



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

**SU TUTUCU POLİMER UYGULAMALARININ
KURAKLIK STRESİ ALTINDA YETİŞTİRİLEN 'MICHELE
PALIERI' ASMALARININ FİZYOLOJİSİ VE GELİŞİMİNE
ETKİLERİ**

Amina ABDULLAHI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalını

Ağustos-2024

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Amina ABDULLAHI tarafından hazırlanan “**Su Tutucu Polimer Uygulamalarının Kuraklık Stresi Altında Yetiştirilen ‘Michele Palieri’ Asmalarının Fizyolojisi ve Gelişimine Etkileri**” adlı tez çalışması 13/08/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Ali SABİR

.....

Danışman

Prof. Dr. Ali SABİR

.....

Üye

Prof. Dr. Zeki KARA

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Filiz HALLAÇ TÜRK

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ömer Faruk YÜKSEL
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 24201012 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Amina ABDULLAHI

Tarih: 13.08.2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU TUTUCU POLİMER UYGULAMALARININ KURAKLIK STRESİ ALTINDA YETİŞTİRİLEN 'MICHELE PALIERİ' ASMALARININ FİZYOLOJİSİ VE GELİŞİMİNE ETKİLERİ

Amina ABDULLAHI

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Ali SABİR

2024, 76 Sayfa

Jüri

Danışmanın Prof. Dr. Ali SABİR

Prof. Dr. Zeki KARA

Dr. Öğr. Üyesi Filiz HALLAÇ TÜRK

Dünya genelinde artan çevresel stres faktörleri ve iklim değişikliği, üzüm üretimini önemli oranda olumsuz etkilemektedir. Son yıllarda etkisi daha yoğun görülen iklim değişikliği ve iklim değişikliğinden kaynaklanan kuraklık ve orantısız sıcaklık artışına bağlı olarak strese karşı sürdürülebilir uygulamaların önemi ön plana çıkmaya başlamıştır. Küresel ölçekte ısınmaya bağlı olarak gerçekleşen iklim değişimi ve dünya genelinde hızlı nüfus artışı neticesinde tüketimin yükselmesi, doğal kaynaklardaki kullanılabilir suyun yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Yeryüzündeki, kullanılabilir suyun önemli bir bölümü tarımsal üretimde kullanıldığından bitkilerin su ihtiyacının en doğru yolla ekonomik bir şekilde karşılanması önem arz etmektedir. Bu kapsamda, toprağa su tutucu polimer uygulamaları tarımsal suyun verimli ve ekonomik değerlendirilmesini sağlayan yöntemlerden birisidir. Bu kapsamda daha önce yürütülen ön çalışma sonuçlarına göre, etkili bileşimi potasyum temelli poliakrileyt/poliakrilamid olan silika jel yapılı bir su tutucu polimer maddenin (Terawet®) bitkilerde kuraklık stresine mücadelede destek sağlayabilecek potansiyeli olan bir madde olduğu belirlenmiştir.

Bağ arazisinde topraksız kültür ortamında gerçekleştirilen bu çalışmada, 'Michele Palieri' asmalarının yüksek kuraklık stresi altında topraktan su tutucu polimer (Terawet®) uygulamalarına fizyolojik ve vejetatif gelişime özellikleri bakımından tepkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, 1:1 oranında torf ve perlit karışımı içeren topraksız kültür ortamı kullanılmıştır. Kendi kökü üzerinde yetiştirilen bir yaşlı 'Michele Palieri' asmaları yaz dönemine ait yüksek sıcaklık koşullarının başladığı dönemde yetiştirme ortamlarına aktarılmıştır. Aktarma sırasında yetiştirme ortamında su tutucu polimer ticari olarak Terawet® ismiyle bilinen hidrojel farklı dozlarda (0 g polimer + tam sulama (TS), 0 g polimer + kısıtlı sulama (KS), 1 g polimer + KS, 2 g polimer + KS, 4 g polimer + KS ve 8 g polimer + KS) yetiştirme ortamı içerisine homojen şekilde uygulanmıştır. Tam sulama her gün ve kısıtlı sulama ise yaklaşık 16 gün arayla 3 defa tekrarlanmıştır. Uygulamaları takiben stres periyodu boyunca stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı, toprak sıcaklığı, toprak nem tayini, hava sıcaklığı, yaprak klorofil içeriği değerleri kaydedilmiştir. Büyüme dönemi sonunda ise bitkilerde vejetatif gelişme özellikleri incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, kuraklık stresinin 'Michele Palieri' asmalarda stoma iletkenliğini ve yaprak klorofil yoğunluğunu azalttığı; hücre zarı geçirgenliğini (elektrolit sızıntısı), prolin içeriğini ve malondialdehit miktarını (MDA) arttırdığı belirlenmiştir. Kuraklık stresi aynı

zamanda vejetatif gelişmeyi de olumsuz etkileyerek sürgün uzunluğunu, sürgün çapını, yaprak yaş ağırlığını, yaprak kuru ağırlığını ve yaprak alanını azalttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte kuraklık stresinin, yetiştirme ortamının sıcaklığını artırdığı ancak nem miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Kültür ortamına su tutucu polimer uygulamaları 'Michele Palieri' asmalarının sürgün uzunluğunu, sürgün çapını, yaprak yaş ağırlığını, yaprak kuru ağırlığını ve yaprak alanını uygulama dozuna bağlı olarak arttırmıştır. Polimer uygulamaları asmalarda stoma iletkenliği ve yaprak klorofil yoğunluğu gibi fizyolojik parametreleri arttırmış; hücre zarı geçirgenliğini (elektrolit sızıntısı), lipid peroksidaz (MDA) ve prolin miktarını azaltmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık stresi, sürdürülebilir bağcılık, su tutucu polimer, asma fizyolojisi



ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECTS OF WATER RETENTION POLYMER APPLICATIONS ON THE PHYSIOLOGY AND DEVELOPMENT OF 'MICHELE PALIERI' VINES GROWN UNDER DROUGHT STRESS

Amina ABDULLAHI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE

Advisor: Prof. Dr. Ali SABIR

2024, .. Pages

Jury

Advisor Prof. Dr. Ali SABIR

Prof. Dr. Zeki KARA

Asst. Prof. Dr. Filiz HALLAÇ TÜRK

Increasing environmental stress factors and climate change have a significant negative impact on grape production. In recent years, the importance of sustainable practices against stress has started to come to the fore due to climate change, the impact of which has become more intense, and drought and disproportionate temperature increase caused by climate change. Climate change caused by global warming and an increase in consumption due to rapid population growth threaten its existence by causing a decrease in water from natural sources. Since most of the usable water in the world is used in agriculture, it is necessary to meet the water needs of plants in the most accurate and economical way. In this context, the application of water retention polymer comes across as one of the methods that ensure the efficient and economical use of water. In a previous preliminary study, a water retention polymer substance (Terawet®) as potassium-based polyacrylate/polyacrylamide silica gel was found as an important molecule that played a vital role in combating drought stress in plants.

In this study, which was carried out in soilless culture medium in the vineyard land, it was aimed to determine the reactions of 'Michele Palieri' vines to water-retaining polymer (Terawet®) applications from the soil under high drought stress in terms of their physiological and vegetative growth properties. In this study, soilless culture medium containing a mixture of tof and perlite in a ratio of 1:1 was used. An old 'Michele Palieri' vine grown on its own root was transferred to growing environments during the summer period when high temperature conditions began. During the transfer, the water-retaining polymer hydrogel, commercially known as Terawet®, was homogeneously applied to the growing medium in different doses of this polymer (0 g polymer + full irrigation (FI), 0 g polymer + deficit irrigation (DI), 1 g polymer + DI, 2 g polymer + DI, 4 g polymer + DI ve 8 g polymer + DI). Full irrigation was repeated every day and restricted irrigation was repeated 3 times with an interval of about 16 days. Following the applications, stomatal conductivity, leaf temperature, soil temperature, soil moisture determination, air temperature, leaf chlorophyll content values were recorded during the stress period. At the end of the growth period, vegetative growth characteristics of plants were examined.

According to the results obtained, drought stress decreased stomatal conductance and leaf chlorophyll concentration; increased cell membrane permeability (electrolyte leakage), proline content and malondialdehyde (MDA) in 'Michele Palieri' grapevines. Drought stress also negatively affected vegetative growth and decreased shoot length, shoot diameter, leaf fresh and dry weights and leaf area. In addition, drought stress increased the temperature of the cultivation medium but decreased the moisture content. Polymer (Terawet®) applications increased shoot length, shoot diameter, leaf wet weight, leaf dry weight and leaf area of 'Michele Palieri' vines. Water-retaining polymer applications increased stomatal conductance and chlorophyll content (SPAD); decreased cell membrane permeability (electrolyte leakage), lipid peroxidase (MDA), proline content and leaf temperature. It was also found that water-retaining polymer applications decreased the temperature of the growing medium but increased the moisture content.

Keywords: Drought stress, sustainable viticulture, water retention polymer, grapevine physiology



ÖNSÖZ

Yüksek Lisans sürecimin her noktasında bilgi, tecrübelerini ve desteğini esirgemeyen; eğitim ve akademik kariyerime kattığı eşsiz değerleri sağlayarak bilimsel anlamda gelişmemi destekleyen Danışmanım S.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi ve Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Ali SABİR'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte katkıları ve önerileriyle her konuda bana destek olan Sayın Prof. Dr. Zeki KARA'ya tez yazılımda değerli görüşlerini paylaşan yüksek lisans jürisi hocam Dr. Öğr. Üyesi Filiz HALLAÇ TÜRK'e teşekkür ederim.

Sağladıkları laboratuvar imkanları sebebiyle Prof. Dr. Ferhan SABİR'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam kapsamında kurulan denemelerin yürütülmesinde sera ve laboratuvar analizlerin yapılması aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Dr. Sevil ÜNAL'a, Dr. Yasin GAYRETLİ'ye, Zir. Yük. Müh. Fırat UZUN'a, Zir. Müh. Zuhâl Zeynep AVŞAROĞLU'na, Zir. Müh. Esra SAMANCI'ya; akademik kariyerim sırasında her konuda bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgemeyen Afganistanlı hocalarım ve meslektaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın her aşamasında maddi ve manevi destekleriyle beni motive eden, sonsuz sabır ve anlayış gösteren, dualarını ve güzel dileklerini benden esirgemeyen, her zaman bana destek olan, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim sevgili aileme, canım kardeşlerime her durumda yanımda olup destekleyen değerli arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasını maddi olarak destekleyen S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Ofisi (Felippe)'ne teşekkür ederim.

Amina ABDULLAHI

KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Kuraklık Stresi Üzerine Yapılan Çalışmalar	5
2.2. Hidrojel Kullanımı Üzerine Yapılan Çalışmalar	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. ‘Michelle Pallieri’ (‘Alphonse Lavallée’ × ‘Red Malaga’)	14
3.1.2. Su tutucu polimer (Hidrojel).....	14
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Deneme planı ve uygulamalar	15
3.2.2. Yetiştirme ortamında yapılan ölçüm ve analizler	17
3.2.1. Asmalarda yapılan vejetatif ölçümler	19
3.2.3. Asmalarda yapılan fizyolojik ölçüm ve analizler	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	26
4.1. Polimer Uygulamalarının Yetiştirme Ortamı Özellikleri Üzerine Etkileri	26
4.1.1. Yetiştirme ortamının nem miktarı (%)	26
4.1.2. Yetiştirme ortamının sıcaklığı (°C)	28
4.1.3. Yetiştirme ortamı pH değeri	30
4.1.4. Yetiştirme ortamının EC’si.....	31
4.2. Asmaların Vejetatif Özelliklerine Ait Bulgular	32
4.2.1. Sürgün uzunluğu (cm)	32
4.2.2. Sürgün çapı (mm)	33
4.2.5. Yaprak yaş ağırlığı (g)	35
4.2.6. Yaprak kuru ağırlığı (g)	36
4.2.7. Yaprak alanı (cm ²).....	37
4.3. Asmaların Fizyolojik Özelliklerine Ait Bulgular.....	38
4.3.1. Stoma iletkenliği (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹).....	38
4.3.2. Yaprak sıcaklığı (°C)	41
4.3.3. Yaprak klorofil içeriği (mg/kg)	43
4.3.4. Hücre zarı geçirgenliği (Elektrolit sızıntısı %).....	45
4.3.5. Malondialdehit miktarı (MDA, nmol g ⁻¹ YA)	46
4.3.6. Yaprak oransal su içeriği (%)	47
4.3.7. Yaprak Prolin İçeriği	48

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	51
5.1 Sonuçlar.....	51
KAYNAKLAR.....	54



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C: Santigrat Derece

Chl : Klorofil

Cm² : Santimetrekaare

CO₂ : Karbondioksit

FAO: Gıda ve Tarım Örgütü

Ha: Hektar

IPCC: Hükûmetler Arası İklim Değişikliği Paneli

m² : Metrekare

Mg: Miligram

ml: Mililitre

µM: Mikromolar

OIV: Uluslararası Bağ ve Şarap Örgütü

% : Yüzde

µM: Mikro mol

EC:Elektriksel iletkenlik

Kg: Kilogram

mmol: Milimol

ppm: milyonda bir

pH: Hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması

Kısaltmalar

ICP-AES: Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer

KA: Kuru ağırlık

MDA: Malondialdehit

TBA: Thiobarbiturik asit

TCA: Trikloro asetik asit

YA: Yaş ağırlık

1. GİRİŞ

Asma M.Ö. 6000-5000 yıllarında Kafkasya ve Hazar Denizi'nin güneyi ile Anadolu'da kültüre alınan ve dünya üzerinde kültürü yapılan en eski bitkilerden biridir (Ağaoğlu, 2002b). Üzüm, sahip olduğu zengin genetik potansiyel sayesinde (Galet, 1998; Sabır ve ark., 2009) dünyada ılıman iklimden tropik bölgelere kadar değişen iklimlerde yetişse de (Winkler ve ark., 1974), çoğunlukla ılıman iklim ve Akdeniz Bölgesi'nde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye, bağcılık kültürünün doğup, dünyanın hemen her yerine yayıldığı ve bağcılık bakımından en elverişli olan bu iklim kuşağında yer alır (Çelik ve Ağaoğlu, 1998; Çelik ve ark., 1998.).

Türkiye'nin yaklaşık her yöresinde geleneksel ya da modern yöntemlerle gerçekleştirilen bağcılık faaliyetlerine rastlanmaktadır (Çelik ve ark., 1998.; Ağaoğlu, 2002a). Kuraklık ve benzeri çevresel stres faktörlerinin ön planda olduğu birçok ülkede de tarımsal üretimde bağcılık daha fazla tercih edilmektedir. Örneğin, asmanın gen merkezi olan coğrafyaya oldukça yakın mesafede yer alan ülkelerden olan Afganistan'da dünya bağcılığında önemli potansiyele sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Bağcılık, Afganistan'ın hemen hemen her yerinde belirli seviyelerde yöresel yöntemlerle yapılabilmekte ve üzüm bu ülkenin en önemli taze ürünlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Abdullahi ve ark., 2022). 2024 yılı FAO verilerine göre Türkiye, 400.998 ha'lık bağ alanı ile 5. sırada ve 4165000 ton üzüm üretimiyle dünyada 6. sırada yer alırken kuraklığın ülke genelinde hüküm sürdüğü Afganistan ise 92.584 ha üretim alanı ile dünyada 19. sırada ve 910000 ton üzüm üretimiyle 18. sırada yer almaktadır (Çizelge 1.1) (FAO, 2024).

Çizelge 1. Ülkelere göre bağcılık yapılan alan ve üretim miktarları (FAO, 2020)

Sıra	Ülke	Üretim Alanı (Ha)	Sıra	Ülke	Üretim (Ton)
1.	İspanya	931.630	1.	Çin	12600000
2.	Çin	765.038	2.	İtalya	8437970
3.	Fransa	759.060	3.	Fransa	6199950
4.	İtalya	703.900	4.	İspanya	5902040
5.	Türkiye	400.998	5.	ABD	5372800
6.	ABD	372.311	6.	Türkiye	4165000
7.	Arjantin	214.798	7.	Hindistan	3401000
8.	Şili	200.906	8.	Şili	2402686
9.	Portekiz	175.670	9.	G. Afrika	2064742
10.	Romanya	175.590	10.	Arjantin	1936803
19.	Afganistan	92.584	18.	Afganistan	910000
	Dünya	6.950.930		Dünya	74942572.95

Üzümün başta sofralık, şaraplık ve kurutmalık olmak üzere çok çeşitli değerlendirme şekilleri vardır (Pereira ve ark., 2018). Modern bağcılıkta verim ve kalitenin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için asmanın büyümesi ve gelişmesinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Biyotik ve abiyotik stres faktörleri, yetiştiricilikte verimin azalmasına ve dünya genelinde tarımsal üretimin sınırlandırılmasına neden olmaktadır. Son yıllarda etkisi ve sıklığı giderek artan kuraklık ve iklim değişikliği olayları, yetiştiricileri hastalık ve zararlıları kontrol altına alan korumalı yetiştirme tekniklerini kullanmaya zorlamaktadır. Bu nedenle bitkilerde biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı tolerans mekanizmalarını kuvvetlendirmeye yönelik uygulamalar, tarımsal üretimde verimliliği sürdürülebilir nitelikte sağlamak için önem taşımaktadır (Sabir ve ark., 2019). Küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi nedenlerle, doğal su varlıklarının önemi gün geçtikçe daha da artmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda yapılan çalışmaların genellikle kuraklık, su stresi ve yüksek sıcaklıklara dayanım üzerine yoğunlaşmıştır.

İklim değişikliği ile birlikte gelen küresel ısınma, yeryüzündeki genel ekosistemleri olduğu gibi tarımsal alanları da olumsuz etkilemektedir. Kuraklık, bu kapsamda değerlendirilen başlıca tehditlerdendir (Yakupoğlu ve ark., 2019). Gıda yetersizliği ve buna bağlı ortaya çıkan açlığın dünyayı önemli derecede tehdit ettiği 21. yüzyılda, toprak ve doğal su kaynakları en önemli stratejik maddeler olarak

değerlendirilmektedir (UNESCO, 2006). Günümüzde su kaynakları her geçen gün azalmakta ve mevcut kaynaklar da bilinçsiz kullanıma bağlı olarak kullanılmaz hale gelmektedir. Dünyadaki tarım alanlarının yaklaşık %16'sı sulanmakta, %84'ünde ise yağışa bağlı kuru tarım niteliğindedir (Anonim, 2007). Çeşitli kaynaklara göre değişiklik arz etmekle birlikte, toplam su tüketiminin yaklaşık %70'i tarımsal sulama amacıyla kullanılırken, %22'si sanayi ve %8'i içme suyu amacıyla olarak değerlendirilmektedir. İnsanın sürdürülebilir nitelikte sağlıklı beslenmesi için tarımda en önemli girdilerin başında suyun geldiği kabul edilmektedir. Araştırmalara göre, 2030 yılında Türkiye nüfusunun yaklaşık 100 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda su kaynaklarının %100 verimlilikle kullanılacağı varsayılsa bile, kişi başına düşen su miktarının 1000 m³'e kadar düşeceği ve Türkiye'nin de halen Afganistan örneğinde olduğu gibi su fakiri ülkeler arasına gireceği tahmin edilmektedir (Madakbaş ve ark., 2014).

Kuraklık, bitki gen kaynaklarının yeryüzündeki coğrafi dağılımını belirleyen en önemli çevresel stres faktörleri arasında yer aldığı kabul edilmektedir (Flexas ve ark., 1999). Kuraklık stresi, bitkilerde büyümeyi ve ekonomik anlamda verimi sınırlandıran başlıca çevresel streslerden olup, bitkilerde birçok anatomik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler reaksiyonu etkilemektedir (Yağmur, 2008). Vejetasyon periyodu boyunca toprakta etkili kök derinliğinde yeterince yarayışlı su bulunmaması durumunda ürünün niceliği ve niteliği olumsuz etkilemektedir. Özellikle kil miktarının az ve organik maddenin yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerin çoğu oransal olarak düşük su tutma kapasitesi ile karakterize edilirler (Yu ve ark., 2012). Yüzey toprağının su tutma kapasitesi düşük olduğunda toprağa gelen su (yağış, sulama) kök bölgesinin altına aşırı drene olmaktadır (Fan ve ark., 2005). Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde tarımsal üretim için toprağın su tutma kapasitesini artırmaya yönelik olarak çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir. Bu uygulamalardan bir tanesi de “süper absorbent polimer (SAP)” olarak bilinen su tutucuların kullanımıdır (Sabır ve Kara, 2010). Yüksek su tutma kapasiteleri nedeniyle “su tutucu” olarak isimlendirilen bu tür hidrojel, tarımsal üretimi için temel sorunlardan birinin su kıtlığı olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerin topraklarında bitkinin büyüme ve gelişimini destekleyebilmektedir (Johnson ve Piper, 1997; Lobo ve ark., 2006). Özellikle kuraklık stresi koşulların altında kurak ve

yarı kurak yörelerde sürdürülebilir tarım uygulamaları kapsamında su tutucu polimerlerin ve benzeri maddelerin kullanımı önem kazanmıştır.

Son yıllarda, polimer maddelerin toprak düzenleyici olarak kullanılması zamanla artan bir uygulama alanı bulmaktadır. Su tutucu polimer, kök bölgesine nem sağlayarak kurak ekolojilerde bitkilerin yaşama şansını önemli ölçüde arttırmaktadır. Su tutucu jel tanelerinin, bitki kökünün çevresini sararak suyun alınması ve saklanması sırasında açıkta kalan köklerin susuzluğunu önleyecek şekilde yeterli nem sağlayabileceği ifade edilmektedir (Avcı ve Meyveci, 1998). Hidrojel kullanımı sayesinde erozyonun engellenmesi, tarıma elverişsiz toprağın yeniden kullanışlı hale gelmesi, kaymak tabakasının engellenmesi ve bu sayede toprak yoğunluğunu azaltarak toprak suyunun buharlaşmasını azaltması sağlanabilmektedir. Ayrıca bu maddelerin toprak havalanmasını arttırdığını, fazla yağmur suyunun toprakta tutulmasını ve su tüketimini azaltarak %50-70 oranında su tasarrufu sağlamasını, gübre tüketimini, sulama ve işçilik, maliyetlerinin azalmasını sağladığı bildirilmektedir.

Farklı bitki türleri kullanılarak yürütülen bazı çalışmalarda, su tutucu polimerlerin kullanımı sayesinde bitkinin su stresinin azalabildiği, toprağın su tutma kapasitesinin geliştiği, ardışık sulamalar arasındaki periyodun uzayabildiği, bitki gelişim oranı ve performansı ile biyolojik kütle ağırlığının arttığı belirtilmiştir (Pill ve Jacono, 1984; Baker SW, 1990; Hüttermann ve ark., 1999; Viero ve ark., 2002; Han ve ark., 2005; Ekebafe ve ark., 2011; Yu ve ark., 2012). Örneğin, Nnadi ve Brave (2011) su yetersizliğinin olduğu bir ekosistemde su tutucu polimer kullanılan bitkilerin polimer uygulanmayan bitkilerden daha sağlıklı büyüdüğünü belirtmişlerdir.

Bu çalışma kapsamında, kısıntılı sulama koşullarında farklı dozlarda su tutucu polimer uygulamalarının kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının fizyolojisi ve gelişme özellikleri bakımından tepkilerinin belirlenmesi amacıyla araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Dünyadaki mevcut doğal kaynak suyunun büyük bir bölümü tarım alanlarında kullanılmakla birlikte, günümüz şartlarında su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla bu kaynakların daha ekonomik kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Kurak şartlarda ticari anlamda yeterli bir bitkisel üretim gerçekleştirebilmek ve bunun devamlılığını sağlayabilmek için bazı alternatif kültürel uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, toprağa ilave olarak bazı maddelerin uygulanması dikkat çekmektedir. Su tutucu polimerler (Super Absorbent Polymer: SAP), kurak koşullarda bitkilerin daha sağlıklı bir şekilde yetiştirilebilmesine olanak sağlayan maddelerdendir. Su kıtlığı şartlarında, polimerlerin bitki büyümesi, fizyolojisi, verim, kalite, fenoloji ve sulama verimliliği üzerinde olumlu etkilerine ilaveten tarımdaki önemli girdilerin başında yer alan su ile gübrenin kök bölgesinde sağlıklı bir şekilde tutulmasına olanak tanıyarak tasarruf sağladığını rapor eden çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Khalilpour ve ark., 2005; Madakbaş ve ark., 2014). Su tutucu maddelerin, bünyelerinde suyu depolayıp bitkilerin ihtiyaç duyduğu hallerde köklerinin faydalanmasına olanak vererek bitki gelişimine destek sağladığı bilinmektedir (El-Hady ve ark., 2006). Özellikle kuraklık stresi koşulları altında kurak ve yarı kurak yörelerde sürdürülebilir tarım uygulamaları kapsamında su tutucu polimerlerin ve benzeri maddelerin kullanımı önem kazanmıştır. Ancak, kurak ekosistemlerin ekonomik olarak değerlendirilmesinde başlıca bitkilerden olan asmaların kuraklık stresine karşı desteklenmesine yönelik araştırma sayısının yetersiz olduğu ve özellikle kısıtlı su kaynaklarının etkili bir yaklaşımla kullanımında ümit veren su tutucu polimerler üzerine deneysel araştırmaların yok denecek kadar az olduğu görülmektedir.

2.1. Kuraklık Stresi Üzerine Yapılan Çalışmalar

İklim değişikliğinin Avrupa'daki bağcılık üzerine olan olumsuz etkileri, bilim insanlarını kuraklığa tolerans seviyesi yüksek nitelik taşıyan yerli çeşitlerin sürdürülebilir bağcılıkta kullanımı konusunda araştırmalara yönlendirmiştir. Bu kapsamda yürütülen bir çalışmada, çeşitli uluslararası ve yerli asma çeşitlerinin iklim değişikliğine adaptasyon yeteneklerinin araştırılması amacıyla hafif ve orta

kuraklık stresinin yerel 'Maratheftiko' üzüm çeşidindeki stresin fizyolojik ve biyokimyasal olarak saptanmasına çalışılmıştır. Ardışık periyotlarla 8 ve 20 günlük hafif ve orta kuraklık şiddetine maruz kalmanın ardından yaprak fotosentez oranlarında düşüş olduğu ortaya saptanmıştır. Özellikle, yaprak stoma iletkenliği hafif kuraklık şartlarında 8 gün sonra önemli oranda azalmıştır. Ayrıca, 8 günlük hafif kuraklıktan sonra yaprak hidrojen peroksit ve lipid peroksidasyonu seviyeleri ile antioksidan enzim aktivitesini yükseldiği bildirilmiştir. Genel olarak, 'Maratheftiko' yerel üzüm çeşidinin iklim değişikliğinin arttırdığı kuraklık stresine karşı toleransının kayda değer olduğu sonucuna varılmıştır (Chrysargyris ve ark., 2018).

Farklı genetik kökenlere sahip anaçlara (Kober 5 BB, Richter 99, Richter 110, 140 Ruggeri, 44-53 Maléque) aşıllı ve aşısız 'Michele Palieri' çeşidinin kullanıldığı bir çalışmada asmalara torf içeren saksılarda iki sulama rejimi (Tam sulama ve kısıntılı sulama) uygulanmıştır. Sulamalar, tansiyometreler kullanılarak toprak suyu matriks potansiyeli (Ψ_m) seviyelerine göre düzenlenmiş ve %100 tarla kapasitesine ulaşmak için uygulanması gereken sulama suyu tam sulama, bunun %50'si ise kısıntılı olarak kabul edilmiştir. Kısıntılı sulama, 'Michele Palieri' asmalarının stoma iletkenliğini anaçlara bağlı olarak değişen seviyelerde azaltmış ve vejetatif büyümesini farklı seviyelerde etkilemiştir. Örneğin, su kısıntısı nedeniyle sürgün uzunluğunda en büyük düşüş (%26.7) 'Michele Palieri' 5 BB asmalarında, ardından aşısız asmalarda (%13.1) belirlenirken, en düşük değişiklik (%2.4) 110 R üzerine aşılanmış asmalarda bulunmuştur. Bu çalışmanın genel bulgularına göre, *V. berlandieri* $\times$ *V. rupestris* melezi (110 R, 99 R, 140 Ru ve 44–53 M) anaçlarına aşıllı asmaların kısıntılı sulama şartlarında 5 BB (*V. berlandieri* $\times$ *V. riparia*) üzerine aşıllı asmalardan daha iyi gelişim göstermiştir (Sabır ve Sahin, 2018).

Türkiye'de yürütülen bir başka çalışmada, bazı yerel ve yabancı üzüm çeşitlerinin ('Buffalo Eye', 'Bilecik İrkarası', 'Bubble', Horoz Karası', 'Rooster Land', 'Rumi', 'Kabarcık', 'Çavuş', 'Tekirdağ Çekirdeksizi' ve 'Trakya İlkeren') kuraklık stresine fizyolojik ve biyokimyasal tepkileri araştırılmıştır. Çeşitlere ait aşısız asmalara uygulanan 7 günlük kuraklık stresini takiben tarla kapasitesi seviyesinde 2 günlük rehidrasyon uygulanmıştır. Yapılan analizlere göre 'Rooster Land' ve 'Tekirdağ Çekirdeksizi' asmalarının kuraklığa yüksek tolerans gösterdiği,

'Kabarcık' asmalarının ise düşük tolerans gösterdiği belirtilmiştir (Koç ve ark., 2018).

Kuraklık ve yüksek sıcaklıkların asmalarda (*Vitis* spp.) fizyolojik ve biyokimyasal özelliklere etkileri üzerine araştırma bulguları oldukça yetersizdir. Bu konuda yürütülen bir çalışmada saksı kültüründe aşısız 'Malbec' asmalarına yüksek sıcaklığa sahip sera koşullarında (45/22°C) tam sulama (%100 tarla kapasitesi seviyesinde su uygulama) ve kısıntılı sulama (tarla kapasitesinin %50'si) uygulanmıştır. Tam sulama koşullarındaki asmaların yaprak sıcaklığı daha düşük ve vejetatif gelişme daha yüksek bulunmuştur. Kısıntılı sulama, stoma iletkenliğinde önemli düşüslere neden olmuştur. Elde edilen bulguların, değişen iklim şartlarına asmaların fizyolojik tepkilerinin ortaya koyularak stres şartlarında adaptasyon stratejilerinde yol gösterici olabileceği sonucu vurgulanmıştır (Galat Giorgi ve ark., 2019).

İklim değişikliğinden kaynaklanan düzensiz yağış rejimleri ve artan sıcaklıklar, yeryüzündeki çok sayıda bölgede kuraklık olaylarının daha sık görülmesine ve buna bağlı olarak tatlı su kaynaklarına olan talebin artmasına neden olmaktadır. Ekonomik önemi yüksek olan bitkilerden olan asmalar (*Vitis* spp.), kuraklığa tolerans bakımından ön planda yer alabilecek genotipler barındırmaktadır. Bu genotiplerin kuraklığa tepkileri üzerine kapsamlı araştırmalara yapılarak, küresel ölçekte bağcılığın sürdürülebilirliğine önemli katkı sağlanabileceği işaret edilmiştir (Gambetta ve ark., 2020). Diğer taraftan, iklim değişikliği ve kuraklık stresine yoğun olarak maruz kalan ekosistemlerde toprak ve su yönetimine yönelik projelere öncelik verilmesi gerektiği de vurgulanmaktadır (Hofmann ve ark., 2022).

2.2. Hidrojel Kullanımı Üzerine Yapılan Çalışmalar

Swietlik (1989) tarafından yürütülen bir çalışmada, farklı miktarlarda hidrojel uygulamalarının (1.2 g/L ve 2 g/L) altıntoplarda stoma iletkenliği, büyüme ve yaprak su potansiyeli üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, hidrojel uygulamasının altıntoplarda gövde gelişimi, taç gelişimi ve bitki boyunu etkilemediği ancak 2 g/L hidrojel uygulamasının stoma iletkenliği ve yaprak su potansiyelini arttırdığı ifade edilmiştir.

Bileşimi potasyum bazlı poliakrileyt/poliakrilamid olan “Terawet” ticari adlı bir su tutucu polimer madde Orta Anadolu şartlarında mercimek/buğday ve nadas/buğday ekim sistemlerinde uygulanmıştır. Bu polimerin farklı dozları (0, 3, 13, 23 ve 33 kg/da) mercimekte (*Lens culinaris*) sıra aralarına, nadas/buğday ekim nöbetinde ise nadasa serpmeye olarak uygulanarak el çapası ile toprağa karıştırılmıştır. Uygulama öncesi, mercimekte hasat sonrası ve buğdayda (*Triticum aestivum*) ekim öncesi topraktan 0-90 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde su oranı analizleri yapılmış, buğday ve mercimek ile bazı agronomik parametrelerdeki değişimler saptanmıştır. Bulgulara göre, polimerin 13 kg/da oranında uygulaması ürün verimleri ve toprak profil nemleri diğer uygulamalara göre daha yüksek olmakla birlikte bu fazlalık istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Polimer uygulamaları mercimekte biyolojik verim ve hasat indeksi üzerine etkili olmamış ancak; buğdayda başaktaki tane sayısını arttırırken, birim alandaki başak sayısını düşürmüştür. Yaprak profildeki nemde farklılık bulunmamakla birlikte Terawet'in 13 kg/da'lık dozu sayesinde topraktaki 30-90 cm'lik katmanda nem düzeyi kontrol ve diğer uygulamalara göre yüksek bulunmuştur. Bu durumda Terawet'in toprağın su geçirgenliğini artırdığı bundan dolayı alt katlarda daha fazla su muhafaza edilmesini sağladığı sonucuna varılmıştır (Avcı ve Meyveci, 1998).

Polonya'da 1999 ve 2001 yılları arasında çilek bitkisinde vejetatif gelişimi, çiçeklenmesi ve meyve verimi üzerinde siyah ve kumlu toprakta 3 ve 6 g/L hidrojel uygulamasının kullanımlarının etkileri araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, kontrol koşullarına nispeten hidrojelli toprağın, çiçek sayısını, klorofil içeriğini, yaprak sayısını, gözenek sayısını, orta yaprak kütlelerini ve bitki başına düşen kol sayısı miktarlarını arttırdığı belirlenmiştir (Makowska ve ark., 2004).

Szwonek (2012) tarafından üç yaşındaki ‘Burlat’ kiraz çeşidinde 2003 ve 2009 yıllarında yürütülen bir çalışmada, dikim çukurunun içerisine 1 kg Biotop (organik mineral gübre) + 160 g Stockosorb Agro (hidrojel) uygulanmıştır. Hidrojel ile organik mineral gübrenin ayrı ayrı uygulamasından olumlu etkileri olduğunu görülmekle birlikte, en yüksek sonucun Biotop+Stockosorb Agro uygulamasından olduğunu, gövde kesit alanının kontrole kıyasla 2 katı artış sağladığı tespit edilmiştir. Kiraz verimi kontrolde 3.2 kg iken hidrojel uygulamasında 11.6 kg olarak saptanmıştır.

Fagundes ve ark. (2014)'nın Brezilya'da yürüttükleri çalışmada, hidrojinin 3 farklı turunçgil anacında ['Rangpur' lime (*Citrus limonia* Osbeck), *Poncirus trifoliata* L. ve Sunki mandarini (*Citrus sunki* Hort. Ex Tanaka) tohum çimlenmesi ve büyümesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Üç farklı turunçgil anacı için her saksıya 0.4 gr Hidroplan-EB/HyB-M® polimeri ilave etmişlerdir. Elde edilen verilere göre, araştırmacılar ortama polimer ilavesinin tohum çıkışını arttırdığını ve *Citrus* anaçlarının büyümesini iyileştirdiğini raporlanmıştır.

Mikiciuk ve ark. (2015), hidrojinin çileğin biyokimyasal içeriği ve toprağın biyolojik reaksiyonu üzerine yaptıkları çalışmada, hidrojinin 1.8 ve 3.6 g/dm³ toprak dozunda uygulayarak, yaprak ve meyvede N ve K içeriğini arttırdığını fakat P, S ve Na içeriğini etkilemediğini; 3.6 g/dm³ dozunda kullanılan hidrojinin yaprak ve meyvelerdeki Mg içeriğini azalttığını saptamışlardır. Öte yandan 1.8 g/dm³ dozdaki hidrojinin uygulamasında ise hidrojinin topraktaki bakteri içeriğini önemli düzeyde arttırdığını bunun yanında aktinomiset ve fungus üzerine etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Hidrofilik polimerler (süper emiciler), kumlu toprakların su tutma kapasitesini artırabilmektedir. Özellikle kuraklığın bitkisel üretimi engelleyebilecek derecede olumsuz etkilerinin olduğu yörelerde, bu materyallerin pratik olarak kullanılabilmesi için ülkesel ölçekte araştırma ve geliştirme projelerine yer verilmektedir. İran'da yürütülen bir çalışmada, polimer-toprak karışımlarının hidrolik özelliklerinin, farklı konsantrasyonlarda su emici polimerlerin etkinliği araştırılmıştır. Süper emici nitelikteki bir polimer (A-200), İran Polimer Enstitüsü tarafından kumul kumuna %0,3, %0,6 ve %1 ağırlık/ağırlık oranlarında eklenmiştir. Toprak emici karışımların etkili su tutma özelliklerinin, bitki tarafından temin edilebilen suya ve saf kuma göre iyileştirildiğini ve iyileştirmenin, karışımdaki ilgili emici miktarla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bitki su içeriği (Mikiciuk ve ark., 2015), polimer ilaveli kum için önemli miktarda yükselmiştir (Banedjschafie ve Durner, 2015).

Pattanaaik ve ark. (2015), %38 eğimli arazide 'Khasi' mandarini (*Citrus reticulata* Blanco)'nin bulunduğu bahçede, ağaç başına 0, 20, 40, 60, 80, 100 ve 120 g hidrojinin uygulayarak hidrojinin verim ve gelişme üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda ağaç başına 60 g hidrojinin verim, kalite (şeker,

askorbik asit) ve ağaç gelişimi üzerine olumlu yönde etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Brezilya Federal Bölgesi Planaltina ilçesinde tarımsal toprak niteliği bozulmuş bir alanın restorasyonunda altı *Cerrado* türünün fidanlarında kuruma oranını azaltmada bir su tutma polimerinin (hidrojel) etkisi belirlenmiştir. Hidrojelin kurak mevsimde fidanlarda kuruma oranını önemli ölçüde azalttığını ve yağışlı mevsimde önemli bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Kuruyan fidanların değiştirilmesinin maliyeti ile ilgili olarak, hidrojel içermeyen işlem, kurak mevsimde hidrojel içeren işlemden daha maliyetli olmuştur. Hidrojel kullanılarak kurak mevsim sonunda ekim, bozulmuş alanların geri kazanım programlarına önemli bir ek maliyet getirmeden, nakil sonrası su stresi etkilerinin azaltılması yoluyla fidelerin ölüm oranını azaltmada uygun bir alternatif olarak önerilmiştir (Fonseca ve ark., 2017).

Mısır ve çam bitkilerinin saksı kültüründe yetiştirildiği bir çalışmada, killi, kumlu ve killi tınlı topraklarda hidrojel uygulama oranlarının ve uygulama yöntemlerinin bitki canlılığı ve büyümesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Hidrojel, bantlama veya karıştırma yöntemi ile 0, 1, 2, 3 ve 4 g/kg toprak konsantrasyonlarında uygulanmıştır. Sonuçlar 4 g hidrojel bandajının mısırın taze ve kuru yer üstü biyokütlesini %25 oranında iyileştirdiğini ve çam fidelerinin hayatta kalma süresini %90 oranında uzattığını göstermiştir. Hidrojel ile bantlanmış topraklarda su kullanım verimliliği %10-13 artmıştır. Buna göre hidrojellerin tarımda su korunumundaki etkinliğinin uygulama yöntem ve miktarlarına bağlı olduğu sonucuna varılmıştır (El-Asmar ve ark., 2017).

Dik bir yüzeye sahip kumlu toprakta su tutmanın geliştirilmesi amacına yönelik yürütülen bir çalışmada Süper-AB-A-300 isimli bir polimer kullanılmıştır. Üç seviyedeki hidrofilik polimer kumlu toprakla harmanlanmıştır. Polimer ile muamele edilen kumlu toprak, kontrollere kıyasla toprak suyu tutmada önemli bir artış göstermiştir. Su kıtlığı altında, araştırma alanı kapsamındaki bazı yöresel odunsu ve ot bitkilerinin hayatta kalma süreleri uzatmıştır. Dik yüzeyde kumlu toprakta üretim imkanı için en uygun polimer uygulama oranının %0.4 olduğu belirlenmiştir (Dehkordi, 2018).

Su stresi koşullarında börülce fasulyesinin gelişimine beş konsantrasyon (0, 5, 10, 15 ve 20 kg/ha) hidrojel kullanımının etkinliğini değerlendirmiştir. İki

hidrojel kaynağı (Hidroplan-EB HyC ve Polim-Agri) kullanılan çalışmada polimer kullanımına bağlı olarak, bitki başına bakla sayısı, bakla başına tane sayısı, bakla uzunluğu, yüz tane kütlesi ve tane verimi bakımından artışlar kaydedilmiştir. Hidrojel konsantrasyonları arasında 15 kg/ha uygulamasının bitki başına bakla sayısı, bakla başına tane sayısı, yüz tane kütlesi ve tane verimi bakımından daha uygun olduğu belirlenmiştir (Lopes ve ark., 2018).

Türkiye’de yürütülen bir araştırmada, su tutucu polimer (SAP A200)’in farklı dozları [% 0 (kontrol), % 0,2, % 0,4 ve % 0,6 v/v] geleneksel (toprak) ve topraksız tarım yetiştirme ortamlarına [torf, perlit ve torf:perlit (1:1) v/v] uygulanmıştır. Çalışmada SAP A200 dozlarının Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) türlerinin bitki gelişimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmadaki iki tür için, tüm SAP A 200 dozlarının bitki gelişim özelliklerini olumlu yönde etkilediği ve en yüksek değerlerin %0.6 SAP A200 uygulamasında tespit edildiği gözlemlenmiştir (Akat, 2020).

Tarımsal üretimde uygulanacak su miktarı toprağın su tutma kapasitesi ile doğrudan ilgili olup kumlu topraklarda daha düşük değerdedir. Bitkilerin yararlanabildikleri yarayışlı su miktarı toprağın bünyesi, organik madde içeriği, yapısı, gözeneklilik durumu ve gibi faktörlere bağlıdır. Toprağın yarayışlı su miktarını arttırabilen yapay ya da doğal bazı maddeler kullanılmaktadır. Bu tür maddeleri yeterli faydalarının yanında aynı zamanda kolay elde edilebilir ve ekonomik olmalıdır. Bu konuda yürütülen bir çalışmada ahır gübresi, leonardit ve su tutucu polimer, ağırlık/ağırlık (w/w) esasına göre toprağa ahır gübresi (A) ve leonardit (L), toprağa %1, %2, %4 oranında, su tutucu polimer (S) ise toprağa %0.1, %0.25 ve %0.4 oranında uygulanmıştır. Uygulamalar %48.6 kum içerikli toprak kullanılarak saksı ortamlarında yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre uygulamalar ortamdaki organik madde içeriğindeki artışa paralel olarak hacim ağırlığı, porozite ve su tutma kapasitesi üzerinde olumlu etkiler sağlamıştır. Ortamdaki yarayışlı su oranları kontrol uygulamasında ortalama %9.47 olarak belirlenirken, leonardit uygulamalarında %9.50-14.04, ahır gübresi uygulamalarında %9.05-17.30, su tutucu polimer kullanılması durumunda ise %10.68-16.48 arasında değişmiştir. Polimer uygulaması tarla kapasitesinde daha

yüksek artış göstermiş ancak aynı oranda solma noktasının da artması nedeniyle toplam etkisi sınırlı kalmıştır (Er ve ark., 2020).

Biyolojik olarak parçalanabilen bir hidrojelın tohum kaplaması şeklinde uygulamasının bitkide erken büyüme üzerindeki etkisi incelenene bir araştırmada süksinat ile modifiye edilmiş bir patates nişastası yapısındaki hidrojel kullanılmıştır. Mısır tohumlarını kaplamak için tohumlar sulu bir yapışkan solüsyonla hafifçe ıslatılmış ve ardından kapalı bir kapta kuru bir modifiye nişasta (MS), bentonit ve talk karışımı ile karıştırılmıştır. Kaplanmamış tohumlardan önemli ölçüde daha yüksek bir çimlenme oranı göstermiştir. Mısır bitkilerinin köklerinin ve sürgünlerinin kuru ağırlıkları, kaplanmış ve kaplanmamış tohumlar arasında önemli ölçüde farklılık göstermemiştir ve hidrojel kaplamanın bitkinin su ihtiyacının karşılanmasında katkı sağladığı belirlenmiştir (Pathak ve Ambrose, 2020).

Toprağa uygulanan gübrelerin hidrojel desteği ile yavaş salınım sağlanarak kayıpların azaltılmasına yönelik bir çalışmada, akrilik asit (AA), akrilamid (AAm) ve AA-co-AAm olmak üzere üç hidrofilik monomerden yapılan materyalin toprakta su tutma ve biberde bitki büyüme performansları üzerine karşılaştırmalı bir çalışma yapılmıştır. AA ilavesi, biberde yaprak genişliği ve bitki boyu özelliklerinde artışlar sağlamıştır. AA ve AA-co-AA, sürdürülebilir tarımda gübre kullanım serkinliği için önerilebilecek materyaller olarak nitelendirilmiştir (Akat, 2020).

Adaçayı (*Salvia elegans*) bitkisinin kullanıldığı bir çalışmada, Hindistan cevizi tozu ve perlit substratlarına 0, 0.25, 0.5, 1.0 ve 2.0 kg/m³ miktarlarında hidrofilik polimer ilave edilmiştir. Adaçayının hayatta kalma oranı ve görsel kalitesi, üç substrattaki hidrofilik polimer içeriği ile pozitif olarak ilişkili olmuştur (Ju ve ark., 2020).

Süper emici polimerler (SAP), İtalya'da domatesin (*Solanum lycopersicum* L.) kuraklığa toleransının artırılmasında kullanılmıştır. SAP uygulaması, daha fazla sayıda pazarlanabilir meyve ile belirlenen domates veriminde (+%16.4) ve sulama suyu kullanım verimliliğinde (IWUE) (+%15.8) ortalama bir artış göstermiştir. Araştırma, Akdeniz'de kura koşullarda domates yetiştiriciliğinde toprağa SAP uygulandığında su ihtiyacının %25 oranında azaltılmasının mümkün olduğunu göstermiştir (Cerasola ve ark., 2022).

Domates (*Solanum lycopersicum* L.) bitkisinde sürekli kuraklık koşullarında, WAP (polimerinin etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, WAP uygulaması sürekli kuraklık koşullarında domateste stoma iletkenliği ve fotosentetik aktiviteyi olumlu etkilenmiştir. Verim parametreleri (meyve sayısı, toplam ağırlık ve sürgün taze biyokütlesi), WAP uygulanan toprakta sırasıyla %82, 106 ve %115 artmıştır (Rattan ve ark., 2023).

Su kıtlığı koşullarında (tam sulama ihtiyacının %100, %85, %70 ve %60'ı) marul verimliliği üzerine dört hidrojel konsantrasyonunun (%0, 0.1, 0.2 ve %0.3 w/w) etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, marulda büyüme parametrelerinin hidrojel uygulama oranlarından önemli ölçüde etkilendiği ortaya koyulmuştur. Hidrojel ilavesi, marulda taze ve kuru ağırlıkları, klorofil içeriğini, yaprak sayısını ve miktarını önemli ölçüde artırmıştır (Abdelghafar ve ark., 2024).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma, 2023 yılında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bağ Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı'na ait Bağ Araştırma ve Uygulama Serası koşullarında yürütülmüştür. Araştırma materyali olarak kendi kökü üzerinde yetiştirilen 'Michele Palieri' sofralık üzüm çeşidine ait bir yaşındaki asmalar kullanılmıştır.

3.1.1. 'Michelle Pallieri' ('Alphonse Lavallée' × 'Red Malaga')

'Michele Palieri', 'Alphonse Lavallée' x 'Red Malaga' melezi olarak 1958 yılında İtalya'da elde edilmiştir. 'Michele Palieri'nin olgunlaşma dönemi orta erkencidir. Salkımları büyük, silindirik, kanatlı, oldukça seyrek tanelidir. Tane ağırlığı büyük (9-10 g) oval veya hafif oval, orta dayanıklı, taneleri mavi-siyah renkli olup, yuvarlak şekilli, çok iri ve 1-3 çekirdekli, sert ve aromasızdır. Salkım görüntüsü bakımından pazarda kabul gören verimi yüksek bir çeşittir (VIVC, 2021).

3.1.2. Su tutucu polimer (Hidrojel)

Ticari adı Terawet olan su tutucu polimer (potasyum bazlı poliakrileyt/poliakrilamid) toprakta yüksek potansiyelde suyu emme, toprak havalandırmasını ve drenajını artırma, sıcak ve kurak koşullarda bitki ve ağaç büyümesini destekleme, tutarlı su temini yoluyla ürün verimini artırma ve toprakta 7-10 yıl kalma kapasitesi ile son yıllarda gittikçe artan bir uygulama alanı bulmaktadır (Avcı ve Meyveci, 1998).

Su tutucu polimer, topraktaki toprağın su tutma kapasitesini artıran özel olarak tasarlanmış çapraz bağlı bir süper emici maddedir (Anonim, 2016). Hidrojel bir su deposu görevi yaparak bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyu bitkiye vermektedir. Böylece bitkinin su stresinden kurtulmasını, solma ve kuruma oranlarının azalmasını sağlamaktadır. Hidrojel kullanımı, sulama ve gübreleme sıklığını azaltarak zaman ve girdi tasarrufu sağlar. Hidrojel su deposu görevi yaparak, bitkilerin ihtiyacı durumunda bitkiye suyu tekrar vermekte ve bitkinin su stres şokuna girmesini geciktirmektedir. Böylece bitkilerin gelişmelerinde gerilime olmamakta ve hastalık-zararlılara karşı da dolaylı olarak dayanıklılık sağlayabilmektedir (Anonim, 2007).

Hidrojel toksik olmamalı, çevreye ve bitkiye zarar vermemelidir. Nötral pH seviyesinde olmalı ve kullanımı basit olmalıdır. Toprakta ortalama 4-5 yıl boyunca aktif

olarak kalmalıdır. Kristal yapıda olan hidrojinin suyu emme hızı yaklaşık 1 saat olup, suyla birleşince şişerek jel haline dönüşür (Şekil 3.1). Jel ele alındığında elde ıslaklık bırakmalı ve kolayca parçalanabilmelidir. Hidrojel kendi hacminin yaklaşık 300-400 katı kadar su tutma kapasitesine sahiptir.



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan polimerin uygulama sonrası topraktaki görünümü

Kökün ihtiyacı olduğunda nem dengesini koruyarak ortama nem vermesini sağlar. Toprakta sodyumu arttırmamalı, potasyum tabanlı olmalıdır. Topraktaki özelliğini bitirdikten sonra mikroorganizmalar tarafından parçalanarak doğaya geri dönmektedir (Anonim, 2016).

3.2. Yöntem

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bağ Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı'na ait Bağ Araştırma ve Uygulama Serasında yürütülmüştür.

3.2.1. Araştırma planı ve uygulamalar

Denemede, 1:1 oranında torf ve perlit (yaklaşık 3 mm çapında) karışımı içeren 32 cm uzunluğunda, 23 cm genişlik ve 20 cm taban genişliğine sahip siyah plastik saksılarda oluşturulan topraksız kültür ortamı kullanılmıştır. Kendi kökü üzerinde yetiştirilen bir yaşlı 'Michele Palieri' (*Vitis vinifera* L.) sofralık üzüm çeşidine ait bir örnek gelişme kuvvetindeki (yaklaşık 10 cm yazlık sürgüne sahip) sağlıklı bitkiler yaz dönemine ait yüksek sıcaklık koşullarının başladığı dönemde, yukarıda belirtilen nitelikteki saksılar kullanılarak oluşturulan yetiştirme ortamlarına aktarılmıştır. Aktarma sırasında yetiştirme ortamında su tutucu polimer madde olarak ticari olarak Terawet® ismiyle bilinen ve bileşimi potasyum bazlı poliakrileyt/poliakrilamid olan bir polimer madde farklı dozlarda kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Yetiştirme ortamının hazırlaması (solda) ve farklı dozlarda su tutucu polimerin uygulanması (sağda)

Su tutucu polimer uygulamalarına ait gruplara farklı dozlarda uygulamalar (0, 1, 2, 4 ve 8 g/bitki) yetiştirme ortamı içerisine homojen şekilde ilave edilmiştir. Bitki başına polimer uygulama dozları bakımından asmalarda, Sabır ve Kara (2010) dışında, ulaşılabilir nitelikte yeterli araştırmaya rastlanmamış olmakla birlikte, tarla koşullarında yapılan çalışmalar dikkate alınarak dozlar oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu madde, araştırmanın yürütüldüğü ekolojide yüksek sıcaklık ve düşük hava oransal nemi koşullarının gerçekleştiği dönem olan ağustos ayının ilk günlerinde bitki yetiştirme ortamına bir defa uygulanmıştır.

Uygulamalar aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir:

- Tam sulama + 0 g polimer (TS+P0: Yetiştirme ortamında toprak neminin araştırma süresince hava şartlarına göre sulanarak tarla kapasitesi seviyesinde tutulması),
- Kısıntılı sulama + 0 g polimer (KS+P0: Tarla kapasitesinde sulamayı takiben sürgün ucunda hafif solgunluk aşamasına kadar susuz bırakılması),
- Kısıntılı sulama + 1 g polimer (KS+P1: Yetiştirme ortamına 1 g polimer uygulama ve sürgün ucunda hafif solgunluk aşamasına kadar susuz bırakılması),
- Kısıntılı sulama + 2 g polimer (KS+P2: Yetiştirme ortamına 2 g polimer uygulama ve sürgün ucunda hafif solgunluk aşamasına kadar susuz bırakılması),
- Kısıntılı sulama + 4 g polimer (KS+P4: Yetiştirme ortamına 4 g polimer uygulama ve sürgün ucunda hafif solgunluk aşamasına kadar susuz bırakılması) ve
- Kısıntılı sulama + 8 g polimer (KS+P8: Yetiştirme ortamına 8 g polimer uygulama ve sürgün ucunda hafif solgunluk aşamasına kadar susuz bırakılması).

Bu uygulama döngüsü, araştırmanı yürütüldüğü yüksek sıcaklık sürecinde ardışık üç defa tekrarlanmıştır. Araştırma kapsamındaki bitkiler altı gruba ayrılarak her grupta üç tekerrür bulunmak üzere, her tekerrürde benzer gelişme kuvveti gösteren sağlıklı ikişer asma kullanılmıştır. Bitkiler, güneş ışığından benzer koşullarda faydalanmak üzere birbirini gölgelemeyecek şekilde doğu-batı yönünde, sıra arası ve üzeri mesafeler yaklaşık 100x40 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Saksıların taban alanlarında toprakla temasın kesilmesi amacıyla plastik yer örtüsü kullanılmıştır. Telli terbiye sisteminin mevcut olduğu araştırma parselinde asmalar iplerle askıya alınarak koltuk alma ve benzeri yaz dönemine ait kültürel uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bitkiler damla sulama yöntemi ile sulanmıştır. Asmaların uygulamalara fizyolojik ve vejetatif gelişme özellikleri bakımından tepkilerinin belirlenmesi amacıyla bazı ölçüm ve analizler yürütülmüştür. Ayrıca uygulamaların toprak sıcaklığı ve su tutma özellikleri üzerine etkileri de analiz edilmiştir.

3.2.2. Yetiştirme ortamında yapılan ölçüm ve analizler

3.2.2.1. Yetiştirme ortamının gravimetrik nem tayini (%)

Yetiştirme ortamının nem tayini doğrudan ölçme (gravimetrik yöntem) metodu ile yapılmıştır. Ortam nem içeriği analizleri için toprak örnekleri, su kaybının yüksek olduğu öğle saatlerinde alınmıştır. Örnek alma, bitkilerde strese bağlı sürgün uçlarında solma belirtilerinin görüldüğü zamanda, asmaların etkili kök bölgesinin bulunduğu yerden gerçekleştirilmiştir. Her uygulama grubuna ait altı bitkiden yaklaşık 100 g örnek alınarak, nem kaybının önlenmesi için ağzı kapalı plastik torba içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Alınan örneklerin rutubet kaplarında daralı ağırlığı ölçülerek fırında 105 °C de 24 saat bekletilmiştir. Fırından çıkarıldıktan sonra tekrar tartım gerçekleştirilmiştir, oransal nem içeriği ortamdan buharlaşan su miktarının ortamın kuru ağırlığına oranı % cinsinden hesaplanmıştır (Şekil 3.3) (Demiralay, 2010).



Şekil 3.3. Yetiştirme ortamına ait örneklerin tartılması (solda) ve kaplara yerleştirilmesi (sağda)

3.2.2.2. Yetiştirme ortamı sıcaklığı (°C)

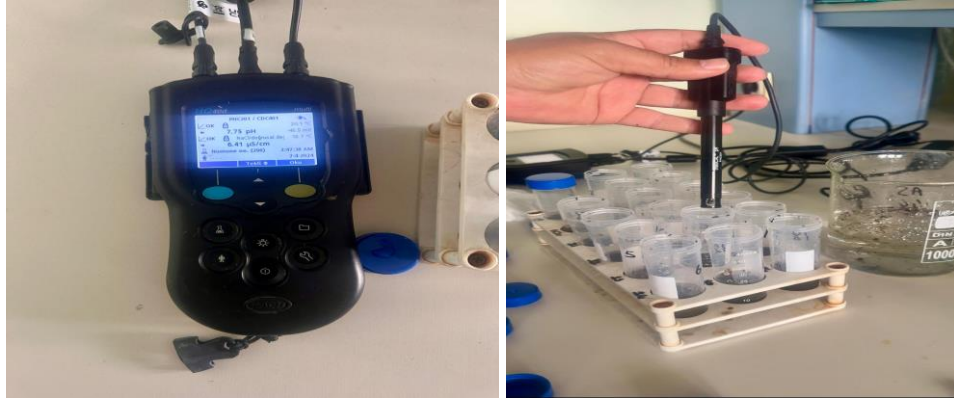
Her bitkiye ait saksılarda etkili kök derinliği (yaklaşık 15 cm)'ne yerleştirilen sıcaklık ölçüm probu ile yetiştirme ortamının sıcaklığı (°C) ölçülmüştür (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Yetiştirme ortamının sıcaklığı ölçümüne ait bir görünüm

3.2.2.3. Yetiştirme ortamı pH değeri

1:2.5'luk yetiştirme ortamı:saf su süspansiyonunda pH metre ile belirlenmiştir (Şekil 3.5) (Richards, 1954).



Şekil 3.5. Yetiştirme ortamının pH değeri ölçümüne ait bir görünüm

3.2.2.4. Yetiştirme ortamının EC'si

Yetiştirme ortamlarına su tutucu polimerin ilave edildikten 2 hafta sonra alınan örnekler, 1:10 oranında saf su ile karıştırılmıştır. Daha sonra karışım filtre kağıdı ile süzölmüş ve EC metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Yetiştirme ortamının EC değeri ölçümüne ait bir görünüm

3.2.1. Asmalarda vejetatif ölçümler

3.2.1.1. Sürgün uzunluğu (cm)

Sürgün uzunluğu ölçümleri vejetasyon dönemi sonunda, sürgün uçları kurumadan önce gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamındaki asmaların sürgün uzunlukları, 1 mm hassasiyete sahip şerit metre ile ölçülerek sürgün uzunluğu hesaplanmıştır (IPGRI, 1997).

3.2.1.2. Sürgün çapı (mm)

Vejetasyon dönemi sonunda asmalar yapraklarını düktükten sonra tüm bir yıllık dalların 1. ve 2. boğumlarının ortasından iki yönlü olarak dijital kumpasla ölçülmüştür. Elde edilen rakamların önce sürgün, sonra asma ortalaması belirlenmiştir (Şekil 3.7) (IPGRI, 1997).



Şekil 3.7. Sürgün çapı ölçümüne ait bir görünüm

3.2.1.3. Yaprak yaş ağırlığı (g)

Her asmadan sürgünlerin 1/3'lük orta kısmından her uygulamaya ait tam büyüklüğe ulaşmış ve sağlıklı olgun yaprağın taze ağırlıkları 0.0001 g hassasiyetli bir analitik terazi ile tartılmıştır. Ortalama olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.8) (IPGRI, 1997).



Şekil 3.8. Yaprak yaş ağırlığı ölçümüne ait bir görünüm

3.2.1.4. Yaprak kuru ağırlığı (g)

Taze ağırlıkları alınan yapraklar etüvde 105 °C 48 saatte sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuş ve kuru ağırlıkları 0.0001 g hassasiyetli bir terazi ile tartılmıştır (Şekil 3.9) (IPGRI, 1997).



Şekil 3.9. Yaprak kuru ağırlığı ölçümüne ait bir görünüm

3.2.1.5. Yaprak alanı (cm²)

Sürgünlerin 1/3'lük orta kısmında bulunan ve gelişmelerini tamamlamış olgun yaprakların alanı tarayıcı ile taranmış bilgisayar programında (Photoshop Portable Sfx.) yaprak alanı WINFOLIA paket programı kullanılarak cm² biriminden hesaplanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Photoshop Portable Sfx. programıyla yaprak alanının ölçülmesi

3.2.3. Asmalarda yapılan fizyolojik ölçüm ve analizler

3.2.3.1. Stoma iletkenliği ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Araştırma kapsamındaki asma sürgünlerinin 1/3'lük orta kısmında bulunan, olgun, güneş gören ve sağlıklı yaprakların stoma iletkenlikleri yaprak porometresi (SC-I Leaf Porometer) ile ölçülmüştür (Taskos ve ark., 2015). Toprağa uygulanan polimerin farklı dozlarının muhtemel etkilerinin asma fizyolojisinde zamana bağlı değişiminin araştırılması amacıyla, sulamayı takiben ilerleyen günlerde asmalarda su stresine bağlı solgunluk belirtilerinin görüleceği zamana kadar (yaklaşık 2 hafta) hergün öğle saatlerinde (11:00 ile 13:00 arası) ölçüm yapılmıştır. Ölçüm sürecinde ilerleyen zamana bağlı atmosfer verilerinin asma fizyolojisine etkilerini en düşük seviyede tutmak amacıyla, ölçümler her uygulamaya ait ilk bitkilerden başlamak üzere uygulamalar arasında ardışık sıra ile yürütülmüştür (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Yaprak porometresi ile stoma iletkenliği ölçümüne ait bir görünüm

3.2.3.2. Yaprak sıcaklığı (°C)

Yaprak sıcaklığı değerleri, stoma iletkenliği ölçümleri sırasında aynı yöntem ve cihazla eş zamanlı olarak kaydedilmiştir.

3.2.3.3. Yaprak klorofil içeriği

Her asmada sürgün ucundan itibaren 3. ve 4. yaprakların klorofil içeriği MINOLTA SPAD metre 520 modeli ile ölçülmüştür (Şekil 3.12) (Taskos ve ark., 2015).



Şekil 3.12. MINOLTA SPAD metre ile klorofil içeriği ölçümüne ait bir görünüm

3.2.3.4. Elektrolit sızıntısı (Leakage) analizi

Stres zamanında alınacak asma yaprak örneklerinde elektrolit sızıntı ya da hücre zarı geçirgenliği (%), modifiye edilmiş (Dionisio-Sese ve & Tobita, 1998) yöntemine göre belirlenmiştir. Bu amaçla ilk olarak kullanılan saf suyun EC'si ölçülerek ve EC_0 olarak kaydedilmiştir. Daha sonra asma yapraklarından yaprak diski alınarak 20 mL'lik saf su içinde 24 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda örneklerin bulunduğu saf suyun elektriksel iletkenliği (EC; Electrical Conductivity) EC metre ile ölçülerek ve EC_1 olarak kaydedilmiştir. Daha sonra aynı örnekler 100 °C de 20 dakika su banyosunda bekletilerek ve oda sıcaklığında soğutularak örneklerin elektriksel iletkenlikleri tekrar ölçülmüştür (EC_2). Hücrelerden sızan elektrolit (EL; electrolyte leakage) aşağıdaki formüle göre yüzde olarak belirlenmiştir (Şekil 3.13).

$$EC = [(EC_1 - EC_0) / (EC_2 - EC_0) \times 100]$$



Şekil 3.13. Elektrolit sızıntı analizi aşamalarındaki asma yapraklarından disk örneği alınması (solda) ve EC okumasının yapılması (sağda).

3.2.3.5. Malondialdehit miktarı (MDA, nmol g⁻¹ yaş ağırlık)

Lipid Peroksidasyonu, thiobarbiturik asit (TBA) reaksiyonuyla ortaya çıkan malondialdehid (MDA) miktarı ölçülerek belirlenmiştir. Bu yöntemde, 0.5 g yaprak örneği önce 4 ml %0.1'lik trikloro asetik asit (TCA) çözeltisinde homojenizatörde karıştırılmıştır. Bu işlemten sonra 15.000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminin ardından örneklerin üst fazı alınmış ve üzerine 4 ml % 20'luk TCA ve % 0.5'lik TBA içeren çözelti eklenmiştir. Daha sonra, bu karışım 95 °C'de 30 dakika su banyosunda bekletilmiştir. Bu süresinin sonunda hızlıca buz içerisinde bekletilerek soğutulmuş ve tekrar 10,000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Bu işlemten sonra supernatant spektrofotometre cihazında 532 nm ve 600 nm dalga boylarında okunmuş ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Şekil 3.14) (Sairam ve ark., 2002):

$$\text{MDA (nmol mL}^{-1}\text{)} = [(A_{532} - A_{600}) / 155\ 000] \times 10^6$$



Şekil 3.14. Asma yapraklarının santrifüj edilmesi (solda) ve Malondialdehit miktarının spektrofotometre cihazında okunması (sağda)

3.2.3.6. Yaprak oransal su içeriği (YOSİ)

Yaprak oransal su içeriği saptanmak üzere, yaprak örnekleri polimer uygulanmayan KS bitkilerinde hafif solgunluk görüldüğünde (su kısıntısının 15. Gününde) alınmıştır (Şekil 3.15). Olgun yapraklarda taze ağırlık (TA), turgor ağırlığı (TUA) ve kuru ağırlıklar (KA) hassas terazi ile saptanmış ve aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$YOSİ(\%) = [(TA - KA) / (TUA - KA)] * 100$$



Şekil 3.15. Su kısıntısının 13. gününde sürgün uçlarından görünüm (Soldan sağa TS+P0, KS+P0, KS+P8, KS+P4, KS+P2, KS+P1)

3.2.3.7. Yaprak prolin içeriği

Bu yöntemde, 0.5 g yaprak örneği önce 4 ml %3'lik sülfosalisilik asit çözeltisinde iyice karıştırılmıştır. Bu işlemten sonra 10 dakika boyunca 12000xG'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminin ardından örneklerin 2 ml süpernatant, buzul asetik asit (2 mL) ve ninhidrin (3 mL) ile reaksiyona sokulmuştur. Daha sonra, serbest prolin içeriğinin belirlenmesi sıvı fazdan aspire edilen toluen fraksiyonunun 520 nm'deki absorbansı spektrofotometreden okunmuştur. Prolin konsantrasyonu, kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmış ve $\mu\text{mol prolin g}^{-1}$ taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.16) (Bates ve ark., 1973).



Şekil 3.16. Asma yapraklarının karıştırılması (solda) ve Prolin miktarının supernatant spektrofotometre cihazında okunması (sağda)

3.2.4. İstatistiksel Analiz (Verilerin Değerlendirilmesi)

Deneme sonunda elde edilmiş sayısal değerlerin istatistiksel analizleri tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabii tutulmuştur İstatistik analizde JMP 7.0 paket programı kullanılmış ve ortalamalar arasındaki farklar belirlenerek uygulamaların etkileri tartışılmıştır (Düzgüneş, 1987).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Konya ekolojisinde asmalarda strese neden olabilen yüksek sıcaklık ve düşük hava oransal nemi koşullarının gerçekleştiği ağustos ayı başlangıcında (03.08.2023) yetiştirme ortamlarına farklı dozlarda polimer uygulanmış ve bütün bitkilere tarla kapasitesi seviyesinde olmak üzere ilk sulama (03.08.2023) gerçekleştirilmiştir. Polimer kullanılmaksızın tam sulama (TS+P0) uygulaması sürekli olarak tarla kapasitesi seviyesinde tutulmak üzere sulanırken, kısıntılı sulama (KS) uygulanan diğer bitkilere ise sürgün ucunda hafif solgunluğun ilk görüldüğü zaman olan 18.08.2023 tarihinde ikinci ve yine solgunluk semptomu ile 12.09.2023 tarihinden üçüncü sulama gerçekleştirilmiştir.

4.1. Polimer Uygulamalarının Yetiştirme Ortamı Özellikleri Üzerine Etkileri

Bu bölümde, Kendi kökü üzerinde yetiştirilen bir yaşlı 'Michele Palieri' (*Vitis vinifera* L.) asmalarının yetiştirme ortamlarına ilave edilen su tutucu polimerin farklı sulama koşullarında uygulamalarının yetiştirme ortamlarında neden olduğu değişimler sunulmuştur. Yetiştirme ortamlarında gravimetrik nem tayini, sıcaklık, pH ve EC belirlenmiştir.

4.1.1. Yetiştirme ortamının nem miktarı (%)

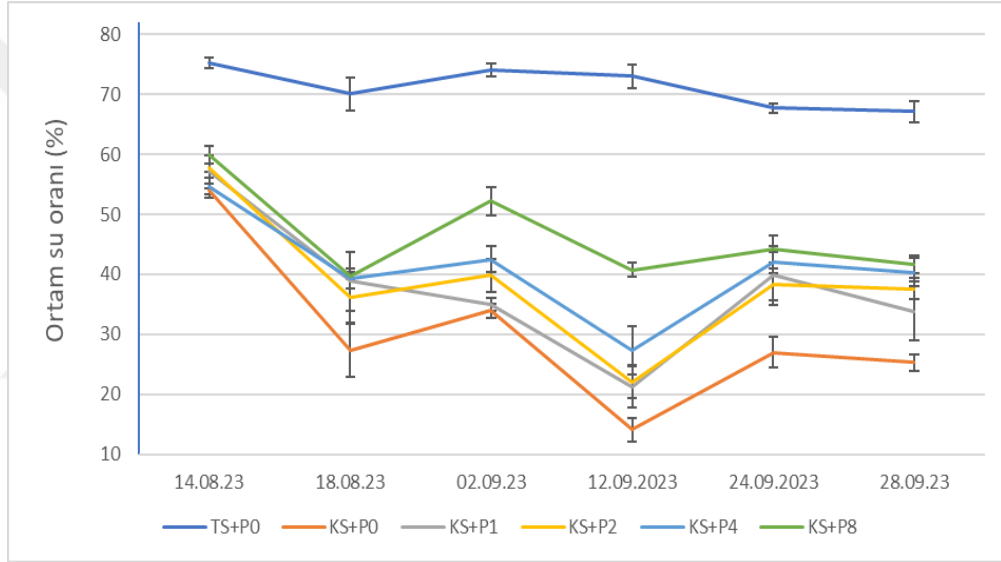
Hava şartları ve polimer uygulanmayan kısıntılı sulama (KS+0) bitkilerinin stres semptomları dikkate alınarak, ilk sulama tarihinden (03.08.2023) 13 ve 17 gün; ikinci sulama (18.07.2023) tarihinden 15 ve 20 gün ve üçüncü sulama tarihinden (12.08.2023) 12 ve 16 gün sonra alınan ortam örneklerinde, farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin farklı sulama koşullarında yetiştirme ortamının nem içeriği (%) üzerine etkileri Şekil 4.1’de sunulmuştur.

Yaz dönemi boyunca ardışık üç farklı dönemde gerçekleştirilen su kısıntıları süresince kaydedilen ölçüm sonuçlarına göre, en yüksek yetiştirme ortamlarının nem miktarı değerleri beklendiği üzere kontrol grubu ortamında TS+P0 saptanmış olup, nem miktarı sezon boyunca %67.2 ile %75.3 arasında değişmiştir. KS uygulanan ortamlarda ise en yüksek nem içeriği her analiz tarihi için 8 g polimer uygulanan ortamda KS+P8 (%52.20), saptanmıştır. En düşük nem içeriği ise her analiz tarihi için KS+P0 (%33.94) ortamında belirlenmiştir.

Türkiye’nin kurak ekosistemi ile karakterize edilen Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde, su tutucu polimer uygulamasının antepfıstığında çöğür üretiminde kullanım olanakları üzerine yürütülen bir çalışmada kullanılan hidrojel in toprak nemini

önemli oranda etkilediği belirtilmiştir. Çalışmada en yüksek toprak nem değeri (%31.26) 12 g/L hidrojel uygulamasından elde edilirken, en düşük nem değerinin (%18.63) kontrolde saptandığı bildirilmiştir. Hidrojel miktarı arttıkça topraktaki nem değerinin de arttığı, hidrojin kökün bulunduğu ortamı sürekli nemli tuttuğu ve bu sayede bitki için gerekli suyu ortamda bulundurduğu bildirilmiştir (Kaya, 2018). Avcı ve Meyveci (1998) tarafından Orta Anadolu Bölgesi'nde yapılan çalışmada, ticari adı Terawet ve etkili bileşimi potasyum bazlı poliakrileyt/poliakrilamid olan su tutucu polimer mercimek/buğday ve nadas/buğday üzerine yürütülen bir çalışmada kullanılan hidrojin toprak nemini önemli oranda etkilediği belirtilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre; en yüksek toprak nem değeri 13 kg/da'lık hidrojel uygulamasından elde edilmiştir. Terawet'in 13 kg/da'lık dozu ile nemin profil içindeki dağılımı etkilenmiş ve 30-90 cm'lik katmanda nem düzeyi kontrol ve diğer uygulamalara göre artırdığını ve Terawet'in genelde verimle ilişkili olmadığını ancak nadasta 10-30 cm'lik katman nemiyle ters, 30-60 cm'lik katman nemiyle doğru ve istatistiki olarak %5 düzeyinde anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. Suresh ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, süper emici polimerlerin kullanımının toprakta ve bitkilerde toksisiteye neden olmadan kiraz domateslerde su kullanım verimliliğini ve verimi artırdığı bulunmuştur. Tuyogon ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, polimerler optimum gelişim için nem mevcudiyetini artırarak fidanlık koşulları altında 'Lakatan' muz bitkisi büyümesini olumlu yönde etkileyerek toprak nemini tutmayı önemli ölçüde iyileştirdiğini bildirmiştir. Cooke (1983) tarafından yapılan bir çalışmada da polimerler uygulamalarının yetiştirme ortamındaki nem miktarını artırarak kökler için su açısından zengin bir ortam sağladığı belirtilmiştir. Vijayalakshmi ve ark. (2013), kurak ve yarı kurak bölgelerde polimerlerin kullanımının kumlu topraklarda su tutma kapasitesini artırdığı, sızma oranını azalttığı, buharlaşmayı azalttığı ve su tasarrufunu iyileştirdiği bildirilmiştir. Seven ve ark. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, süper emici polimer uygulaması kuraklık koşulları altında toprak nemini artırarak bitki büyümesini ve verimliliğini artırdığını bulunmuştur. Reddy ve ark. (2013), topraktaki polimer uygulamaları su tutma kapasitesini artırdığını, toprak özelliklerini, mahsul büyümesini ve su kullanım verimliliğini iyileştirdiğini, nem stresini azaltarak yağışlı bölgelerde verime fayda sağladığını bildirmiştir. Tiltonell ve ark. (2002), yetiştirme ortamına polimer ilavesi, bitki büyümesine fayda sağlayarak nem tutmayı artırdığını ve sentetik polimerler, özellikle düşük besin ve su tutma kapasitesine sahip substratlarda su

kullanılabilirliğini artırdığını belirlemişlerdir. Polimer hidrojenlerin kumlu toprakta nem kapasitesinde yükselterek kurak bölgelerde verimli su yönetimi için su tutmayı artırdığı bildirilmiştir (Naushabayev ve ark., 2022). Polimer uygulamalarının tınlı kumda mevcut suyu %20.0-25.6 ve tınlı topraklarda ise %21.1-34.6 oranında yükselttiği kaydedilmiştir (Rasslany, 2014). Polimer uygulamaları toprak nem seviyelerini ve bitki büyümesini önemli ölçüde etkilediğini bildirilmiştir (Vartanyan ve ark., 2022). Bu çalışmada polimerlerin, yetiştirme ortamlarının nem kapasitesini artırdığını ve potansiyel olarak sulama sıklığını yarı yarıya azaltarak ve bazı durumlarda belirli koşullar altında sulama ihtiyacını tamamen ortadan kaldırarak kontrol edilebileceğini göstermiştir.



Şekil 4.1. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yetiştirme ortamının nem miktarı (%) üzerine etkileri

4.1.2. Yetiştirme ortamının sıcaklığı (°C)

Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin farklı sulama koşullarında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının araştırma sezonu boyunca yetiştirme ortamının sıcaklık değeri (°C) üzerine etkileri Şekil 4.2'de sunulmuştur.

Üç farklı dönemde gerçekleştirilen periyodik su kısıntıları süresince 1-2 günlük aralıklarla kaydedilen ölçüm sonuçlarına göre, polimer uygulama dozuna bağlı olarak yetiştirme ortamının sıcaklık değerinde önemli değişimler saptanmıştır. En düşük ortam sıcaklıkları tüm ölçümlerde TS+P0 uygulamasında saptanmıştır. En yüksek ortam sıcaklıkları ise genellikle KS+P0 uygulamasında ölçülmüştür. Polimer uygulama dozunda artışa bağlı olarak ortam sıcaklığında genel düşüşler belirlenmiştir.

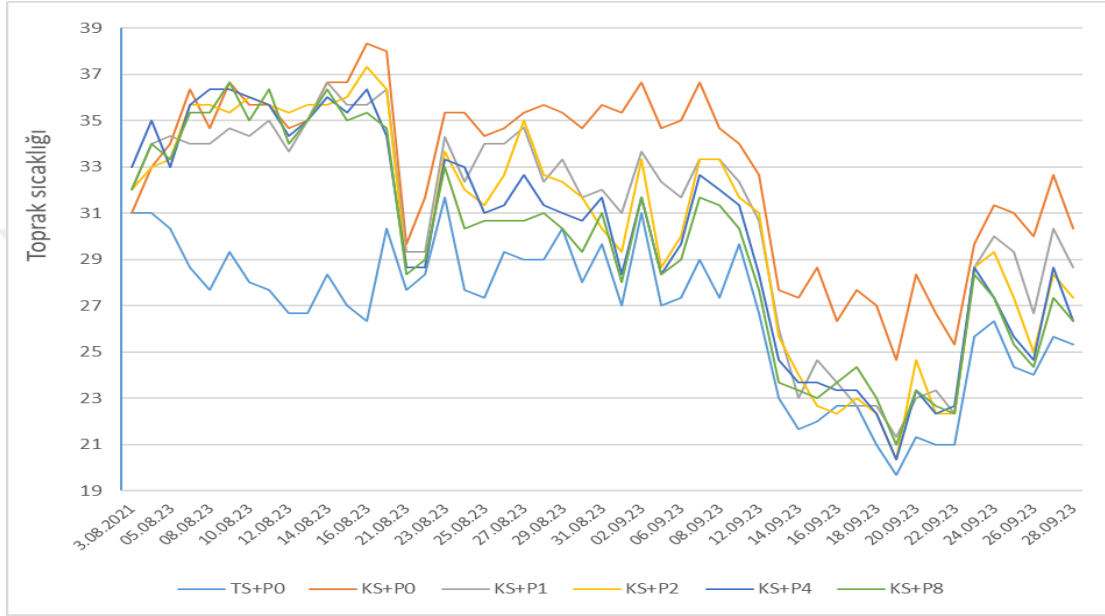
Denemenin kuraklık stresinin ilk periyodunda (03.08.2023 ile 18.08.2023 tarihler arasında 16 gün) gün ortası 11-14 saat arasında en yüksek sıcaklık değerlerinin ($\approx 48^\circ\text{C}$) kaydedildiği dönemde yapılan ölçümlerde tüm uygulamaların ortam sıcaklığına ($^\circ\text{C}$) etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Günlük kaydedilen sonuçlara göre, tüm uygulamalarının ortam sıcaklığı değerleri 16 gün boyunca değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek ortam sıcaklığı değerleri 14. günde (16.08.2023) KS+P0 (38.33°C) uygulamasındaki asmalarda belirlenmiş olup bunu polimer uygulanan kısıntılı sulama ortamındaki asmalarda sırasıyla KS+P2 (37.33°C), KS+P4 (36.33°C), KS+P1 (35.66°C) ve KS+P8 (35.33°C) takip etmiştir. En düşük ortam sıcaklığı değerleri ise TS+P0 uygulamasındaki asmalarda (26.33°C) tespit edilmiştir.

Denemenin kuraklık stresinin ikinci periyodunda (21.08.2023 ile 12.09.2023 tarihler arasında 19 gün) gün ortası 11-14 saat arasında en yüksek sıcaklık değerlerinin ($\approx 48^\circ\text{C}$) kaydedildiği dönemde yapılan ölçümlerde tüm uygulamaların ortam sıcaklığına ($^\circ\text{C}$) etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Günlük kaydedilen bulgulara göre, tüm uygulamalarının ortam sıcaklığı değerleri 19 gün boyunca değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek ortam sıcaklığı değerleri 16. günde (07.09.2023) KS+P0 uygulamasındaki asmalarda (36.66°C) belirlenmiş olup bunu polimer+kısıntılı sulama ortamdaki uygulamalarının asmaları sırasıyla KS+P1 (33.33°C), KS+P2 (33.33°C), KS+P4 (32.66°C) ve KS+P8 (31.66°C) takip etmiştir. En düşük ortam sıcaklığı ise TS+P0 uygulamasındaki asmalarda (29.00°C) kaydedilmiştir.

Denemenin kuraklık stresinin üçüncü periyodunda (13.09.2023 ile 28.09.2023 tarihler arasında 16 gün) yapılan ortam sıcaklığı ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Günlük kaydedilen sonuçlara göre, tüm uygulamalarının ortam sıcaklığı değerleri 16 gün boyunca değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek ortam sıcaklığı değerleri 15. günde (27.09.2023) KS+P0 uygulamasındaki asmalarda (32.66°C) belirlenmiş olup bunu polimer uygulanan kısıntılı sulama ortamındaki asmaları sırasıyla KS+P1 (30.33°C), KS+P4 (28.66°C), KS+P2 (28.33°C) ve KS+P8 (27.33°C) takip etmiştir. En düşük ortam sıcaklığı ise TS+P0 uygulamasındaki asmalarda (25.66°C) tespit edilmiştir.

Yang ve ark. (2020), kurak ve yarı kurak topraklarda farklı dozları altında süper emici polimerin mısırın büyüme aşamasında toprak sıcaklığını etkilediğini ve buna

bağlı olarak bitkide fotosentetik oran, yaprak terleme oranı, klorofil, ürün büyüme indeksleri (bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı indeksi, kuru madde birikimi) ve verimi modifiye ettiğini kaydetmişlerdir. Araştırmacılar, 135 kg/hm² polimer uygulandığında, yaprak yüzey sıcaklığı 1.55 °C artış kaydetmişlerdir. Bu durum, polimerlerin uygun doz ve yöntemle kullanılması halinde asmalarda kuraklık ve yüksek sıcaklığın neden olduğu strese karşı etkili olabileceğini işaret etmektedir.



Şekil 4.2. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yetiştirme ortamlarının sıcaklığı üzerine etkileri

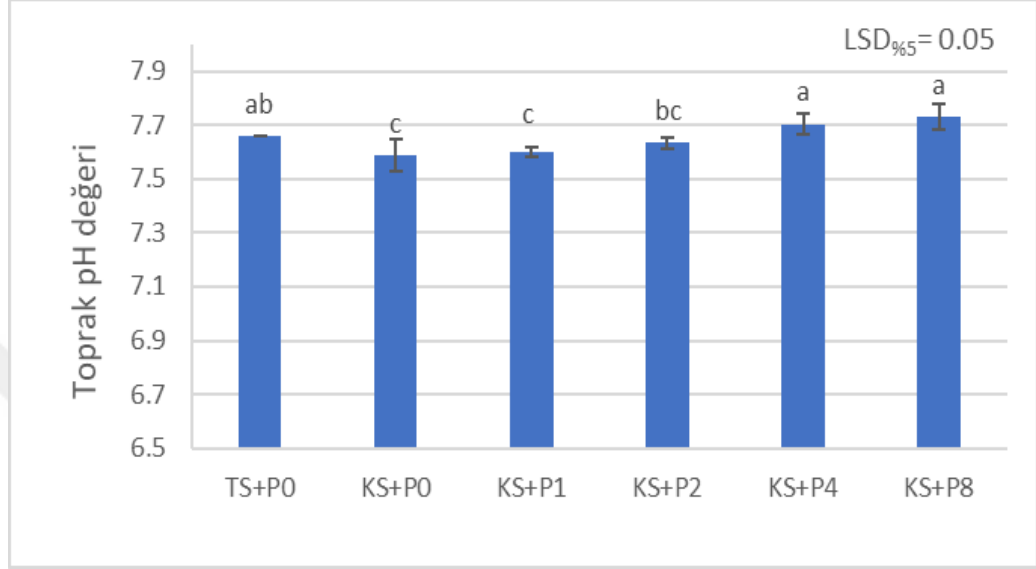
4.1.3. Yetiştirme ortamı pH değeri

Farklı sulama seviyeleri koşullarında ortama uygulanan su tutucu polimerlerin yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yetiştirme ortamının pH değeri üzerine etkileri Şekil 4.3'te sunulmuştur.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan yetiştirme ortamının pH değeri ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Polimer uygulama dozuna bağlı olarak yetiştirme ortamının pH değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En düşük pH değeri KS+P0 (7.59) ve KS+P1 (7.60) uygulamalarında belirlenirken, en yüksek pH değeri ise KS+P4 (7.70) ve KS+P8 (7.73) uygulamalarında saptanmıştır.

Yousefian ve ark. (2018), suyun sınırlı olduğu İran gibi kurak bölgelerde su tüketimini iyileştirmenin önemine odaklanarak yürüttükleri çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (hacimce %0.1 ve %0.3) süper emici polimer (stokkosorb) ve değişen ağırlıklarda (%10 ve %15) zeolit kullanan normal ve kısıntılı sulama

koşullarında toprak ve bitki özellikleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda, uygulanan polimerlerin toprak pH değerini arttırdığı kaydedilmiştir. Saha ve ark. (2021), polimer uygulamalarının asidik ya da bazik karakterli toprakların reaksiyonlarının dengelenebileceğini belirtmiştir.

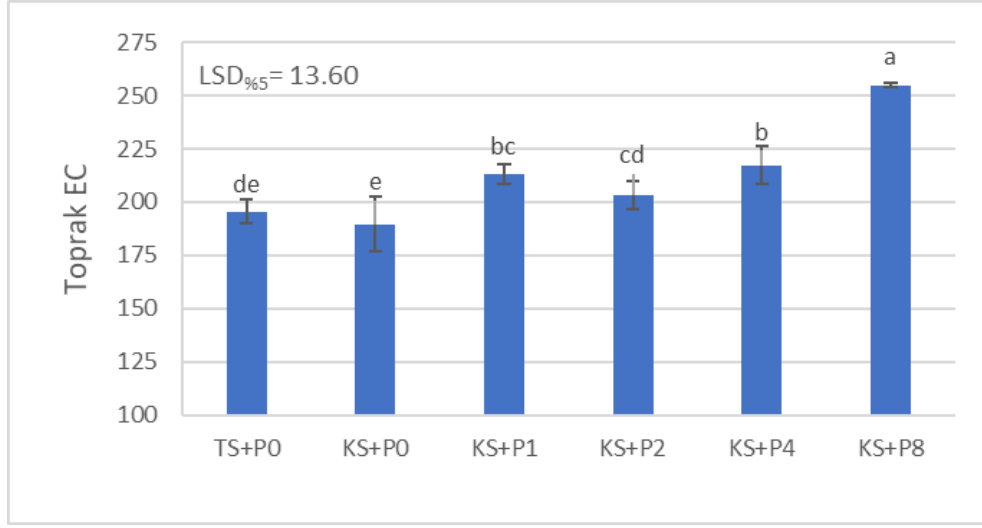


Şekil 4.3. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yetiştirme ortamlarının pH'sı üzerine etkileri

4.1.4. Yetiştirme ortamının EC'si

Farklı sulama seviyeleri koşullarında ortama uygulanan su tutucu polimerlerin yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yetiştirme ortamının elektriksel iletkenliği (EC) değeri üzerine etkileri Şekil 4.4'te sunulmuştur.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan yetiştirme ortamının EC değeri ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Polimer uygulama dozuna bağlı olarak yetiştirme ortamının EC değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En düşük EC KS+P0 ($189.7 \mu\text{S cm}^{-1}$) ortamında saptanmış olup bunu KS+P2 ($203.3 \mu\text{S cm}^{-1}$) ve KS+P1 ($213.1 \mu\text{S cm}^{-1}$) ortamları takip etmiştir. En yüksek EC ise KS+P8 ($255.0 \mu\text{S cm}^{-1}$) ortamında ölçülmüştür.



Şekil 4.4. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yetiştirme ortamlarının EC'si üzerine etkileri

4.2. Asmaların Vejetatif Özelliklerine Ait Bulgular

Bu bölümde, Kendi kökü üzerinde yetiştirilen bir yaşlı 'Michele Palieri' (*Vitis vinifera* L.) asmalarının yetiştirme ortamlarına ilave edilen su tutucu polimerin farklı sulama koşullarında uygulamalarının vejetatif özelliklerinde neden olduğu değişimler sunulmuştur. Vejetatif özelliklerinde yaprak yaş ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, yaprak alanı, sürgün uzunluğu ve sürgün çapı belirlenmiştir.

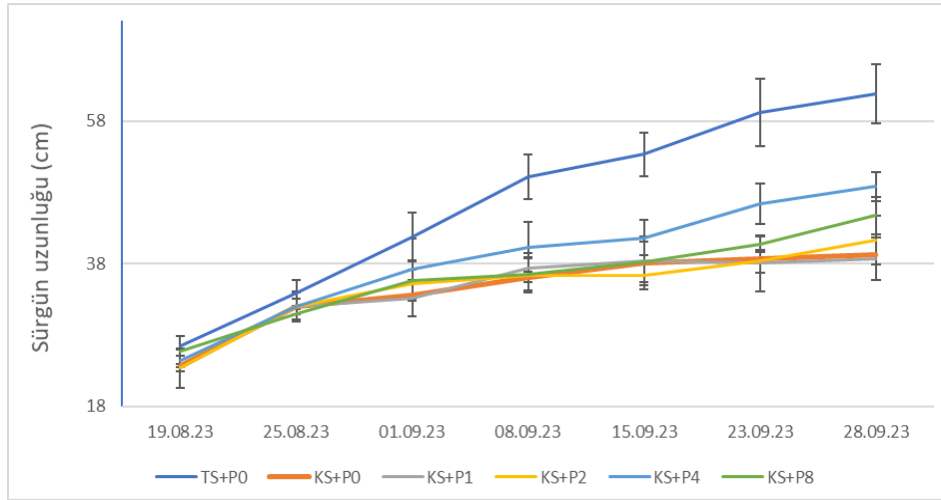
4.2.1. Sürgün uzunluğu (cm)

Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin farklı sulama koşullarında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının araştırma sezonu boyunca sürgün uzunluğu (cm) üzerine etkileri Şekil 4.5'te sunulmuştur.

Üç farklı dönemde gerçekleştirilen periyodik su kısıntıları süresince bir hafta aralıkla kaydedilen ölçüm sonuçlarına göre, en yüksek sürgün uzunluğu değerleri TS+P0 uygulamasında yetiştirilen asmalarda tespit edilmiştir.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan sürgün uzunluğu ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Polimer uygulama dozuna bağlı olarak sürgün uzunluğu değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En yüksek sürgün uzunluğu değeri TS+P0 (61.8 cm) uygulamasındaki asmalarda belirlenirken bunu kısıntılı sulama ortamındaki uygulamalarının asmalarda sırasıyla KS+P4 (48.83 cm), KS+P8 (44.73 cm) ve KS+P2 (41.3 cm) takip etmiştir. En düşük sürgün uzunluğu ise sırasıyla KS+P1 (38.7 cm) ve KS+P0 (39.2 cm) uygulamasındaki asmalarda kaydedilmiştir.

Türkiye'nin kurak ekosistemi ile karakterize edilen Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, su tutucu polimer uygulamasının antepfıstığında çöğür üretiminde kullanım olanakları üzerine yürütülen bir çalışmada kullanılan hidrojelün sürgün uzunluğu değerini önemli oranda etkilediği belirtilmiştir. Çalışmada en yüksek sürgün uzunluğu değeri 12 g hidrojel uygulamasından elde edilirken en düşük sürgün uzunluğu değeri ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Kaya, 2018). Ghobashy ve ark. (2022), nişasta ve poliakrilik asitten yapılmış iki polimerin kuraklık stresi altında ayçiçeği bitkilerine topraktan uygulamışlar ve ayçiçeği bitkilerinde sürgün uzunluğunda yaklaşık %50'lik bir artış saptamışlardır. Tripepi ve ark. (1991), Avrupa huş ağacı (*Betula pendula* Roth) fidelerine ticari bir hidrojel olan Broadleaf P-4'ü saksı ortamında uygulamış ve hidrojel etkisiyle sürgün ve kök kuru ağırlıkları ve yaprak alanı kontrollere kıyasla sırasıyla %19, %29 ve %18 oranında azalmıştır. Çalışmada, sürgün uzunluğu ve çapı hidrojel uygulamasından etkilenmemiştir. Swietlik (1989) da yapmış oldukları çalışmada, farklı hidrojel uygulamalarının (1.2 g/L ve 2 g/L) altıntoplarda bitki boyunu etkilemediğini belirtmişlerdir. Toprağa farklı konsantrasyonlarda uygulanan çeşitli hidrojel materyallerin bitkilerde sürgün uzunluğu ya da bitki boyu üzerine etkileri bakımından literatürde büyük farklılıklar olduğu görülmüştür.



Şekil 4.5. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının sürgün uzunluğu üzerine etkileri

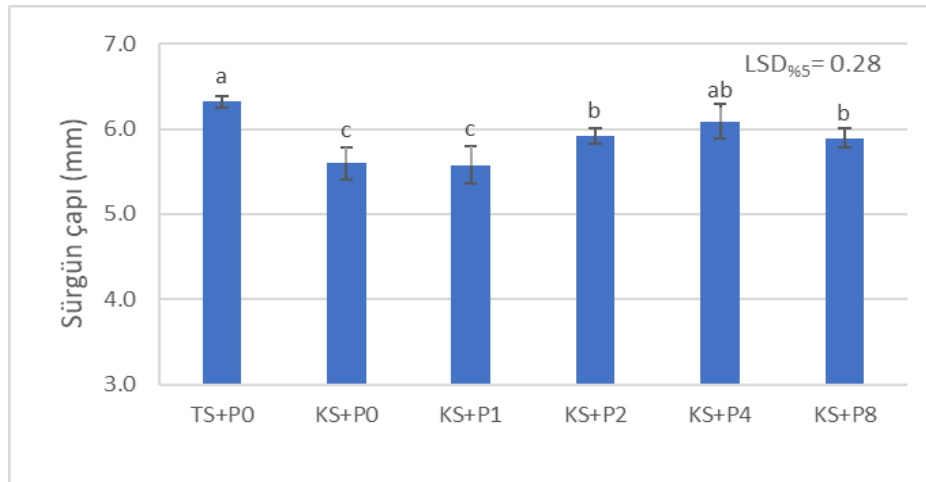
4.2.2. Sürgün çapı (mm)

Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin farklı sulama koşullarında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının araştırma sezonu boyunca sürgün çapı (mm) üzerine etkileri Şekil 4.6'da sunulmuştur.

Üç farklı dönemde gerçekleştirilen periyodik su kısıntıları süresince 2 hafta aralıkla kaydedilen ölçüm sonuçlarına göre, en yüksek sürgün çapı değerleri TS+P0 uygulamasında yetiştirilen asmalarda tespit edilmiştir.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan sürgün çapı ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek sürgün çapı değeri TS+P0 (6.32 mm) uygulamasındaki asmalarda belirlenirken bunu kısıntılı sulama ortamındaki uygulamalarının asmalarında sırasıyla KS+P4 (6.09 mm), KS+P2 (5.92 mm) ve KS+P8 (5.89 mm) takip etmiştir. En düşük sürgün çapı ise sırasıyla KS+P1 (5.58 mm) ve KS+P0 (5.60 mm) uygulamalarının asmalarında kaydedilmiştir.

Kurak ekosisteme sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, su tutucu polimer uygulamasının antepfıstığında çöğür üretiminde kullanım olanakları üzerine yürütülen bir çalışmada kullanılan hidrojin sürgün çapını önemli oranda etkilediği belirtilmiştir. Çalışmada en yüksek sürgün çapı 12 g hidrojel uygulamasından elde edilirken en düşük sürgün çapı ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Kaya, 2018). Tripepi ve ark. (1991), Avrupa huş ağacı (*Betula pendula* Roth) fidelerinin büyüme ortamına dahil edilen hidrojin fidelerde gövde çapını arttırdığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.6. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının sürgün çapı üzerine etkileri

4.2.5. Yaprak yaş ağırlığı (g)

Farklı sulama seviyeleri koşullarında ortama uygulanan su tutucu polimerlerin yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yaprak yaş ağırlığı (g) üzerine etkileri Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan yaprak yaş ağırlığı içeriği ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlarına göre, polimer uygulama dozuna bağlı olarak yaprak yaş ağırlığı içeriği değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En yüksek yaprak yaş ağırlığı içeriği TS+P0 (2.65 g) uygulamasındaki asmalarda saptanırken bunu kısıntılı sulama ortamındaki uygulamalarının asmalarda sırasıyla KS+P8 (1.47 g) ve KS+P4 (1.41 g) takip etmiştir. En düşük yaprak yaş ağırlığı değeri ise kısıntılı sulama uygulamalarındaki asmalarında sırasıyla KS+P1 (1.12 g), KS+P0 (1.22 g) ve KS+P2 (1.23 g) belirlenmiştir.

Hosseini ve Heidari (2024), kurak ve yarı kurak bölgelerde yaptıkları çalışmada, toprakta su tutucu polimer uygulamasının kuraklık altında aspir, yonca ve adi fiğ biyokütle üretimi ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisini araştırmış ve polimer kullanımı, her üç bitkide de yaprak taze ağırlığı, gövde taze ağırlığı, fide taze ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, fide kuru ağırlığı, bitki boyu ve yaprak bağıl su içeriği arttırdığını bulmuşlar. Alotaibi ve ark. (2024), 2021 ve 2022 yılında kuraklık stresi altında topraktan süper emici polimer yeşil fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Bronco) gelişimi ve verimi üzerindeki etkisini araştırmışlar ve 3g süper emici polimer (SAP) ilavesi, verimi, bakla ağırlığı, bakla sayısı, bakla kuru madde içeriği, toplam karotenoid içeriği, yaprak taze ağırlığı, yaprak kuru maddesi, spesifik yaprak alanı ve yaprak toplam klorofili ile en yüksek korelasyon oranlarına sahip olarak pozitif ilişkiler saptamışlardır.

Çizelge 4.1. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yaprak yaş ağırlığı üzerine etkileri

	Yaprak yaş ağırlığı (g)	Yaprak kuru ağırlığı (g)	Yaprak oransal su içeriği (%)
TS+P0	2.65±0.12 a	1.03±0.13 a	86.44±4.14 a
KS+P0	1.22±0.11 cd	0.48±0.05 bc	73.63±3.45 c
KS+P1	1.12±0.12 d	0.45±0.05 c	72.83±1.93 c
KS+P2	1.23±0.05 cd	0.45±0.06 c	79.87±3.32 b
KS+P4	1.41±0.16 bc	0.59±0.02 b	82.37±3.32 ab
KS+P8	1.47±0.04 b	0.58±0.08 b	82.10±2.63 ab
AÖF	0.19	0.13	5.71

4.2.6. Yaprak kuru ağırlığı (g)

Farklı sulama seviyeleri koşullarında ortama uygulanan su tutucu polimerlerin yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yaprak kuru ağırlığı (g) üzerine etkileri Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan yaprak kuru ağırlığı içeriği ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlarına göre, polimer uygulama dozuna bağlı olarak yaprak kuru ağırlığı içeriği değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En yüksek yaprak kuru ağırlığı değeri TS+P0 (1.03 g) uygulamasındaki asmalarda belirlenmiştir. En düşük yaprak kuru ağırlığı değerleri ise kısıntılı sulama uygulamalarındaki asmalarında sırasıyla KS+P1 (0.45 g), KS+P2 (0.45 g), KS+P0 (0.48 g), KS+P8 (0.58 g) ve KS+P4 (0.59 g) tespit edilmiştir.

Hosseini ve Heidari (2024), kurak ve yarı kurak bölgelerde uygulanan su tutucu polimerin aspir, yonca ve adi fiğ bitkilerinde yaprak taze ve kuru ağırlığında artış sağladığını saptamışlardır. Alotaibi ve ark. (2024), kuraklık stresi altında topraktan süper emici polimer yeşil fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L cv. Bronco) gelişimi ve verimi üzerindeki etkisini araştırmışlar ve 3g polimer ilavesinin yaprak taze ve kuru ağırlığı ile yaprak alanında artış sağlandığını kaydetmişlerdir. Tongo ve ark. (2014), kuraklık stresi altında süper emici polimerlerin *Acacia victoriae* fidelerinin toprağına uygulamış ve uygulamaların dört kuraklık stresi seviyesinde yaprak sayısı, yaprak alanını, üstü organ kuru ağırlığını arttırdığını belirlemişlerdir.

Çizelge 4.2. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri

	Yaprak yaş ağırlığı (g)	Yaprak kuru ağırlığı (g)	Yaprak oransal su içeriği (%)
TS+P0	2.65±0.12 a	1.03±0.13 a	86.44±4.14 a
KS+P0	1.22±0.11 cd	0.48±0.05 bc	73.63±3.45 c
KS+P1	1.12±0.12 d	0.45±0.05 c	72.83±1.93 c
KS+P2	1.23±0.05 cd	0.45±0.06 c	79.87±3.32 b
KS+P4	1.41±0.16 bc	0.59±0.02 b	82.37±3.32 ab
KS+P8	1.47±0.04 b	0.58±0.08 b	82.10±2.63 ab
AÖF	0.19	0.13	5.71

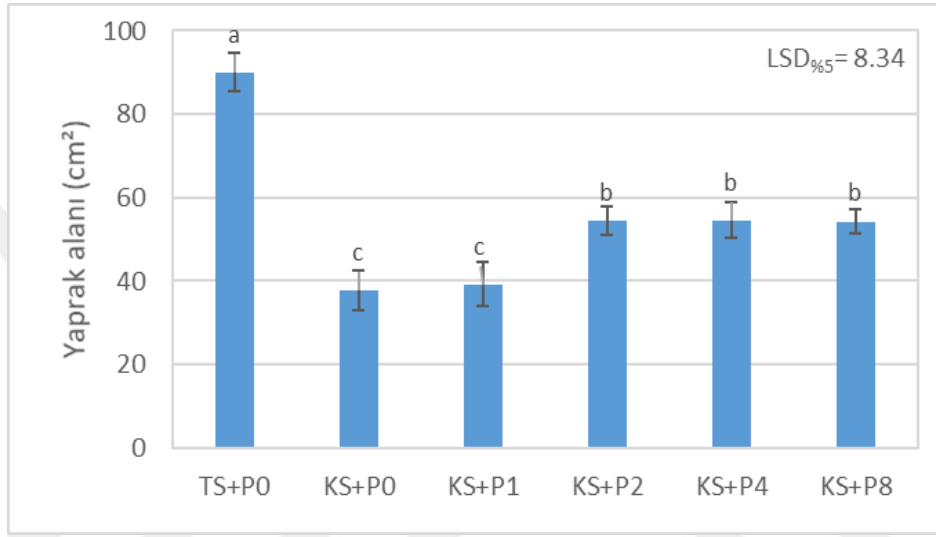
4.2.7. Yaprak alanı (cm²)

Farklı sulama seviyeleri koşullarında ortama uygulanan su tutucu polimerlerin yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yaprak alanı (cm²) üzerine etkileri Şekil 4.7'de sunulmuştur.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan yaprak alanı içeriği ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlarına göre, polimer uygulama dozuna bağlı olarak yaprak alanı içeriği değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En yüksek yaprak alanı TS+P0 (90.00 cm²) uygulamasındaki asmalarda saptanırken kısıntılı sulama ortamdaki uygulamalarının asmalarından sırasıyla KS+P4 (54.57 cm²), KS+P2 (54.46 cm²) ve KS+P8 (54.29 cm²) elde edilmiştir. En düşük yaprak alanı ise sırasıyla KS+P0 (37.86 cm²) ve KS+P1 (39.18 cm²) uygulamalarının asmalarında tespit edilmiştir.

Farklı ekosistemlerde kuraklık stresinde uygulanan polimerler, Avrupa huş ağacında (Tripepi ve ark., 1991), antepfıstığında (Kaya, 2018), yemlik sorgumda (Rostampour ve ark., 2012), mısırdaki (Yang ve ark., 2020) ve yeşil fasulyede (Alotaibi ve ark., 2024) yaprak alanında artışlar sağlamıştır. Bagherifard ve ark. (2020), süper emici polimer A200'ün, farklı seviyelerde kuraklık stresi ve sulama frekansları altındaki kapari (*Capparis spinosa*) bitkileri üzerindeki etkisini araştırmış ve tüm SAP uygulamaları yaprak alanını (LA) kontrollere kıyasla önemli ölçüde artırmıştır. En yüksek LA değerine 150gr SAP× ayda bir sulamada (S3I2) ulaşılmıştır. Tongo ve ark. (2014), kuraklık stresi altında süper emici polimerlerin (SAP) *Acacia victoriae* fidelerinin toprağa uygulanmış ve uygulamalar dört kuraklık stresi seviyesini (tarla kapasitesinin %15, 30, 60 ve 100'ü) ve dört SAP seviyesini (%0, 0.2, 0.4 ve 0.6 ağırlık yüzdeleri) kapsamış olup, SAP uygulamasının yaprakların ağırlığı ve alanları üzerinde

önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Taheri ve ark. (2017), Ahvaz Shahid Chamran Üniversitesi'nde kuraklık stresinde su tutucu polimerin marulda yaprak alanı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmaya göre, en yüksek yaprak sayısı (bitki başına 56 yaprak) 8 gram süper emici uygulamasında elde edilmiştir. En yüksek yaprak alanı (6320) stressiz koşullarda (%100 ürün su ihtiyacı) ve kilogram toprak başına 6 gram süper emici hidrojel uygulamasında elde edilmiştir.



Şekil 4.7. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yaprak alanı üzerine etkileri

4.3. Asmaların Fizyolojik Özelliklerine Ait Bulgular

Bu bölümde, 'Michele Palieri' (*Vitis vinifera* L.) asmalarının yetiştirme ortamlarına ilave edilen su tutucu polimerin farklı sulama koşullarında uygulamalarının fizyolojik özelliklerinde neden olduğu değişimler sunulmuştur. Fizyolojik özelliklerinde stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı, klorofil indeksi (SPAD), hücre zarı geçirgenliği (elektrolit sızıntısı), lipid peroksidaz miktarı (MDA), yaprak prolin içeriği ve yaprak oransal su içeriği belirtilmiştir.

4.3.1. Stoma iletkenliği ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin farklı sulama koşullarında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının stoma iletkenliği üzerine etkileri Şekil 4.8'de sunulmuştur.

Üç farklı dönemde gerçekleştirilen periyodik su kısıntıları süresince günlük kaydedilen ölçüm sonuçlarına göre, en yüksek stoma iletkenliği değerleri yetiştirme

ortamı neminin tarla kapasitesi seviyesinde sürdürülmeye çalışılması suretiyle uygulanan tam sulama konusunda (TS+P0) yetiştirilen asmalarda saptanmıştır.

Denemenin kuraklık stresinin ilk periyodunda (03.08.2023 ile 18.08.2023 tarihler arasında 16 gün) gün ortası 11-14 saat arasında en yüksek sıcaklık değerlerinin ($\approx 48^\circ\text{C}$) kaydedildiği dönemde yapılan stoma iletkenliği ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ölçüm sonuçlarına göre, tüm uygulamalarının stoma iletkenliği değerleri 16 gün boyunca değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek stoma iletkenliği değerleri 16. günde (18.08.2023) TS+P0 uygulamasındaki asmalarda ($394.30 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) kaydedilirken en düşük stoma iletkenliği değerleri ise aynı günde polimer+kısıntılı sulama ve kontrol kısıntılı sulama ortamındaki uygulamalarının asmalarında sırasıyla KS+P2 ($50.40 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), KS+P1 ($55.33 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), KS+P0 ($63.25 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), KS+P8 ($70.17 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve KS+P4 ($75.27 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) elde edilmiştir. Bu verilere göre, kuraklık stresinde polimer uygulamaları stoma iletkenliğinde bir azalmaya neden olduğu görülmüştür.

Denemenin kuraklık stresinin ikinci periyodunda (21.08.2023 ile 12.09.2023 tarihler arasında 19 gün) gün ortası 11-14 saat arasında en yüksek sıcaklık değerlerinin ($\approx 48^\circ\text{C}$) kaydedildiği dönemde yapılan ölçüm sonuçlarına göre, tüm uygulamalarının stoma iletkenliği değerleri 19 gün boyunca değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek stoma iletkenliği değerleri 16. günde (07.09.2023) TS+P0 uygulamasındaki asmalarda ($288.20 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) elde edilirken KS+P8 uygulamasındaki asmalarda ($165.83 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) belirlenmiştir. En düşük stoma iletkenliği değerleri ise polimer+kısıntılı sulama ve kontrol kısıntılı sulama ortamındaki uygulamalarının asmalarında sırasıyla KS+P0 ($66.67 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), KS+P2 ($69.03 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), KS+P1 ($73.37 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve KS+P4 ($87.43 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlarına göre, en yüksek stoma iletkenliği genel olarak TS+P0 uygulaması kapsamındaki asmalardan elde edilirken polimer + kısıntılı sulama ortamdaki asmalarında artış göstermiştir.

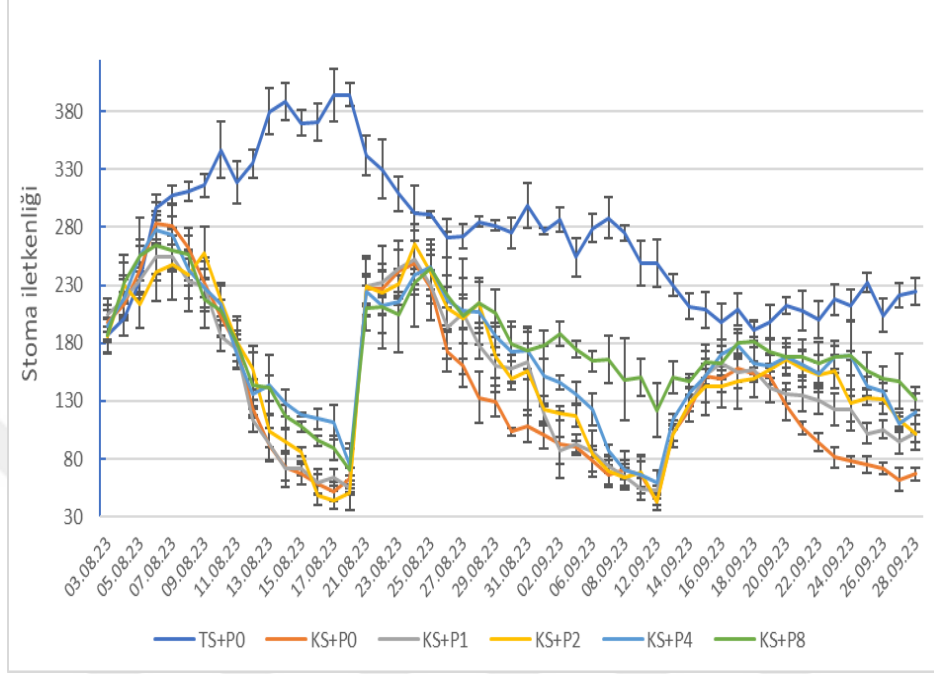
Denemenin kuraklık stresinin üçüncü periyodunda (13.09.2023 ile 28.09.2023 tarihler arasında 16 gün) gün ortası 11-14 saat arasında yapılan ölçüm sonuçlarına göre, tüm uygulamalarının stoma iletkenliği değerleri 16 gün boyunca değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek stoma iletkenliği değerleri 16. günde (28.09.2023) TS+P0 uygulamasındaki asmalarda ($224.43 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) elde edilirken KS+P8 uygulamasındaki asmalarda ($131.87 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) belirlenmiştir. En düşük stoma

iletkenliği değerleri ise kontrol kısıntılı sulama ve polimer+kısıntılı sulama ortamındaki uygulamalarının asmalarında sırasıyla KS+P0 ($66.87 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), KS+P2 ($102.03 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), KS+P1 ($102.90 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ve KS+P4 ($119.97 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) bulunmuştur.

TS+P0 uygulaması kapsamındaki asmaların gs değerleri 187.4 ile 394.3 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değişmiş olup, bu değerler daha önce farklı asma çeşit ve anaçlarının damla sulama koşullarında kaydedilen gs değerlerine benzerlik göstermiştir (Sabır ve Yazar, 2015; Zengin ve Sabır, 2022). Su tutucu polimer uygulamasının Güneydoğu Anadolu Bölgesi koşullarında, yetiştirilen antepfıstığında çöğür üretiminde kullanım olanakları üzerine yürütülen bir çalışmada kullanılan hidrojel stoma iletkenliğini önemli oranda etkilediği belirtilmiştir. Çalışmada en yüksek ortalama stoma iletkenliğini değeri ($397.66 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) 3 g/L hidrojel uygulamasından elde edilirken, en düşük stoma iletkenliğini değeri ($314.99 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) 12 g/L hidrojel uygulamasında saptandığı bildirilmiştir (Kaya, 2018).

Swietlik (1989) yılında yürütmüş oldukları çalışmada kurak şartlarda hidrojel uygulamalarının (2 g/L) altıntoplarda stoma iletkenliğini arttırdığını belirtmişlerdir. Pereira ve ark. (2022), 2016 ve 2017 yıllarında Embrapa Cerrados'ta tarla koşullarında üç farklı soya fasulyesi çeşidinde ç toprağa uygulanan bir polimerin farklı su rejimleri altında stoma iletkenliği ve verim üzerindeki etkisini araştırmıştır. İlk yılda, polimer uygulaması genel olarak stoma iletkenliği üzerinde olumsuz bir etki yapmış ve bu etkinin boyutu su rejimine bağlı olmuştur. Öte yandan, 2017 yılında polimer varlığında stoma iletkenliği ve fotosentetik parametrelerde artış kaydedildiği bildirilmiştir. Callaghan ve ark. (1989), farklı sulama seviyelerinde yetiştirilen okaliptüs fidelerine iki konsantrasyonda (0 %2 ve %5) uygulanan su tutucu poliakrilamid ve polivinilalkol polimerlerinin yaprakların stoma iletkenliklerini arttırdığını saptamışlardır. Sepehri ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, Super-AB-A-200 polimerinin *Eucalyptus globulus* Labill. bitkisinin tuza ve kuraklığa dayanıklılığı üzerindeki etkisi değerlendirilmiş ve SuperAB-A-200'ün, NaCl-, kuraklık- ve NaCl+kuraklıkla şartlarında stoma iletkenliklerini arttırdığı belirlenmiştir. Shi ve ark. (2010), kuraklık koşullarında su tutucu bir polimer olan Luquasorb ile muamele edilmiş *Populus popularis* bitkilerinde kontrole göre daha yüksek stoma iletkenliği kaydetmişlerdir. Handiganoor ve ark. (2018) tarafından 2014 yılında Hindistan'da yapılan bir çalışmada, tohum kaplama polimeri ve mikro besin maddelerinin bezelyede farklı büyüme

aşamalarında stoma iletkenliği üzerindeki etkisi araştırılmış ve stoma iletkenliğinin kaplama polimeri uygulaması ile arttığı bildirilmiştir.



Şekil 4.8. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının stoma iletkenliği üzerine etkileri

4.3.2. Yaprak sıcaklığı (°C)

Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin farklı sulama koşullarında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının araştırma sezonu boyunca yaprak sıcaklığı (°C) üzerine etkileri Şekil 4.9'da sunulmuştur.

Üç farklı dönemde gerçekleştirilen periyodik su kısıntıları süresince 2-3 günlük aralıklarla kaydedilen ölçüm sonuçlarına göre, en yüksek yaprak sıcaklık değerleri genellikle KS+P0 uygulamasında yetiştirilen asmalarda saptanmıştır. En düşük yaprak sıcaklık değerleri ise genellikle TS+P0 uygulamasında yetiştirilen asmalarda belirlenmiştir.

Denemenin kuraklık stresinin ilk periyodunda (03.08.2023 ile 18.08.2023 tarihler arasında 16 gün) gün ortası 11-14 saat arasında en yüksek sıcaklık değerlerinin (≈ 48 °C) kaydedildiği dönemde yapılan ölçümlerde tüm uygulamaların yaprak sıcaklığına (°C) etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Günlük kaydedilen sonuçlara göre, tüm uygulamalarının yaprak sıcaklığı değerleri 16 gün boyunca

değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak sıcaklığı değerleri 13. günde (15.08.2023) KS+P0 uygulamasındaki asmalarda (39.76 °C) belirlenmiş olup bunu polimer+kısıntılı sulama ortamındaki uygulamalarının asmalarında sırasıyla KS+P1 (39.40 °C), KS+P2 (39.30 °C), KS+P8 (39.10 °C) ve KS+P4 (38.83 °C) takip etmiştir. En düşük yaprak sıcaklığı ise TS+P0 uygulamasındaki asmalarda (36.66 °C) tespit edilmiştir.

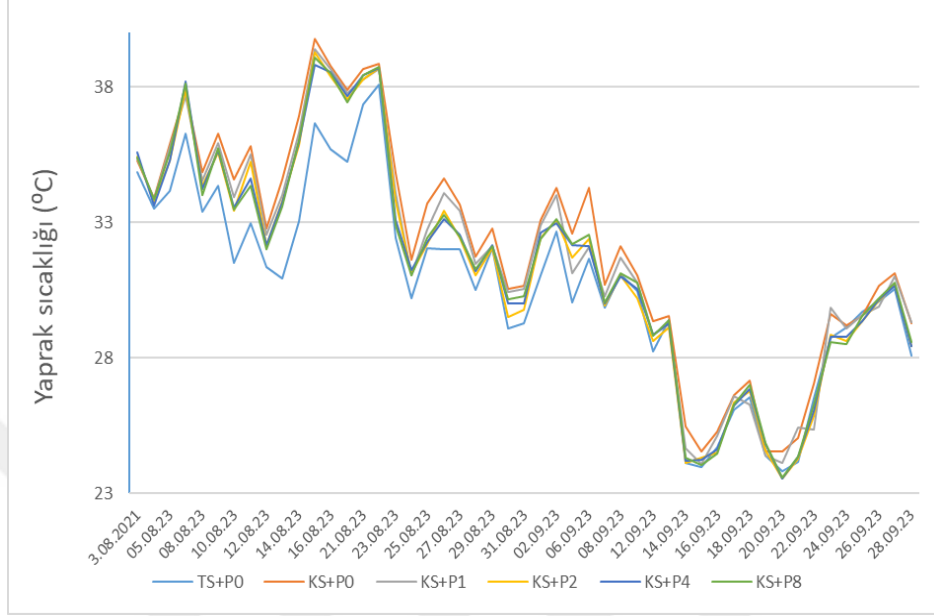
Bu ölçüm döneminde kuraklık stresi uygulamalarının yaprak sıcaklığını kontrole göre yükselttiği, TS+P0 uygulamalarının ise yaprak sıcaklığını düşürdüğü dikkati çekmiştir.

Denemenin kuraklık stresinin ikinci periyodunda (21.08.2023 ile 12.09.2023 tarihler arasında 19 gün) gün ortası 11-14 saat arasında en yüksek sıcaklık değerlerinin (≈ 48 °C) kaydedildiği dönemde yapılan ölçümlerde tüm uygulamaların yaprak sıcaklığına (°C) etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Günlük kaydedilen bulgulara göre, tüm uygulamalarının yaprak sıcaklığı değerleri 19 gün boyunca değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak sıcaklığı değerleri 15. günde (06.09.2023) KS+P0 uygulamasındaki asmalarda (34.26 °C) belirlenmiş olup bunu polimer+kısıntılı sulama ortamdaki uygulamalarının asmaları sırasıyla KS+P2 (33.40 °C), KS+P8 (32.56 °C), KS+P4 (32.13 °C) ve KS+P1 (32.10 °C) takip etmiştir. En düşük yaprak sıcaklığı ise TS+P0 uygulamasındaki asmalarda (31.66 °C) kaydedilmiştir.

Denemenin kuraklık stresinin üçüncü periyodunda (13.09.2023 ile 28.09.2023 tarihler arasında 16 gün) yapılan yaprak sıcaklığı ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Günlük kaydedilen sonuçlara göre, tüm uygulamalarının yaprak sıcaklığı değerleri 16 gün boyunca değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek yaprak sıcaklığı değerleri 15. günde (27.09.2023) KS+P0 uygulamasındaki asmalarda (31.13 °C) belirlenmiş olup bunu polimer+kısıntılı sulama ortamdaki uygulamalarının asmaları sırasıyla KS+P1 (31.00 °C), KS+P8 (30.80 °C), KS+P2 (30.07 °C) ve KS+P4 (30.66 °C) takip etmiştir. En düşük yaprak sıcaklığı ise TS+P0 uygulamasındaki asmalarda (30.56 °C) tespit edilmiştir.

Yang ve ark. (2020), kurak ve yarı kurak topraklarda farklı dozlarda süper emici polimerin bir toprak düzenleyici olarak mısırın büyüme aşamasında toprak sıcaklığı, fotosentetik oran, yaprak terleme oranı, klorofil, ürün büyüme indeksleri (bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı indeksi, kuru madde birikimi) ve verimi üzerindeki etkilerini

araştırılmış ve farklı plimer dozları uygulandığında, mısırın yaprak yüzey sıcaklığı ortalama 0.95 °C artmıştır. Özellikle, 135 kg/hm² SAP uygulandığında, yaprak yüzey sıcaklığı 1.55 °C artırdığını belirtmiştir.



Şekil 4.9. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yaprak sıcaklığı üzerine etkileri

4.3.3. Yaprak klorofil içeriği (mg/kg)

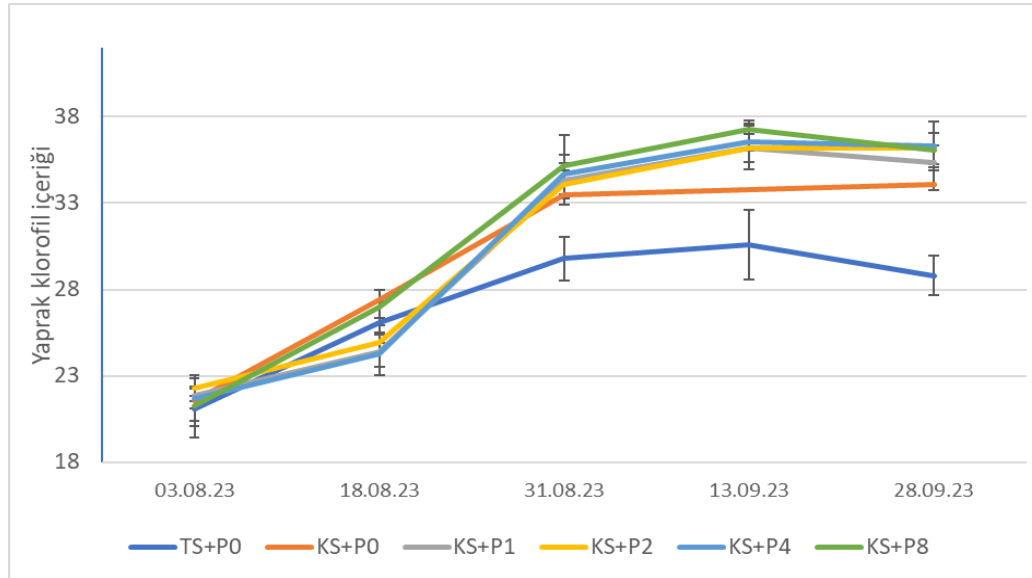
Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin farklı sulama koşullarında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının araştırma sezonu boyunca yaprak klorofil içeriği üzerine etkileri Şekil 4.10'da sunulmuştur.

Üç farklı dönemde gerçekleştirilen periyodik su kısıntıları süresince 2 hafta aralıkla kaydedilen ölçüm sonuçlarına göre, en yüksek yaprak klorofil içeriği değerleri genellikle KS+P8 uygulamasında yetiştirilen asmalarda saptanmıştır. En düşük klorofil içeriği değerleri ise genellikle TS+P0 uygulamasında yetiştirilen asmalarda belirlenmiştir.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan yaprak klorofil ölçümlerinde tüm uygulamaların yaprak klorofil değerinde etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Polimer uygulama dozuna bağlı olarak yapraklarındaki klorofil değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En yüksek klorofil değeri KS+P8 (37.3) uygulamasındaki asmalarda saptanırken bunu sırasıyla KS+P4 (36.56), KS+P2 (36.2), KS+P1 (35.33), ve KS+P0 (34.1) uygulamalarındaki asmalarda

takip etmiştir. En düşük klorofil değeri ise TS+P0 (30.6), uygulamasında yetiştirilen asmalarda belirlenmiştir.

Makowska ve ark. (2004), süper emici polimerlerin çilek bitkisinde üzerindeki etkileri incelenmiş ve hidrojel uygulamalarının klorofil içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Khadem ve ark. (2010), hayvan gübresi ve süper emici polimerin farklı kombinasyonları kuraklık stresi altındaki mısırın yaprak klorofil değerini arttırdığını bildirmişlerdir. Rostampour ve ark. (2012), 2010 yılında Zahedan, İran'da yemlik sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) 'Speedfeed') üzerinde Superab A200 polimerleri (SAP) kuraklık stresi altındaki toprağa uygulanmış ve topraktaki polimer miktarının artmasıyla yaprak klorofil değerlerini arttığını saptamışlardır. Türkiye’de yürütülen bir çalışmada, antepfıstığında kullanılan hidrojin yapraklarındaki klorofil değerini önemli oranda etkilediği ve toprakta hidrojel miktarı arttıkça klorofil içeriğinin azaldığı belirtmişlerdir (Kaya, 2018). Bagherifard ve ark. (2020), süper emici polimer A200'ün, farklı seviyelerde kuraklık stresi ve sulama frekansları altındaki kapari (*Capparis spinosa*) bitkileri üzerindeki etkisini araştırmış ve süper emici polimerin klorofil seviyelerini arttırdığını belirlemişlerdir. Alotaibi ve ark. (2024), ise kuraklık stresi altında topraktan süper emici polimerin yeşil fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Bronco) toplam klorofili miktarını arttırdığını bildirmiştir.



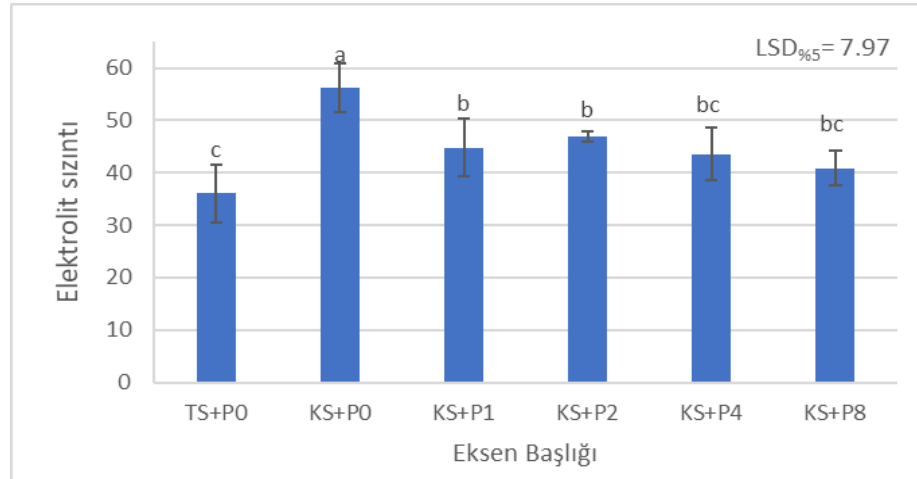
Şekil 4.10. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının klorofil (SPAD) değeri üzerine etkiler

4.3.4. Hücre zarı geçirgenliği (Elektrolit sızıntısı %)

Farklı sulama seviyeleri koşullarında ortama uygulanan su tutucu polimerlerin yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yapraklarında hücre zarı geçirgenliği (elektrolit sızıntısı, EC) değeri üzerine etkileri  ekil 4.11'de sunulmuştur.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan EC ölçümlerinde tüm uygulamaların yaprak EC değerinde etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Polimer uygulama dozuna bağlı olarak uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek EC KS+P0 (%56.20) uygulamasındaki asmalarda saptanırken bunu sırasıyla KS+P2 (%47.01), KS+P1 (%44.82), KS+P4 (%43.55) ve KS+P8 (%40.90) uygulamalarındaki asmalarda takip etmiştir. En düşük EC ise sırasıyla TS+P0 (36.03) ve KS+P8 (%40.90) uygulamasında yetiştirilen asmalarda belirlenmiştir.

Pouresmaeil ve ark. (2012), 2005 yılında tarla koşullarında kuraklık stresi altında iki sulama seviyesinde ve iki farklı miktarda süper emici polimer (%0 ve %7) olmak üzere üç fasulye  e idinde (Derakhshan, D81083, Naz) uygulanmış ve polimerin kuraklık stresi altındaki yaprak hücre zarı hasarını gösteren elektrolit sızıntısını (EC) azalttığını bulmuşlar.



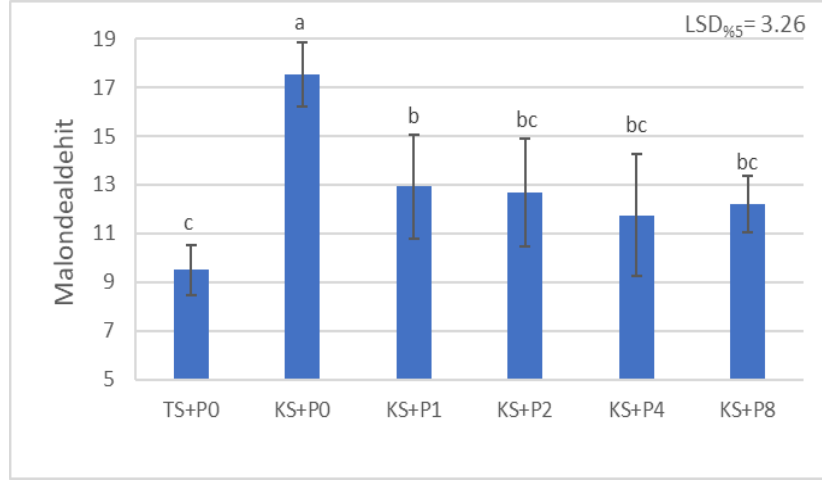
Şekil 4.11. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının elektrolit sızıntı miktarı üzerine etkileri

4.3.5. Malondialdehit miktarı (MDA, nmol g⁻¹ YA)

Farklı sulama seviyeleri koşullarında ortama uygulanan su tutucu polimerlerin yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yapraklarındaki MDA (nmol g⁻¹ YA) değeri üzerine etkileri Şekil 4.12’de sunulmuştur.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan MDA ölçümlerinde tüm uygulamaların asma yapraklarındaki MDA (nmol g⁻¹ YA) miktarına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çalışma sonuçlarımıza göre, polimer uygulama dozuna bağlı olarak yapraklarındaki MDA değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En yüksek MDA KS+P0 (17.52 nmol g⁻¹ YA) uygulamasındaki asmalarda saptanırken bunu sırasıyla KS+P1 (12.92 nmol g⁻¹ YA), KS+P2 (12.67 nmol g⁻¹ YA) uygulamalarındaki asmalarda takip etmiştir. En düşük MDA ise TS+P0 (9.50 nmol g⁻¹ YA) uygulamasında yetiştirilen asmalarda belirlenmiş olup bunu sırasıyla KS+P4 (11.76 nmol g⁻¹ YA) ve KS+P8 (12.20 nmol g⁻¹ YA) uygulamasında yetiştirilen asmalarda takip etmiştir.

Islam ve ark. (2011), SAP uygulamasının kuraklık koşullarında mısırın (*Zea mays* L.) büyümesini üzerindeki etkisini araştırmışlar ve polimer uygulaması, yapraklardaki MDA içeriğini %9.5 azaltarak lipid peroksidasyonunu önemli ölçüde önlediğini bulmuşlar. Pouresmaeil ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, üç kırmızı fasulye çeşidinin farklı sulama seviyeleri ve SAP altında kimyasal ve biyokimyasal aktivitelerini incelenmiş ve kuraklık stresinin, malondialdehit içeriği ile gösterilen lipid ve protein oksidasyon seviyeleri su kıtlığına tepki olarak arttırdığını saptamışlardır. Su ve ark. (2017), SAP uygulamanın kuraklık koşullarında *Caragana korshinskii*'nin tohum çimlenmesini ve büyümesini üzerindeki etkisini araştırmışlar ve süper emici polimer çimlenme sırasında tohum çimlenme yüzdesini, malondialdehit (MDA) ve hidrojen peroksit içeriği gibi oksidatif stres belirteçlerini azalttığını bulmuşlar. Cao ve ark. (2020), beş SAP uygulamasının iki su kaynağı koşulu altında *C. dactylon* fidelerinin fizyolojik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve yeterli su temini altında, su emici maddenin konsantrasyonlarındaki artışla birlikte, MDA konsantrasyonları, kontrol grubundakilere kıyasla azaldığını belirtmişlerdir.



Şekil 4.12. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının malonaldehit miktarı üzerine etkileri

4.3.6. Yaprak oransal su içeriği (%)

Farklı sulama seviyeleri koşullarında ortama uygulanan su tutucu polimerlerin yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yaprak oransal su içeriği (%) üzerine etkileri Çizelge 4.3'te sunulmuştur.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan yaprak oransal su içeriği ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlarına göre, polimer uygulama dozuna bağlı olarak yaprak oransal su içeriği değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En yüksek yaprak oransal su içeriği TS+P0 (%86.44) uygulamasındaki asmalarda saptanırken bunu kısıntılı sulama ortamındaki uygulamalarının asmalarda sırasıyla KS+P4 (%82.37), KS+P8 (%82.10) ve KS+P2 (%79.87) takip etmiştir. En düşük yaprak oransal su içeriği ise sırasıyla KS+P1 (%72.83) ve KS+P0 (%73.63) uygulamasındaki asmalarda belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri

	Yaprak yaş ağırlığı (g)	Yaprak kuru ağırlığı (g)	Yaprak oransal su içeriği (%)
TS+P0	2.65±0.12 a	1.03±0.13 a	86.44±4.14 a
KS+P0	1.22±0.11 cd	0.48±0.05 bc	73.63±3.45 c
KS+P1	1.12±0.12 d	0.45±0.05 c	72.83±1.93 c
KS+P2	1.23±0.05 cd	0.45±0.06 c	79.87±3.32 b
KS+P4	1.41±0.16 bc	0.59±0.02 b	82.37±3.32 ab
KS+P8	1.47±0.04 b	0.58±0.08 b	82.10±2.63 ab
AÖF	0.19	0.13	5.71

Kurak şartlarda antepfıstığında (Kaya, 2018), mısırdaki (Islam ve ark., 2011) ve fasulyede Alotaibi ve ark. (2024), toprağa uygulanan su tutucu polimerlerin yaprak oransal su içeriğini önemli oranda arttırdığı belirtilmiştir. Swietlik (1989), dikim çukuruna uygulanan polimerlerin greyfurt bitkilerimiz (*Citrus paradisi*) Macf yaprak oransal su içeriğini arttırdığını saptamışlardır. Bu çalışmadaki sonuçların literatüre genellikle benzediği görülmektedir.

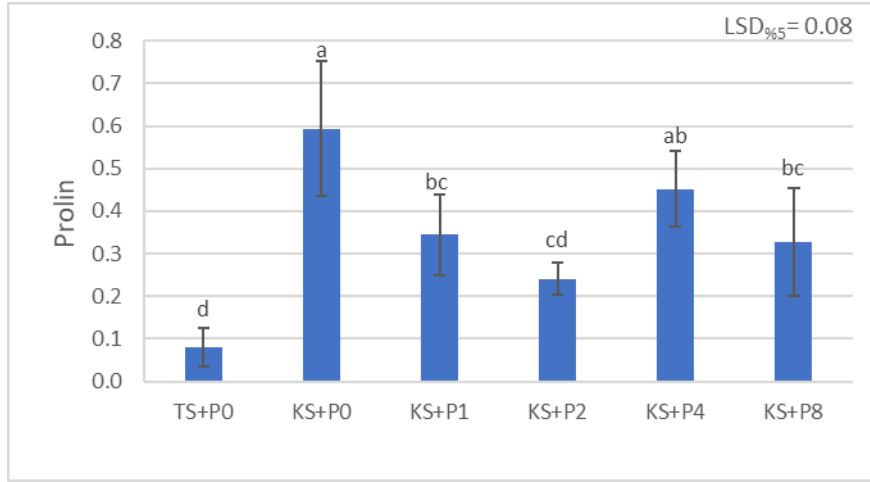
4.3.7. Yaprak prolin içeriği

Farklı sulama seviyeleri koşullarında ortama uygulanan su tutucu polimerlerin yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının yaprak prolin içeriği üzerine etkileri Şekil 4.13'te sunulmuştur.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan prolin ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Polimer uygulama dozuna bağlı olarak yaprak prolin içeriği değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En düşük yaprak prolin içeriği TS+P0 (0.08) uygulamasındaki asmalarda saptanmış olup bunu kısıntılı sulama ortamındaki uygulamalarının asmalarda sırasıyla KS+P2 (0.24), KS+P8 (0.33), KS+P1 (0.34) ve KS+P4 (0.45) takip etmiştir. En yüksek yaprak prolin içeriği ise KS+P0 (0.59) uygulamasındaki asmalarda ölçülmüştür.

Guan XiuJuan ve Wu JiCheng (2010), su tutucu polimerlerin toprak nemi stresi altında saksı denemesinde buğday fidesinin fizyolojik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve polimerlerin etkisinin ileri kuraklık koşullarında yeterli olmadığını ve polimer dozunun artmasıyla, buğday bitkilerinin prolin ve malondiadehit içeriğinin arttığını, ancak yaprağın oransal su içeriği ve klorofil miktarının azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Habibi ve ark. (2010), 2009 yılında İran'ın Karaj kentinde kuraklık stresi altında topraktan süper emici polimer ve bitki büyümesini teşvik eden

rizobakterilerin (PGPR) mısır verimi ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlar ve biyogübre uygulaması tek başına veya süper emici polimer ile kombinasyon halinde oksidatif hasarı azalttığını, ancak prolin seviyelerini artırdığını belirlemişlerdir. Islam ve ark. (2011), süper emici polimerlerin kuraklık koşullarında mısırın (*Zea mays* L.) büyümesini üzerindeki etkisini araştırmışlar ve polimer uygulaması, yapraklardaki MDA içeriğini %9.5 azaltarak lipid peroksidasyonunu önemli ölçüde önlediğini bulmuşlar. Su ve ark. (2017), süper emici polimerlerin kuraklık koşullarında *Caragana korshinskii*'nin tohum çimlenmesini ve büyümesini üzerindeki etkisini araştırmışlar ve süper emici polimer çimlenme sırasında tohum çimlenme yüzdesini, enerjisini ve prolin, malondialdehit (MDA) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) içeriği gibi oksidatif stres belirteçlerini azalttığını bulmuşlar. Ghobashy ve ark. (2022), nişasta ve poliakrilik asitten yapılmış iki polimerin farklı kombinasyonlarının yapısını kuraklık stresi altında ayçiçeği bitkilerinde topraktan uygulamışlar ve ayçiçeği bitkilerindeki prolin, toplam fenoller ve spesifik enzimler gibi belirli maddelerin seviyelerinin düştüğünü, bu jelin kuraklık stresinin olumsuz etkilerini azaltmanın etkili bir yolu olabileceğini belirlemişlerdir. Waqar ve ark. (2022), poli (akrilik asit) hidrojel (HG), biochar (BC) ve bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) kuraklık stresine maruz kalan soya fasulyesi üzerinde araştırmış ve tek başına ya da *P. putida* ile birlikte biyokömür uygulaması hariç diğer uygulamalar bitki yapraklarındaki prolin üretimini daha da arttırmıştır, bunların değeri kuraklık stresindeki bitkilerden daha düşük olduğunu gözlenmiştir. Prolin, kuraklık ve benzeri strese maruz kalan bitkilerde osmotik basınç düzenleyici olarak önemli rol oynarlar. Bu nedenle, çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılık stratejileri kapsamında önemli bir fizyolojik reaksiyon olan prolin sentezinin artarak bitkinin strese karşı tolerans kazanması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında, kuraklık stresine maruz kalan asmalarda prolin miktarının tam sulama şartlarındaki asmalara göre önemli oranda yüksek bulunması, asmaların kuraklık stresine karşı tolerans geliştirmek üzere geliştirdiği prolin sentez mekanizmasını işaret etmektedir.



Şekil 4.13. Yetiştirme ortamına farklı dozlarda uygulanan su tutucu polimerin kuraklık stresi altında yetiştirilen 'Michele Palieri' asmalarının prolin miktarı üzerine etkileri

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada, yüksek sıcaklık ve düşük hava oransal nemi şartlarının meydana geldiği Ağustos ayı başlangıcında, araştırma gruplarına farklı dozlarda (saksı başına 0, 1, 2, 4 ve 8 g) polimer uygulamaları yapılmış ve bütün bitkilere tarla kapasitesi seviyesinde ilk sulama (03.08.2023) gerçekleştirilmiştir. Kontrol olarak değerlendirilen polimer uygulanmayan tam sulama (TS+P0) asmalarının yetiştirme ortamı sürekli hava şartlarına göre 1-2 gün aralıklarla sulanarak tarla kapasitesinde tutulurken çeşitli dozlarda polimer uygulanan ve uygulanmayan kısıntılı sulama (KS) asmalarına 18.08.2023 tarihinde ikinci ve 12.09.2023 tarihinden ise üçüncü sulama yapılmıştır.

Üç farklı dönemde gerçekleştirilen su kısıntıları süresince kaydedilen ölçüm sonuçlarına göre, yetiştirme ortamının en yüksek nem miktarı beklediği üzere TS+P0 saptanmış olup, KS uygulanan ortamlarda ise en yüksek nem içeriği her analiz tarihi için 8 g polimer uygulanan ortamda KS+P8 saptanmıştır. En düşük nem içeriği ise her analiz tarihi için KS+P0 ortamında belirlenmiştir.

Üç farklı dönemde gerçekleştirilen periyodik su kısıntıları süresince 2-3 günlük aralıklarla kaydedilen ölçüm sonuçlarına göre, polimer uygulama dozuna bağlı olarak yetiştirme ortamının sıcaklık değerinde önemli değişimler saptanmıştır. En düşük ortam sıcaklıkları tüm ölçümlerde TS+P0 uygulamasında saptanmıştır. En yüksek ortam sıcaklıkları ise genellikle KS+P0 uygulamasında ölçülmüştür. Polimer uygulama dozunda artışa bağlı olarak ortam sıcaklığında genel düşüşler belirlenmiştir.

Denemenin kuraklık stresinin ilk periyodunda (03.08.2023 ile 18.08.2023 tarihler arasında 16 gün) gün ortası 11-14 saat arasında en yüksek sıcaklık değerlerinin (≈ 48 °C) kaydedildiği dönemde yapılan ölçümlerde tüm uygulamaların ortam sıcaklığına (°C) etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Günlük kaydedilen sonuçlara göre, tüm uygulamalarının ortam sıcaklığı değerleri 16 gün boyunca değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek ortam sıcaklığı değerleri 14. günde (16.08.2023) KS+P0 (38.33 °C) uygulamasındaki asmalarda belirlenmiş olup bunu polimer+kısıntılı sulama ortamındaki uygulamalarının asmalarında sırasıyla KS+P2 (37.33 °C), KS+P4 (36.33 °C), KS+P1 (35.66 °C) ve KS+P8 (35.33 °C) takip etmiştir. En düşük ortam sıcaklığı değerleri ise TS+P0 uygulamasındaki asmalarda (26.33 °C) tespit edilmiştir.

Denemenin kuraklık stresinin ikinci periyodunda (21.08.2023 ile 12.09.2023 tarihler arasında 19 gün) gün ortası 11-14 saat arasında en yüksek sıcaklık değerlerinin ($\approx 48\text{ }^{\circ}\text{C}$) kaydedildiği dönemde yapılan ölçümlerde tüm uygulamaların ortam sıcaklığına ($^{\circ}\text{C}$) etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Günlük kaydedilen bulgulara göre, tüm uygulamalarının ortam sıcaklığı değerleri 19 gün boyunca değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek ortam sıcaklığı değerleri 16. günde (07.09.2023) KS+P0 uygulamasındaki asmalarda ($36.66\text{ }^{\circ}\text{C}$) belirlenmiş olup bunu polimer+kısıntılı sulama ortamdaki uygulamalarının asmaları sırasıyla KS+P1 ($33.33\text{ }^{\circ}\text{C}$), KS+P2 ($33.33\text{ }^{\circ}\text{C}$), KS+P4 ($32.66\text{ }^{\circ}\text{C}$) ve KS+P8 ($31.66\text{ }^{\circ}\text{C}$) takip etmiştir. En düşük ortam sıcaklığı ise TS+P0 uygulamasındaki asmalarda ($29.00\text{ }^{\circ}\text{C}$) kaydedilmiştir.

Denemenin kuraklık stresinin üçüncü periyodunda (13.09.2023 ile 28.09.2023 tarihler arasında 16 gün) yapılan ortam sıcaklığı ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Günlük kaydedilen sonuçlara göre, tüm uygulamalarının ortam sıcaklığı değerleri 16 gün boyunca değişiklik göstermiştir. Uygulamalar arasında en yüksek ortam sıcaklığı değerleri 15. günde (27.09.2023) KS+P0 uygulamasındaki asmalarda ($32.66\text{ }^{\circ}\text{C}$) belirlenmiş olup bunu polimer+kısıntılı sulama ortamdaki uygulamalarının asmaları sırasıyla KS+P1 ($30.33\text{ }^{\circ}\text{C}$), KS+P4 ($28.66\text{ }^{\circ}\text{C}$), KS+P2 ($28.33\text{ }^{\circ}\text{C}$) ve KS+P8 ($27.33\text{ }^{\circ}\text{C}$) takip etmiştir. En düşük ortam sıcaklığı ise TS+P0 uygulamasındaki asmalarda ($25.66\text{ }^{\circ}\text{C}$) tespit edilmiştir.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan yetiştirme ortamının pH değeri ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Polimer uygulama dozuna bağlı olarak yetiştirme ortamının pH değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En düşük pH değeri KS+P0 (7.59) ve KS+P1 (7.60) uygulamalarında belirlenirken, en yüksek pH değeri ise KS+P4 (7.70) ve KS+P8 (7.73) uygulamalarında saptanmıştır.

Denemenin ortama uygulanan su tutucu polimerlerin uygulamalarında yapılan yetiştirme ortamının EC değeri ölçümlerinde tüm uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Polimer uygulama dozuna bağlı olarak yetiştirme ortamının EC değerinde önemli artışlar saptanmıştır. En düşük EC KS+P0 ($189.7\text{ }\mu\text{S cm}^{-1}$) ortamında saptanmış olup bunu KS+P2 ($203.3\text{ }\mu\text{S cm}^{-1}$) ve KS+P1 ($213.1\text{ }\mu\text{S cm}^{-1}$) ortamları takip etmiştir. En yüksek EC ise KS+P8 ($255.0\text{ }\mu\text{S cm}^{-1}$) ortamında ölçülmüştür.

Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular sonucunda, ‘Michele Palieri’ asmaların kuraklık koşullarında su tutucu polimerlerin uygulaması asmaların daha sağlıklı bir şekilde yetiştirilebilmesine olanak sağlayarak kuraklığa dayanıklılığı arttırılabileceği söylenebilir. Su kıtlığı şartlarında, polimerlerin bitki büyümesi, fizyolojisi ve sulama verimliliği üzerinde olumlu etkilerine ilaveten tarımdaki önemli girdilerin başında yer alan su tasarrufu sağlamıştır. Son yıllarda yaşanan iklimsel değişiklikler nedeniyle oluşacak kuraklığın özellikle kurak ve yarı kurak yörelerde sürdürülebilir tarım uygulamaları ve bitki gelişimine olumsuz etkilerini azaltmak için su tutucu polimerlerin uygulamaları önerilebilir. Ancak farklı ekolojik koşullarda çeşitli dozlarla yürütülecek çalışmalarla daha kapsamlı öneriler sunulabilecektir. Bu nedenle, farklı tür ve çeşitler kullanılmak üzere bu tür çalışmalara daha fazla önem verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Uncategorized References

- Abdelghafar, R., Abdelfattah, A. ve & Mostafa, H., 2024, Effect of super absorbent hydrogel on hydro-physical properties of soil under deficit irrigation., *Scientific Reports*, 14 (1), 7655.
- Abdullahi, A., Gayretli, Y. ve Sabır, A., 2022, İklim Değişikliğinin Afganistan'ın Üzüm Bağları Üzerindeki Etkileri ve Değişen İklim Uyum Stratejileri, *ICLIC, 2022. International Congress of Climate Change Effects on Health, Life, Engineering and Social Sciences, (115). Konya, Türkiye.*
- Ağaoğlu, Y. S., 2002a, Bilimsel ve Uygulamalı bağcılık.Cilt II, Asma Fizyolojisi-I., Kavaklıdere Eğitim Yayınları, No: 5, p. 444s.
- Ağaoğlu, Y. S., 2002b, Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık.Cilt II,Asma Fizyolojisi-I., Kavaklıdere Eğitim Yayınları, No: 5 , 444 s.
- Akat, H., 2020, The Effect of Super Absorbent Polymer (SAP) Applications on Growth in Anatolian Sweetgum Tree (*Liquidambar orientalis* Mill.) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Species, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8 (3), 721-727.
- Alotaibi, M. M., Alharbi, M. M., Alsudays, I. M., Alsubeie, M. S., Almuziny, M., M. Alabdallah, N., Alghanem, S. M. S., Albalawi, B. F., Ismail, K. A. ve Alzuaibr, F. M., 2024, Influence of Super-Absorbent Polymer on Growth and Productivity of Green Bean under Drought Conditions, *Agronomy*, 14 (6), 1146.
- Anonim, 2007, *Dokuzuncu Kalkınma Planı Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu.*
- Anonim, 2016, <http://www.nedir.com./sutut>. Kasım 2016.
- Avcı, M. ve Meyveci, K., 1998, Su tutucu polimer bir maddenin (Terawet) Orta Anadolu şartlarında toprak suyu, buğday ve mercimek verimlerine etkileri, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7 (2), 1-9.
- Bagherifard, A., Hamidoghli, Y., Biglouei, M. H. ve Ghaedi, M., 2020, Effects of drought stress and superabsorbent polymer on morpho-physiological and biochemical traits of Caper (*Capparis spinosa* L.), *Australian Journal of Crop Science*, 14 (1), 13-20.
- Baker SW, 1990, The use of amendment materials to improve grass establishment on a polypropylene, needle-punched reinforcement, *Journal of the Sports Turf Research Institute*, (66), 76-88.
- Banedjschafie, S. ve Durner, W., 2015, Water retention properties of a sandy soil with superabsorbent polymers as affected by aging and water quality, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 178 (5), 798-806.
- Bates, L. S., Waldren, R. P. A. ve & Teare, I. D., 1973, Rapid determination of free proline for water-stress studies., *Plant and soil*, , 39, 205-207.
- Callaghan, T., Lindley, D., Ali, O., El Nour, H. A. ve Bacon, P., 1989, The effect of water-absorbing synthetic polymers on the stomatal conductance, growth and survival of transplanted Eucalyptus microtheca seedlings in the Sudan, *Journal of Applied Ecology*, 663-672.
- Cao, Y., Xie, Q., Wang, J., Yang, J. ve Xie, Z., 2020, Effects of super absorbent polymer on the physiological characteristics and drought resistance of bermudagrass [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] seedlings, *Applied Ecology & Environmental Research*, 18 (3).

- Çelik, H. ve Ağaoğlu, Y., 1998, Genel Bağcılık. Sun Fidan AŞ Mesleki Kitaplar Serisi: I. Fersa Matbaacılık San, Tic. Ltd. Şti. Necatibey Cad. Elgün Sok (4-B).
- Çelik, H., Ağaoğlu, Y. S., Fidan, Y., Marasalı, B. ve ve Söylemezoğlu, G., 1998,, Genel bağcılık, *Sunfidan AŞ Mesleki Kitaplar Serisi*, 1 (178,190).
- Cerasola, V. A., Perlotti, L., Pennisi, G., Orsini, F., ve & Gianquinto, G., 2022, Potential use of superabsorbent polymer on drought-stressed processing tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in a Mediterranean climate, *Horticulturae*, 8 (8), 718.
- Chrysargyris, A., Xylia, P., Antoniou, O., & ve Tzortzakis, N., 2018, Climate change due to heat and drought stress can alter the physiology of Maratheftiko local Cyprian grapevine variety., *Journal of Water and Climate Change*, 9 (4), 715-727.
- Cooke, A., 1983, Growing medium comprising water absorbent polymer, *Great Britain. Patent. GB*, 2127005.
- Dehkordi, D. K., 2018, Effect of hydrophilic polymers on seed germination and plant survival for sloping area, *Journal of Soil and Water Conservation*, 73 (2), 173-178.
- Demiralay, İ., 2010, Erzurum Koşullarında Plastik Malçın Toprak Sıcaklığına Etkisi Üzerinde Bir Araştırma, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1), 12.
- Dionisio-Sese, M. L. ve & Tobita, S., 1998, Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress, *Plant science*, 135 (1), 1-9.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. , 1987, Araştırma ve deneme metotları İstatistik Metotları II). *Ankara Üni. Zir. Fak. Yayın No: 1021. .*
- Ekebaf, L. O., Ogbeifun, D. E. ve Okieimen, F. E., 2011, Polymer applications in agriculture, *Biokemistri*, 23 (2), 81-89.
- El-Hady, O. A., Shaaban, S. M., & ve Wanas, S. A., 2006, Hydrophilic polymers for improving the conditioning effect of manures and organic composts. I. Production and water and fertilizers use efficiency for tomato grown in sandy soil.
- El-Asmar, J., Jaafar, H., Bashour, I., Farran, M. T. ve Saoud, I. P., 2017, Hydrogel banding improves plant growth, survival, and water use efficiency in two calcareous soils, *CLEAN–Soil, Air, Water*, 45 (7), 1700251.
- Er, H., Demir, Y. ve Meral, R., 2020, Farklı özellikteki toprak iyileştiricilerinin kumlu toprakların su tutma kapasitesi üzerine etkisi, *Uluslararası Biyosistem Mühendisliği Dergisi*, 1 (2), 55-65.
- Fagundes, M. C. P., Camilo, S. d. S., Soares, B. C., Cruz, L., Moreira, R. ve Cruz, M., 2014, Hydrogel polymer in emergency and early growth of citrus rootstocks, *African Journal of Agricultural Research*, 9 (5), 2681-2686.
- Fan, T., Stewart BA, Payne WA, Yong W, Luo J ve Y., G., 2005, Long-term fertilizer and water availability effects on cereal yield and soil chemical properties in northwest China, *Soil Science Society of America Journal*, 69, 842-855.
- FAO, 2020, Crops and livestock products in Afghanistan, [20.10.2022<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>].
- FAO, 2024, Crops and livestock products in Afghanistan, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>: [20.07.2024].

- Felippe, D., Navroski, M. C., Pereira, M. D. O., & Baptista, K. R. S. D. P., 2021, Hydrogel in the seedling growth of *Eucalyptus dunnii* Maiden under different irrigation management, *Revista Ambiente & Água*, 16, e2582.
- Flexas, J., Escalona, J. ve Medrano, H., 1999, Water stress induces different levels of photosynthesis and electron transport rate regulation in grapevines, *Plant, Cell & Environment*, Volume 22 (1), 39.
- Fonseca, L., Roitman, I., Jacobson, T. K. B., Ogata, R. S., Solari, R. A. F. ve Ribeiro, R. J. d. C., 2017, Viability of Hydrogel in cerrado sensu stricto Revegetation with Native Species, *Floresta e Ambiente*, 24, e20160227.
- Galat Giorgi, E., Sadras, V. O., Keller, M. ve Perez Peña, J., 2019, Interactive effects of high temperature and water deficit on Malbec grapevines, *Australian journal of grape and wine research*, 25 (3), 345-356.
- Galet, P., 1998, Grape varieties and rootstock varieties, *Oenoplurimédia, Chaintré, France*, 289-291.
- Gambetta, G. A., Herrera, J. C., Dayer, S., Feng, Q., Hochberg, U., ve Castellarin, S. D., 2020, The physiology of drought stress in grapevine: towards an integrative definition of drought tolerance, *Journal of experimental botany*, 71 (16), 4658-4676.
- Ghobashy, M. M., Amin, M. A., Nady, N., Meganid, A. S., Alkhursani, S. A., Alshangiti, D. M., Madani, M., Al-Gahtany, S. A. ve Zaher, A. A., 2022, Improving impact of poly (starch/acrylic acid) superabsorbent hydrogel on growth and biochemical traits of sunflower under drought stress, *Journal of Polymers and the Environment*, 1-11.
- Guan XiuJuan, G. X. ve Wu JiCheng, W. J., 2010, Effect of super absorbent polymers on physiological characteristics of wheat seedling under different soil moisture level, *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 28-32.
- Habibi, D., Moslemi, Z., Ardakani, M., Mohammadi, A. ve Asgharzadeh, A., 2010, Effects of super absorbent polymer and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and oxidative damage of maize under drought stress, *2010 International Conference on Chemistry and Chemical Engineering*, 253-257.
- Han, Y. G., Yang, P. L. ve Xu, L., 2005, Experimental studies on increase of yield and soil moisture of fruit tree by using super absorbent polymers, *Scientia Agricola* 38, 2486-2491.
- Handiganoor, M. G., Patil, S. ve Vasudevan, S., 2018, Effect of Seed Coating Polymer and Micronutrients on Stomatal Conductance and Resistance at Different Growth Stages of Pigeonpea, *Advances in Research*, 17 (4), 1-8.
- Hofmann, M., Volosciuk, C., Dubrovský, M., Maraun, D. ve Schultz, H. R., 2022, Downscaling of climate change scenarios for a high-resolution, site-specific assessment of drought stress risk for two viticultural regions with heterogeneous landscapes, *Earth System Dynamics*, 13 (2), 911-934.
- Hosseini, A. ve Heidari, H., 2024, Water-Super Absorbent Polymer Increases Biomass Production Under Drought in Safflower, *Alfalfa*, and Common Vetch, *Water Harvesting Research*, 7 (1), 74-84.
- Hüttermann, A., Zommodi, M. ve Reise, K., 1999, Addition of Hydrogels to Soil for Prolonging the Survival of *Pinus halepensis* Seedlings Subjected to Drought. , *Soil & Tillage Research*, 50, 295-304.
- IPGRI, 1997, Descriptors for Grapevine (*Vitis Spp.*), *Bioversity International* , 62p, 1997, Italy, 43-48.

- Islam, M. R., Hu, Y., Mao, S., Jia, P., Eneji, A. E. ve Xue, X., 2011, Effects of water-saving superabsorbent polymer on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in corn (*Zea mays* L.) under drought stress, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91 (5), 813-819.
- Johnson, M. S. ve Piper, C. C., 1997, Cross-linked, water-storing polymers as aids to drought tolerance of tomatoes in growing media, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 178, 23-27.
- Ju, J., Xu, H., Yeum, K. ve Yoon, Y., 2020, Effects of hydrophilic polymer on the survival, growth, and flowering characteristics of pineapple sage (*Salvia elegans*) in unirrigated green roofs, *Applied Ecology & Environmental Research*, 18 (3).
- Kaya, T., 2018, Su tutucu polimerlerin antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) çöğür üretiminde kullanım olanakları/Use of waterproof polymersin pistachio (*Pistacia vera* L.) seedling prioduction, *Harran Üniversitesi*, 64.
- Khadem, S. A., Galavi, M., Ramrodi, M., Mousavi, S. R., Rousta, M. J. ve Rezvani-Moghadam, P., 2010, Effect of animal manure and superabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under dry condition, *Australian Journal of Crop Science*, 4 (8), 642-647.
- Khalilpour, A., Golpayegani, H., Sharifi, R. ve Roshan, B., 2005, Effect of superabsorbents on water use efficiency of pine seedling, *Second conference of watershed management*, pp: 9. Ingram DL, Yeager TH (1987).
- Koç, M., Kamiloğlu, Ö., Cangı, R. ve Yıldız, K., 2018, Physiological and biochemical responses to drought stress in some autochthonous grapevines of Turkey, *XII International Conference on Grapevine Breeding and Genetics* 1248, 531-540.
- Lobo, D., Torres, D., Gabriels, D., Rodríguez, N. ve Rivero, D., 2006, Effect of organic waste compost and a water absorbent polymeric soil conditioner (hydrogel) on the water use efficiency in a *Capsicum annum* (green pepper) cultivation, *Agroenviron2006 Conference*, 453-459, September 4-7, Ghent, Belgium.
- Lopes, M. B. S., Barros, H. B., Júnior, A. F. C., Dos Santos, M. M., da ve Silva, N. C., & Fidelis, R. R., 2018, Water-retaining polymer as a soil conditioner in cowpea under water stress., *Comunicata Scientiae*, 9 (4), 680-686.
- Madakbaş, S., Önal MS, Dündar, B. ve Başak, H., 2014, Sututucu Polimerlerinin Toprak ve Bitkide İşlevi, Çevreye Etkisi ve Sebzeçilikte Kullanım İmkânları, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 1 (2), 173-179.
- Makowska, M., Borowski, E. ve Ziemba, A., 2004, Vegetative development, blooming and fruiting of strawberry plants cultivated in soils with the addition of Ekosorb.
- Mikiciuk, G., Mikiciuk, M. ve Hawrot-Paw, M., 2015, Influence of superabsorbent polymers on the chemical composition of strawberry (× Duch.) and biological activity in the soil, *Folia Horticulturae*, 27 (1), 63-69.
- Naushabayev, A. K., Vassilina, T. K., Rsymbetov, B. A., Seikali, N., Balgabayev, A. M. ve Bakenova, Z. B., 2022, Effects of different polymer hydrogels on moisture capacity of sandy soil, *Eurasian Journal of Soil Science*, 11 (3), 241-247.
- Nnadi, F., & ve Brave, C., 2011, Environmentally friendly superabsorbent polymers for water conservation in agricultural lands. , *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 2 (7), 206-211.
- Pathak, V. ve Ambrose, R. K., 2020, Starch-based biodegradable hydrogel as seed coating for corn to improve early growth under water shortage, *Journal of Applied Polymer Science*, 137 (14), 48523.

- Pattanaaik, S., Wangchu, L., Singh, B., Hazarika, B., Singh, S. ve Pandey, A., 2015, Effect of hydrogel on water and nutrient management of *Citrus reticulata*, *Research on crops*, 16 (1), 98-103.
- Pereira, L. F., Ribeiro Júnior, W. Q., Ramos, M. L. G., Soares, G. F., de Lima Guimarães, C. A., da Silva Neto, S. P., Muller, O., Vinson, C. C., Pereira, A. F. ve Williams, T. C. R., 2022, The Impact of Polymer on the Productivity and Photosynthesis of Soybean under Different Water Levels, *Agronomy*, 12 (11), 2657.
- Pereira, M. R., Ribeiro, H., Cunha, M. ve Abreu, I., 2018, Comparison of pollen quality in *Vitis vinifera* L. cultivars, *Scientia Horticulturae*, 227, 112-116.
- Pill, W. G. ve Jacono, C. C., 1984, Effects of hydrogel incorporation in peat-lite on tomato growth and water relations, *Communications in soil science and plant analysis*, 15, 799-810.
- Pouresmaeil, P., Habibi, D. ve Boojar, M. M. A., 2012, Yield and yield component quality of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars in response to water stress and super absorbent polymer application, *Annals of Biological Research*, 3 (12), 5701-5704.
- Pouresmaeil, P., Habibi, D., Boojar, M. M. A. ve Tarighaleslami, M., 2013, Effect of super absorbent polymer application on chemical and biochemical activities in red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars under drought stress, *European Journal of Experimental Biology*, 3 (3), 261-266.
- Rasslany, I., 2014, Effects of poly vinyl alcohol/starch as soil conditioners on the physical properties of loamy sand and loam soils following different wetting and drying cycles, *Journal of Natural Sciences Research*, 4 (24), 36-41.
- Rattan, B., Saha, A., Bordoloi, S., Garg, A., Sahoo, L., & ve Sekharran, S., 2023, Efficacy of novel water-absorbing polymer amended soil for improving drought resilience of *Solanum lycopersicum*, *Soil Science Society of America Journal*, 13-29.
- Reddy, K. S., Sharma, K., Reddy, A., Indoria, A., Srinivas, K., Reddy, K., Srinivas, B. ve Venkateswarlu, B., 2013, Use of polymers for alleviating moisture stress and improving water use efficiency in different crops in rainfed areas, *International journal of Bio-resource and Stress Management*, 4 (2s), 334-338.
- Richards, L., 1954, *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*, 60, *Handbook No. 60, US Department of Agriculture, Washington, DC.*, p.
- Rostampour, M. F., Yarnia, M. ve Khoee, F. R., 2012, Effect of polymer and irrigation regimes on dry matter yield and several physiological traits of forage sorghum, *African Journal of Biotechnology*, 11 (48), 10834-10840.
- Sabir, A., Sabir, F., Kara, Z., Gayretli, Y., Mohammed, O. J. M., Jawshle, A. I. M. ve Kus, A. D., 2019, Berry set and quality response of soilless grown 'Prima' grapes to foliar and inflorescence pulverization of various substances under glasshouse condition, *Erwerbs-obstbau*, 61 (1), 47-51.
- Sabır, A., Tangolar, S., Buyukalaca, S. ve Kafkas, S., 2009, Ampelographic and molecular diversity among grapevine (*Vitis spp.*) cultivars, *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 45, 160-168.
- Sabır, A. ve Kara, Z., 2010, Silica gel application to control water runoff from root zone microenvironment's climate of grapevine rootstocks (*Vitis spp.*) grown under water deficit condition., *International Sustainable Water and Wastewater Management Symposium*, 26-28 October 2010 – Konya/Türkiye., 1365-1372.

- Sabır, A. ve Yazar, K., 2015, Diurnal dynamics of stomatal conductance and leaf temperature of grapevines (*Vitis vinifera* L.) in response to daily climatic variables, *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 14 (4), 3-15.
- Sabır, A. ve Sahin, Z., 2018, The Response of Soilless Grown ‘Michele Palieri’ (*Vitis vinifera* L.) Grapevine Cultivar to Deficit Irrigation Under the Effects of Different Rootstocks, *Erwerbs-obstbau*, 60 (1).
- Saha, A., Rattan, B., Sekharan, S. ve Manna, U., 2021, Quantifying the combined effect of pH and salinity on the performance of water absorbing polymers used for drought management, *Journal of Polymer Research*, 28, 1-14.
- Sairam, R. K., Rao, K. V., & ve Srivastava, G. C., 2002, Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. , *Plant science*, 163 (5), 1037-1046.
- Sepehri, S., Abdoli, S., Asgari Lajayer, B., Astatkie, T. ve Price, G., 2023, Changes in phytochemical properties and water use efficiency of peppermint (*Mentha piperita* L.) using superabsorbent polymer under drought stress, *Scientific Reports*, 13 (1), 21989.
- Seven, S., Menceloğlu, Y., Ünlü, K., Kahraman, K., Rodop, O., Bilge, İ. ve Menceloğlu, Y., 2024, Investigation of the effect of superabsorbent polymer application on soil moisture and plant growth, *Frontiers in Life Sciences and Related Technologies*, 5 (1), 24-30.
- Shi, Y., Li, J., Shao, J., Deng, S., Wang, R., Li, N., Sun, J., Zhang, H., Zhu, H. ve Zhang, Y., 2010, Effects of Stockosorb and Luquasorb polymers on salt and drought tolerance of *Populus popularis*, *Scientia horticulturae*, 124 (2), 268-273.
- Su, L.-q., Li, J.-g., Xue, H. ve Wang, X.-f., 2017, Super absorbent polymer seed coatings promote seed germination and seedling growth of *Caragana korshinskii* in drought, *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*, 18 (8), 696-706.
- Suresh, R., Prasher, S. O., Patel, R. M., Qi, Z., Elsayed, E., Schwinghamer, T. ve Ehsan, A. M., 2018, Super absorbent polymer and irrigation regime effects on growth and water use efficiency of container-grown cherry tomatoes, *Transactions of the ASABE*, 61 (2), 523-531.
- Swietlik, D., 1989, Effect of soil amendment with Viterra hydrogel on establishment of newly-planted grapefruit trees CV Ruby Red, *Communications in soil science and plant analysis*, 20 (15-16), 1697-1705.
- Szwonek, E., 2012, Impact of a superabsorbent gel and organic-mineral fertilizer on growth, yield and quality of sweet cherry trees, *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on the 940*, 415-421.
- Taheri, H., SoltaniMohammadi, A. ve Alemzadeh Ansari, N., 2017, Effects of superabsorbent polymer on the number and leaf area of lettuce under drought stress, *Journal of Water Science & Engineering*, 7 (15), 71-80.
- Taskos, D., Koundouras, S., Stamatiadis, S., Zioziou, E., Nikolaou, N., Karakioulakis, K. ve Theodorou, N., 2015, Using active canopy sensors and chlorophyll meters to estimate grapevine nitrogen status and productivity, *Precision agriculture*, 16 (1), 77-98.
- Tittonell, P. A., De Grazia, J. ve Chiesa, A., 2002, Hydrophilic polymers added to growing media in pepper transplants production, *Horticultura Brasileira*, 20, 641-645.

- Tongo, A., Mahdavi, A. ve Sayad, E., 2014, Effect of superabsorbent polymer aquasorb on chlorophyll, antioxidant enzymes and some growth characteristics of *Acacia victoriae* seedlings under drought stress, *Ecopersia*, 2 (2), 571-583.
- Tripepi, R. R., George, M. W., Dumroese, R. K. ve Wenny, D. L., 1991, Birch seedling response to irrigation frequency and a hydrophilic polymer amendment in a container medium, *Journal of Environmental Horticulture*, 9 (3), 119-123.
- Tuyogon, R., Amplayo, I. ve Abenoja, R., 2020, Application of Absorbent Polymer in Improving Moisture Retention and Growth Performance of 'Lakatan' Banana (*Musa sapientum* L.) under Nursery Condition, *Southeastern Philippines Journal of Research and Development*, 25 (1), 17-31.
- UNESCO, 2006, World Water Assessment Programme and World Water Development Report. (<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001454/145405E.pdf>).
- Vartanyan, A. A., Shakhnazarov, A. A., Avanesyan, E. V. ve Tokmajyan, V. H., 2022, Improving soil moisture capacity with polymeric-mineral materials for growing plants.
- Viero, P. W. M., Chiswell, K. E. A. ve Theron, J. M., 2002, The effect of a soil-amended hydrogel on the establishment of a *Eucalyptus grandis* clone on a sandy clay loam soil in Zululand during winter, *Southern African Forestry Journal* (193), 65-76.
- Vijayalakshmi, V., Nemichandrappa, M., Reddy, K. S. ve Ayyanagowdar, M., 2013, Effect of polymers on moisture retention and soil water holding capacity, *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 25 (4).
- VIVC, 2021, The Vitis International Variety Catalogue. (Accessed: November 07, 2023). <http://www.vivc.de/index.php?r=passport%2Fview&id=7704>
- Waqar, A., Bano, A. ve Ajmal, M., 2022, Effects of PGPR bioinoculants, hydrogel and biochar on growth and physiology of soybean under drought stress, *Communications in soil science and plant analysis*, 53 (7), 826-847.
- Winkler, A. J., Cook, J. A., Kliewer, W. M. ve Lider, L. A., 1974, General viticulture, *Univ. Calif. Press*, Berkeley, p. 710.
- Yağmur, Y., 2008, *Farklı asma (Vitis vinifera L.) çeşitlerinin kuraklık stresine karşı bazı fizyolojik ve biyokimyasal tolerans parametrelerinin araştırılması*, (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yakupoğlu, T., Gülümser, E., Doğrusöz, M. ve Başaran, U., 2019, Tek yıllık yem bitkisi yetiştiriciliği altındaki su tutucu uygulanmış topraktan meydana gelen sediment ve yüzey akış, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7 (2), 99-109.
- Yang, F., Cen, R., Feng, W., Liu, J., Qu, Z. ve Miao, Q., 2020, Effects of super-absorbent polymer on soil remediation and crop growth in arid and semi-arid areas, *Sustainability*, 12 (18), 7825.
- Yousefian, M., Jafari, M., Tavili, A., Arzani, H. ve Jafarian, Z., 2018, The effects of superabsorbent polymer on *Atriplex lentiformis* growth and soil characteristics under drought stress (case study: Desert research Station, Semnan, Iran), *Journal of Rangeland Science*, 8 (1), 65-76.
- Yu, J., Shi, J. G., Dang, P. F., Mamedov, A. I., Shainberg, I. ve Levy, G. J., 2012, Soil and polymer properties affecting water retention by superabsorbent polymers under drying conditions, *Soil Science Society of America Journal*, 76 (5), 1758-1767.
- Zengin, H. ve Sabır, A., 2022, Physiological and growth responses of grapevine rootstocks (*Vitis* spp.) to organic and synthetic mulch application in arid ecology

under the effect of climate change, *Journal of Central European Agriculture*, 23 (3), 655-664.

