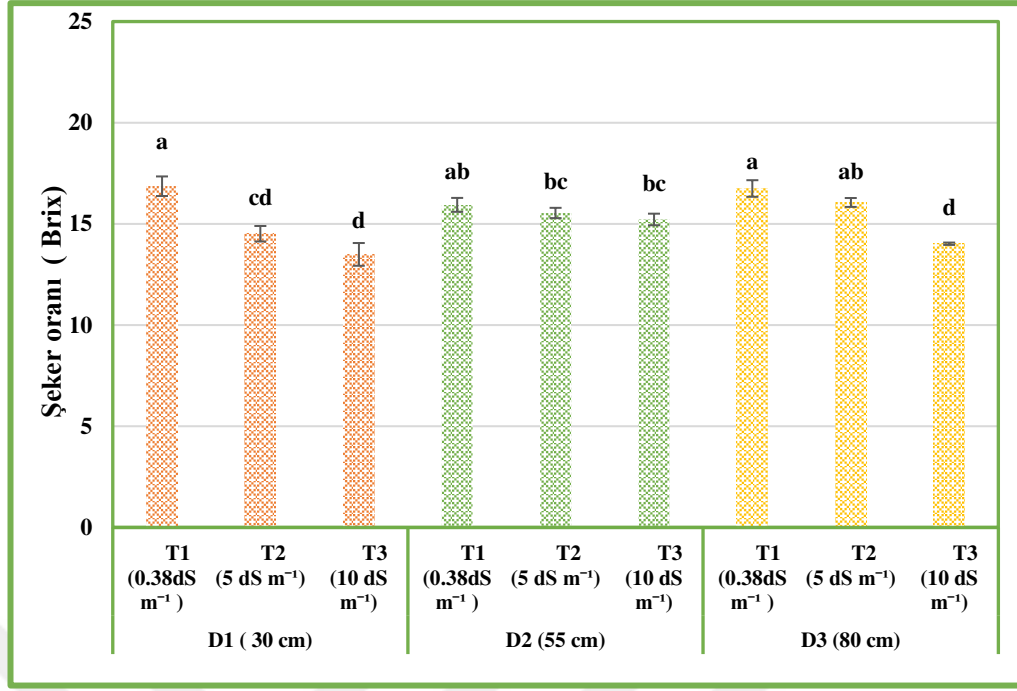
Tablo 4.27. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) şeker oranı etkisi

Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Şeker oranı (°Brix)	D1 (30 cm)	16.86 a	14.51 cd	13.49 d	14.95
	D2 (55 cm)	15.94 ab	15.54 bc	15.22 bc	15.56
	D3 (80 cm)	16.75 a	16.06 ab	14.02 d	15.61
	Ortalama	16.51A	15.37 B	14.24 C	

Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Tabansuyu tuzluluğu artışı bitkideki şeker oranında önemli derecede azalışa neden olmuş ve en yüksek değer 16.51 ile T1 konusunda ölçülmüştür (Tablo4.27). Konular arasında istatistiksel olarak farklılık oluşmuş, T2 ve T3 konularındaki şeker oranlarının sırasıyla 15.37 ve 14.24 olduğu tespit edilmiştir.

Tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliği interaksyonuna göre en yüksek şeker oranı 16.86 ile D1 x T1 konusunda ölçülürken, D1 x T1, D3 x T1, D3 x T2 ve D2 x T1 konuları arasında istatistiksel bir farklılık olmamıştır. En düşük şeker oranı D1 x T3 konusunda 13.49 olmuştur (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonunun şeker oranı

4.3.9. Stoma İletkenliği

Stoma iletkenliği bitkilerin strese karşı vermiş olduğu tepkinin belirlenmesi amacıyla yincelenen en önemli parametrelerden bir tanesidir. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki stoma iletkenliği değerlerine ait varyans analiz tablosu Tablo 4.28 de ve istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.29 da verilmiştir.

Tablo 4.28. Stoma değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değeri	P
Tabansuyu derinliği	2	8925.52	755.95**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	25810.50	2186.03**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	1785.33	75.60**	<0.01

Tabansuyu tuzluluğu, tabansuyu derinliği ve bunların interaksiyonları tatlı mısırın stoma iletkenliği üzerine istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$) etki etmiştir (Tablo 4.28).

Tablo 4.29. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) Stomata etkisi

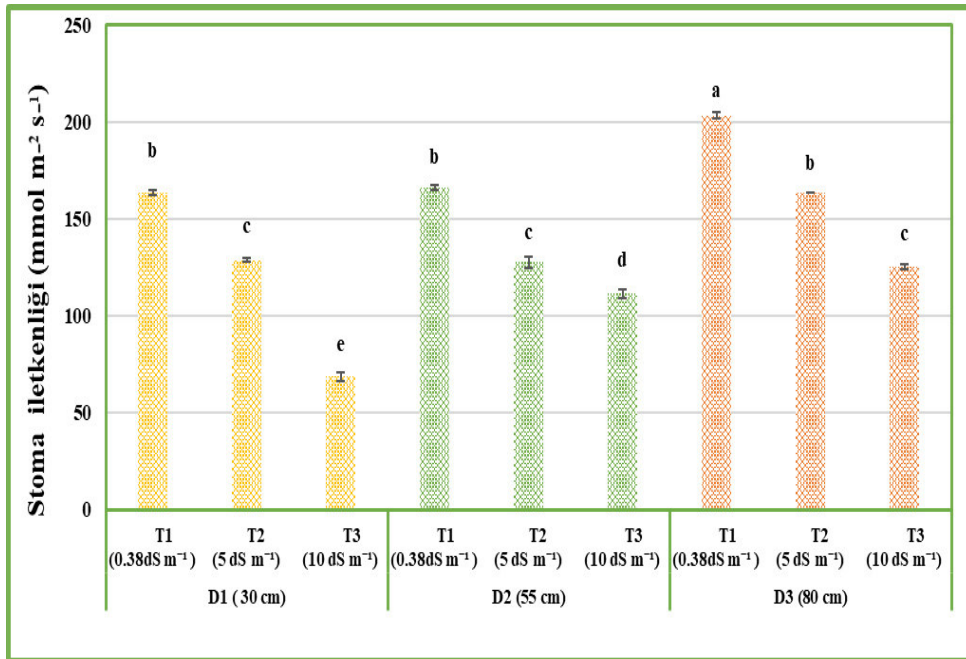
Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Stoma iletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹)	D1 (30 cm)	163.5 b	128.62 c	68.87 e	120.33 C
	D2 (55 cm)	165.9 b	127.70 c	111.58 d	135.06 B
	D3 (80 cm)	203.3 a	163.79 b	125.13 c	164.09 A
	Ortalama	177.59 A	140.04 B	101.81 C	

Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Tabansuyu tuzluluğu stoma iletkenliği üzerine önemli derecede etki etmiş ve tuzluluk artışı stoma iletkenliğinde çok önemli düzeyde azalmaya neden olmuştur. En yüksek stoma iletkenliği 177.59 mmol m² s⁻¹ ile T1 konusunda olurken en düşük değer ise 101.81 mmol m² s⁻¹ ile T3 konusunda ölçülmüştür (Tablo 4.29). İstatistiksel olarak her bir konu farklı bir grupta yer almıştır. Stoma, yaprak yüzeyindeki gaz değişimini ve su terlemesini düzenlemede önemli bir rol oynamaktadır. Tuzluluk stresinin ozmotik etkileri, tuz uygulamasından hemen sonra gözlemlenebilir ve tuza maruz kalma süresi boyunca devam eder. Bunun sonucu olarakta hücre genişlemesi ve hücre bölünmesinin inhibisyonu ile birlikte stomatal kapanmayla sonuçlanır (Flowers, 2004). Mahlooji, vd., (2018), yaptıkları çalışmada tuzluluktaki artışın arpada stoma iletkenliğinde azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir.

Tabansuyu derinliği artışı stoma iletkenliğinde artırmış ve en yüksek değer D3 konusunda 164.09 mmol m²s⁻¹ ve en düşük değer ise D1 konularında 120.33 mmol m² s⁻¹ olarak ölçülmüştür (Tablo4.29). D3 konusuna göre D2 ve D1 konularındaki stoma iletkenlik değerlerinde sırasıyla %17 ve %26 oranında azalma gerçekleşmiştir.

Tabansuyu tuzluluğu ve tabansuyu derinliğinin interaksyonu stoma iletkenliği üzerine çok önemli düzeyde etkisi etmiştir. En yüksek stoma iletkenlik değeri D3 x T1 konusunda 203.37 mmol m² s⁻¹ olurken, D1 x T1, D2 x T1, D3 x T2 konuları arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmamıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksyonunun stoma iletkenliği üzerine etkileri

4.3.10. Klorofil

Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu uygulandığı konulardaki klorofil değerlerine ait varyans analiz tablosu Tablo 4.30 da ve istatistiksel analiz sonuçları ise Tablo 4.31 de verilmiştir.

Tablo 4.30. Klorofil değerlerine ait varyasyon sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F Değerı	P
Tabansuyu derinliği	2	123.27	2917.35**	<0.01
Tabansuyu Tuzluluğu	2	313.70	7424.28**	<0.01
Tabansuyu derinliği x Tabansuyu tuzluluğu	4	11.00	130.23**	<0.01

Tabansuyu tuzluluğu, tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu ile tabansuyu derinliğininin interaksiyon etkisi tatlı mısıрын klorofil içeriği üzerine çok önemli düzeyde ($P < 0.01$) etki etmiştir (Tablo 4.30).

Tablo 4.31. Tabansuyu derinliği (D), ve tabansuyu tuzluluğunun (T) klorofil etkisi

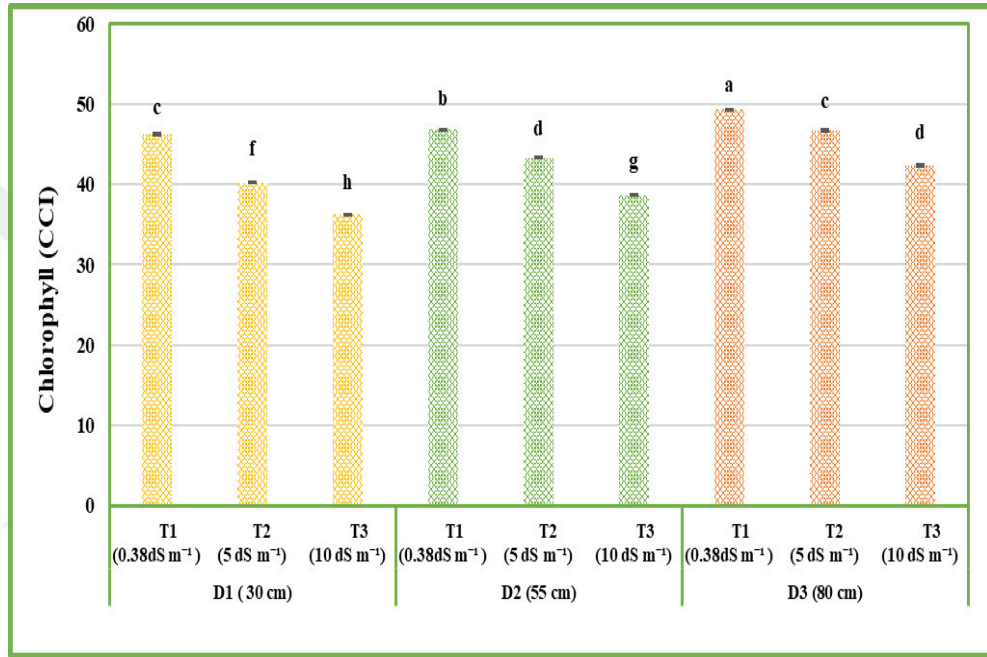
Parametre	Tabansuyu derinliği	Tabansuyu Tuzluluğu			Ortalama
		T1 (0.38 dS m ⁻¹)	T2 (5 dS m ⁻¹)	T3 (10 dS m ⁻¹)	
Klorofil (CCI)	D1 (30 cm)	46.25 c	40.24 f	36.26 h	40.92 C
	D2 (55 cm)	46.8 b	43.32 d	38.70 g	42.94 B
	D3 (80 cm)	49.31 a	43.40 b	39.10 e	46.11 A
	Ortalama	47.45 A	43.40 B	39.10 C	

Aynı harfle gösterilen konular arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır

Tabansuyu tuzluluğu artışı yapraklardaki klorofil içeriğinde azalmaya neden olmuş, en yüksek değer 47.45 ile T1 konusunda ve en düşük değer ise 39.10 ile T3 konusunda ölçülmüştür (Tablo 4.31). Tabansuyu tuzluluk değerı 0.38 dS m⁻¹ den 10 dS m⁻¹ye çıkması sonucunda klorofil içeriğinde %17.60 oranında azalma gerçekleşmiştir. Tuzluluk artışı bitkilerdeki enzimsel aktiviteler ile klorofil içeriklerini önemli derecede etkilemekte olup, bu etki tuzun şiddetine ve tuza maruz kalma süresine bağlı olarak değişim göstermektedir (Misra et al., 1997; Dubey, 1994). Tuzluluk stresi altında yaprak klorofil içeriğindeki azalma, klorofil pigmentlerinin yok olması ile ilişkilidir ve pigment protein kompleksinin kararsızlığına bağlanmıştır (Levit, 1980). Tuna, vd., (2008) yaptığı çalışmada, tuzluluktaki artışın mısır bitkisinde klorofil a ve b içeriğinin azalmasına neden olduğunu belirlemiştir. Benzer şekilde Yıldırım, vd., (2009) da çilekte, Amirjani (2011) da çeltikte tuzluluk artışının klorofil içeriğinde azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Tabansuyu derinliği artışı, klorofil içeriğinde artışa neden olmuştur. En yüksek klorofil değeri 46.11 ile D1 konusunda ve en düşük değeri ise 40.92 D3 konularında ölçülmüştür (Tablo 4.31). İstatistiksel olarak her bir konu farklı bir grupta yer almıştır. Benzer şekilde Mirjat (1994) tabansuyu derinliğinin artışının bitkilerdeki klorofil içeriğinde artışa neden olduğunu bulmuşlardır.

İnteraksiyon etkisine göre ise en yüksek klorofil içeriği 49.31 ile D3 x T1 konusunda ve en düşük klorofil içeriği ise 36.26 ile D1 x T3 konusunda ölçülmüştür (Şekil 4.17).



Şekil 4.17.Tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu interaksiyonun klorofil üzerine etkileri

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı tabansuyu derinliği şartlarında farklı tabansuyu tuzluluklarının tatlı mısırın verim, büyüme parametreleri, tabansuyundan beslenme durumları ve bitki su tüketimi üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma 3 farklı tabansuyu derinliği (30, 55 ve 80 cm), üç farklı tabansuyu tuzluluğu (0.38, 5 ve 10 dS m⁻¹) ve 3 tekerrür olmak üzere toplam 27 adet lizimetrede yürütülmüştür. Çalışma kapsamında tatlı mısırdaki zamansal olarak klorofil ve stoma iletkenlik değerleri ölçülmüş ve hasat sonrasında ise bitki boyu, tane verimi, biyomas ağırlığı, toprak tuzluluğu, toprak pH değerleri, tabansuyundan beslenme ve bitki su tüketimi değerleri belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda, tabansuyu tuzluluğu ile bitki verimi arasında önemli bir ilişki olmuş ve tabansuyu tuzluluğundaki artışın verimde önemli derecede azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. En yüksek verim, tabansuyu tuzluluğunun 0.38 dS m⁻¹ olduğu kontrol konusunda olurken, en düşük verim ise tabansuyu tuzluluğunun 10 dS m⁻¹ de olduğu konulardan elde edilmiştir. Tabansuyu tuzluluğundaki bu artış verimde %54.8 oranında azalmaya neden olmuştur. Bunun nedeni, yüksek tuz konsantrasyonlarının bitkilere hem ozmotik hem de iyonik gerilmeler oluşturması ve bu da çeşitli morfolojik ve fizyolojik değişikliklere yol açmasıdır.

Tabansuyu derinliği arttıkça şeker mısırın veriminde önemli artış olmuş ve en yüksek verim 498.39 gr/lizimetre tabansuyu derinliğinin 80 cm olduğu D3 konusundan elde edilmiştir. Tabansuyu derinliğinin 30 cm düştüğünde ise verimde %48.8 oranında azalma olmuştur. Bu sonuçlarda mısırın tabansuyu derinliğine karşı oldukça duyarlı olduğunu göstermiştir Tabansuyu tuzluluğu ve taban suyu derinliği etkileşimine göre, en iyi verim parametreleri D3 x T1 konusundan elde edilmiş ve en kötü verim parametreleri D1 x T3'ten bulunmuştur.

Konulardaki stoma ve klorofil içeriği değerleri arasında çok önemli farklılıklar olmuş, hem tabansuyu derinliği hemde tabansuyu tuzluluğu bitkilerin stoma ve klorofil içeriklerini etkilemiştir. Tabansuyunun tuzluluğu arttıkça stoma ve klorofil içerikleri azalırken, tabansuyu derinliğindeki artış ile birlikte stoma ve klorofil içerikleri değerleri ise artış göstermiştir.

Kontrollü drenajda amaç bitki su tüketiminin bir kısmının tabansuyundan sağlanmasıdır. Çalışma sonucunda tabansuyu tuzluluğundaki artışın, tüm konularda

tabansuyu katkısında önemli bir düşüğe neden olduğu bulunmuştur. En yüksek tabansuyu katkısı 0.38 dS m^{-1} konularında ve en düşük tabansuyu katkısı 10 dS m^{-1} lik tabansuyu tuzluluğu olan konularda ölçülmüştür. Tabansuyu derinliği ile tabansuyu katkısı arasında önemli bir ilişki olmuş ve tabansuyu derinliği arttıkça, tabansuyundan beslenme miktarı azalış göstermiştir. Tabansuyu derinliğinin 30 cm olduğu konularda tabansuyu katkısı, bitki su tüketiminin yaklaşık %80 i olurken, tabansuyu derinliğinin 80 cm olduğu konularda ise bu oran ortalama %28 civarında gerçekleşmiştir. Çalışma sonucunda en çok beslenme miktarı D1 x T1 konusunda 295.94 mm ve en düşük beslenme miktarı ise 135.36 mm ile D3 x T3 konusunda belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda tatlı mısırın bitki su tüketim değerleri üzerine hem tabansuyu tuzluluğu hemde tabansuyu derinliği etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek bitki su tüketim değeri D3 x T1 konusunda 597.89 mm ve en düşük bitki su tüketim değeri ise D1 x T3 konusunda 274.78 mm olmuştur.

Kontrollü drenaj şartlarında en önemli problem tabansuyunun tuzlu olması durumunda toprak profilinde oluşabilecek tuzluluk sorunudur. Çalışmadan elde edilen sonuçlarda bu durumu ortaya koymuştur. Tabansuyu derinliği arttıkça toprak profilinde tuz birikimide azalış gösterirken, tabansuyu tuzluluğundaki artış toprakta tuz birikiminin daha fazla olmasına neden olmuştur. En yüksek tuz birikimi 21.93 dS m^{-1} ile D1 x T3 konusunda olurken, en düşük tuz birikimi ise 1.76 dS m^{-1} ile D3 x T1 konusunda gerçekleşmiştir. Tabansuyu tuzluluğunun 5.0 dS m^{-1} den fazla ve tabansuyu derinliğinin ise 30 cm olması durumunda toprakta çok aşırı tuz birikimi olacağı ve şeker mısırın veriminde önemli azalmalar olacağı belirlenmiştir.

Dünyada su kaynaklarının giderek azalması sulamada farklı stratejilerin kullanılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bunlardan bir tanesi ise kontrollü drenajdır. Kontrollü drenaj sayesinde tabansuyu derinliği bitki gelişimini olumsuz etkilemeyecek seviyede tutulacak bu sayede ise bitki su ihtiyacının bir kısmını ise tabansuyundan karşılayacaktır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde tatlı mısırın tuzluluğa karşı çok hassas bir bitki olduğu belirlenmiş, bununla birlikte ise tabansuyu derinliğinin sığ olması durumunda da verimde önemli azalmaların olacağı belirlenmiştir. Su kaynaklarının kıstlı olduğu bölgelerde tabansuyunun tuzsuz olması durumunda, tabansuyu derinliğinin en az 55 cm de tutulmasının verimde çok fazla bir azalmaya neden olmayacağı belirlenmiş

bununla birlikte ise bitki su tüketiminin ise %52.3 lük kısmının tabansuyundan karşılanacağı bulunmuştur. Bu durum ise su yönetimi açısından çok önemli bir durumdur. Tabansuyunun tuzluluğunun 5.0 dS m^{-1} olması durumunda bitki gelişimi açısından tabansuyu derinliğinin en az 80 cm olmasının hem verim hemde tabansuyundan beslenme açısından uygun olacağı belirlenmiştir.

Sulama projelerinde hem drenajı kontrol altında tutmak, hemde sulama suyu ihtiyacını azaltmak için mutlaka kontrollü drenaj yöntemlerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Ancak kontrollü drenajın iyi bir şekilde planlanmaması durumunda ise toprakta kısa zaman içerisinde çok aşırı tuzluluk problemi oluşabilecektir. Bu nedenle farklı bitkiler için optimum tabansuyu derinliği ve tabansuyu tuzluluğu değerlerin yapılacak çalışmalarda belirlenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abideen, Z. U. (2014). Comparison of crop water requirements of maize varieties under irrigated condition in semi-arid environment. *Journal of Environment and Earth Science* 4 (6): 1-3.
- Alam, M., Juraimi, A.S., Rafii, M.Y. and Abdul Hamid, A. (2015). Effect of salinity on biomass yield and physiological and stem-root anatomical characteristics of purslane (*Portulaca oleracea L.*) accessions. *Bio Med research international*.
- Alberico, G.J. and Cramer, G. R. (1993). Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion I. Preliminary screening of seven cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 16(11), 2289-2303.
- Amirjani, M.R. (2011). Effect of salinity stress on growth, sugar content, pigments and enzyme activity of rice. *International Journal of Botany* 7 (1): 73-81.
- Ashraf, M., Rahmatullah, T.M. and Tahir, M.A. (2006). Contribution of shallow water table to salinity and sodicity development under fallow and cropped conditions. *Pak. J. Agri. sa*, 43, 1-2.
- Ayars, J.E. and Schoneman, R.A. (1986). Use of saline water from a shallow water table by cotton. *Transactions of the ASAE*, 29(6), 1674-1678.
- Ayars, J.E., Christen, E.W., Soppe, R.W. and Meyer, W.S. (2006). The resource potential of in-situ shallow groundwater use in irrigated agriculture: a review. *Irrigation Science* 24(3):147-160.
- Ayers, R.S. and Westcot, D.W. (1985). Water quality for agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
- Bargahei, K. and Mosavi, S. (2006). The effect of shallow saline ground-water on safflower (*Carthamus tinctorius L.*) in greenhouse condition. *Agric. Sci Nat. Resource J.* 3 (1), 59–69 (in Persian).
- Benz, L.C., Reichman, G.A., Doering, E.J. and Follett, R.F. (1978). The water-table depth and irrigation effects on applied-water-use efficiencies of three crops. *Transactions of the ASAE* 21(4):723-0728.
- Chaudary, T.N., Bhatnagar, V.K. and Prihar, S.S. (1974). Growth response of crops to depth and salinity of ground water, and soil submergence I. wheat (*Triticum aestivum L.*). *Agron. J.* 66, 32–35.
- Chen, S., Zhang, Z., Wang, Z., Guo, X., Liu, M., Hamoud, Y.A. and Qiu, R. (2016). Effects of uneven vertical distribution of soil salinity under a buried straw layer on the growth, fruit yield, and fruit quality of tomato plants. *Sci. Hortic.-Amsterdam.*;203:131–142. doi: 10.1016/j.scienta.2016.03.024.
- Çetinkol, M. (1989). Tatlı Mısır Üretimi. *Hasat Aylık Tarım Dergisi*. İstanbul.
- Dubey, R.S. (1994). Protein Synthesis by Plants under Stressful Conditions. In: *Handbook of Plant and Crop Stress*, Pessaraki, M. (Ed.). Marcel Dekker, New York, pp: 277-299.
- El Sayed, H. (2011). Influence of salinity stress on growth parameters, photosynthetic activity and cytological studies of *Zea mays*, L. plant using hydrogel polymer. *Agric. Biol. JN Am* 2(6): 907-920.

- Ertek, A. and Kara, B. (2013). Yield and quality of sweet corn under deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 129: 138-144.
- Eşiyok, D., Bozokalfa, M.K., ve Atnan, U.(2004). Farklı lokasyonlarda yetiştirilen şeker mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata*) çeşitlerinin verim kalite ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 41(1).
- FAO. (2017). The future of food and agriculture – Trends and challenges. Rome.
- FAO. (2016). FAO Global information system on water and agriculture. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm.
- Farooq, M., Hussain, M., Wakeel, A. and Siddique, K.H. (2015).Salt stress in maize: effects, resistance mechanisms, and management. A review. *Agron Sustain Dev* 35: 461–481.
- Fidantemiz, Y.F., Jia, X., Daigh, A.L., Hatterman-Valenti, H., Steele, D.D., Niaghi, A.R. and Simsek, H. (2018). Effect of Water Table Level on Soybean Water Use, Growth and Yield Parameters, North Dakota State University.
- Fidantemiz, Y.F., Jia, X., Daigh, A.L., Hatterman-Valenti, H., Steele, D. D., Niaghi, A.R. and Simsek, H. (2019). Effect of water table depth on soybean water use, growth, and yield parameters. *Water* 11(5): 931.
- Flowers, T. (2004). Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany* 55(396): 307- 319.
- Franzen, D. (2013). Managing saline soils in North Dakota. NDSU Extension Service, Fargo, ND.
- Gao, X., Huo, Z., Qu, Z., Xu, X., Huang, G. and Steenhuis, T.S. (2017). Modeling contribution of shallow groundwater to evapotranspiration and yield of maize in an arid area. *Scientific Reports*7:43122.
- Ghamarnia, H. and Gholamian, M. (2013). The effect of saline shallow ground and Gholamian surface water under deficit irrigation on (*Carthamus tinctorius* L.) in semi arid condition. *Agricultural Water Management* 118: 29-37.
- Ghamarnia, H. and Daichin, S. (2015). Effects of Saline Shallow Groundwater Stress on *Coriander sativum* L. Water Requirement and Other Plant Parameters. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 141(7): 04014078.
- Ghamarnia, H. and Jalili, Z. (2014). Shallow saline groundwater use by Black cummin (*Nigella sativa* L.) in the presence of surface water in a semi-arid region. *Agricultural Water Management* 132: 89-100.
- Ghamarnia, H., Gholamian, M., Sepehri, S. and Arji, I. (2011a). Shallow groundwater use by safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in a semi-aridregion. *J. Irrig. Sci.*, 29(2), 147–156.
- Ghamarnia, H., Gholamian, M., Sepehri, S., Arji, I. and Rezvani, V. (2012b). Groundwater contribution by safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under high salinity, different water table levels, with and without irrigation. *J. Irrig. Drain. Eng.*,10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000389, 156–165

- Gowing, J.W., Rose, D.A. and Ghamarnia, H. (2009). The effect of salinity on water productivity of wheat under deficit irrigation above shallow groundwater. *Agricultural Water Management* 96(3):517-524.
- Grismer, M.E. (2015). Drought tip: Use of shallow groundwater for crop production.
- Hajar, A.S. and Zidan, M.A. (1996). Effect of salinity stress on the germination, growth, and physiological activities of (*Nigella sativa L.*). *Gulf. J. Sci. Res.*, 14(1), 454–455.
- Hamdy, A. Ragab, R. and Scarascia-Mugnozza, E. (2003). Coping with water scarcity: water-saving and increasing water productivity. *Irrigation and drainage : The Journal of the International Commission on Irrigation and Drainage*, 52(1), 3-20.
- Huang, M., Zhang, Z., Zhu, C., Zhai, Y. and Lu, P. (2019). Effect of biochar on sweet corn and soil salinity under conjunctive irrigation with brackish water in coastal saline soil. *Scientia Horticulturae* 250: 405-413.
- Huo, Z., Feng, S., Huang, G., Zheng, Y., Wang, Y. and Guo, P. (2012). Effect of groundwater level depth and irrigation amount on water fluxes at the groundwater table and water use of wheat. *Irrigation and drainage* 61(3): 348-356.
- Hutmacher, R.B., Ayars, J.E., Vail, S.S., Bravo, A.D., Dettinger, D. and Schoneman, R.A. (1996). Uptake of shallow groundwater by cotton: growth stage, groundwater salinity effects in column lysimeters. *Agric. Water Manag.* 31, 205–223.
- Ilker, E. (2011). Correlation and path coefficient analyses in sweetcorn. *Turkish Journal of Field Crops* 16(2):105-107.
- Jalili, S., Moazed, H., Boroomand, N.S. and Naseri, A.A. (2011). Assessment of evaporation and salt accumulation in baresoil: constant shallow water table depth with saline groundwater. *Sci. Res. Essays*, 6(29), 6068-6074.
- Johnson, E., Yáñez, J., Ortiz, C. and Muñoz, J. (2010). Evaporation from shallow groundwater in closed basins in the Chilean Altiplano. *Hydrological Sciences Journal–Journal des Sciences Hydrologiques* 55(4):624-635.
- Kadioglu, H., Hatterman-Valenti, H., Jia, X., Chu, X., Aslan, H. and Simsek, H. (2019). Groundwater table effects on the yield, growth, and water use of canola (*Brassica napus L.*) plant. *Water* 11(8): 1730.
- Kahlowan, M.A. and Ashraf, M. (2005). Effect of shallow groundwater table on crop water requirements and crop yields. *Agric. Water Manag.* 76,24–35.
- Kahlowan, M.A. and Azam, M. (2002). The individual and combined effect of waterlogging and salinity on crop yields in the Indus basin. *Irrig. Drain.* 51, 329–338.
- Kang, S., Zhang, F., Hu, X., Jerie, P. and Zhang, L. (2001). Effects of shallow water table on capillary contribution, evapotranspiration, and crop coefficient of maize and winter wheat in a semi-arid region. *Australian Journal of Agricultural Research* 52(3): 317-327.

- Katerji, N., van Hoorn, J.W., Hamdy, A., Karam, F. and Mastroruilli, M. (1994). Effect of salinity on emergence and on water stress and early seedling growth of sunflower and maize. *Agric. Wat. Mang.* 26:81-91.[9]
- Katerji, N., van Hoorn, J.W., Hamdy, A. and Karam, F. Mastroruilli, M. (1996). Effect of salinity on water stress, growth and yield of sunflower and maize. *Agric. Wat. Mang.* 30:237-249
- Katerji, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A. and Mastrorilli, M. (2003). Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. *Agricultural water management*62(1): 37-66.
- Khalid, H. and Majeed, A. (2009). Effect of different levels of salinity on growth and ion contents of black seed. *Curr. Res. J. Biol. Sci.*, 1(3),135–138.
- Kruse, E.G., Champion, D.F. Cuevas, D.L. Yoder, R.E. and Young, D. (1993). Crop water use from shallow, saline water tables. *Transactions of the ASAE* 36(3):697-707.
- Lawton, R.J., de Nys, R., Magnusson, M.E. and Paul, N.A. (2015). The effect of salinity on the biomass productivity, protein and lipid composition of a fresh water macroalga. *Algal research* 12: 213-220.
- Levit, J. (1980). Responses of Plants to Environmental Stresses, Academic Press, Vol. II, New York,.
- Mahlooji, M., Sharifi, R.S., Razmjoo, J., Sabzalian, M.R. and Sedghi, M. (2018). Effect of salt stress on photosynthesis and physiological parameters of three contrasting barley genotypes. *Photosynthetica*, 56(2), 549-556.
- Mejia, M.N., Madramootoo, C.A. and Broughton, R.S. (2000). Influence of water table management on corn and soybean yields. *Agricultural Water Management* 46(1):73-89.
- Meyer, W.S. and Mateos, L. (1990). Soil type affects soybean crop water use in weighing lysimeters. *Irrigation Science* 11(4):233-237.
- Minhas, P.S., Ramos, T.B. Ben-Gal, A. and Pereira, L.S. (2020). Coping with salinity in irrigated agriculture: Crop evapotranspiration and water management issues. *Agricultural Water Management* 227: 105832.
- Mirjat, M.S. (1994). Water table management effects on photosynthesis, chlorophyll, crop yield, and water quality.
- Misra, A.N., Sahu, S.M., Misra, M., Singh, P. and Meera, I. (1997). Sodium chloride induced changes in leaf growth and pigment and protein contents in two rice cultivars. *Biol Plant.*, 39. 257-262.
- Pourgholam-Amiji, M., Liaghat, A., Ghameshlou, A., Khoshravesh, M. and Waqas, M.M. (2020). Investigation Of The Yield And Yield Components Of Rice In Shallow Water Table And Saline. *Big Data In Agriculture (BDA)* 2(1): 36-40.
- Qiu, R., Liu, C., Wang, Z., Yang, Z. and Jing, Y. (2017). Effects of irrigation water salinity on evapotranspiration modified by leaching fractions in hot pepper plants. *Scientific reports* 7(1): 1-11.
- Ragab, R. and Amer, F. (1986). Estimating water table contribution to the water supply of maize. *Agricultural Water Management* 11(3-4):221-230.

- Razzaghi, F., Ahmadi, S.H., Adolf, V.I., Jensen, C.R., Jacobsen, S.E. and Andersen, M.N. (2011). Water relations and transpiration of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under salinity and soil drying. *J. Agron. Crop Sci.* 197:348–360.
- Russo, D. and Bakker, D. (1987). Crop water production functions for sweet corn and cotton irrigated with saline waters. *Soil Sci.Soc.Am.J.*51:1554–1562.
- Sabeti, Z., Armin, M. and Vaezi, K.M.R. (2017). Investigation of effective microorganisms application method on alleviation of salt stress effects on root morphology of sweet corn. *Ratarstvo i Povrtarstvo* 54(2): 48-55.
- Siebert, S. (2010). Groundwater use for irrigation—a global inventory. *Hydrology and Earth System Sciences* 14 (10): 1863-1880.
- Sepaskhah, A.R. Kanooni, A. and Ghasemi, M.M. (2003). Estimating water table contributions to corn and sorghum water use. *Agricultural Water Management* 58(1): 67-79.
- Shabani, A., Sepaskhah, A.R. and Kamgar-Haghighi, A.A. (2013). Growth and physiologic response of rapeseed (*Brassica napus* L.) to deficit irrigation, water salinity, and planting method. *Int. J. PlantProd.*, 7(3), 569–596.
- Shih, S.F. and Asce, M. (1983). Soil surface evaporation and water table depths. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 109(4):366-376.
- Shtereva, L.A. (2015). Effect of salt stress on some sweet corn (*Zea mays* L. var. *saccharata*) genotypes. *Archives of Biological Sciences* 67(3): 993-1000.
- Song, C.C. and Deng, W. (2000) Characters of groundwater and influence on the interior salt-affected soil in the west of Jilin province (in Chinese). *Sci Geogr Sin* 20:246–250
- Soppe, R.W.O. and Ayars, J.E. (2003). Characterizing groundwater use by safflower using weighing lysimeters. *Agric. Water Manag.* 60, 59–71.
- Sun, H.Y., Shen, Y., Yu, Q., Flerchinger, G.N., Zhang, Y, Liu, C. and Zhang, X. (2010). Effect of precipitation change on water balance and WUE of the winter wheat–summer maize rotation in the North China Plain. *Agric. Water Manage.* 97, 1139–1145
- Talebnejad, R. and Sepaskhah, A. (2015). "Effect of different saline groundwater depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter." *Agricultural Water Management* 148: 177-188.
- Torres, J.S. and Hanks, R.J. (1989). Modeling water table contribution to crop evapotranspiration. *Irrigation Science* 10(4):265-279.
- Tuna, A.L., Kaya, C., Dikilitas, M. and Higgs, D. (2008). The combined effects of gibberellic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plant growth parameters and nutritional status in maize plants. *Environmental and Experimental Botany* 62(1): 1-9.
- Ugur, A. and Maden, H.A. (2015). Sowing and planting period on yield and ear quality of sweetcorn (*Zeamays l. Var. Saccharata*). *Ciência e Agrotecnologia* 39(1):48-57.
- Xia, J., Zhang, S., Zhao, X., Liu, J. And Chen, Y. (2016). Effects of different groundwater depths on the distribution characteristics of soil-Tamarix water

contents and salinity under saline mineralization conditions. *Catena*, 142, 166-176.

Yang, F., Zhang, G., Yin, X., Liu, Z. and Huang, Z. (2011). Study on capillary rise from shallow groundwater and critical water table depth of a saline-sodic soil in western Songnen plain of China. *Environmental Earth Sciences*, 64(8), 2119-2126.

Yildirim, E., Karlidag, H. and Turan, M. (2009). Mitigation of salt stress in strawberry by foliar K, Ca and Mg nutrient supply. *Plant Soil Environ.* 55, 213–221.

Yuan, C., Feng, S., Wang, J., Huo, Z. and Ji, Q. (2018). Effects of irrigation water salinity on soil salt content distribution, soil physical properties and water use efficiency of maize for seed production in arid Northwest China. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 11(3): 137-145.

