



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

**SULAMA SUYUNA HİDROJEN PEROKSİT UYGULAMASININ
ŞEKER PANCARI VERİM VE KALİTESİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SILA EKİZ

Tez Danışmanı

Doç. Dr. İSMAİL TAŞ

ÇANAKKALE – 2023



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

**SULAMA SUYUNA HİDROJEN PEROKSİT UYGULAMASININ ŞEKER
PANCARI VERİM VE KALİTESİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SILA EKİZ

Tez Danışmanı

Doç. Dr. İSMAİL TAŞ

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: FYL-2022-4101

ÇANAKKALE – 2023



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Sıla EKİZ tarafından Doç. Dr. İsmail TAŞ yönetiminde hazırlanan ve **16/01/2023** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Sulama Suyuna Hidrojen Peroksit Uygulamasının Şekerpancarı Verim ve Kalitesine Etkisi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Doç. Dr. İsmail TAŞ
(Danışman)

Prof. Dr. Yusuf Ersoy YILDIRIM

Dr. Öğr. Üyesi Murat TEKİNER

.....

.....

.....

Tez No : 10518125

Tez Savunma Tarihi : 16/01/2023

.....
Doç. Dr. Yener PAZARCIK
Enstitü Müdürü

.././2023

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

(İmza)

Sıla EKİZ

16/01/2023

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. İsmail TAŞ' a, çalışmanın yürütülmesinde gerekli altyapının teminindeki yardımları için sayın hocam Prof. Dr. Yusuf Ersoy YILDIRIM' a, arazi çalışmalarının yürütülmesindeki yardımlarından dolayı Dr. Ceren GÖRGİŞEN, Dr. Tuğba YETER, Yük. Zir. Müh. Ayşegül BOYACIOĞLU ve meslektaşım Oğuzhan Özarlan' a, şeker pancarı ekim, hasat ve analizinde destek ve katkılarından dolayı Ankara Şeker Enstitüsü çalışanlarına ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması FYL-2022-4101 Proje No ile Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Söz konusu desteklerinden dolayı teşekkür ediyorum. Ayrıca, çalışmanın yürütüldüğü çalışma alanında, alan darlığı nedeniyle kontrol konularının oluşturulmasında problem yaşanmıştır. Bu nedenle kontrol grubunun uygulamaları olan sulama suyunun %100 ve %125'inin uygulanması konularında, hali hazırda alanda yürütülmekte olan ve aynı özelliklere sahip ve TÜBİTAK tarafından desteklenen 221O087 nolu projenin kontrol grubunun bir bölümünden yararlanılmıştır. Bu konuda sağladıkları yardımlardan dolayı proje ekibine ve TÜBİTAK' a teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Sıla EKİZ
Çanakkale, Ocak 2023

ÖZET

Sulama Suyuna Hidrojen Peroksit Uygulamasının Şekerpancarı Verim ve Kalitesine Etkisi

Sıla EKİZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. İsmail TAŞ

16/01/2023, 56

Bitkisel üretimde temel amaç, birim alanda minimum girdi ile birlikte en yüksek verim ve kaliteyi elde etmektir. Günümüzde bitkiler üzerinde, su ve toprak kalitesi başta olmak üzere diğer çevre şartları ve iklim kaynaklı önemli stres faktörleri bulunmaktadır. Söz konusu stres faktörlerinin azaltılması ya da ortadan kaldırılması amacıyla üretim sürecinde çok farklı uygulamalar yapılmaktadır. Anılan bu uygulamalar da verim ve kalitede olumlu ya da olumsuz bazı etkilere neden olabilmektedir. Hazırlanan bu tez çalışmasında, yüzey altı damla sulama sistemi ile şeker pancarı üretiminde sulama suyu ile birlikte hidrojen peroksit (H_2O_2) uygulamasının etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda şekerpancarı verimi 8724-7728 kg/da ve Arıtılmış Şeker Verimi 1212-1119 kg/da arasında değişim sergilemiştir. Çalışma sonunda H_2O_2 uygulamasının hem şeker pancarı veriminde hem de Arıtılmış Şeker Veriminde artışa neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüzey Altı Damla Sulama, H_2O_2 , Şeker Pancarı, Arıtılmış Şeker Verimi

ABSTRACT

Effect of Hydrogen Peroxide Application on Irrigation Water on Yield and Quality of Sugar Beet

Sila EKIZ

Çanakkale Onsekiz Mart University
School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ismail TAS

16/01/2023, 56

The main purpose in plant production is to obtain the highest yield and quality with minimum input per unit area. Today, there are important stress factors on plants, mainly water and soil quality, other environmental conditions and climate-related stress factors. In order to reduce or eliminate the mentioned stress factors, many different applications are made in the production process. These applications can also cause some positive or negative effects on yield and quality. In this thesis study, the effect of hydrogen peroxide (H₂O₂) application with irrigation water on sugar beet production with sub-surface drip irrigation system was investigated. As a result of the study, the yield of sugar beet varied between 8724-7728 kg/da and the Refined Sugar Yield between 1212-1119 kg/da. At the end of the study, it was determined that H₂O₂ application caused an increase in both sugar beet yield and Refined Sugar Yield.

Keywords: Subsurface Drip Irrigation, H₂O₂, Sugar Beet, Refined Sugar Yield

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
BİRİNCİ BÖLÜM GİRİŞ	1
İKİNCİ BÖLÜM ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Verimi Artırmaya Yönelik Çalışmalar.....	3
2.2. Kaliteyi Artırmaya Yönelik Çalışmalar	6
2.3. Hastalık ve Zararlılara Karşı Yapılan Çalışmalar	7
2.4. Düşük Kalite Sulama Suyunun Kullanılmasına Yönelik Çalışmalar	9
2.5. Kısıntılı Sulama Konusuna Yönelik Çalışmalar	10
2.6. Diğer Stres Faktörlerine Karşı Yapılan Çalışmalar	11
2.7. Su Kullanım Verimliliğini Arttırmaya Yönelik Çalışmalar.....	13
2.8. Farklı Sulama Yöntemleriyle İlgili Yapılan Çalışmalar	14
2.9. Donma Toleransını Arttırmaya Yönelik Yapılan Çalışmalar	15
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1 . Materyal.....	16
3.1.1. Araştırma Yeri ve Özellikleri.....	16
3.1.2. Araştırma Yeri İklim Özellikleri.....	16
3.1.3. Araştırma Yeri Toprak Özellikleri.....	18
3.1.4. Araştırmada Kullanılan Sulama Suyu Özellikleri.....	19
3.1.5. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyalinin Özellikleri	20
3.1.6 Hidrojen Peroksit Uygulaması	20
3.2. Yöntem	21
3.2.1. Toprak ve Su Örneklerinin Alınması ve Analizi	21
3.2.2. Deneme Deseni ve Araştırma Konuları	21
3.2.3. Tarımsal İşlemler	23
3.2.4. Meteorolojik Verilerin İzlenmesi.....	24
3.2.5. Bitki Su Tüketimi Hesaplamaları.....	24
3.2.6. Su ve Sulama Suyu Kullanım Etkinliklerinin Belirlenmesi	25

3.2.7. Su Üretkenliği ve Ekonomik Su Üretkenliği	25
3.2.8. Bitkiye Dayalı Ölçümler ve Gözlemler	26
3.2.9. Verim ve Kalite Parametreleri	26
3.2.10. İstatistiksel Değerlendirme	27
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM ARAŞTIRMA BULGULARI	28
4.1. Bitki Su Tüketimindeki Değişim	28
4.2. Su Kullanım Etkinlikleri	30
4.3. Bitki Morfolojik Ölçümleri	32
4.4. Verim ve Kalite Ölçümleri	34
4.4.1. Kök Verimi (t/ha)	34
4.4.2. Arıtılmış Şeker Verimi (t/ha)	37
4.4.3. Arıtılmış Şeker Varlığı Oranı	39
4.4.4. Kuru Madde Miktarı (%)	40
4.4.5. Şeker Varlığı (%)	42
4.4.6. Sodyum, Potasyum ve Z. Azot Değerlerindeki Değişim	44
BEŞİNCİ BÖLÜM SONUÇ VE ÖNERİLER	47
KAYNAKÇA	49
ÖZGEÇMİŞ	i

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
AA	Amino azot
ABA	Absisik asit
AC	Aktif karbon
ASA	Askorbik asit
AŞO	Arıtılmış şeker oranı
AŞV	Arıtılmış şeker verimi
B _{max}	Maksimum kök boyu
B _{min}	Minimum kök boyu
B _{ort}	Ortalama kök boyu
CAT	Katalaz
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
CO ₂	Karbondioksit
Ç _{max}	Maksimum kök çapı
Ç _{min}	Minimum kök çapı
Ç _{ort}	Ortalama kök çapı
ΔS	Toprak nem değişimi
da	Dekar
EC	Elektriksel iletkenlik
ET _a	Gerçek evapotranspirasyon
ET _c	Tahmin edilen bitki su tüketimi
ET ₀	Referans bitki su tüketimi
EWP	Ekonomik su üretkenliği
F	Kök bölgesi su değişimleri
FA	Folik asit
FAO	Gıda ve tarım örgütü
GI	Toplam gelir
ha	Hektar
HCO ₃	Bikarbonat
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
I	Sulama suyu
I ₁₀₀	%100 sulama uygulaması
I ₁₂₅	%125 su uygulaması
IO ₁₀₀	%100 sulama uygulamasının oksijence zenginleştirilmesi
IO ₁₂₅	%125 sulama uygulamasının oksijence zenginleştirilmesi
IWUE	Sulama suyu kullanım etkinliği
K	Potasyum
Kc	Bitki katsayısı

kg	Kilogram
KDK	Katyon değişim kapasitesi
KT	Kareler toplamı
mm	milimetre
m ³	metreküp
Mg	Magnezyum
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
NO ₃	Nitrat
O ₂	Oksijen
P	Yağış
PAW	Plazma aktif su
PM	Perman-monteith
PO ₄	Fosfat
R	Yüzey akış
RH _{ort}	Ortalama baęıl nem
ROS	Reaktif oksijen türleri
SA	Salisilik asit
SAR	Sodyum absorpsiyon oranı
SD	Serbestlik derecesi
SOD	Süperoksit dismutaz
SO ₄ ⁻²	Sülfat
ŞO	Şeker oranı
ŞV	Şeker verimi
T _{ort}	Ortalama sıcaklık
T _{max}	Maksimum sıcaklık
T _{min}	Minimum sıcaklık
TS _{ort}	Ortalama toprak sıcaklığı
YDS	Yüzey altı damla sulama
WUE	Su kullanım etkinliği
WP	Su üretkenliği

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler (1927-2017).	17
Tablo 2	2022 sezonu sulama süresi boyunca deneme alanında bulunan otomatik iklim istasyonundan günlük elde edilen veriler.	17
Tablo 3	Araştırma yeri toprak fiziksel özellikleri.	18
Tablo 4	Araştırma yeri toprak kimyasal yapısı.	19
Tablo 5	Araştırmada kullanılan sulama suyunun kimyasal özellikleri.	19
Tablo 6	Deneme süresince uygulanan sulama suyu miktarları (mm).	29
Tablo 7	Su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinlikleri (IWUE) değerleri.	31
Tablo 8	Bitki köklerinin boy ve çaplarının maksimum, minimum ve ortalama değerleri (cm).	32
Tablo 9	Bitki kök boyu (cm) varyans analiz tablosu.	33
Tablo 10	Bitki kök çapı (cm) varyans analiz tablosu.	33
Tablo 11	Kök verim varyans analiz tablosu.	35
Tablo 12	Uygulamaların t testi sonuçları.	36
Tablo 13	Sulama suyu seviyesinin t testi sonuçları.	36
Tablo 14	Aritılmış şeker verimi varyans analiz tablosu.	38
Tablo 15	Aritılmış şeker varlığı varyans analiz tablosu.	40
Tablo 16	Kuru madde miktarı varyans analiz tablosu.	42
Tablo 17	Şeker varlığı varyans analiz tablosu.	43
Tablo 18	Sodyum miktarı varyans analiz tablosu.	45
Tablo 19	Potasyum miktarı varyans analiz tablosu.	45
Tablo 20	Z. Azot miktarı varyans analiz tablosu.	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Deneme alanı.	16
Şekil 2	Hidrojen peroksit uygulaması için kullanılan pompa ve depo.	21
Şekil 3	Deneme planı.	22
Şekil 4	Referans bitki su tüketimi (ET_0) değerleri ve bitki evapotranspirasyonu (ET_c) değerleri.	28
Şekil 5	H ₂ O ₂ konusundan rastgele seçilen şeker pancarları.	32
Şekil 6	Her iki konu için şeker pancarı kök verimi.	35
Şekil 7	Konulara göre artırılmış şeker verimi (kg/da).	37
Şekil 8	Şeker pancarı kök verimi ve artırılmış şeker verimindeki değişim.	38
Şekil 9	Yapılan çalışma sonucu elde edilen artırılmış şeker varlığı (%).	39
Şekil 10	Her iki konu için kuru madde oranları (%).	42
Şekil 11	Konulara göre şeker varlığı (%).	43
Şekil 12	Sodyum, potasyum ve z.azot miktarları.	45

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Açıkta bitkisel üretim tamamıyla iklim koşullarına bağlı bir üretim şeklidir. Başta iklimsel dalgalanmalar olmak üzere diğer abiyotik stres faktörlerinin bitkiler üzerine olan olumsuz etkilerinin azaltılması, hatta mümkün olabilirse ortadan kaldırılması hayati öneme sahip bir konudur. Bitkisel üretimde temel mantık, birim alanda minimum girdi ile birlikte en yüksek verim, kalite ve dolayısıyla gelir elde edilmesidir. Bitkisel üretimde yapılan her uygulama, verim ve kalitede olumlu ya da olumsuz bazı etkilere neden olabilmektedir. Günümüzde bitkiler üzerinde, su ve toprak kalitesi başta olmak üzere diğer çevre şartları ve iklim kaynaklı önemli stres faktörleri bulunmaktadır. Söz konusu stres faktörlerinin azaltılması ya da ortadan kaldırılması amacıyla üretim sürecinde çok farklı uygulamalar yapılmaktadır. Söz edilen bu uygulamalar da verim ve kalitede olumlu ya da olumsuz bazı etkilere neden olabilmektedir. Son yıllarda abiyotik stres faktörlerinin olumsuz etkilerinin azaltılması/engellenmesi için sulama sularına Hidrojen Peroksit (H_2O_2) uygulamaları yapılmaktadır. Bitki kök bölgesine sulama suyu ile birlikte H_2O_2 uygulaması, kök bölgesi oksijen (O_2) konsantrasyonunu artırarak bitki verim ve kalitesinde artışlar sağlayabilmektedir. Özellikle havalandırma frekansının, hacminin ve pozisyonunun değiştirilmesi, rizosfer toprağının farklı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etki ettiği ve toprağın mikroorganizma sayısını, enzim aktivitesini ve besin maddelerinin yararlılığını artırdığı yönünde araştırmalar mevcuttur. Toprağın sıcaklığı ve nemi uygun olduğunda ve havalandırma yeterli olduğunda, topraktaki aerobik mikroorganizmalar daha aktiftir ve bitkilerin topraktan alabileceği daha fazla besin ortama verilmektedir (Gyaneshwar vd., 2002).

Kök bölgesi oksijen konsantrasyonu, açıklandığı üzere bitki büyümesi için son derece önemli bir parametredir. Topraktaki oksijen konsantrasyonunu arttırmak, besin ve su alımı, solunum gibi bitki fizyolojik süreçlerini, toprak elementlerinin redoks potansiyelini etkilemenin yanında toprak mikroorganizmaların aktivitesini de etkilemektedir. Toprak havası ile toprağın biyolojik özellikleri arasında çok yakın ilişki mevcuttur. Toprağın biyolojik aktivitelerinin başında toprak solunumu, toprak enzim aktivitesi ve toprak biyokütlesi gelmektedir. Toprak solunumu, toprak organik maddesinin mikroorganizmalar

tarafından ayrışmasıyla, bitki köklerinden veya toprak canlılarının solunum yoluyla topraktan salınan karbondioksitin (CO₂) bir ölçütüdür. Toprak solunumu, toprak sağlığının önemli bir göstergesi olup, aşırı toprak işleme, toprak sıkışması, anaerobik koşullar veya toprak sağlığını azaltan diğer faktörlerden etkilenmektedir. Toprağın solunum miktarı, organik maddenin içerdiği besin maddelerinin bir göstergesidir.

Dünyada şeker üretiminin %78'i kamıştan %22'si ise pancardan yapılmaktadır. Türkiye pancardan şeker üreten ülkeler arasında 5. sırada yer almaktadır. Bu durum Türkiye'nin şeker pancarından şeker üretimi açısından önemli bir ülke olduğunu göstermektedir. Şeker pancarı, ülkemizin temel şeker kaynağını teşkil etmektedir. Bu nedenle verim ve kalite konusunda yapılacak iyileştirme çalışmaları, başta bölge üreticileri olmak üzere tüm ülke ve dünya ölçeğinde üreticilere katkılar sağlayabilir (Türkşeker, 2021).

Daha önce yapılan çalışmalarda hidrojen peroksit uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkisi incelenmiş ve sonuçta uygun dozlarda kullanıldığında verim ve kalite üzerine olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Bu çalışmada dünya ve ülkemiz için önemli bir şeker kaynağı olan şeker pancarında sulama suyu ile bitkilere uygulanan hidrojen peroksitin verim ve kaliteye olan etkisi incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Tez çalışmasının yürütüldüğü çalışma alanında, alan darlığı nedeniyle kontrol konularının oluşturulmasında güçlüklerle karşılaşmıştır. Bu nedenle kontrol grubunun uygulamaları olan sulama suyunun %100 ve %125'inin uygulanması konuları, hali hazırda alanda yürütülmekte olan ve aynı koşullara sahip olan TÜBİTAK tarafından desteklenen 221O087 nolu projenin ilk yıl kontrol grubu verilerinin bir bölümünden temin edilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Verimi Artırmaya Yönelik Çalışmalar

Al-Mansouri ve Ali (2021), yapraktan hidrojen peroksit ve çinko uygulamasının buğday bitkisinin bazı büyüme, verim ve antioksidan enzimleri üzerindeki etkisini araştırmak üzere 2020-2021 kışlık üretim sezonunda araştırma yapmışlardır. Deneme kontrol konusu dahil dört farklı uygulamadan meydana gelmektedir. Kontrol konusu olarak bitki yapraklarına sadece damıtılmış su püskürtülmüştür. Uygulama olarakta üç farklı konsantrasyonda (25, 50 ve 75 ppm) H₂O₂ ve üç farklı konsantrasyonda (50, 100 ve 150 mg/l) çinko püskürtülmüştür. İlki kardeşlenme ve gövde uzatma aşamasında, ikincisi bayrak yaprağı oluşmaya başladığında olmak üzere iki kez hidrojen peroksit (H₂O₂) püskürtmesi yapılmıştır. Çinko ise; ilki başlık aşamasında (başın gövdeden tamamen çıkacağı yer) ikincisi çiçeklenme aşamasında olmak üzere iki kez püskürtülerek uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda, buğday bitkilerinde yüksek konsantrasyonlarda hidrojen peroksit püskürtülmesi bitki boyunda, verimde ve bileşenlerinde önemli bir azalmaya yol açtığı görülmüştür. Ancak, antioksidan enzimlerin (SOD ve CAT) aktivitesinde ve prolin içeriğinde önemli bir artışa yol açmıştır. Ayrıca, buğday bitkilerine yüksek konsantrasyonlarda çinko püskürtülmesi, incelenen tüm parametrelerde önemli artış sağladığı belirlenmiştir.

Bhatarai vd. (2004); kabak, soya fasulyesi ve pamuk bitkilerinde yüzey altı damla sulamada H₂O₂ ve hava enjeksiyonu uygulamasının verim ve verim unsurları üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Çalışmada hidrojen peroksit uygulanan ve uygulanmayan olmak üzere iki konu ele alınmıştır. H₂O₂ uygulaması için sulama suyuna 1 ml/l oranında H₂O₂ karıştırılmıştır. Normal sulama suyu 3-8 ppm arasında oksijen konsantrasyonu içerirken havalandırılmış sulama suyunda 42 ppm kadar yüksek bir konsantrasyon elde edilmiştir. Sonuç olarak uygulanan H₂O₂'nin, meyve verimini kontrol konusuna (13,59 t/ha) göre %25 oranında arttırdığı (16,53 t/ha) belirtilmiştir.

Jafariyan ve Zarea (2016), buğday tohumlarının H₂O₂ ile ön muamelesinin *Azospirillum*'un bitki üzerindeki teşvik edici etkisini etkileyip etkilemediğini araştırmak

üzere İran'ın yarı kurak iklim bölgesine sahip bir bölgede deneme kurmuşlardır. Deneme; sadece *Azospirillum* ile aşılanmış tohumlar, *Azospirillum* uygulaması yapılmamış tohumlar ve dört konsantrasyonda (% 0, 25, 50 ve 80) hidrojen peroksit ile ıslatılmış ve *Azospirillum* ile aşılanmış tohumlar olmak üzere üç konudan oluşmaktadır. Tohumun çeşitli konsantrasyonlarda H₂O₂ solüsyonunda ıslatılması, stoma yoğunluğunun artmasına, yaprağın uzunluğunun ve histolojik bileşenlerinin artmasına neden olmuştur. Bu çalışmada, H₂O₂'nin ekim öncesi uygulanması, yaprak histolojik bileşenlerinin modülasyonu, fotosentetik pigmentlerin artması, katalaz ve askorbat peroksidazın indüklenmiş aktivitesi yoluyla buğdayın tane verimini arttırmıştır. Ayrıca *Azospirillum* aşısı buğdayın tane verimini iyileştirmiş ve H₂O₂ ön muamelesi ile birlikte kullanıldığında tane verimini artırıcı etkisinin daha belirgin olduğu görülmüştür. Tohumun %80 H₂O₂ solüsyonunda bekletilmesi ve ardından *Azospirillum* ile aşılanması en yüksek tane verimi ile sonuçlanmıştır. Ayrıca, *Azospirillum*'un yaprak anatomik bileşenlerinin bazı özelliklerini de etkilediği görülmüştür.

Farouk vd. (2018), Mansoura Üniversitesinin Tarımsal Botanik Bölümü Deneysel Çiftliği'nde, ekim öncesi tohumların hidrojen peroksit (%0,2 ve %4) içinde ıslatılması ve/veya yapraktan uygulamanın rolünü ve folik asidin (0, 10 ve 20 mg/l) tek başına ve/veya kombinasyon halinde bezelye bitkisinin (*Pisum sativum* L. Cv Master-B) büyüme, verim, bazı biyokimyasal bileşenleri ve anatomik karakterleri üzerine etkisini değerlendirmek için iki arazi denemesi yapmışlardır. Deneme; herhangi bir işlem uygulanmamış kontrol bitkisi, %2 hidrojen peroksit (H₂O₂) içinde tohumu önceden ıslatma, %2 H₂O₂ içinde tohum önceden ıslatma artı yapraklara 10 mg/l folik asit (FA) püskürtme, %2 H₂O₂ tohum önceden ıslatma artı 20 mg/l FA yaprağa püskürtme, %2 hidrojen peroksit (H₂O₂) içinde tohumu önceden ıslatma, %2 H₂O₂ içinde tohum önceden ıslatma artı yapraklara 10 mg/l folik asit (FA) püskürtme, %2 H₂O₂ tohum önceden ıslatma artı 20 mg/l FA yaprağa püskürtme, %4 H₂O₂ içinde tohum önceden ıslatma, %4 H₂O₂ içinde tohumu önceden ıslatma artı 10 mg/l FA yaprağa püskürtme, %4 H₂O₂ tohumu önceden ıslatma artı 20 mg/l FA yaprağa püskürtme, 10 mg/l FA yapraktan uygulama ve 20 mg/l FA yapraktan uygulama olmak üzere dokuz işlemde oluşmaktadır. Yapılan uygulamalar sonucunda; bezelye bitkilerinin büyümesini, verimini ve tohum kalitesini artırmak için ekim öncesi %2 hidrojen peroksit ile tohum ıslatma artı 20 mg/l folik asit yapraktan uygulaması önerilebileceğini ifade etmişlerdir. Bezelye tohumu iyileştirmesinde folik asit konsantrasyonunun hidrojen peroksit

ve/veya folik asit uygulaması arasındaki ilişkileri daha iyi anlamamızı sağlayacak başka denemelere ihtiyaç duyulduğunu vurgulamışlardır.

Ahmad vd. (2014), Askorbik asit (ASA), salisilik asit (SA) ve H₂O₂'in dışsal uygulamasının birinci ürün mısırının morfolojisi, biyokimyasal özellikleri ve tane verimi üzerindeki rolünü araştırmak için iki farklı deneme (saksı ve tarla) yürütmüşlerdir. Saksı denemesi Faisalabad, Pakistan Ziraat Üniversitesi Mahsul Fizyolojisi Anabilim Dalı'nın çalışma alanında kumla doldurulmuş saksılarda gerçekleştirilmiştir. Arazi denemesi ise Uygulama İstasyonunda yapılmıştır. Deneme materyali olarak Hi Sawn 9697 hibriti mısır çeşidi kullanmışlardır. Saksı denemesinde, ASA, SA ve H₂O₂'nin (her biri 0, 20 ve 40 mg/l) yaprak spreyi olarak 3 yaprak aşamasında (ekimden 18 gün sonra) uygulanmıştır. Ekimden 35 gün sonra, her saksıdan beş üniform fide hasat edilmiş; fide gücü ve antioksidan aktivitesi için analiz edilmiştir. Arazi denemesinde ise, ASA, SA ve H₂O₂ tohum kaplaması veya yaprak spreyi olarak uygulanmak suretiyle üç işlem uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarında; saksı denemesinde, ASA, SA ve H₂O₂'nin her konsantrasyonda yaprağa uygulanması, mısırdaki fide büyümesini, yaprak suyunu, klorofil b içeriğini, membran stabilitesini ve enzimatik antioksidan aktivitelerini iyileştirdiği görülmüştür. Tarla denemesinde, bu maddelerin tohum hazırlama veya yaprak spreyi yoluyla uygulanması, mısırın morfolojik, verimle ilgili özelliklerini ve tane verimini iyileştirdiğini belirtmişlerdir. Ancak, tohum kaplamanın yapraktan uygulamadan daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Sonuç olarak, düşük sıcaklık stresi altında ASA, SA ve H₂O₂ ile tohum hazırlama yöntemiyle mısır verimliliğinin artırılabilir olduğunu ifade etmişlerdir.

Mahmoud (2015), hidrojen peroksitin iki buğday çeşidinin [Gemaiza 9 (G9) and Sakha 93 (S93)] tuz tolerans tepkisi üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla serada yürüttüğü çalışmada, alüvyonlu toprakla doldurulmuş 1 m² alana sahip 40 ayrı parselde 18 g tohum (ortalama 372 tohum) ekmiştir. G9 çeşidi tuzluluğa hassas çeşit iken S93'ün tuzluluğa toleransı yüksek bir çeşit olduğunu belirtmiştir. Farklı sulama suyu tuzluluk (0.65, 10 ve 15 dS/m) seviyelerine iki farklı H₂O₂ seviyesi (0,1 ve 0,2 mM) uygulamıştır. Tuzlu suya H₂O₂ ilavesi, G9 buğday bitkilerini, H₂O₂ uygulanmamış tuz stresli bitkilere kıyasla daha fazla çözünür şeker üretmesini sağlarken, S93' te belirgin bir etki görülmediğini bildirmiştir. Sulama suyuna H₂O₂ ilavesi, tüm sulama suyu tuzluluk seviyelerinde G9' un hem biyokütle hem de tane verimini artırırken, toleranslı çeşit olan S93' ün verimini düşürdüğünü

belirtmiştir. H_2O_2 'nin tuzlu suya erken büyüme aşamalarında eklenmesi, bitki büyümesini ve tuza duyarlı buğday çeşitlerinin verimini artırabileceğini vurgulamıştır.

2.2. Kaliteyi Artırmaya Yönelik Çalışmalar

Ahmad vd. (2015); ASA, SA ve H_2O_2 ile tohum kaplamanın en düşük sıcaklıkta bahar mısırının fide büyümesini iyileştirmesine yönelik Pakistan, Faisalabad, Ziraat Üniversitesi, Mahsul Fizyolojisi Anabilim Dalında bir çalışma yapmışlardır. Deneme farklı seviyelerde (0, 20 ve 40 mg/l) ASA, SA ve H_2O_2 ile tohum kaplaması olarak üç uygulamadan oluşmaktadır. Deneme sonucunda; her üç uygulama ile tohum kaplamanın, düşük sıcaklıklarda fidelerin büyümesini iyileştirdiğini belirlemişlerdir. Aynı şekilde ASA, SA ve H_2O_2 ile tohum hazırlamanın, antioksidan savunma sistemini ve besin homeostazını tetikleyerek fide oluşumunu iyileştirdiğini saptanmışlardır. 20 mg/l veya 40 mg/l H_2O_2 , ASA ve SA çözeltisi ile tohum hazırlama süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesini uyararak, kök ve sürgündeki besin içeriğini geliştirerek mısırdaki maksimum tohum çimlenmesini sağladığını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, 20 mg/l H_2O_2 , ASA ve SA'nın tohum hazırlama için uygun konsantrasyon olduğu sonucuna ulaşıldığını rapor etmişlerdir.

Kucerová vd. (2021), yapmış oldukları bir çalışmada, plazma aktif suyun marul bitkisi üzerindeki etkisini incelemiş ve plazma aktif suyundaki rollerini değerlendirmek için çeşitli konsantrasyonlardaki H_2O_2 ve/veya NO_3^- çözeltilerinin etkisiyle karşılaştırmışlardır. Çalışmada, saksılara önceden yetiştirilmiş marul bitkilerini, musluk suyundan elde edilmiş olan plazma aktif su (PAW), H_2O_2 ve NO_3^- çözeltileriyle sulamış ve 5 hafta sonra büyüme parametreleri, yaprak sayısı ve kalitesini, bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarını, fotosentetik pigment (klorofil a+b) içeriğini, fotosentetik hız ve antioksidan enzimlerin (süperoksit dismutaz, SOD) aktivitelerini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda; kimyasal olarak eşdeğer H_2O_2 ve NO_3^- çözeltilerine kıyasla PAW ile sulanan marul bitkilerinin benzer kuru ağırlığa sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, PAW daha yüksek fotosentetik pigment içeriğine, daha yüksek fotosentetik hız ve daha düşük SOD aktivitesine neden olduğunu vurgulamışlardır. NO_3^- 'ün esas olarak kuru ağırlığın, fotosentetik pigment içeriğinin ve fotosentetik hızın artmasına, bitkilerin genel olarak daha iyi görünmesine katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. H_2O_2 'nin, kuru ağırlığın artmasına ve SOD aktivitesinin indüklenmesine katkıda bulunduğunu da eklemişlerdir. Genel olarak H_2O_2 ve

NO₃' ün uygun konsantrasyonlarda bitki büyümesini uyarabileceği ve fizyolojik özelliklerini etkileyebileceğini belirtmişlerdir.

2.3. Hastalık ve Zararlılara Karşı Yapılan Çalışmalar

Tenientea vd. (2018), Meksika'da yaygın olarak bulunan, biberin (*Capsicum annuum* L.) başlıca viral patojeni olarak kabul edilen ve beyaz sinekle bulaşan Papper Golden Mosaic Virus (PepGMV)' ün biber bitkisinde enfeksiyona karşı direncinin uyarılmasında H₂O₂ dışsal uygulamasının etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın ilk aşaması olarak bitkiler yetiştirilirken 4 - 6 yapraklı bitkilere iki haftada bir üç farklı konsantrasyonda (6, 14 ve 18 mM) H₂O₂ uygulamışlardır. Daha sonra, pozitif hastalık kontrol bitkilerini musluk suyuyla sulamış ve ilk H₂O₂ uygulamasından hemen sonra PepGMV aşımışlardır. Negatif hastalık kontrol bitkilerini ise pBluescript plazmidi kullanılarak biyolistik olarak sahte aşımış, musluk suyuyla sulamış veya on beş günde bir uygulanan aynı konsantrasyonda H₂O₂ uygulamışlardır. Başka bir negatif hastalık kontrol grubunu ise aşılama olmadan sadece üç konsantrasyonda H₂O₂ uygulaması yaparak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, değerlendirilen üç konsantrasyondaki H₂O₂ uygulamalarının, doza bağlı bir şekilde tüm denemeler sırasında bitkilerde önemli semptomatik azalmalara sebep olduğunu, bu sonuçların H₂O₂' nin dışsal yaprak uygulamalarının biber bitkilerini PepGMV enfeksiyonuna karşı koruduğunu ve bitki konak savunma sistemini uyardığını belirtmişlerdir.

Moore vd. (2011), *S. Enterica serovar* Newport ile aşımış dört tip organik yapraklı yeşillik (organik marul, iceberg, salkım ıspanak ve bebek ıspanak) üzerinde farklı antimikrobiyal bitki özü-konsantre formülasyonlarının etkinliğini değerlendirmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, her yaprak numunesi yıkanarak *Salmonella* Newport (106 CFU/ml) ile daldırılarak aşımış ve kurutulmuştur. Daha sonra belirli oranlarda hazırlanan zeytin özü, elma, ebeğümece ve hidrojen peroksit konsantreleri uygulanarak çıkan sonuçları değerlendirmişlerdir. Bu sonuçlara göre; *Salmonella* Newport'a karşı test edilen doğal bitki özü uygulamalarının antimikrobiyal aktivitesinin hem konsantrasyona hem de zamana bağlı olduğu belirtmişlerdir. Ek olarak, daldırma işlemi, ürünün klorlu suya batırıldığı geleneksel taze ürün yıkama işlemlerine benzer olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca

daldırma işleminin, diğer çalışmalarda bakterilerde en büyük azalmayı gösterdiğini belirtmişlerdir.

Sichela vd. (2009), mantarlar ve dezenfeksiyon için ilk kez H₂O₂ ve güneş ışığının sinerjik öldürücülüğünü kullanarak H₂O₂ dezenfeksiyon konsantrasyonlarının nasıl önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, her yerde bulunan pito ve insan patojenik mantarı olan *Fusarium solani* sporları üzerinde deneyler yapmışlardır. Ağırlıkça %35 oranına sahip H₂O₂ kullanılmış ve doğrudan reaktör suyunda seyreltilmiştir. Bu çalışmalar, inaktivasyonun gerçekleştiği kimyasal ortamın, fitopatogenik mantarların ortaya çıkarabileceği sulama suyuna olabildiğince benzemesi için doğal kuyu suyu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda; kombine güneş ve H₂O₂ dezenfeksiyonunun laboratuvar ve CPC (bileşik parabolik toplayıcılar) reaktör ölçeğinde düşük güneş ışınımı altında bile *F. solani*' ye karşı etkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu bulgunun, sadece damıtılmış suda değil, aynı zamanda gerçek kuyu suyunda da kanıtlandığını belirtmişlerdir. *F. solani* sporlarının H₂O₂+solar UV' ye duyarlılığı, bu yöntemin mantar dezenfeksiyonu için uygunluğunun ilk kanıtı olduğunu vurgulamışlardır.

Alakhdar ve Shoala (2021), iki benekli örümcek akarı *Tetranychus urticae* ile tarla istilası altında morfolojik özellikler ve verim için Adi Fasulye' nin (*Phaseolus vulgaris* L.) üç çeşidinde (Nebraska, Paulista ve Valentino) H₂O₂ uygulamasının performansını incelemek için 2019 sezonları boyunca deneme yapmışlardır. Deneme tasarımı üç tekrarlı, rastgele tam blok şeklinde planlanmıştır. H₂O₂ 1 mM ve 1,5 mM' lik konsantrasyonlarda üç farklı fasulye çeşidine eksojen olarak uygulanmıştır. H₂O₂ eksojen uygulaması, Reaktif Oksijen Türleri (ROS)' nin sinyal iletimini iyileştirdiğini, bunun da daha sonra hücresel seviyenin ve tüm bitkinin direncini geliştirdiğini belirtmişlerdir. H₂O₂ eksojen uygulamasına yanıt olarak hücrelerde ROS veya hidrojen peroksit artışının, akarlar için toksik olabileceğini, beslenmesini ve ardından akarların üremesini etkilediğini gözlemlemişlerdir. H₂O₂' nin belirli bir konsantrasyonda eksojen uygulanmasının, mahsul verimini ve örümcek akarlarına karşı direnci arttırmada etkileşimleri indüklediğini belirtmişlerdir.

El-Saedy vd. (2019), Valencia portakal ağaçlarında abamektin, bor, kitosan, hidrojen peroksit ve *Bacillus thuringiensis*'in narenciye nematoduna karşı nematisidal etkisini

incelemek amacıyla arka arkaya 2017 ve 2018 sezonlarında çalışma yapmışlardır. Çalışma, Mısır' ın El-Behera eyaleti Nubaria'da narenciye nematodu ile istila edilmiş bir Valencia portakal bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar, yüzeyden 10 cm derinliğe döşenmiş damla sulama sistemi ile sezonda iki kez uygulanmıştır. Birinci Uygulama araştırmanın başlangıcında (Nisan ayında), ikinci uygulama ise 3 ay sonra (Ağustos ayında) yapılmıştır. Çalışma sonucunda; abamektin, bor ve test edilen diğer bileşiklerin narenciye nematoduna karşı önemli bir nematisidal aktiviteye sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca bu uygulamaların, işlem görmemiş ağaçlara (kontrol denemesi) kıyasla portakal ağaçlarının meyve verimini ve meyve kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiğini saptamışlardır.

2.4. Düşük Kalite Sulama Suyunun Kullanılmasına Yönelik Çalışmalar

Tonegawa vd. (2003), yaptıkları çalışmada peroksidaz aktivitesi taşıyıcısı olarak kıyılmış yaban turpu (*Armoracia rusticana*) kullanılarak 2,4-diklorofenolün (2,4-DCP) sudan uzaklaştırılmasını kolaylaştırmak için katkı maddeleri kullanmışlardır. Polietilen glikol (PEG), seçilmiş yüzey aktif maddeler, kitosan jel veya aktif karbon gibi katkı maddelerinin kullanımının, organik bileşiklerle kirlenmiş suyun enzimatik arıtımını iyileştirdiğini göstermişlerdir. Kirletici çözeltilerin (5 veya 10 mL) üçlü örnekleri farklı katkı maddeleri ile değiştirilmiş, kıyılmış yaban turpu kökleri (veya iki kapalı kitosan filmi arasına kapatılmış yaban turpu parçaları) ve H₂O₂ ile inkübe edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda; kıyılmış yaban turpu, H₂O₂ ve katkı maddelerinin, sulu çözeltilerden fenollerin uzaklaştırılması ve aynı zamanda arıtılmış suyun kalitesinin iyileştirilmesi için umut verici bir kombinasyon olduğunu kanıtlamışlardır. Ancak, katkı maddelerinin seçimi ve belirli durumlar için (örneğin kirletici kombinasyonları, çevresel koşullar, kirlilik miktarı vb.) uygulama yöntemlerinin geliştirilmesi daha ileri çalışmaları gerektirdiğini belirtmişlerdir.

Taş vd. (2016), sera koşullarında yapmış oldukları bir çalışmada, atıksu arıtma tesisi çıkış suyunu farklı hijyen arıtmalarına (kontrol, aktif karbon arıtma (AC), AC+ H₂O₂ ve ozon) tabi tutmuşlardır. Araştırma sonucunda H₂O₂ uygulanan konunun bitki boylarının diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bunu ozon ve AC + H₂O₂ uygulamalarının izlediğini belirtmişlerdir. Bu durumun nedenini, H₂O₂ yapısındaki oksijenin, atık suyun oksijen içeriğini arttırmış olmasına bağlamışlardır. Ayrıca çalışmada, H₂O₂ uygulamasının, atık suların oksijen konsantrasyonlarını önemli ölçüde iyileştirdiğini

ve bu tür çalışmaların özellikle yüzey ve yüzey altı damla sulama uygulamalarında biyofilm oluşumunu ve damlatıcı tıkanmasını da önleyeceğini vurgulamışlardır.

2.5. Kısıntılı Sulama Konusuna Yönelik Çalışmalar

Orabi vd. (2018), farklı sulama suyu seviyelerinde yetiştirilen kanola bitkilerinin büyüme, verim ve antioksidan savunma sistemi üzerine H_2O_2 püskürtmenin etkisini değerlendirmek için 2013/2014 kış sezonunda Mısır, Dokki, Ulusal Araştırma Merkezi serasında bir saksı denemesi yapmışlardır. Bu deneme üç sulama aralığı seviyesi (D4, D8 ve D12) ve üç dışsal H_2O_2 uygulaması (H0, H1 ve H2) arasındaki tüm kombinasyonları içeren 9 uygulamayı içermektedir. Çalışma sonucunda; sulama aralıkları genişletilerek su stresi, serbest radikal ve lipid peroksidasyonu olarak H_2O_2 ' nin arttırıldığını, ancak bu durumun büyümeyi ve verimi olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Ancak düşük konsantrasyonlarda H_2O_2 uygulamasının, antioksidatif savunma sistemini iyileştirmek için bir sinyal molekülü görevi görmesinin yanı sıra en yüksek büyüme ve verimin elde edildiğini eklemişlerdir. Bu nedenle, düşük konsantrasyonda H_2O_2 uygulamasının, kanola bitkilerinin sulanması arasındaki uzun sürelerden kaynaklanan kuraklık stresine karşı bitkilerin direnmesine yardımcı olabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Sarıyev vd. (2020), Adana'da yapmış oldukları bir çalışmada, yüzey altı damla sulama yöntemi ile farklı su kısıtı (%100 ve %70) ve H_2O_2 (0 ppm, 250 ppm, 500 ppm) enjeksiyonunun mısır bitkisinde verim ve verim özellikleri üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Araştırmada sulamalar elverişli toprak neminin %50'si tüketildiğinde tarla kapasitesine getirilerek (%100), tam su kısıtı (%70) olacak şekilde uygulanmıştır. H_2O_2 mısır bitkisinde büyüme mevsimi boyunca gelişme dönemlerine göre 3 kez uygulanmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek mısır veriminin tam su konusu ve 250 ppm H_2O_2 uygulamasının olduğu konudan elde edildiğini ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda kısıtlı su koşullarında H_2O_2 konsantrasyonu farklı olsa bile, sulama suyu yoluyla toprağa enjekte edildiğinde, bitki büyümesi, verimi parametreleri ve su kullanım randımanını optimum iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

2.6. Diğer Stres Faktörlerine Karşı Yapılan Çalışmalar

Sohag vd. (2020), bu çalışmada, çeltikte (*Oryza sativa* L.) kuraklık toleransı sağlamada dışsal H₂O₂ ve SA'nın nispi etkinliğini araştırmışlardır. Denemeyi, ilk olarak hidrofonic sistemde ve ikinci olarak toprakta olmak üzere iki kez tekrarlamışlardır. Hidrofonic sistem denemesinde tohumları karanlıkta H₂O₂ (5 ve 10 mmol/l) veya SA (0,5 ve 1 mmol/l) solüsyonunda 24 saat bekletmişler ve ardından 20 ml su veya 7 gün için %15 PEG-6000 içeren Petri kaplarında inkübasyon yapmışlardır. Fide aşamasında, 7 günlük fideler %15 PEG-6000 içeren besin solüsyonuna (Cooper, 1996) maruz bırakmışlar ve H₂O₂ (5 ve 10 mmol/l) veya SA (0,5 ve 1 mmol/l) 1 günlük aralıklarla yapraklara (10 ml/sprey/saksı) uygulamışlardır. Toprak temelli çalışmada ise çimlenmiş tohumları ekmişler ve iyi bir sulamayla 10 gün boyunca büyütmüşler, daha sonra sulamayı durdurup H₂O₂ veya SA (10 ml/sprey/saksı) 1 gün ara ile uygulamışlardır. Bu çalışmaların sonucunda, kuraklığın çimlenme indekslerini, fide büyümesini, fotosentetik pigmentleri ve su içeriğini engellediğini, buna karşın prolin içeriğini artırdığını ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, dışsal H₂O₂ veya SA muamelesi, antioksidan enzimleri yukarı regüle ederek hem hidropnik hem de toprak sistemlerinde çeltik fidelerinde oksidatif hasarı etkili bir şekilde hafiflettiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca dışsal H₂O₂ veya SA fotosentetik pigmentleri kuraklık altında normal fotosentezin korunmasına yardımcı olabilecek oksidatif hasardan koruduğunu ifade etmişlerdir. Son olarak, bulguları dışsal H₂O₂ veya SA'nın kuraklık koşulları altında çeltik fidelerinin değişen büyüme oranlarına eşit olarak etkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Abd Elhady vd. (2021), yürütmüş oldukları bir çalışmada, yüzey altı damla sulama ile farklı su kısıtı (tam ve kısıtlı sulama) ve H₂O₂ uygulamalarının (0, 300, 600 ppm) patates bitkisinde kuraklık stresinin hafifletilmesi, büyüme ve verim özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Denemede, H₂O₂ uygulaması patates yumrularının filizlenmesinden itibaren (ekimden 21 gün sonra) başlamışlar ve olgunlaşma dönemine kadar devam etmişlerdir. Ayrıca sulama periyodunun sonuna kadar her sulamada H₂O₂ enjekte etmişlerdir. Tam sulama seviyesinde hem 300 hem de 600 ppm ile en yüksek verim değerini elde ettiklerini, kısıtlı sulama altında 600 ppm H₂O₂ enjeksiyonunun, kuraklık stresinin bitki büyümesi üzerindeki engelleyici etkilerini hafiflettiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, yumru sayısının kısıt uygulanan konuda 600 ppm H₂O₂ seviyesinde en yüksek olduğu, 300 ppm seviyesinde ise 0 ppm'e göre daha yüksek yumru sayısının elde edildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca patates bitkisinde sulama suyu kullanım etkinliği üzerine etkisi incelemişler ve en

yüksek sulama suyu kullanım etkinliğinin (IWUE), kısıtlı sulama seviyesinde 600 ppm'de H₂O₂ uygulamasında gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Ashfaque vd. (2014), Hindistan' da yaptıkları bir çalışmada, kontrollü koşullarda yetiştirilen ekmeklik buğday çeşidine çimlenmeden 1 hafta sonra farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 100 nM) H₂O₂ ve 100 mM NaCl uygulaması yapmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda, H₂O₂ uygulamasının 30 günlük buğday fidelerinde prolin içeriğini arttırarak stres koşullarına karşı koruma sağladığını saptamışlardır. Ayrıca, prolin artışının bitkilerin ozmotik potansiyeli ve su potansiyelini de arttırdığını belirlemişlerdir. Aynı şekilde, stres altındaki bitkilerin pigment içeriğinde meydana gelen azalmada, H₂O₂ uygulaması sonucu iyileşme olduğunu saptamışlardır. Bitki büyüme parametrelerinde de tuz uygulaması yapılan ve yapılmayan gruplarda iyileşme olduğunu ve tuz stresinin oluşturduğu baskının H₂O₂ uygulaması sonucu azaldığını, buna karşın su tutma kapasitesini, prolin içeriğini, azot asimilasyonunu ve fotosentetik pigmentlerin etkinliğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Silva vd. (2019), fesleğenin (*Ocimum basilicum* L.) tuz stresine alışmasında H₂O₂ kullanımını üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı, fesleğenin tuz stresine toleransı ve uçucu yağ verimi üzerine H₂O₂ uygulamasının etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada uygulamalar kontrol bitkileri T1 (0 mM NaCl ve 0 µM H₂O₂); T2 (80 mM NaCl ve 0 µM H₂O₂); fide aşamasında T3 (80 mM NaCl ve 1000 µM H₂O₂/24 saat); fide aşamasında T4 (80 mM NaCl ve 1 µM H₂O₂/48 saat); fide ve çiçeklenme döneminde T5 (80 mM NaCl ve 1000 µM H₂O₂/24 saat); fide ve çiçeklenme döneminde T6 (80 mM NaCl ve 1 µM H₂O₂/48 saat) olmak üzere 6 işlem ve 5 tekrar ile tamamen tesadüfi bir tasarımda gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, fide döneminde besin solüsyonunda 1 µM H₂O₂/48 saat uygulanması ve bunun çiçeklenme öncesi döneminde tekrar uygulanması fesleğen cv. 'Gennaro de Menta' nın tuz toleransını arttırmada en etkili strateji olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmayla, tuzlu su kullanılan hidroponik sistemlerde fesleğen yetiştiriciliği için besin çözeltilisinde H₂O₂ uygulamasının, biyokütle veya uçucu yağ verimini teşvik etmek için uygun bir teknik olduğunu göstermişlerdir.

Capitulinoa vd. (2022), ekşi şerbetçiotu fidelerinin gaz değişimi ve büyümesi üzerindeki tuz stresinin bir zayıflatıcısı olarak H₂O₂ uygulama biçimlerini değerlendirmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmayı sera koşullarında, beş farklı elektriksel

iletkenlik seviyesi EC_w (0,6 - kontrol, 1,2, 1,8, 2,4 ve 3,0 dS/m) ve dört farklı H₂O₂ uygulaması biçiminde (M1 - H₂O₂ uygulaması olmadan, M2 - Tohum ıslatma ile uygulama, M3 - yaprak püskürtme ile uygulama ve M4 - tohum ıslatma artı yaprak püskürtme ile uygulama) gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada farklı uygulama şekillerinde 20 µM H₂O₂ konsantrasyonu kullanmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda; 0,6 dS/m' nin üzerindeki sulama suyu tuzluluğu, ekimden 145 gün sonra gaz değişimini, ekimden 85 ve 145 gün sonra ekşi şerbetçiotu bitkilerinin büyümesini azalttığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca yapraktan püskürtme ile H₂O₂ uygulama yöntemi, tuz stresinin stoma iletkenliği, terleme ve CO₂ asimilasyon hızı üzerindeki etkisini azalttığını ve tohum ıslatma ile H₂O₂ uygulama yönteminin, ekimden 85 gün sonra ekşi şerbetçiotu'nun büyümesi üzerindeki tuz stresinin zararlı etkilerini azalttığını da gözlemlemişlerdir.

Semida (2016), iki farklı toprak tuzluluğu (EC_e = 7,94 ve 8,81 dS/m) koşullarında iki soğan (*Allium cepa* L.) çeşidinde yapraklarına H₂O₂ uygulanmasının, tuz stresine etkisini incelemek için bir çalışma yapmıştır. Çalışma 2013/14 ve 2014/15 üretim sezonunda Mısır' ın Fayoum Southwest Cairo, Sennoris Bölgesinde yürütülmüştür. Bitkiler 2 gün aralıklarla damla sulama yöntemiyle tam sulama koşullarında sulanmıştır. H₂O₂ üç farklı seviyede (0, 1,0 ve 2,0 µM) bitki yapraklarına püskürtme şeklinde fidelerin dikiminden 20, 40 ve 60 gün sonra uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda; soğan bitkilerinin (Gize Red veya Giza 20 çeşidi), tuz stresi koşullarında bitki büyümesi, üretkenliği ve su kullanım verimliliğinde olumlu artışlar sağladığını belirlemiştir. Ayrıca, bitkilere H₂O₂ uygulamasının fotosentetik sistemi aktive edebileceğini ve yeni ıslah edilmiş tuzlu toprakların olumsuz koşulları altında yetiştirilen bitkilerde fizyolojik özellikleri iyileştirebileceğini öne sürmüştür.

Hemalatha vd. (2017); tuz stresi koşullarında tuza dayanıklı, duyarlı ve orta derecede toleranslı çeltik türlerinin tohumlarına H₂O₂ uygulamasının etkilerini değerlendirmek için bir çalışma yapılmışlardır. Tüm çeşitlerde maksimum çimlenme gerçekleşirken, tuza duyarlı çeltik çeşidinin (ADT (R) 49) daha yüksek NaCl konsantrasyonları altında da çimlenme performansını iyileştirmiştir.

2.7. Su Kullanım Verimliliğini Arttırmaya Yönelik Çalışmalar

Pilar vd. (2009), Avokado bitkisinde yapmış oldukları çalışmada H₂O₂ sulama suyuna enjekte edilmesi ile bitki kök kısmındaki havanın biyokütlesinin ve su kullanım

verimliliğinin önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Çalışmada, yüzey altı damla sulama ile toprağa H₂O₂ uygulanmış ve toprak nemi tarla kapasitesine yakın tutulmuştur. Toprak oksijen içeriğini %16'da tutmak için sulama sistemi aracılığı ile toprağa 1 mg/kg H₂O₂ (%50) çözeltisi enjekte etmişlerdir. Enjeksiyon süresi, toplam sulama süresinin %10'a karşılık gelecek şekilde Bhattarai vd., (2004) tarafından açıklanan metodolojiye göre planlama yapmışlardır. Toprakta oksijen difüzyonunu 15 cm derinliğe yerleştirilen oksijen elektrotları ile sulamalardan önce ve sonra olacak şekilde ölçüm yapmışlardır. Sonuç olarak dört ay boyunca tarla kapasitesine yakın su içeriğinde yönetilen ağır killi toprağa, H₂O₂ enjekte edilmesinin, daha yüksek WUE' nin yanı sıra avokado ağaçlarının hava kısmının biyokütlesinde de artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Araştırmacı, (Gill vd., 2009) sulama sistemi yoluyla toprağa H₂O₂ uygulamasının, su kullanım verimliliğini, nihayetinde bitkilerin büyümesini ve gelişmesini önemli ölçüde artırdığını bildirmiştir. Birkaç araştırmacı ise (Gill vd., 2009, Kozlowski 1997, Hsu vd., 1999) düşük oksijenli topraklardaki bitkilerde, bitkinin fizyolojik sürecini değiştiren ksilem/floem oranında azalma görüldüğünü, ancak YDS (yüzey altı damla sulama) sistemi ile toprağa enjekte edilen H₂O₂'nin bitki kök bölgesindeki oksijen içeriğini artırdığını ve bu durumda ksilem/floem oranının artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

2.8. Farklı Sulama Yöntemleriyle İlgili Yapılan Çalışmalar

Ben-Noah ve Friedman (2016), farklı sulama yöntemlerinde (yüzey altı ve yüzey damla sulama) H₂O₂'nin uygulanabilirliği ile ilgili yapmış oldukları bir çalışmada yüzey altı damla sulamanın toprak oksijen konsantrasyonunu arttırmada yüzey damla sulamadan daha etkili olduğu belirtmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışmada, sulama suyuna H₂O₂ ilavesinin en önemli avantajının, kök bölgesinde elverişli bir atmosfer oluşturmak olduğunu belirtmişlerdir. Denemede peroksit çözeltisinin oksijen depolama kapasitesinin, oksijensiz sudan daha yüksek olduğunu, örneğin, 1 L 800 ppm H₂O₂ çözeltisindeki oksijen miktarının, yaklaşık 375 mg olarak ölçüldüğünü, bunun da 1,56 L atmosferik havadaki veya atmosferik hava ile dengede olan 46,8 L sudaki oksijen miktarına (8 ppm O₂) eşdeğer olduğunu ifade etmişlerdir.

2.9. Donma Toleransını Arttırmaya Yönelik Yapılan Çalışmalar

Wang vd. (2018); yaptıkları bu çalışmada, buğday bitkilerinde SA kaynaklı donma toleransında H₂O₂ ve ABA'nın rolleri ve etkileşimleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada bitki olarak kış buğdayı (*Triticum aestivum* L. cv. Yangmai 16) kullanmışlardır. Çalışmada, optimum dışsal SA konsantrasyonunu belirlemek için 0, 10, 100 ve 1000 mM çözelti, buğday yapraklarına dört yapraklı aşamasındayken 12 saat arayla üç kez püskürtülmüştür. Salisilik asit ön işleminden 12 saat sonra donma stresi uygulanmış ve bitkiler 24 saat boyunca -2 °C/400 mmol/m²/s' de test edilmiştir. SA tarafından indüklenen dışsal H₂O₂ kaynağını araştırmak için, yapraklar uygulamadan önce 8 saat boyunca 5 mM SHAM (hücre duvarı peroksidaz inhibitörü) veya 100 mM DPI (NADPH oksidaz inhibitörü) 100 mM salisilik asit içeren bitkiler ile işlenmiştir. SA kaynaklı donma stresinde H₂O₂ ve absisik asit arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için, yapraklar 100 mM salisilik asit işleminden 8 saat önce 2 mM DMTU (bir H₂O₂ ve OH süpürücü) veya 1 mM FlU (bir absisik asit sentez inhibitörü) ile ön işleme tabi tutulmuştur. 12 saatlik salisilik asit işleminden sonra, bitkiler yukarıda tarif edildiği gibi dondurma işlemine tabi tutulmuştur. Bu uygulamalar sonucunda, hem endojen H₂O₂ hem de absisik asitin (ABA), salisilik asit (SA) kaynaklı donma toleransında önemli roller oynadığını gözlemlemişlerdir. H₂O₂ ve ABA'nın, buğday bitkilerinde SA'nın neden olduğu donma toleransına aracılık etmek için pozitif bir geri besleme döngüsü oluşturabileceğini gözlemlemişlerdir. Son olarak, artan H₂O₂ ve ABA, elektrolit sızıntısını ve hücre zarı peroksidasyonunu azaltmak ve nihayetinde donma stresi altındaki buğdayın fotosentez kapasitesini (Fv/Fm ve ETR) iyileştirmek için soğuğa duyarlı genlerin ekspresyonunu ve antioksidan enzimlerin aktivitelerini yukarıya regüle etmek için savunma yollarını ayrı ayrı tetiklediğini ifade etmişlerdir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 . Materyal

3.1.1. Araştırma Yeri ve Özellikleri

Araştırma, Şeker Enstitüsü Müdürlüğü deneme alanında yürütülmüştür (Şekil 1). Araştırma yeri Ankara-Etimesgut'ta olup deniz seviyesinden yüksekliği 900 m'dir.



Şekil 1. Deneme alanı.

Araştırma Yüzeyaltı Damla Sulama Sistemi ile sulanan alanda yürütülmüştür. Deneme alanı uzunluğu 40 m genişliği ise 28 m'dir. Denemenin yürütüldüğü alan 1120 m²'dir.

3.1.2. Araştırma Yeri İklim Özellikleri

Ankara ilinde yağışlar genellikle kış aylarında gerçekleşmekte, yağış kar ve sulu sephen şeklinde düşmektedir. En fazla yağış Mayıs ve Aralık aylarında alınmaktadır. Yörenin karla kaplı olduğu süre 20-30 gün arasında değişmektedir (Anonim, 2019). Araştırma alanına ait uzun yıllar iklim verileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1.

Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler (1927 – 2017).

Parametre	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)	Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	Ort. Yağışlı Gün Sayısı	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	0,2	4,1	-3,3	2,7	12,1	16,6	-24,9
Şubat	1	6,3	-2,4	3,9	11,1	21,3	-24,2
Mart	5,7	11,4	0,5	5,2	10,7	27,8	-19,2
Nisan	11,3	17,3	5,2	6,5	11	31,6	-7,2
Mayıs	16,1	22,3	9,6	8,5	12,1	34,4	-1,6
Haziran	20,1	26,6	12,8	10,1	8,4	37	3,8
Temmuz	23,5	30,2	15,7	11,4	3,4	41	4,5
Ağustos	23,4	30,3	15,9	10,8	2,6	40,4	5,5
Eylül	18,8	25,9	11,7	9,2	4	37,7	-1,5
Ekim	12,9	19,8	7	6,7	6,8	33,3	-9,8
Kasım	7,1	12,9	2,4	4,6	8	24,7	-17,5
Aralık	2,4	6,4	-0,8	2,5	11,6	20,4	-24,2
Yıllık	11,9	17,8	6,2	82,1	101,8	41	-24,9

Denemenin yapıldığı 2022 sezonu boyunca, sulamalar süresince deneme alanında bulunan otomatik iklim istasyonundan günlük elde edilen iklim verileri Tablo 2’de gösterilmektedir. Yetiştirme sezonu boyunca düşen toplam yağış miktarı 185 mm olarak ölçülmüştür.

Tablo 2.

2022 sezonu sulama süresi boyunca deneme alanında bulunan otomatik iklim istasyonundan günlük elde edilen veriler.

Aylar	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
T_{ort} [°C]	17,9	23,3	18,7	26,9	25,6	18,8	8,3	10,8
T_{max}[°C]	25,8	33,0	26,9	36,3	35,7	28,6	18,7	18,7
T_{min}[°C]	9,1	11,2	13,2	15,0	15,4	9,5	-1,9	3,0
RH_{ort} [%]	50,7	44,7	24,6	34,3	45,7	49,4	60,5	59,3
P [mm]	0,8	11,2	110,4	24,6	13,0	6,2	18,8	0,4
TS_{ort} [°C]	15,1	19,2	20,2	24,4	26,0	21,6	14,4	13,9

Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler ile denemenin yapıldığı 2022 sezonu boyunca elde edilen iklim verileri karşılaştırıldığında; Haziran ve Eylül aylarında ortalama sıcaklık değerlerinin uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerlere oranla daha düşük olduğu, Eylül ayında elde edilen verilerin eşit olduğu ve diğer aylarda 2022 sezonu

boyunca ortalama sıcaklıkların daha yüksek olduğu görülmektedir. İki çizelgede de hava sıcaklıklarını incelediğimizde deneme sezonu boyunca (2022 sezonu) elde edilen sıcaklık değerlerinin uzun yıllar gerçekleşen ortalama sıcaklık değerlerinden düşük olduğu gözlenmektedir.

3.1.3. Araştırma Yeri Toprak Özellikleri

Araştırma alanı toprak tekstürü killi yapıdadır. Kil içeriği %41,6 – 44,2 arasında, silt içeriği %12,9 – 14,8 arasında, kum içeriği ise %41,8 – 43,9 arasında değişim göstermektedir. Toprakların herhangi bir tuzluluk-alkalilik ve drenaj sorunu bulunmamaktadır. Tarla kapasitesi %38,5 – 39,4, solma noktası %21,10 – 21,40 arasında değişim göstermektedir. Kullanılabilir su tutma kapasitesi 61,6 – 63,9 mm arasında değişim göstermekte olup toprak su tutma kapasitesi yüksektir. Deneme yeri toprağının fiziksel ve bazı kimyasal özellikleri Tablo 3 ve 4’te verilmiştir.

Tablo 3.

Araştırma yeri toprak fiziksel özellikleri.

Derinlik (cm)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye	Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)	Tarla Kapasitesi (%)	(mm)	Solma Noktası (%)	(mm)	Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi (mm)
0-30	42,9	44,2	12,9	C	1,18	39,4	139,5	21,40	75,8	63,7
30-60	43,9	41,6	14,5	C	1,19	39,2	139,9	21,30	76,0	63,9
60-90	41,8	43,4	14,8	C	1,18	38,5	136,3	21,10	74,7	61,6

Araştırma yeri toprak kimyasal özellikleri incelendiğinde, pH 7,5 – 7,8 arasında değişim göstererek hafif alkalin özellik göstermektedir (Richards, 1954; Ülgen ve Yurtsever, 1995). EC değeri 0,50 – 1,01 dS m⁻¹ arasında değişerek 60-90 cm derinliklerde çok hafif tuzlu sınıfına girmektedir. Tüm parametreler göz önüne alındığında araştırma yeri toprak yapısında şeker pancarı yetiştirilmesini kısıtlayıcı herhangi bir faktör görülmemektedir.

Tablo 4.

Araştırma yeri toprak kimyasal yapısı.

Derinlik (cm)		0-30	30-60	60-90
pH		7,7	7,8	7,5
EC (dS m ⁻¹)		0,58	0,50	1,01
Çözünebilir İyonlar (me L ⁻¹)	Ca ⁺⁺	1,87	1,28	2.58
	Mg ⁺⁺	0,95	0,63	2.45
	Na ⁺	3,63	3,52	8.50
	K ⁺	0,10	0,11	0.16
	HCO ₃ ⁻	4,19	3,06	3.45
	Cl ⁻	0,95	0,44	3.13
	SO ₄ ⁻²	1,49	2,04	7.11
Değişebilir Katyonlar (%)	Ca	82,36	73,71	54.53
	Mg	10,64	18,92	37.21
	Na	3,85	5,94	7.36
	K	3,15	1,44	0.90
KDK me100g ⁻¹		35,98	37,37	36,33

3.1.4. Araştırmada Kullanılan Sulama Suyu Özellikleri

Araştırmada kullanılan sulama suyuna ait kimyasal özellikler Tablo 5'te verilmiştir. Ayers ve Westcot (1994)'e göre şekerpancari üretimi için uygun özelliklerdedir.

Tablo 5.

Araştırmada kullanılan sulama suyunun kimyasal özellikleri.

pH	EC (dS m ⁻¹)	Kasyonlar (me L ⁻¹)				Top.	Anyonlar (meL ⁻¹)				SAR	Bor (mg L ⁻¹)	Sınıf
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺		CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²			
8,21	1,89	10,10	0,17	3,14	7,10	20,41	0,66	12,20	4,27	3,39	4,46	1,05	T ₃ A ₂

Araştırmada kullanılan sulama suyu analiz sonuçlarına göre EC değeri 1,89 dS/m bulunmuştur. EC değeri 0,750 – 2,250 dS/m değerleri arasında ise sulama suyu yüksek tuzlu su sınıfına girmektedir ancak bu durum şeker pancari yetiştiriciliğini etkilememektedir. SAR değeri 4,46 olarak bulunmuştur ve bu da sudaki sodyum miktarının az olduğunu göstermektedir. pH değeri asitlik ve bazikliğın göstergesidir ve sulama suyunda pH değeri

için tercih edilen aralık 6,5 – 8,4'tür. Bu aralık değerlerine göre araştırma yeri sulama suyunun pH değeri kabul edilebilir düzeydedir. Sulama suyu bor konsantrasyonunda 1,0 mg/l üzerindeki değerler tehlikeli olarak nitelendirilmektedir. Araştırma alanındaki sulama suyu bor konsantrasyonu 1,05 mg/l olarak bulunmuştur ancak şeker pancarı yetiştiriciliği için zararlı bir etki oluşturmamaktadır. Diğer sulama parametrelerinde ise şeker pancarı yetiştiriciliğinde kullanılacak sulama suyunun kullanılmasını kısıtlayıcı herhangi bir yüksek değer bulunmamıştır.

3.1.5. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyalinin Özellikleri

Şekerpancarı (*Beta vulgaris* var. *altissima*), Ispanakgiller (Amaranthaceae) familyasından olup ülkemizde hem hayvan hem de insan beslenmesi amacıyla bolca yetiştirilen iki yıllık otsu bir bitkidir. Kökleri büyük, etli ve yumrudur. %12-20 oranında sakkaroz taşımaktadır. Ülkemizde kültürü yapılarak, şeker üretiminde kullanılmaktadır. Denemede Rhizomania'ya ve nematoda karşı toleranslı olan Annamira çeşidi kullanılmıştır.

3.1.6 Hidrojen Peroksit Uygulaması

Denemede Hidrojen Peroksit uygulamaları Şekil 2' de gösterilen sistemle yapılmıştır. Söz konusu şekilden de görüleceği gibi sıvı haldeki hidrojen peroksit depoya doldurularak pompa ile sisteme verilmiştir. Hesaplana sulama suyunun tamamlanmasına 1 m³ kala arazideki kontrol parsellerinin vanası kapatılmış ve hidrojen peroksit doğrudan pompa yardımıyla peroksit konusunun olduğu parselde verilmiştir. H₂O₂ uygulaması 65 ml/L olacak şekilde yapılmıştır. Depodaki hidrojen peroksitin tamamlanmasına yakın 1 kova su ilave edilmiş ve en son sistemin temizlenmesi için de 10 dakika normal su sisteme verilmiştir. Bu işlemler sırasında hesaplanan sulama miktarı dışına çıkmamıştır. Sulamalar bitene kadar toplam 8 kez hidrojen peroksit uygulaması yapılmıştır.



Şekil 2. Hidrojen peroksit uygulaması için kullanılan pompa ve depo.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak ve Su Örneklerinin Alınması ve Analizi

Toprak kimyasal analizleri için, deneme parsellerinden; deneme öncesinde ve sonrasında toprak burgusu ile 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerinden bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Alınan topraklar havada kurutulduktan sonra öğütülüp 2 mm' lik elekten elenerek laboratuvar analizlerine hazır hale getirilmiştir (Tüzüner vd., 1990). Deneme alanına ait toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bozulmamış toprak numuneleri alınmıştır ve analiz edilmiştir.

3.2.2. Deneme Deseni ve Araştırma Konuları

Araştırmanın yürütülmesi sırasında deneme alanında uygulama konularının tam olarak yerleştirilmesi mümkün olamamıştır. Bu nedenle kontrol grubu uygulamaları olan sulama suyunun %100 ve %125' inin uygulanması konuları, hali hazırda alanda yürütülmekte olan ve aynı araştırma konularına sahip olan ve TÜBİTAK tarafından desteklenen 2210087 nolu projeden yararlanılmıştır. Söz konusu projenin ilk yıl kontrol grubu verileri çalışmanın kontrol grubu verisi olarak dikkate alınmıştır.

Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ana konuları H₂O₂ uygulaması ve kontrol uygulaması üzere 2 konu oluşturmaktadır. Deneme bir yıl süreyle yürütülmüştür. Deneme planı Şekil 3' te verilmiştir. Denemede her bir tekerrür 7 m genişliğinde 9 m uzunluğunda olacak şekilde toplamda 63 m² alan olacak şekilde planlanmıştır.

Yüzey altı damla sulama konularında uygulanacak su uygulama düzeyi birikimli ET_c' nin %100' ü ve %125' i olacak şekilde planlanmıştır. Ekimden sonra tüm parsellerde 60 cm toprak derinliğindeki mevcut nem %20±5 geldiğinde ilk sulamaya başlanmıştır.

Deneme Konuları;

I₁₀₀: : ET_c' nin %100' nün doğrudan uygulanması

IO₁₀₀: ET' nin %100' nün oksijence zenginleştirilerek uygulanması

I₁₂₅: : ET_c' nin %125' nin doğrudan uygulanması

IO₁₂₅: ET' nin %125' nin oksijence zenginleştirilerek uygulanması

Konulu su uygulamaları arazide kurulu bulunan otomatik iklim istasyonundan gerçek zamanlı olarak ölçülen değerlerden “Penman-Monteith” yöntemi ile ET₀ değerleri hesaplanmıştır. ET₀ değerleri bitki katsayısı (K_c) ile düzeltilerek ET_c değerleri belirlenmiştir. Elde edilen ET_c değerlerinin 4 günlük toplamı sulama suyu olarak uygulanmıştır. S₁₀₀ konusuna uygulanacak sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır (Allen vd.,1998).

$$ET_c = K_c * ET_0 \quad (3.1)$$

ET_c=Tahmin edilen bitki su tüketimi(mm),

K_c = Bitki katsayısı, (Şekerpancarı K_{c1}=0.40, K_{c3}=1.23, K_{c4}=0.72)

ET₀= Refereans bitki su tüketimi(mm).

Hidrojen Peroksit uygulaması						Kontrol					
I125			I100			I100			I125		
7.2 m			7.2 m			7.2 m			7.2 m		
1.35 m	4.5 m	1.35 m	1.35 m	4.5 m	1.35 m	1.35 m	4.5 m	1.35 m	1.35 m	4.5 m	1.35 m
Kenar Tesiri	T3	Kenar Tesiri	Kenar Tesiri	T2			T3			T2	
											9 m
											1 m
	T2			T1			T2			T1	9 m
											1 m
	T1			T4			T1			T4	9 m
											1 m
	T4			T3			T4			T3	9 m
											1 m
											40 m

T ile gösterilenler Tekerrür olup aynı zamanda hasat edilecek alanı göstermektedir.

Şekil 3. Deneme planı.

3.2.3. Tarımsal İşlemler

Tarla Hazırlığı: Deneme alanında dörtlü münavebe sistemi uygulanmaktadır. Ön bitkisi buğdaydır. 2021 yılının temmuz ayında buğday hasadından sonra dipkazan çekilip anız bozulmuş, ağustos ayında disk-harrow çekilmiş ve eylül ayında sürülerek bırakılmıştır. Deneme alanında, 19 Nisanda disk-harrow çekilerek toprak havalandırılmış sonrasında 25 Nisanda kürüm çekilerek ekime hazır hale getirilmiştir.

Ekim: Deneme 26 Nisan 2022 tarihinde 8 cm sıra üzerine mibzerle, nemetoda dayanıklı bir çeşit olan Annamira ile ekilmiştir. Ekimden 20 gün sonra çıkış tamamlanmış ve 16 Haziranda 22 cm sıra üzerine teklenmiştir.

Tekleme ve Çapalama: Çıkış tamamlandıktan sonra bitki 2-4 yapraklı dönemde iken 1. çapa (25 Mayıs), 6-8 yapraklı dönemde iken 2. çapa (16 Haziran) ile seyreltilmiş ve 22 cm aralıkta tek bitki kalacak şekilde teklenmiştir.

İlaçlama: Deneme süresince herhangi bir ilaçlamaya gereksinim duyulmadığı için ilaçlama işlemi yapılmamıştır.

Gübreleme: Dekara 24 kg saf azot (%46'lık üre) ve 19 kg saf fosfor atılmıştır.

Hasat: Hasat, iklim şartlarının uygun olduğu ve bitki gelişiminin tamamlandığı 8 Kasım 2022 tarihinde, 4,5x9 m hasat parseli olacak şekilde kenar tesiri pancarlar atılarak elle yapılmıştır. Hasat edilen pancarlar gerekli ölçüm ve analizler için laboratuvara gönderilmiştir.

3.2.4. Meteorolojik Verilerin İzlenmesi

Deneme alanında iklim verileri (sıcaklık, oransal nem, yağış, günlük güneşlenme şiddeti, solar radyasyon, rüzgar hızı vb.) araştırma alanına daha önceki proje kapsamında kurulan otomatik iklim istasyonundan kaydedilmiştir. Sistemde termometre, yağış ölçer, oransal nem ölçer, anemometre ve piranometre cihazları bulunmaktadır. Veriler saatlik olarak bir veri depolayıcıyla kayıt altına alınmıştır. Ayrıca istasyon, günlük olarak “Penman-Monteith” yöntemine göre ET_0 değerlerini de hesaplamıştır.

3.2.5. Bitki Su Tüketimi Hesaplamaları

Toprak su bütçesine göre bitki su tüketimi (ET) hesaplaması her iki toprak su ölçümü arasında kalan zaman dilimi için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Jensen vd., 1990; Allen vd., 1998; Evett, 2002).

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

Eşitlikte I sulama suyu, P yağış, ΔS iki toprak suyu ölçümü arasındaki fark, R yüzey akış ve F kök bölgesi sınırındaki su değişimleridir (yanal su giriş çıkışı, drenaj ve kapilar yükselme) ve tüm birimler mm cinsindedir. Hesaplama etkili kök derinliği 90 cm olarak dikkate alınmış ve 90 cm' den daha derindeki toprak su içeriği artışları drenaj olarak (F kapsamında) değerlendirilmiştir.

3.2.6. Su ve Sulama Suyu Kullanım Etkinliklerinin Belirlenmesi

Mevsim boyunca uygulanan sulama suyu ve verim değerlerinin kaydedilmesiyle birlikte her bir sulama konusu için su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) aşağıda verilen eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır (Howell vd., 1990).

$$IWUE = Y/I \quad (3.3)$$

$$WUE = Y/ETc \quad (3.4)$$

Eşitliklerde;

IWUE: Sulama Suyu Kullanım Randımanı (kg da/mm),

Y: Verim (kg/da),

I: Uygulanan Sulama Suyu Miktarı (mm),

WUE: Su Kullanım Randımanı (kg da/mm),

ETc: Bitki Su Tüketimini (mm) ifade etmektedir.

3.2.7. Su Üretkenliği ve Ekonomik Su Üretkenliği

Bitki su üretkenliği (WP), çeşitli araştırmacıların farklı tanımları ile tanımlanmaktadır (French ve Schultz, 1984, Bessembinder vd. 2005; Passioura, 2006). WP, tükenen veya yön değiştiren suyun hacmi veya değeri üzerindeki ürün miktarı veya değeri olarak tanımlanabilmektedir. WP, gerçek bitki veriminin suyu kullanımına oranı olarak hesaplanır:

$$WP = Y / ETa \quad (3.5)$$

WP = Birim su hacmi bazında kg/m^3 olarak ifade edilir

Y = Verimi (kg/da)

ETa = Gerçek evapotranspirasyonu (m^3/ha)

Proje kapsamında ayrıca Ekonomik Su Üretkenliği de (EWP) belirlenmiştir. Bu amaç için;

$$EWP = GI / IW \quad (3.6)$$

EWP : Ekonomik Su Üretkenliği (TL/m³)

GI : Toplam gelir (TL/ha)

IW : Sulama suyu (m³/ha)

3.2.8. Bitkiye Dayalı Ölçümler ve Gözlemler

Hasat sırasında parsellerinin tamamında rastgele 10'ar bitki seçilerek yaprak boyu (cm), kök (yumru) boyu (cm) ve çapı (cm) kumpasla ölçülüp kaydedilmiştir.

Şeker varlığı, kuru madde, sodyum, potasyum ve amino azot değerleri uluslararası şeker analiz komisyonu (ICUMSA-International Commission of Uniform Methods of Sugar Analysis) tarafından önerilen resmi analiz metotlarına göre çalışan Betalyser sisteminde yapılmıştır. Betalyser sistemi; sucromat, alev fotometre ve testamin cihazlarından oluşmaktadır. Söz konusu bu üç cihaz refraktometre ile birlikte bir bilgisayara bağlı olarak çalışmaktadır. Şeker varlığı analizleri de bu sisteme bağlı sucromatta "Soğuk Digestion Metoduna" göre yapılmakta ve sonuçlar % olarak alınmaktadır.

3.2.9. Verim ve Kalite Parametreleri

Kök Verimi: Hasatta sökülen pancarların baş kısımlarındaki yaprakları kesilerek temizlenmiş, tartılmış ve dekara kök verimleri belirlenmiştir.

Kalite Özellikleri:

Şeker Verimi: Deneme konularından elde edilen şeker verimleri aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır (Icumsa, 1958).

$$\text{ŞV} = (\text{ŞO}/100) \times \text{Kök Verimi} \quad (3.7)$$

Eşitlikte;

ŞV: Şeker verimi (kg/da)

ŞO: Şeker oranı (%)

Kök verimi (kg/da)

Arıtılmış Şeker Oranı ve Arıtılmış Şeker Verimi: Uygun iklim ve toprak şartlarında yetiştirilen şeker pancarı kökünde %15-20 oranında şeker bulunmaktadır ve buna şeker varlığı, digestion veya polar şeker (polarizasyon) denir. Fabrikasyonda yaralanma, kırılma, baş kesimi v.b gibi nedenler bertaraf edildikten sonra polar şeker varlığının %80-85'i Arıtılmış Şeker Verimi (çuvala giren şeker) olarak adlandırılır. Deneme konularındaki arıtılmış şeker oranı (AŞO) ve arıtılmış şeker verimi (AŞV) aşağıdaki eşitliklere göre hesaplanmıştır (Reinefeld vd., 1974):

$$AŞO = P - [0.343(Na + K) + 0.094 X AA + 0.29] \quad (3.8)$$

$$AŞV = AŞO/100 X Kök verimi \quad (3.9)$$

Eşitliklerde;

P: Polar şeker (%)

K: Potasyum (mmol / 100g kök)

Na: Sodyum (mmol / 100g kök)

AA: Amino Azot (mmol / 100g kök),

Kök verimi (kg/da)

3.2.10. İstatistiksel Değerlendirme

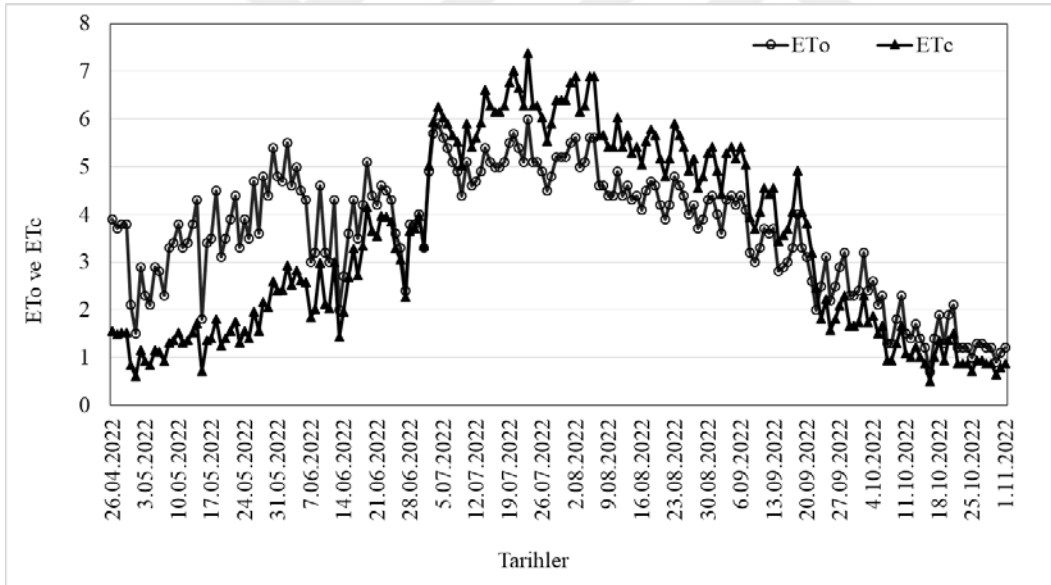
Deneme konularından elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analiz sonuçlarında önemli çıkan parametrelere çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bitki Su Tüketimindeki Değişim

Denemede sulama suyu hesaplamasında kullanılan referans bitki su tüketim (ET_0) değerleri deneme alanında bulunan otomatik iklim istasyonundan alınmıştır. İstasyonda referans ET_0 değerleri FAO Penman-Monteith (PM) eşitliğine göre hesaplanmıştır. Otomatik iklim istasyonundan alınan referans ET_0 değerleri bitki katsayısı (k_c) ile düzeltilerek şeker pancarının tahmini bitki su tüketim (ET_c) değerleri elde edilmiş ve bu değerler sulama suyu miktarı olarak bitkiye uygulanmıştır. Otomatik iklim istasyonunda ölçülen meteorolojik verilerden hesaplanan ET_0 değerleri ve şeker pancarı için hesaplanan ET_c değerlerindeki değişimi Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4. Referans bitki su tüketimi (ET_0) değerleri ve bitki evapotranspirasyonu (ET_c) değerleri.

Söz konusu şekilde en yüksek ET_0 değerlerinin Temmuz ayında hesaplandığı görülmektedir ve buna bağlı olarakta hesaplanan en yüksek ET_c değeri de Temmuz ayından elde edilmiştir. 26.04.2022 tarihinde pancar ekimi yapılmış olup 10 mm can suyu (intaş suyu) tüm konulara eşit olacak şekilde uygulanmıştır. Deneme konularına uygulanan sulama suyu tarihleri ve uygulanan miktarları Tablo 6’ da gösterilmiştir. Söz konusu tablodan da

görülebileceği gibi sulamalar haftada iki gün olacak şekilde (Pazartesi ve Perşembe) yapılmıştır. Yetiştirme sezonu boyunca ET_c'nin tamamının uygulandığı konuya (%100) 327 mm ve ET_c'nin %125'inin uygulandığı konuya ise 406 mm sulama suyu uygulanmıştır. Şekerpancarında son sulama uygulamaları hasattan bir ay önce sonlandırılmıştır.

Tablo 6.

Deneme süresince uygulanan sulama suyu miktarları (mm).

Sulama Tarihleri	Sulama (mm)	
	100%	125%
26.04.2022	10.0	10.0
21.07.2022	57.0	71.3
25.07.2022	19.9	24.9
28.07.2022	17.8	22.3
1.08.2022	25.1	31.4
4.08.2022	19.8	24.8
8.08.2022	14.9	18.6
11.08.2022	16.5	20.6
15.08.2022	22.2	27.7
18.08.2022	15.8	19.7
22.08.2022	21.4	26.8
25.08.2022	15.7	19.7
29.08.2022	19.2	24.1
1.09.2022	15.5	19.4
5.09.2022	20.0	25.1
8.09.2022	15.6	19.5
Toplam (mm)	327	406

Görgişen vd. (2020), şeker pancarında yüzey altı damla sulama sistemi kullanarak yaptıkları kısıntılı sulama çalışmasında S₁ (%100 ET_c'nin uygulanması), S₂ (ET_c'nin %80'inin uygulanması), S₃ (ET_c'nin %60'ının uygulanması), S₄ (ET_c'nin %40'ının uygulanması) konularında uygulanan sulama suyu miktarlarını 2017 yılı için sırasıyla 439 mm, 353 mm, 267 mm ve 182 mm; 2018 yılı içinse 437 mm, 355 mm, 273 mm ve 190 mm olarak bildirmişlerdir. Yine söz konusu çalışmada mevsimlik bitki su tüketimlerini sırasıyla 2017 yılında 700 mm, 623 mm, 545 mm 464 mm, 2018 yılında ise 745 mm, 673 mm, 602 mm ve 530 mm olarak bulmuşlardır. Tarı vd. (2016), farklı sulama programlarının şeker pancarında kaliteye etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada, deneme konularının sulama suyu miktarları 279 mm ile 668 mm arasında, bitki su tüketimi miktarlarının da 520 mm ile

827 mm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Hassanli vd. (2010), yaptıkları çalışmada yüzey altı damla, yüzey damla ve karık sulama sistemlerini kullanmış ve sulama suyu miktarlarını sırasıyla 814 mm, 852 mm ve 1140 mm olarak bulmuşlardır. Köksal (2006), yaptığı bir çalışmada yağmurlama sulama yöntemini kullanmış ve yetiştirme dönemi boyunca 2004 yılında S6 (Şeker pancarı yaklaşık 15 cm boya ulaşana kadar sulama suyu uygulanmış, sonra sulama yapılmamıştır.), S5 (S1 konusuna verilen sulama suyunun % 10'unun uygulanması), S4 (S1 konusuna verilen sulama suyunun % 25' inin uygulanması), S3 (S1 konusuna verilen sulama suyunun % 50'sinin uygulanması), S2 (S1 konusuna verilen sulama suyunun % 75' inin uygulanması) ve S1 (12 günde 1 defa, 0–90 cm derinliğindeki mevcut nem TK'ya tamamlayacak miktarda sulama suyu uygulanması) deneme konularına sulama düzeylerine göre 14 (9+5) adet sulamayla sırası ile toplam 65 mm, 146 mm, 265 mm, 464 mm, 665 mm ve 865 mm ; 2005 yılında S6, S5, S4, S3, S2 ve S1 deneme konularına sulama düzeylerine göre 13 (9+4) adet sulamayla sırası ile toplam 80 mm, 157 mm, 269 mm, 460 mm, 647 mm ve 837 mm sulama suyu uygulamıştır. Urgan (2017), Eskişehir koşullarında damla sulama ile sulanan şekerpancarında su verim ilişkileri, su tüketimi ve su kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada S1 (%40), S2 (%60), S3 (%80), S4 (%100) ve S5 (%120) sulama konularında sulama suyu miktarlarını sırasıyla 333 mm, 445 mm, 558 mm, 670 mm, 783 mm olarak bulmuştur. Yine aynı çalışmada bitki su tüketimleri sırasıyla 463 mm, 586 mm, 659 mm, 812 mm, 891 mm olarak bildirilmiştir. Yüzey altı damla sulamayla şeker pancarında su tasarrufu ve verimi arttırmaya yönelik yapılan bir çalışmada yüzey altı damla sulamada %100 sulama konusuna 444 mm ve %80 konusuna 370 mm su uygulanmıştır (Sakellariou-Makrantonaki vd., 2002). Yapılan çalışmalar incelendiğinde H₂O₂ konusunda yapılan bu çalışmada uygulanan sulama suyu miktarları diğer çalışmalara oranla daha azdır. Ancak konulu sulamalara iklim şartlarından dolayı diğer çalışmalardan yaklaşık 1 ay (18 Temmuz) geç başlamıştır. Bu nedenle bu çalışma sonucunda sulama suyunun daha az ve verimli kullanıldığı ile ilgili net bir yorum yapılamamaktadır.

4.2. Su Kullanım Etkinlikleri

Sulama suyu miktarı, bitki su tüketimleri ve pancar verimleri dikkate alınarak hesaplanan kontrol ve H₂O₂ konularına ilişkin sulama suyu kullanım (IWUE) ve su kullanım etkinlikleri (WUE) değerleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7.

Su kullanım (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinlikleri (IWUE) değerleri.

Uygulama	I	ETa	Verim (t/da)	IWUE	WUE	Ekonomik Su Üretkenliği (EWP) (\$ m ⁻³)
IO ₁₂₅	396	584	8,724	22,03	14,93	1,11
IO ₁₀₀	317	566	7,728	24,38	13,65	1,23
I ₁₂₅	396	584	7,898	19,94	13,52	1,01
I ₁₀₀	317	566	6,827	21,54	12,06	1,09

Hesaplanan WUE değerlerine göre en yüksek değer H₂O₂ uygulamalarında hesaplanmıştır. En yüksek WUE değeri 14,93 kg/m³ olarak IO₁₂₅ konusunda belirlenmiştir. IWUE ise en yüksek 24,38 kg/m³ IO₁₀₀ konusundadır. Elde edilen veriler doğrultusunda yapılan hesaplamalar sonucu, 1 m³ su uygulamasında ekonomik su üretkenliği 1,23 dolar olarak en yüksek IO₁₀₀ konusunda elde edilmiştir. Bunu 1,11 dolar olarak IO₁₂₅ konusu takip etmektedir. En düşük ekonomik su üretkenliği ise 1,09 ve 1,01 dolar olarak I₁₀₀ ve I₁₂₅ konularında hesaplanmıştır.

Şahin vd. (2014), damla sulama ile sulanan şeker pancarında farklı sulama teknikleriyle su kullanımı ve verim tepkilerinin değerlendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada IWUE değerini sırasıyla 12,1 kg/m³ ve 16,3 kg/m³ olarak hesaplamışlardır. Özbay ve Yıldırım. (2019), şeker pancarının farklı sulama düzeylerine tepkisi ve damla sulama sistemi altında yaprağa mikro besin uygulanması konusunda yaptıkları çalışmada WUE değerlerini sırasıyla 15,12 kg/m³, 11,4 kg/m³ ve 13,1 kg/m³ olarak bildirmişlerdir. Mengistu vd. (2014), Ukranya'da yaptıkları şeker pancarının damla sulama sistemiyle sulandığı koşulda WUE değerini 3,91 – 9,44 kg/m³ olarak bulmuşlardır. Topak vd. (2011), farklı sulama rejimlerinin şeker pancarı verimine, kalitesine ve su kullanım etkinliğine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada WUE değerini 7,46 – 8,32 kg/m³ ve IWUE değerlerini 7,91 – 11,5 kg/m³ olarak bildirmişlerdir. Uygan (2017), yaptığı çalışmada WUE değerlerini 13,8 – 18,7 kg/m³, IWUE değerini ise 17,8 – 22,1 kg/m³ aralığında bulmuştur. Baigy vd. (2012), WUE değerini %100 konusunda 8,4 kg/m³, %75 konusunda 8,5 kg/m³, %50 konusunda 10,5 kg/m³ olarak raporlamışlardır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde Özbay ve Yıldırım (2019), yaptıkları çalışmada sulama kullanım etkinliğini (WUE) 15,12 kg/m³ olarak, Uygan (2017) ise 18,7 kg/m³ olarak H₂O₂ uygulamasına kıyasla daha yüksek bir

değerde elde etmişlerdir. Diğer çalışmalara bakıldığında ise en yüksek WUE ve IWUE değerlerinin H₂O₂ uygulamasından elde edildiği söylenebilir.

4.3. Bitki Morfolojik Ölçümleri

Hasat sonrası her konudan 4 tekrardan 10 adet şeker pancarı rastgele seçilmiş (Şekil 5), bitki köklerinin boyları ve çapları dijital kumpas ile ölçülmüştür.



Şekil 5. H₂O₂ konusundan rastgele seçilen şeker pancarları.

Rastgele seçilen pancarların kök boy ve çaplarının ölçümü sonucu elde edilen veriler Tablo 8' de verilmiştir. Söz konusu tablo incelendiğinde en uzun kök-gövde boyu IO₁₀₀ ve IO₁₂₅ konularında saptanmıştır. En büyük kök-gövde çapı IO₁₀₀ konusundan elde edilmiştir.

Tablo 8.

Bitki köklerinin boy ve çaplarının maksimum, minimum ve ortalama değerleri (cm).

	I100	I125	IO100	IO125
B_{mak} (cm)	33	35	42	42
B_{min} (cm)	24	26	28	29
B_{ort} (cm)	29,9	31,8	34,7	35,1
Ç_{mak} (cm)	137,2	143,4	159,3	117,1
Ç_{min} (cm)	98,3	44,6	91,8	82,8
Ç_{ort} (cm)	116,4	124,01	120,9	104,3

Ölçümlerin sonuçlarında kök-gövde boy ve çaplarının varyans analizi yapılmıştır (Tablo 9 ve 10).

Tablo 9.

Bitki kök boyu (cm) varyans analiz tablosu.

V.K.	S.D.	K.T.	F Oranı	Olasılık > F
Konu	1	484,00833	56,2418	<,0001*
Uygulama	1	39,67500	4,6102	0,0340*
Tek	9	108,20833	1,3971	0,1985
Konu*Uygulama	1	18,40833	2,1391	0,1465

Tablo 10.

Bitki kök çapı (cm) varyans analiz tablosu.

V.K.	S.D.	K.T.	F Oranı	Olasılık > F
Konu	1	1735,8413	10,8636	0,0013*
Uygulama	1	614,1783	3,8438	0,0525
Tek	9	2169,3299	1,5085	0,1541
Konu*Uygulama	1	4401,9853	27,5495	<,0001*

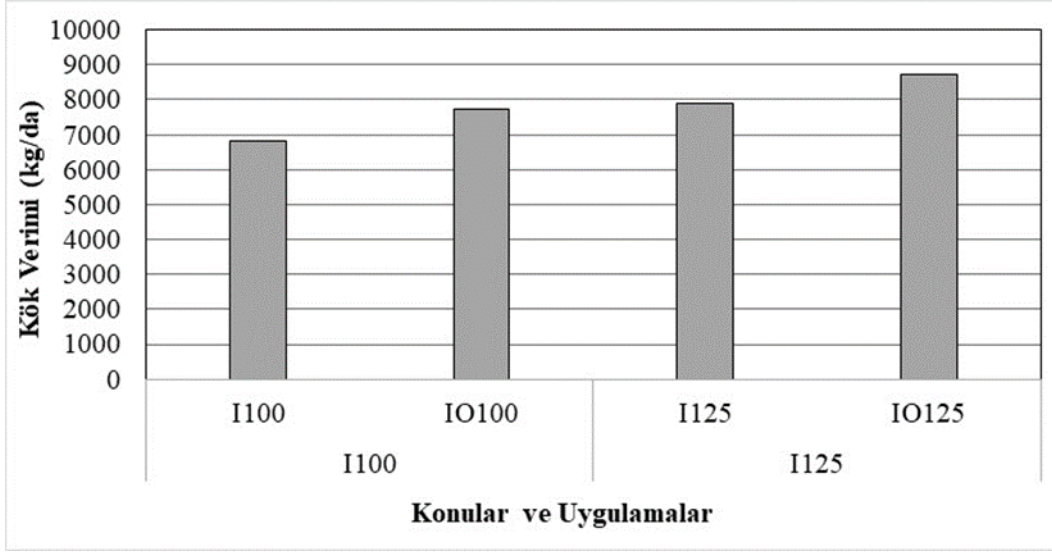
Tablo 9 incelendiğinde uygulamalar arası anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Tablo 10' da ise hem konular arasında hem de konular ve uygulamaların birleşiminde anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Kulan ve Kaya (2016), kaplanmış ve çıplak olan şeker pancarı tohumlarının performansını belirlemek için yaptıkları çalışmada kök-gövde boy uzunluğunu 21,9 – 24,1 cm aralığında, kök-gövde çapını ise 10,7 – 11,6 cm aralığında bulmuşlardır. Kulan vd. (2016), yaptıkları araştırmada Agnessa, Bison, Calixta, Esperanza, Maden, Mohican, Pauletta, Valentina ve Zanzibar olmak üzere dokuz şeker pancarı çeşidi kullanmışlardır. Yaptıkları bu çalışma sonucunda kök-gövde boyu bakımından çeşitler farklı bulunmuş, en kısa kök-gövde boyu 19,9 cm ile Valentina çeşidinde, en uzun kök-gövde boyu ise 24,5 cm ile Maden çeşidinde belirlenmiştir. Erbil (2013), Şanlıurfa koşullarında kışlık ve yazlık bazı şeker pancarı çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi konusunda yaptığı çalışmada kışlık ekimde 6 çeşit (Barbate, Ciclon, Gaida, Franca, Jawaher ve Vero), yazlık ekimde ise 17 çeşit (Achat, Agnessa, Amata, Begonia, Brigitta, Calixta, Cassandra, Cesira, Coyote, Diamante, Dionetta, Felicita, Pauletta, Rosita, Sentinel, Valentina, Visa) şeker pancarı kullanmıştır. Bu çalışma sonucunda en büyük kök-gövde çapının 10,91 cm ile Vero çeşidinden, en küçük kök-gövde çapının 9 cm ile Barbate çeşidinden elde edildiğini belirtmiştir. Çatal ve Akınerdem (2013), yaptıkları çalışmada 9 tescilli şeker pancarı çeşidi (Achat, Cesira, Coyote, Giraf, Fiona, Leila, Rozsa, Stine ve Valentina) kullanmışlardır. Çalışma sonucunda kök-gövde boylarının 27,6 ile 30,9 cm arasında, kök-gövde çaplarının ise 7,4 ile 8,5 cm arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmalar sonucu çeşit veya tohum farklılığından kaynaklı değerlerde farklılık olduğu görülmüş olsa da H₂O₂ uygulaması sonucu elde edilen kök gövde ve boy uzunlukları daha yüksek çıkmıştır.

4.4. Verim ve Kalite Ölçümleri

4.4.1. Kök Verimi (t/ha)

Çalışma sonunda elde edilen şeker pancarı kök verim ve kalite değerleri ölçülmüş ve analiz edilmiştir. Konulara göre kök verimine ilişkin değişim Şekil 6'da sunulmuştur. Uygulamaların arasındaki farka yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 11'de gösterilmiştir. H₂O₂ uygulaması sonucu kök veriminde artış olduğu belirlenmiştir. Kontrolle kıyaslandığında H₂O₂ uygulaması, IO₁₀₀' de I₁₀₀ konusuna göre kök veriminde %13'lük artış sağlamıştır. Aynı şekilde IO₁₂₅ konusunda da kök veriminde I₁₂₅ konusuna oranla %10'luk bir artışın olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6. Her iki konu için şeker pancarı kök verimi.

Yapılan analizler sonucunda I₁₀₀ konusunda 6827 kg/da, IO₁₀₀ konusunda ise 7728 kg/da kök verimi elde edilmiştir. I₁₂₅ konusunda 7898 kg/da, IO₁₂₅ konusunda 8724 kg/da kök verimi elde edilmiştir.

Tablo 11.

Kök verimi varyans analiz tablosu.

V.K.	S.D.	K.T.	F Oranı	Olasılık > F
Konu	1	2986848	10,4946	0,0071*
Uygulama	1	4271456	15,0082	0,0022*
Konu*Uygulama	1	5662,6	0,0199	0,8902

V.K.: Varyans Kaynakları, S.D.: Serbestlik Derecesi, K.T. : Kareler Toplamı,

Tablo 11 incelendiğinde hem H₂O₂ uygulamasında hem de sulama suyu seviyeleri arasındaki fark istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde anlamlı olarak bulunmuştur. Konular ve uygulamalar arasındaki farka yapılan t testi sonuçlarında oluşan gruplar Tablo 12 ve 13'te sunulmuştur. H₂O₂ ve artan sulama suyu uygulamalarının verimde artış sağlamış ve konuların oluşturduğu sınıflar ilgili tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 12.

Uygulamaların t testi sonuçları

Konular	Verim (kg/da)
H2O2	8,226 ^a
Kontrol	7,362 ^b

$\alpha=0,050$ $t=2,17881$

Tablo 13.

Sulama suyu seviyesinin t test sonuçları

Sulama Suyu Seviyeleri	Verim (kg/da)
I ₁₂₅	8,310 ^a
I ₁₀₀	7,277 ^b

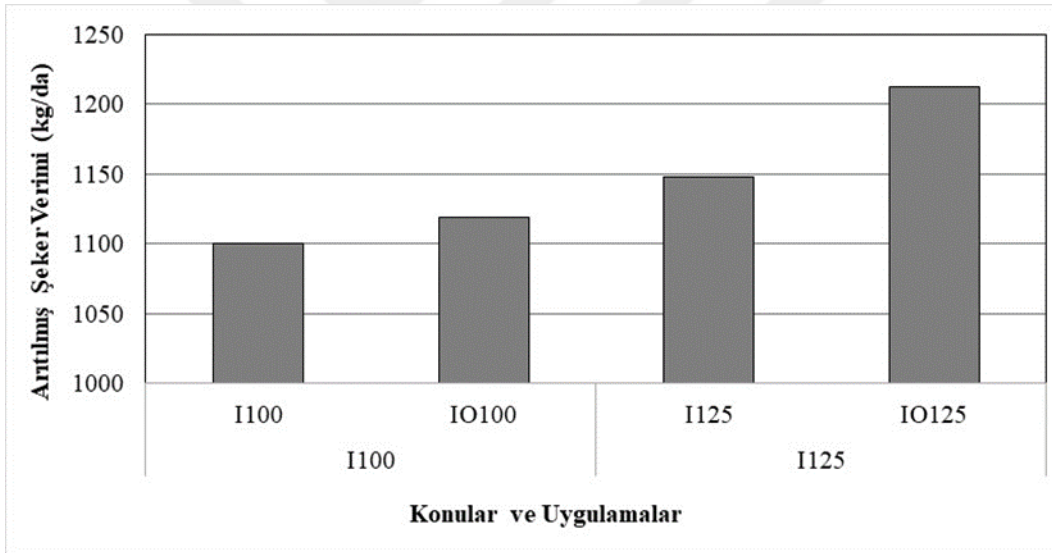
$\alpha=0,050$ $t=2,17881$

Görüşen vd. (2020), yaptıkları çalışmada yüzey altı damla sulama sistemi ile yetiştirilen şeker pancarından S₁ (%100), S₂ (%80), S₃ (%60) ve S₄ (%40) sulama konularına göre elde edilen ortalama pancar verimlerini sırasıyla 2017 yılında 67,8 t/ha, 59,6 t/ha, 53,0 t/ha ve 50,6 t/ha; 2018 yılında ise 78,7 t/ha, 65,3 t/ha, 58,4 t/ha ve 54,4 t/ha olarak bulmuşlardır. Her iki yılda da en yüksek verimi S₁ (%100) konusundan alındığını belirtmişlerdir. Süheri vd. (2007), farklı sulama programlarının şeker pancarı verimine su kullanım randımanına etkisini saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada tam sulamanın yapıldığı konudan 2005 ve 2006 yıllarında sırasıyla 91,6 t/ha ve 67,9 t/ha verim elde etmişlerdir. Tarı vd. (2013), Orta Anadolu koşullarında yürüttükleri denemede farklı lateral aralıkları (45cm ve 90 cm) ve farklı sulama düzeyleri (Class A Pan kabından oluşan buharlaşmaların farklı oranlarından 1.50, 1.25, 1.00, 0.75, 0.50, 0.25) ile damla sulama sistemi ile şeker pancarının verim ve kalite parametrelerini incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda, en yüksek verimin 60,8 t/ha ile L2-K2 (lateral aralığı: 90 cm, sulama suyu düzeyi: 1,25) konusundan elde edildiğini bildirmişlerdir. Rinaldi ve Vonella (2006), Güney İtalya'nın Foggia bölgesindeki bir deneme çiftliğinde 4 yıl devam eden çalışmada; sonbaharda ve ilkbaharda ekilen şeker pancarlarının verimlerini sırasıyla 18,91 t/ha ve 12,79 t/ha olarak bulmuşlardır ve sonbaharda ekilen şeker pancarlarının ilkbaharda ekilenlerden

açıkça daha üstün olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarla araştırma sonucu karşılaştırıldığında, başta uygulamalar olmak üzere iklim koşulları, deneme yapılan toprak özellikleri, sulama suyu kalitesi ve sulama suyu miktarlarının şeker pancarı veriminde farklılıklara neden olduğu düşünülmektedir.

4.4.2. Artırılmış Şeker Verimi (t/ha)

Deneme konularından elde edilen artırılmış şeker verimleri incelendiğinde IO₁₀₀ ve IO₁₂₅ konularında, I₁₀₀ ve I₁₂₅ konularına göre daha fazla artırılmış şeker verimi olduğu saptanmıştır. I₁₀₀ konusunda 1100 kg/da, IO₁₀₀ konusunda 1119 kg/da; I₁₂₅ konusunda 1148 kg/da, IO₁₂₅ konusunda ise 1212 kg/da artırılmış şeker verim elde edilmiştir. Şekil 7' de konulara göre artırılmış şeker verimi gösterilmektedir.



Şekil 7. Konulara göre artırılmış şeker verimi (kg/da).

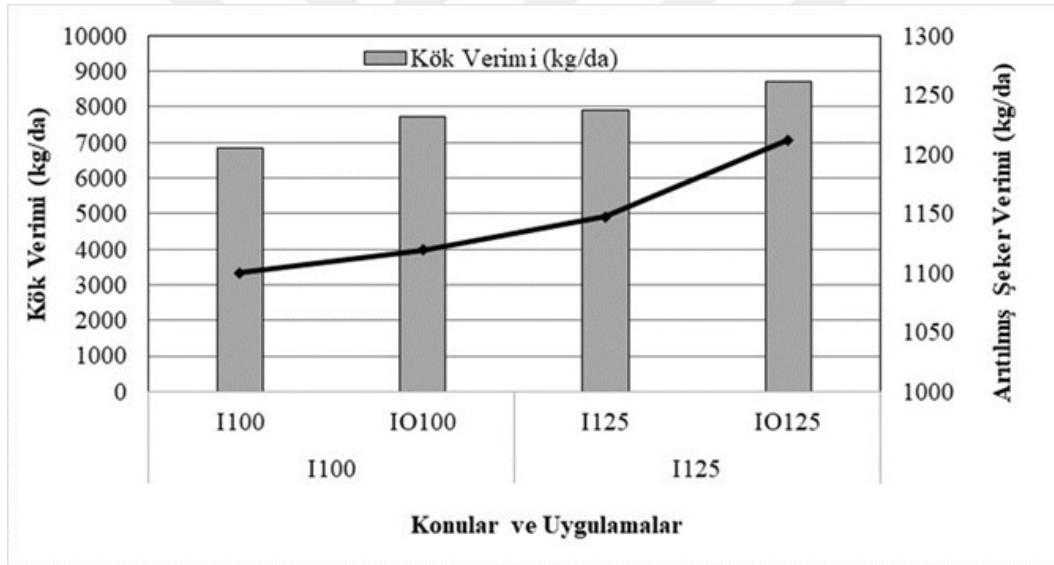
Uygulamalar sonrasında yapılan artırılmış şeker verimi varyans analiz sonuçları Tablo 14' te gösterilmiştir.

Tablo 14.

Artırılmış şeker verimi varyans analiz tablosu.

V.K.	S.D.	K.T.	F Oranı	Olasılık > F
Konu	1	6930,563	1,2897	0,2783
Uygulama	1	19670,06	3,6602	0,0799
Konu*Uygulama	1	2047,563	0,381	0,5486

Tablo 14 incelendiğinde yapılan varyans analiz sonuçlarında önemli bir fark olmadığı görülmektedir. Konulara göre kök verimi ve artırılmış şeker verimine ilişkin değişim Şekil 8’de sunulmuştur. Kök verimi arttıkça artırılmış şeker verimi de artış sergilemiştir.



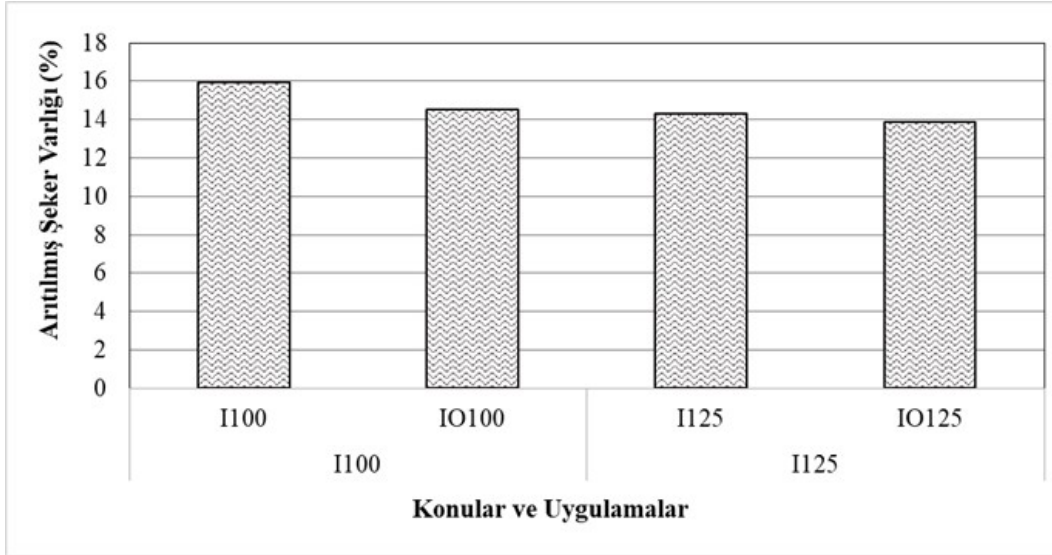
Şekil 8. Şeker pancarı kök verimi ve artırılmış şeker verimindeki değişim.

Çakmakçı ve Oral (1998), seyreltmeli ve seyreltmesiz şeker pancarı tarımında farklı tarla çıkışlarının verim ve kaliteye etkisini araştırmak üzere yaptıkları çalışmada; en yüksek artırılmış şeker verimini (8,75 t/ha) % 60 çıkışlı seyreltmeli 8 cm’lik ekimde, en düşük verimi (6,18 t/ha) ise % 35 çıkışlı seyreltmeli 15 cm’lik ekimde elde etmişlerdir. Okut ve Yıldırım (2004), dört farklı ekim zamanının (7 Nisan, 27 Nisan, 17 Mayıs ve 6 Haziran) şeker pancarı verim ve verim unsurları üzerine etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda; ortalama en yüksek artırılmış şeker verimini 10,70 t/ha ile birinci ekim

zamanından, en düşük artırılmış şeker verimini ise 2,27 t/ha ile dördüncü ekim zamanından elde etmişlerdir. Köksal (2006), 2004 ve 2005 yıllarında yaptığı çalışmada; 2004 yılı için en yüksek ortalama artırılmış şeker verimini 13,15 t/ha olarak S7 (0–90 cm derinliğindeki elverişli nemin %50’si tüketildiğinde TK’ya tamamlayacak miktarda sulama suyu uygulanması) konusundan, 2005 yılı için en yüksek artırılmış şeker verimini 12,44 t/ha olarak S7 konusundan ve iki yılı birlikte değerlendirdiğinde ise 12,79 t/ha olarak en yüksek değeri yine S7 konusundan elde etmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde Köksal (2006), yaptığı çalışmada yağmurlama sulama sistemi kullanmış ve daha fazla kök verimi elde etmiştir. Diğer çalışmalara bakıldığında ise H₂O₂ uygulamasında daha fazla artırılmış şeker verimi elde edildiği söylenebilir.

4.4.3. Artırılmış Şeker Varlığı Oranı

Yapılan çalışma sonucu hasat edilen pancarlardan elde edilen artırılmış şeker varlığı I₁₀₀ konusu için % 15,95, IO₁₀₀ konusunda % 14,51; I₁₂₅ konusunda % 14,30, IO₁₂₅ konusunda da % 13,88 olarak bulunmuştur. Şekil 9’ da her iki konu için artırılmış şeker varlığı oranları gösterilmektedir.



Şekil 9. Yapılan çalışma sonucu elde edilen artırılmış şeker varlığı (%).

Veriler değerlendirildiğinde en yüksek artırılmış şeker varlığı oranı I₁₀₀ konusundan elde edilmiştir. Hidrojen peroksit uygulaması sodyum, potasyum ve z. azot bileşenlerini

arttırarak şekerin artırılabilirliğini azaltmıştır. Bu nedenle hidrojen peroksit uygulaması konusuna kıyasla, kontrol konularında artırılmış şeker varlığı oranı daha yüksek çıkmıştır. Yapılan analizler sonucu elde edilen artırılmış şeker varlığı oranlarına yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 15’te verilmiştir. Tablo incelendiğinde uygulama konularının arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğerlerinde ise anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Tablo 15.

Artırılmış şeker varlığı varyans analiz tablosu.

V.K.	S.D.	K.T.	F Oranı	Olasılık > F
Konu	1	3,458212	9,0349	0,0109*
Uygulama	1	5,195736	13,5743	0,0031*
Konu*Uygulama	1	1,041593	2,721	0,1249

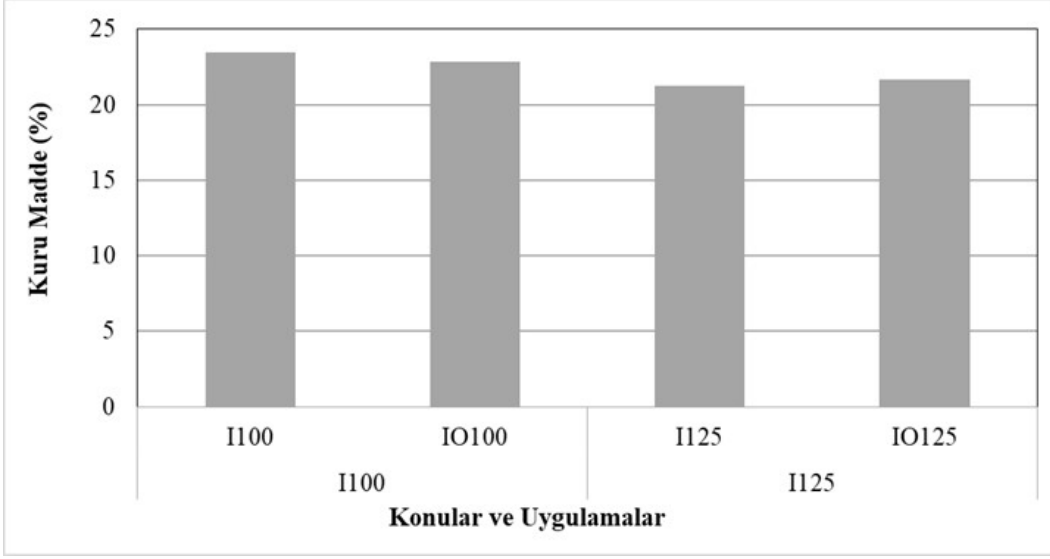
Tarı vd. (2016), yaptıkları çalışmada artırılmış şeker varlığını %13,7-14,7 aralığında bulmuşlardır. Pişkin ve İnal (2014), yaptıkları çalışmada damla sulama sistemi ile farklı potasyum dozlarının şeker pancarına etkisini araştırmışlar ve çalışma sonucunda artırılmış şeker varlığını %11,9-13,1 aralığında bulunduğunu bildirmişlerdir. İtalya’da yapılan bir çalışmada ise artırılmış şeker varlığı % 13,3-15,2 aralığında bulunmuştur (Tognetti vd., 2003). Abyaneh vd. (2017), İran’da yürüttükleri çalışmada tam sulama, % 85 kısmi kök kurutma (PRD), %75 PRD , %65 PRD ve %85, %75 ve % 65 su kısıtı uyguladıkları atlamalı karık sulama konularında artırılmış şeker varlığını %14,4 – 15,8 aralığında bulmuşlardır. H₂O₂ uygulaması ve kontrol uygulamasına bakıldığında da en yüksek şeker varlığı oranının I₁₀₀ konusundan elde edildiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarla H₂O₂ uygulaması sonrası sonuçlar karşılaştırıldığında H₂O₂ uygulaması sonrası şeker varlığı oranının artış göstermediği görülmektedir.

4.4.4. Kuru Madde Miktarı (%)

Yapılan analiz sonuçlarına göre kuru madde miktarına bakıldığında I₁₀₀ ve IO₁₀₀ konusu karşılaştırıldığında, I₁₀₀ konusunda kuru madde miktarının daha yüksek olduğu görülmüştür. I₁₂₅ ve IO₁₂₅ konuları karşılaştırıldığında ise en yüksek kuru madde miktarı

IO₁₂₅ konusundan elde edilmiştir. %100 sulama konusunda en yüksek kuru madde miktarı %23,48 ile kontrol konusundan, %125 sulama konusunda ise %21,68 ile H₂O₂ konusundan elde edilmiştir. Şekil 10' da her iki konu için de kuru madde miktarı gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde uygulama konularının arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğerlerinde ise anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Çimrin (2001), yaptığı çalışmada en yüksek kuru madde oranını % 21,4 olarak bulmuştur. Çakmakçı ve Oral (1998), şeker pancarı tarımı ile ilgili yaptıkları çalışmada kuru madde oranını en düşük % 21,1 ve en yüksek % 22,8 olarak belirtmişlerdir. Yarnia vd. (2008) % 19,44, Parlak (2008) % 16,1 olarak bulmuşlardır. Okut ve Yıldırım (2004); dört farklı ekim zamanının, Evita, Mono ve Sonja genetik monogerm olmak üzere üç şeker pancarı çeşidi üzerinde verim, verim unsurları ve kaliteye olan etkilerini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda çeşitler arasında ortalama en yüksek kuru madde oranını %24,057 ile Evita çeşidinden elde etmişlerdir. Turgut (2012), lokasyon ve çeşit farklılıklarının şeker pancarının verim ve kalite özelliklerine etkilerinin araştırılması ile ilgili yaptığı çalışmada; en düşük kuru madde oranını %16,73 ile Grinta çeşidinden, en yüksek kuru madde oranını ise %17,44 olarak Evalina çeşidinden elde etmiştir. Yapılan çalışmalardaki bulguların farklılıkları çeşit ve hatlar arası genetik varyasyonlarla çevresel ve iklimsel faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. H₂O₂ uygulamasında ise en yüksek kuru madde oranı IO₁₂₅ konusundan elde edilmiştir ancak diğer çalışmalara ve I₁₀₀ konusuna kıyasla daha düşüktür. Bu nedenle H₂O₂ uygulamasının kuru madde miktarını arttırıp arttırmadığına ilişkin daha çeşitli çalışmalara gereksinim vardır.



Şekil 10. Her iki konu için kuru madde miktarı (%).

Kuru madde miktarının varyans analiz sonuçları Tablo 16' da gösterilmiştir.

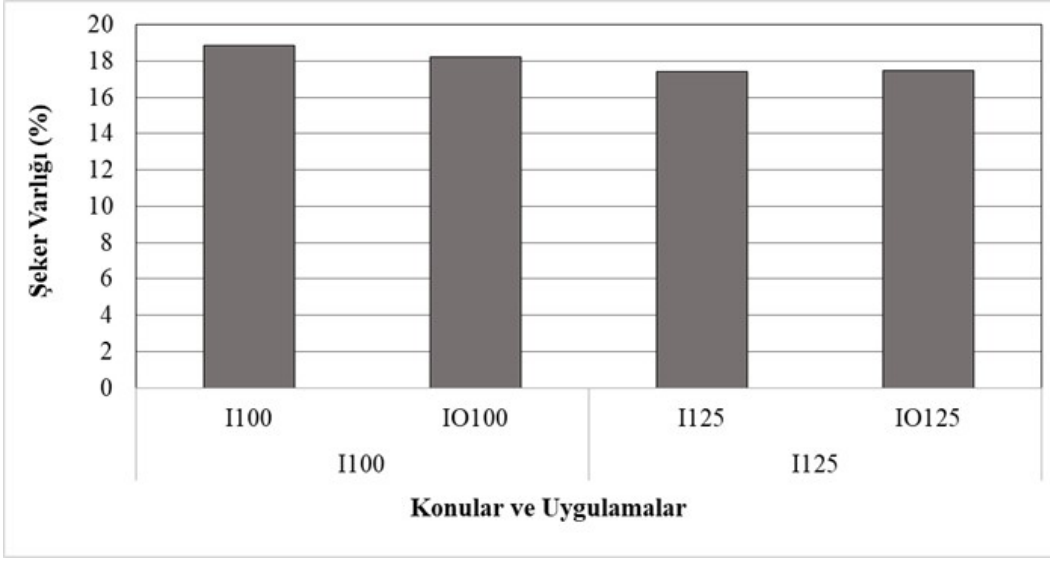
Tablo 16.

Kuru madde miktarı varyans analizi.

V.K.	S.D.	K.T.	F Oranı	Olasılık > F
Konu	1	0,049785	0,2375	0,6348
Uygulama	1	11,369541	54,2301	<,0001*
Konu*Uygulama	1	1,057041	5,042	0,0444*

4.4.5. Şeker Varlığı (%)

Şeker pancarı verim ve kalite parametrelerinde en önemli parametrelerden biri şeker varlığıdır. Yapılan analizler sonucunda I₁₀₀ konusunda %18,88, IO₁₀₀ konusu için %18,24; I₁₂₅ konusunda %17,40, IO₁₂₅ konusu içinse %17,47 şeker varlığı saptanmıştır. Şekil 11' de her iki konu içinde şeker varlığı değerleri verilmiştir.



Şekil 11. Konulara göre şeker varlığı (%).

Şeker varlığı (digestion) ve kök verimi ters orantılıdır. Yapılan çalışma sonucu en düşük kök verimi I₁₀₀ konusundan alınmıştır (Şekil 6) ve buna bağlı olarak en yüksek şeker varlığı I₁₀₀ konusundan elde edilmiştir. Şeker varlığı varyans analiz sonuçları ise Tablo 17’ de gösterilmektedir. Şeker varlığı varyans analiz tablosu incelendiğinde uygulamalar arasında anlamlı bir fark bulunduğu görülmektedir. Diğerlerinde ise anlamlı bir farklılık yoktur.

Tablo 17.

Şeker varlığı varyans analiz tablosu.

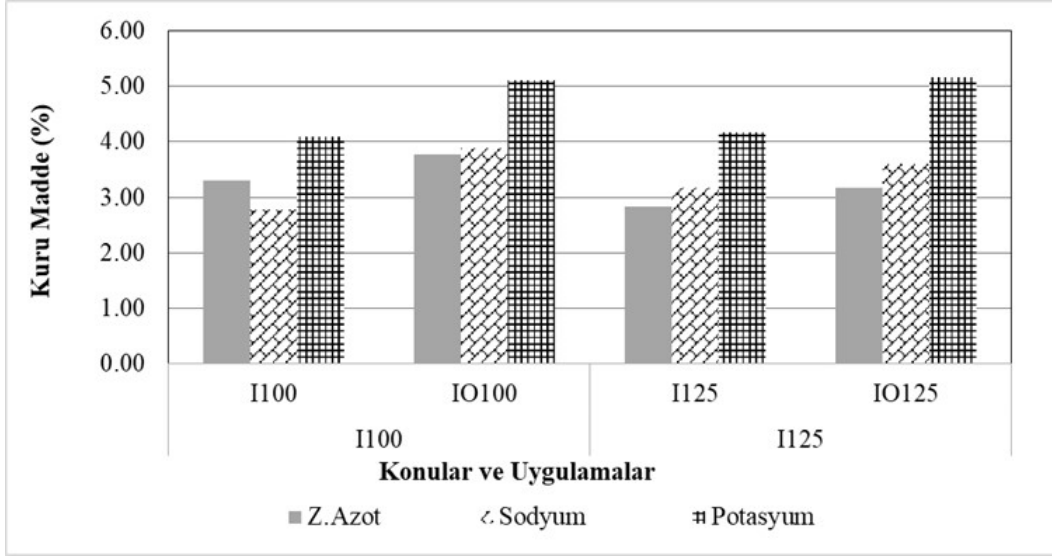
V.K.	S.D.	K.T.	F Oranı	Olasılık > F
Konu	1	0,3143004	1,7941	0,2052
Uygulama	1	5,054066	28,8502	0,0002*
Konu*Uygulama	1	0,4926285	2,812	0,1194

Topak vd. (2016) yarı kurak bir alanda şeker pancarı üretimi için kısmi kök bölgesi sulama performansı üzerine yaptıkları çalışmada şeker içeriğini % 19,32 - % 21,32 olarak bulmuşlardır. Hassanli (2010), yüzey altı damla sulamada şeker içeriğini %18,3, Tarkalson ve King (2017) ise, eksik sulama zamanının şeker pancarına etkisi üzerine yaptığı çalışmada

yüzey damla sulamada şeker varlığını %16,4 bulmuştur. Sakellariou-Makrantonaki vd., (2002), yaptıkları yüzey ve yüzey altı damla sulama sistemi karşılaştırmasında şeker varlığını, yüzey altı damla sulamada %14,0 olarak bulmuşlardır. Erbil (2013) çalışmasında; Şanlıurfa koşullarında kışlık ve yazlık bazı şeker pancarı çeşitlerinin verim ve kalitelerinin belirlenmesi amacıyla, yazlık olarak on yedi, kışlık olarak da altı farklı şeker pancarı ekimi yapmıştır. Çalışma sonucunda kışlık çeşitlerde şeker varlığının %12,04 ile %15,35 arasında değiştiğini belirtirken; Gaida çeşidinin %12,04 ile en düşük şeker varlığı değerini aldığını, Barbate çeşidinin ise %15,35 şeker oranı ile en yüksek değeri aldığını vurgulamıştır. Yazlık çeşitlerde ise bu oranın %12,10 ile %15,40 arasında değiştiğini; Brigitta çeşidinden %12,10 ile en düşük, Felicita çeşidinden ise %15,40 ile en yüksek şeker varlığının elde edildiğini belirtmiştir. Yapılan uygulamalar ve sulama yöntemine göre şeker pancarının şeker içeriğinde değişim olduğu yapılan çalışmalarda da görülmüştür. Bu veriler doğrultusunda H₂O₂ uygulamasının şeker pancarında şeker varlığını arttırdığı söylenebilir.

4.4.6. Sodyum, Potasyum ve Z. Azot Değerlerindeki Değişim

Yapılan analizler sonucunda; sodyum, potasyum ve azot miktarlarına bakıldığında I₁₀₀ ve I₁₂₅ konularına oranla IO₁₀₀ ve IO₁₂₅ konularındaki bitkilerde sodyum, potasyum ve azot miktarlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Şekil 12' de her iki konu için sodyum, potasyum ve azot miktarı gösterilmektedir. Anılan şekil incelendiğinde en yüksek potasyum miktarının IO₁₀₀ ve IO₁₂₅'te olduğu görülmektedir. En yüksek sodyum ve z.azot miktarının ise IO₁₀₀ konusunda olduğu görülmektedir. Sodyum miktarı varyans analizi ve potasyum miktarı varyans analizi Tablo 18 ve 19'da verilmiştir. Sodyum miktarı varyans analiz tablosu incelendiğinde konular arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Potasyum miktarı varyans analiz tablosu incelendiğinde konular arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Diğerlerinde ise anlamlı bir fark saptanmamıştır.



Şekil 12. Sodyum, potasyum ve z.azot miktarları.

Tablo 18.

Sodyum miktarı varyans analiz tablosu.

V.K.	S.D.	K.T.	F Oranı	Olasılık > F
Konu	1	2,3639063	4,7408	0,0501
Uygulama	1	0,0105062	0,0211	0,887
Konu*Uygulama	1	0,4865063	0,976	0,3428

Tablo 19.

Potasyum miktarı varyans analiz tablosu.

V.K.	S.D.	K.T.	F Oranı	Olasılık > F
Konu	1	3,9875098	22,8819	0,0004*
Uygulama	1	0,0139535	0,0801	0,782
Konu*Uygulama	1	0,001016	0,006	0,9404

Z. Azot varyans analiz sonuçları ise Tablo 20' de gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde, konular ve uygulamalar arasında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. Yapılan analizler sonucunda en yüksek sodyum miktarının 3,89 mmol/100 g olarak IO₁₀₀ konusunda elde edildiği görülmüştür. En yüksek potasyum miktarı 5,16 mmol/100 g olarak

IO₁₂₅ konusunda elde edilmiştir. En yüksek Z. Azot miktarı ise 3,77 mmol/100 g olarak IO₁₀₀ konusunda elde edilmiştir.

Tablo 20.

Z. Azot miktarı varyans analiz tablosu.

V.K.	S.D.	K.T.	F Oranı	Olasılık > F
Konu	1	0,6672848	30,6403	0,0001*
Uygulama	1	1,1569691	53,1256	<,0001*
Konu*Uygulama	1	0,0157816	0,725	0,4113

Pişkin ve İnal (2014), yürüttükleri denemede damla sulama sistemi ile farklı potasyum dozlarının şeker pancarına etkisini araştırmışlar ve potasyumu 5,4 – 5,7 mmol/100 g, sodyum miktarlarını 2,1 – 2,9 mmol/100 g, z.azotu 6,1 – 6,4 mmol/100 g, ve şeker verimini 9,5 – 10,2 t/ha aralığında bulmuşlardır. Tarı vd. (2016), damla sulama sistemi ile sulanan şeker pancarının sulama konularına göre kalite özelliklerini belirlemek için yaptıkları çalışmada; potasyumu 2,1 – 2,8 mmol/100 g, sodyum miktarlarını 0,7 – 1.3 mmol/100 g, z.azotu 1,6 – 2,8 mmol/100 g ve şeker verimini ise yıllar içinde 8,6 – 16,7 t/ha aralığında bulmuşlardır. Pişkin ve Turan (2017), yaptıkları çalışma sonucunda şeker pancarında z.azot miktarını 2,8 – 3,0 mmol/100 g, potasyumu 5,7 – 8,7 mmol/100 g, sodyumu 2,2 – 2,4 mmol/100 g olarak bulmuşlardır. Daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde yapılan uygulamalar, sulama yöntemi farklılıkları, toprak ve iklim faktörleri göz önünde bulundurulduğunda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Şeker pancarı kökü sodyum ve potasyum kapsamı, zararlı azot gibi kalite değerlerinden olup şekerin artırılabilirliğini etkilemektedir (Pişkin ve Turan, 2017). Bu nedenle bu parametrelerin yüksek çıkması olumlu bir durum değildir. Uygulanan H₂O₂ şeker pancarında söz konusu bu kalite parametrelerini arttırdığı saptanmıştır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Şeker pancarı ülkemizde şeker kaynağı olarak oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle birim alandan daha fazla ve kaliteli şeker üretimini sağlamaya yönelik yeni tekniklere ve uygulamalara ihtiyaç vardır. Ayrıca hızlı nüfus artışına paralel olarak su kullanımını artmaktadır ve bu da gelecekte tarımda su kıtlığının yaşanmasına neden olacaktır. Bu nedenle yeni uygulamalarda hem su tasarrufuna hem de verim artışına yönelik çalışmalar yapmak tarımsal üretim açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmada yüzey altı damla sulama ile sulanan şeker pancarına, sulama suyu ile hidrojen peroksit verilmesinin şeker pancarının verim ve kalitesine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışma I₁₀₀ (ET'nin %100'ünün uygulanması) ve I₁₂₅ (ET'nin %125'inin uygulanması); IO₁₀₀ (ET'nin %100'ünün oksijence zenginleştirilerek uygulanması) ve IO₁₂₅ (ET'nin %125'inin oksijence zenginleştirilerek uygulanması) olmak üzere 2 konu olacak şekilde yürütülmüştür. Çalışmada yüzey altı damla sulama sistemi kullanılmıştır ve H₂O₂ uygulaması da yüzey altı damla sulama sistemi ile yapılmıştır. Sulamalar çalışma süresince haftada 2 gün; H₂O₂ uygulaması ise 8 kez haftada 1 olacak şekilde yapılmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesinde FAO Penman Monteith eşitliği ve Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketim Rehberi' nde hazırlanmış olan bitki katsayıları kullanılmıştır.

Şeker pancarına H₂O₂ uygulaması sonucunda I₁₂₅ konusunda 7898 kg/da, IO₁₂₅' te 8724 kg/da verim alınmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında H₂O₂ uygulamasında kontrole kıyasla %13' lük bir verim artışı elde edildiği söylenebilir. I₁₀₀ konusunda 6827 kg/da, IO₁₀₀'de ise 7728 kg/da verim alınmıştır. Bu sonuçlarda da yine H₂O₂ uygulamasında kontrol uygulamasına kıyasla %10' luk bir verim artışı elde edildiği söylenebilir.

Şeker pancarında en önemli kalite parametrelerinden biri şeker içeriğidir. Çalışma sonunda yapılan analiz sonuçlarına göre I₁₀₀ konusunda %18,88, IO₁₀₀' de %18,24 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre en yüksek şeker varlığı oranı I₁₀₀ konusundan elde edilmiştir. Şeker içeriği (digestion) oranıyla pancar verimi ters orantılıdır. Bu nedenle en

düşük verim elde edilen I_{100} konusunda en yüksek şeker oranı elde edilmiştir. %125 sulama konusunda ise I_{125} için şeker varlığı oranı %17,40, IO_{125} ' te ise %17,47 olarak bulunmuştur. Söz konusu değerlere göre %125 sulama konusunda en yüksek şeker varlığı oranı IO_{125} konusundan elde edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda bir diğer önemli verim parametresi olan arıtılmış şeker verimlerine bakıldığında; I_{100} konusunda 1100 kg/da, IO_{100} konusunda 1119 kg/da, I_{125} konusunda 1148 kg/da ve IO_{125} konusunda 1212 kg/da verim elde edilmiştir. Bu değerlere bakıldığında en yüksek arıtılmış şeker verimi 1212 kg/da olarak IO_{125} konusundan elde edilmiştir.

Su kullanım etkinliği (WUE); I_{125} konusunda 13,52 kg/m³, IO_{125} konusunda 14,93 kg/m³ olarak saptanmıştır. I_{100} konusunda ise 12,06 kg/m³, IO_{100} konusunda 13,65 kg/m³ olarak bulunmuştur. Bu verilere göre en yüksek su kullanım etkinliği değeri IO_{125} konusundan elde edilmiştir. Sulama suyu kullanım etkinliği (IWUE); I_{125} konusunda 19,94 kg/m³, IO_{125} ' te 22,03 kg/m³ olarak bulunmuştur. I_{100} konusunda 21,54 kg/m³, IO_{100} 'de ise 24,38 kg/m³ olarak bulunmuştur. Bu veriler sonucunda en yüksek IWUE değeri IO_{100} konusundan elde edilmiştir.

Şeker pancarı için en önemli verim ve kalite parametreleri kök verimi ve şeker varlığıdır. Bu doğrultuda veriler değerlendirildiğinde yapılan çalışma sonucunda hidrojen peroksit uygulamasının şeker pancarında verim artışı sağladığı açık bir şekilde görülmüştür. En çok verim %125 sulamada IO_{125} konusundan alınmıştır. Ancak yapılan bu uygulama sonucu net bir öneride bulunabilmek için ayrıntılı ekonomik analizlerin yapılması, söz konusu analizlerin sonuçlarına göre değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abd Elhady, S. A., Abd El-Gawad, H.G., Ibrahim, M.F.M., Mukherjee, S., Elkelish, A., Azab, E., Gobouri, A.A, Farag, R., Ibrahim, H. and Abu El-Azm, N. (2021). "Hydrogen peroxide supplementation in irrigation water alleviates drought stress and boosts growth and productivity of potato plants." *Sustainability*, 13 (2), 899. <https://doi.org/10.3390/su13020899>
- Abyaneh, H.Z., Jovzi, M., Albaji, M. (2017). "Effect of regulated deficit irrigation, partial root drying and fertilizer levels on sugar beet crop (*Beta Vulgaris* L.)". *Agricultural Water Management*, 194 , 13–23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2017.08.016>
- Ahmad, I., Basra, S.M.A., and Wahid, A. (2014). "Exogenous application of ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide Improves the productivity of hybrid maize at low temperature stress". *International Journal Of Agriculture & Biology*, 16 (4), 825-830.
- Ahmad, I., Basra, S.M.A., Hussain, S., Hussain, S.A., Rehman, H., Rehman, A. and Ali, A. (2015). "Priming with ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide improves seedling growth of spring maize at suboptimal temperature". *Journal Of Environmental and Agricultural Sciences*, 3, 14-22.
- Alakhdar, H.H., Shoala, T. (2021). "Exogenous application of hydrogen peroxide in different resistant bean cultivars of *Phaseolus vulgaris* to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)". *Arthropod-Plant Interactions* 15, 439–445.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. And Smith, M. (1998). "Crop Evapotranspiration". *Irrigation and Drainage Paper FAO*, 56, Rome.
- Al-Mansouri, M. A. and Ali, I. M. (2021). Effect of hydrogen peroxide and zinc spraying on the growth, yield and antioxidant enzyme of wheat *Triticum aestivum* L. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 904. (Doi:10.1088/1755-1315/904/1/012071).
- Anonim, (2019). Resmi İstatistikler/ İllerimize Ait Genel İstatistik Verileri. https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler_istatistik.aspx?k=A&m=ANKARA (Erişim tarihi:31.10.2019).
- Ashfaque, F., Iqbal, M., Khan, R. and Khan, N. A. (2014). "Exogenously applied H₂O₂ promotes proline accumulation, water relations, photosynthetic efficiency and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress". *Annual Research & Review in Biology*, 4 (1), 105-120.

- Ayers, R.S., Westcot, D.W. (1994). "Water Quality for Agriculture". *FAO Irrig. And Drain. Paper*, No.29. Rome.
- Baigy, M.J., Sahebi, F.G., Pourkhiz, E., Ejlali, F., Asgari A. (2012). "Effect of water stress on sugar beet product in the tape drip irrigation". *International Journal of Agriculture: Research and Review*. 2 (S), 1032-1036.
- Ben-Noah, I. and Friedman, S.P. (2016). "Oxygation of clayey soils by adding hydrogen peroxide to the irrigation solution". *Lysimetric experiments*. 2, 51-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rhisph.2016.08.002>.
- Bessembinder, J.J.E., Leffelaar, P.A., Dhindwal, A.S., Ponsioen, T.C. (2005). "Which crop and which drop, and the scope for improvement of water productivity". *Agric. Water Manage.* 73, 113–130.
- Bhattarai, S.P., Huber, S. and Midmore, D.J. (2004). "Aerated subsurface irrigation water gives growth and yield benefits to zucchini, vegetable soybean and cotton in heavy clay soils". *Ann. appl. Biol.*, 144, 285-298.
- Çakmakçı, R. ve Oral, E. (1998). "Seyreltmeli ve seyreltmesiz şeker pancarı tarımında farklı tarla çıkışlarının verim ve kaliteye etkisi". *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22, 451–461.
- Çatal, İ.M. ve Akınerdem, F. (2013). "Konya koşullarında bazı şeker pancarı çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi". *Selçuk Tarım Gıda Bilim Dergisi*, 27 (2), 112-120.
- Çimrin, K. M. (2001). "Gübrelemenin şeker pancarının N, P, K içeriği ve alımına etkisi". *Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 11, 5–10.
- Capitulino, J.D., Limaa, G.S., Azevedoa, C.A.V., Silvaa, A.A.R., Velosoa, L.L.S.A., Fariasa, M.S.S., Soaresb, L.A.A., Gheyia, H.R. and Limaa, V.L.A. (2022). "Gas exchange and growth of soursop under salt stress and H₂O₂ application methods". *Brazilian Journal of Biology*, 82. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.261312>.
- Cooper, A. (1996). *ABC of Nft: Nutrient Film Technique: The World's First Method of Crop Production Without a Solid Rooting Medium*. (pp. 181). International Specialized Book Services: Chicago.
- El-Saedy, M.A.M., Hammad, S.E., Awd Allah, S.F.A. (2019). "Nematicidal effect of abamectin, boron, chitosan, hydrogen peroxide and *Bacillus thuringiensis* against citrus nematode on Valencia orange trees". *J Plant Sci Phytopathol.*, 3, 111-117.

- Erbil, E. (2013). Şanlıurfa koşullarında kışlık ve yazlık bazı şeker pancarı çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Evett, S.R. (2002). "Water and energy balances at soil-plant-atmospheric interfaces". Warrick, A.W. (ed.). in: *The Soil Physics Companion*. (pp.128–188). CRC Press, Boca Raton, FL.
- Farouk, S., Qados Abdul, A.M.S. (2018). "Enhancing seed quality and productivity as well as physio-anatomical responses of pea plants by folic acid and/or hydrogen peroxide application". *Scientia Horticulturae*, 240, 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.05.049>.
- French, R.J., Schultz, J.E. (1984). "Water use efficiency of wheat in a Mediterranean type environment. I. The relation between yield, water use and climate". *Australian Journal of Agricultural Research*, 35 (6), 743 – 764.
- Gill, M.P.M., Ferreyra, E. R., Barrera, M. C., Zúñiga, E. C., Gurovich, R. L. (2009). "Effect of injecting hydrogen peroxide into heavy clay loam soil on plant water status, net CO₂ assimilation, biomass, and vascular anatomy of avocado trees". *Chilean Journal Of Agricultural Research*, 69 (1), 97–106.
- Görgişen, C., Yeter, T., Bilgen, K. G., Alsan, B. P., Avağ, K., Boyacıoğlu, A., Yıldırım, Y. E. (2020). "Kısıtlı Su Koşullarında Yüzey Altı Damla Sulama Sistemi İle Sulanan Şeker Pancarının Sulama Programının Oluşturulması". *Proje sonuç raporu*. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Aralık, 2020.
- Gyaneshwar, P., Kumar, G.N., Parekh, L.J., Poole, PS. (2002). "Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants". *Plant Soil*, 245, 83-93.
- Hassanlı, A.M., Ahmadirad, S., Beecham, S. (2010). "Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency". *Agricultural Water Management*, 97, 357–362.
- Hemalatha, G., Renugadevi, J. and Eevera, T. (2017). "Studies on seed priming with hydrogen peroxide for mitigating salt stress in rice". *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (6), 691-695.
- Howell, L. L., Morse, W. H., Spealman, R. D. (1990). "Respiratory effects of xanthines and adenosine analogs in rhesus monkeys". *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 254 (3), 786–791.

- Hsu, Y., Tseng, M., Lin, C. (1999). "The fluctuation of carbohydrates and nitrogen compounds in flooded wax-apple trees". *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 40, 193–198.
- International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. (1958). Report Of The Proceedings. 12 Th. Session, Subj. 23, Rec.4:97.
- Jafariyan, T., Zarea, M.J. (2016). "Hydrogen peroxide affects plant growth promoting effects of azospirillum". *J. Crop Sci. Biotech*, 19 (2), 167-175.
- Jensen, M.E., Burman, R.D., Allen, R.G. (1990). "Evapotranspiration and irrigation water requirements". *Asce Manuals And Reports On Engineering Practice*. (pp. 332). Am. Soc. Civilengr., New York.
- Kucerová, K., Henselová, M., Slováková, L., Bačovčínová, M., Hensel, K. (2021) "Effect of plasma activated water, hydrogen peroxide, and nitrates on lettuce Growth and its physiological parameters". *Appl. Sci.*, 11. <https://doi.org/10.3390/app11051985>.
- Köksal, E.S. (2006). Sulama Suyu Düzeylerinin Şeker pancarının Verim, Kalite Ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin, İnfrared Termometre Ve Spektroyometre İle Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kulan, E.G. ve Kaya, M.D. (2016). "Kaplı ve kapsız şeker pancarı tohumlarının çimlenme, çıkış ve verim bakımından incelenmesi". *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-2), 83-87.
- Kulan, E.G., Kaya, M.D., Karaş, E. (2016). "Bazı şeker pancarı çeşitlerinin Eskişehir koşullarındaki performansları". *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-2), 67-70.
- Kozlowski, T.T. (1997). "Response of woody plants to flooding and salinity". *Tree Physiol*, 1, 1- 29.
- Mahmoud, A.H. (2015). "Applied H₂O₂ to saline water improves wheat (*Triticum aestivum*) yield". *Advances in Environmental Biology*, 9 (24), 374-381.
- Mengistu, M., Kunz, R., Everson, C., Jewitt, G., Clulow, A., Doidge, I. (2014). "A preliminary investigation of the water use efficiency of sweet sorghum for biofuel in South Africa". *Water SA*, 42 (1). (Doi: 10.4314/wsa.v42i1.15).
- Moore, K.L., Patel, J., Jaroni, D., Freidman, M., and Ravishankar, S. (2011). "Antimicrobial activity of apple, hibiscus, olive, and hydrogen peroxide formulations against

- Salmonella enterica on organic leafy greens”. *Journal of Food Protection*, 74 (10), 1676–1683.
- Okut, N. ve Yıldırım, B. (2004). “Van koşullarında şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.)’nda çeşit ve ekim zamanının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkisi”. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 14 (2), 149-158.
- Orabi, S.A., Hussein, M.M., Zaki, S.S. and Sharara F.A. (2018). “Influence of hydrogen peroxide on growth, yield and biochemical constituents of canola plants grown under different irrigation intervals”. *Current Science International*, 7 (3), 407-418.
- Özbay, S., Yıldırım, M. (2019). “The response of sugar beet to different irrigation levels and foliar application of micronutrients under drip irrigation system”. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32 (2), 219- 227. (Doi: 10.29136/mediterranean.515644).
- Uygan, D. (2017). “Eskişehir koşullarında damla sulama ile sulanan şeker pancarında su verim ilişkileri, su tüketimi ve su kullanım etkinliği”. *Toprak Su Dergisi, Özel Sayı*, 26-30.
- Ülgen, N., Yurtsever, N. (1995). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.
- Passioura, J. (2006). “Increasing crop productivity when water is scarce from breeding to field management”. *Agric. Water Management*, 80, 176–196.
- Pilar, M., Gil, M., Raúl Ferreyra, E., Cristián Barrera, M., Carlos Zúñiga, E., and Luis Gurovich, R. (2009). “Effect of injecting hydrogen peroxide in to heavy clay loam soil on plant water status, net CO₂ assimilation biomass, and vascular anatomy of avocado trees”. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69 (1), 97-106.
- Pişkin, A. ve İnal, A. (2014). “Damla sulama yöntemi ile şeker pancarına verilen potasyumun verim ve kalite üzerine etkisi”. *Selçuk Tar Bil Der*, 1(2), 67-73.
- Pişkin, A. ve Turan, M. (2017). “İlkbaharda uygulanan fosforun şeker pancarının (*Beta vulgaris* L.) verim ve kalitesi üzerine etkisi”. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (Özel Sayı), 227-231.
- Reinefeld, E., Emmerich, A., Baumgarten, G., Winner, C., Beib, U. (1974). Zur Voraussages Melassezuckersaus Rübenanalysen. *Zucker*, 27, 2-15.

- Rinaldi, M. and Vonella, V.A. (2006). "The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to irrigation in Southern Italy: Water and radiation use efficiency". *Fields Crops Research*, 95 (2–3), 103-114.
- Sakellariou-Makrantonaki, M., Kafountzos, D., Vyrilas P. (2002). "Water saving and yield increase of sugar beet with subsurface drip irrigation". *Global Nest: The International Journal*, 4, 85–91.
- Sariyev, A., Barutcular, C., Acar, M., Hossain, A. and Sabagh, E.A. (2020). "Sub-Surface drip irrigation in associated with H₂O₂ improved the productivity of maize under clay-rich soil of Adana". *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. *Phyton*, 2020, 89 (3). (Doi: 10.32604/phyton.2020.09142).
- Semida, W.M. (2016). "Hydrogen peroxide alleviates salt-stress in two onion (*Allium cepa* L.) cultivars". *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 16 (2), 294-301.
- Sichela, C., Fernánde z-Iba ́n ẽza, P., Carac, M., Telloc, J. (2009). "Lethal synergy of solar UV-radiation and H₂O₂ on wild *Fusarium solani* spores in distilled and natural well water". *Science Direct Water Research*, 43 (7), 1841-1850. (Doi: 10.1016/j.watres.2009.01.017).
- Silva, H., Neto, A.A., Menezes, R., Silva, P., Gheyi, H. (2019). "Use of hydrogen peroxide in acclimation of basil (*Ocimum basilicum* L.) to salt stress". *Turkish Journal of Botany*, 43 (2). (Doi: 10.3906/bot-1807-80).
- Sohag, A.A.M., Tahjib-Ul-Arif, M., Brestič, M., Afrin, S., Sakil, M.A., Hossain, M.T., Hossain, M.A., Hossain, M.A. (2020). "Exogenous salicylic acid and hydrogen peroxide attenuates drought stress in rice". *Plant Soil Environ.*, 66 (1), 7–13. <https://doi.org/10.17221/472/2019-PSE>.
- Süheri, S., Topak, R., Yavuz, D. (2007). "Farklı sulama programlarının şeker pancarı verimine ve su kullanım randımanına etkisi". *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (43), 37-45.
- Şahin, U., Ors, S., Kızıloğlu, F.M., Kuslu, Y. (2014). "Evaluation of water use and yield responses of drip-irrigated sugar beet with different irrigation techniques". *Chilean Journal Of Agricultural Research*, 74 (3). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000300008>.
- Tarı, A.F., Özbahçe, A., Ata, G., Bilgiç, C. (2016). "Farklı sulama programlarının şeker pancarında kaliteye etkisi". *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-2), 55-60.

- Tarı, A.F., Özbahçe, A., Kale, S., Bahçeci, P. (2013). “Farklı lateral aralığı ve sulama düzeyinin şeker pancarı verimine etkisi”. *HR.Ü.Z.F. Derg.*, 17 (3), 25-34.
- Tarkalson, D.D., King, B.A. (2017). “Effect of deficit irrigation timing on sugarbeet. Agronomy”. *Journal* 10 (5). <https://doi.org/10.2134/agronj2017.01.0061>
- Taş, İ., Yıldırım, Y.E., Özkay, F., Yeter, T., Görgişen, C. (2016). “Morphological characteristics of tomato irrigated with wastewaters with different oxygen concentrations”. *Current Trends in Natural Sciences*, 5 (9), 187-193.
- Tenientea, L.M., Floresa, B.A.D., Pacheco, I.T., Chavirac, M.M.G., Bustamanted R.F.R., Pereza, A.A.F., Ramíreze, I.P., Guzmánf, N.E.R., Camachoe, R.R., González, R.G.G. (2018). ”Hydrogen peroxide protects pepper (*Capsicum annuum* L.) against pepper golden mosaic geminivirus (PepGMV) infections”. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 106, 23-29. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2018.11.008>
- Tognetti, R., Palladino, M., Minnocci, A., Defline, S., Alvino, A. (2003). “The response of sugar beet to drip and low – pressure sprinkler irrigation in Souther Italy”. *Agricultural Water Management*, 60 (2), 135 – 155. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(02\)00167-1](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(02)00167-1).
- Tonegawa, M., Dec, J., and Bollag, J.M. (2003). “Use of additives to enhance the removal of phenols from water treated with horseradish and hydrogen peroxide”. *Published in J. Environ. Qual*, 32, 1222–1227. <https://doi.org/10.2134/jeq2003.1222>.
- Topak R., Acar B., Uyanöz R., Ceyhan E. (2016). Performance of Partial Root-Zone Drip İrrigation for Sugarbeet Production in a Semi-Aridarea. *Agricultural Water Management*, 176: 180-190.
- Topak, R., Süheri, S., Acar, B. (2011). “Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian”, *Turkey Irrig Sci.*, 29, 79–89. (Doi: 10.1007/s00271-010-0219-3).
- Turgut, T. (2012). Çeşit ve Lokasyon Farklılıklarının Şeker Pancarı (*Beta vulgaris saccharifera* L.)’nin Verim ve Kalite Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Turhan, M. ve Pişkin, A. (2005). “Farklı Dozlarda Uygulanan Potasyumun Şeker Pancarının Verim ve Kalitesine Etkisi”. *Şeker Enstitüsü*, 06790 Etimesgut, Ankara.
- Türkşeker (2021). *Sektör Raporu*. Erişim: 01 Aralık 2022. <https://www.turkseker.gov.tr>.

- Tüzüner, A., Kurucu, N., Börekçi, M., Gedikoğlu, İ., Sönmez, B., Eyüpoğlu, İ., Açar, A. (1990). Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yarnia, M., Benam, M. B. K., Arbat, H. K., Tabrizi, E. F. M., Hassanpanah, D. (2008). “Effects of complete micronutrients and their application method on root yield and sugar content of sugar beet cv. Rassoul”. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 6 (3-4), 341-345.
- Richards, L.A. (1954). “Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils”. Handbook 60. U.S.A: U.S. Department of Agriculture.
- Wang, W., Wang, X., Huang, M., Cai, J., Zhou, Q., Dai, T., Cao, W. and Jiang, D. (2018). “Hydrogen peroxide and abscisic acid mediate salicylic acid-induced freezing tolerance in wheat”. *Front. Plant Sci.*, 9, 1137. (Doi: 10.3389/fpls.2018.01137).