

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAYISIDA SU STRESİ ALTINDAKİ BİTKİLER ÜZERİNE SİLİSYUM VE
NİTRİK OKSİTİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Asuman GÜNDOĞDU BAKIR

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA

2021

Prof.Dr. İbrahim BOLAT danışmanlığında, Asuman GÜNDOĞDU BAKIR'ın hazırladığı “Kayısıda su stresi altındaki bitkiler üzerine silisyum ve nitrik oksitin etkilerinin incelenmesi” konulu bu çalışma 13/01/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman :Prof.Dr. İbrahim BOLAT

Üye :Prof.Dr. Hüseyin KARLIDAĞ

Üye :Do çDr. Ali İKİNCİ

Bu Tezin Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Do ç Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Morfolojik ölçümler	17
3.2.2. Fizyolojik ölçümler	18
3.2.3. Biyokimyasal analizl	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	23
4.1. Morfolojik Ölçümler	23
4.1.1. Yaprak alanı (YA).....	23
4.1.2. Sürgün-Yaprak-Kök Yaş ve Kuru Ağırlıkları	24
4.1.3. Sürgün ve sürgün çapı gelişim oranları	27
4.2. Fizyolojik Ölçümler	30
4.2.1. Membran geçirgenliği	30
4.2.2. Yaprak oransal su içeriği (YOSİ).....	32
4.2.3. Stoma iletkenliği	33
4.2.4. Klorofil içeriği.....	35
4.2.5. Yaprak sıcaklığı	36
4.3. Biyokimyasal Analizler	37
4.3.1. Prolin.....	38
4.3.2. Lipid peroksidasyon (MDA)	40
4.4. Besin Elementi Analizi.....	42
4.4.1. Toplam N, P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn	42
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	59

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KAYISIDA SU STRESİ ALTINDAKİ BİTKİLER ÜZERİNE SİLİSYUM VE NİTRİK OKSİTİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Asuman GÜNDOĞDU BAKIR

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim BOLAT

Yıl: 2021, Sayfa: 59

Kayısı, derin köklü olması nedeniyle kuraklığa belirli ölçüde dayana bilen bir bitkidir. Ancak gelişme dönemine göre değişmekle birlikte karşılaşılan su stresinin kayısıda bitki gelişimi, verim ve kaliteyi sınırlandırıcı etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle, kayısıda sulama programının dikkatli şekilde yönetimine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada, Myrobalan 29 C (Myro 29 C) anacı ve bu anaç üzerine aşılı Milord kayısı çeşidinde (Milord/Myro 29 C) iki farklı sulama seviyesinde (%100=saksı kapasitesi düzeyinde su uygulanması, %50=%100'e verilen suyun % 50'sinin uygulanması) Silisyum (10 mM) ve Nitrik Oksit (200 µM)'in tekli ve kombine uygulamalarının bitkinin bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri ile besin elementi içeriklerine etkileri incelenmiştir. Su stresi; taze ve kuru bitki ağırlıklarında, yaprak alanında, klorofil içeriğinde, stoma iletkenliğinde, yaprak oransal su içeriğine ve besin elementlerinde azalmaya neden olurken, membrane geçirgenliği, yaprak sıcaklığı, prolin ve MDA içeriklerinde artışa yol açmıştır. Silikon (Si=Silisyum) ve Nitrik Oksit (NO) uygulamaları, su stresinde belirtilen parametrelerin çoğunda olumsuz etkileri önemli ölçüde azaltmıştır. Kombine uygulamaların bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler ile besin elementleri içeriklerinde tekli uygulamalardan daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Su stresi, Kayısı, Erik, Silikon, Nitrik oksit

ABSTRACT

MScThesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SILICON VE NITRIC OXIDE ON APRICOT PLANTS UNDER WATER STRESS

Asuman GÜNDOĞDU BAKIR

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied
Sciences Department of Horticulture**

**Supervisor: Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Year: 2021, Page: 59**

Apricot is a drought resistant plant due to its deep root. However, depending on the period of development, water stress in apricot has limiting effects on plant growth, yield and quality. Therefore, apricot irrigation program needs careful management. In this study, Milord apricot variety (Milord/Myro 29C) on Myrobalan 29 C (Myro 29 C) root stock was applied at two different irrigation levels with Silicon (10 mM) and Nitric Oxide (200 μ M) applications and some morphological, physiological and biochemical properties and nutrient contents of the plant were examined. Water stress resulted in a decrease in fresh and dry weights, leaf area, chlorophyll content, stomatal conductivity, leaf proportional water content and nutrient elements, and led to an increase in membrane permeability, leaf temperature, proline and MDA contents. Silicon (Si) and Nitric Oxide (NO) treatments significantly reduced the negative effects of drought stress on most of the specified parameters. It was determined that combined applications are more effective than single applications in some morphological, physiological, biochemical and nutrient properties.

KEY WORDS: Water stress, Apricot, Plum, Silicon, Nitric oxide

TEŐEKKÖR

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle desteğini, yönlendirmelerini, esirgemeyen danışman hocam **Prof.Dr. İbrahim BOLAT'a** gönülden desteği için her zaman minnetar olacağım sevgili arkadaşım **Zir. Yük. Müh. Kübra KORKMAZ'a**, tez çalışmamın yürütölmesi sırasında laboratuvar kısmında yardımını esirgemeyen **Dr. Sema KARAKAŐ DİKİLİTAŐ'a** ve bitki besin elementi analizimin bir kısmında yardımcı olan **Prof.Dr. Abdulkadir SÖRÖCÖ'ye** ve doktora öğrencisi **Zir. Yük. Müh. Veysel GÖKMEN'e**, hayatımın her aşamasında olduğu gibi yüksek lisansa başladığım ilk günden itibaren her daim yanımda olan eşim **Osman Avni BAKIR'a** ve varlıklarıyla yaşamıma anlam katan kızım **Bařak BAKIR** ve oğlum **Ahmet Mete BAKIR'a**, desteklerinden dolayı meslektaşım yeğenim **Abdulkadir YILMAZ'a** ve son olarak dualarıyla yanımda olan aile büyüklerime teőekkörü bir borç bilirim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3. 1. Denemenin yürütüldüğü alandan bir görüntü (Orijinal).....	14
Şekil 3. 2. ImageJ programında yaprakalanının belirlenmesi (Orijinal).....	18
Şekil 3. 3. Prolin analizinin yapıışı (Orijinal).....	20
Şekil 3. 4. MDA analizinin yapıışı (Orijinal).....	21
Şekil 4.1. Myro 29 C 'nin SGO farklı sulama düzeyi-uygulama arasındaki ilişki.....	28
Şekil 4. 2. Myro 29 C 'nin SÇGO üzerine farklı sulama düzeyi-uygulama arasındaki ilişki.	28
Şekil 4. 4. Milord / Myro 29 C ' nin SÇGO üzerine farklı sulama düzeyi uygulamalar arasındaki ilişki	29
Şekil 4. 5. Myro 29 C 'de farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların L- Prolin üzerine etkisi	39
Şekil 4. 6. Milord/Myro 29 C 'de farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların L-Prolin üzerine	39
Şekil 4.7. Myro 29 C 'de farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların MDA üzerine etkisi.....	41
Şekil 4.8. Milord/Myro 29 C 'de farklı sulamaseviyesi ve uygulamaların MDA üzerine etkisi	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3. 1. Sulama seviyeleri ve uygulamalara ilişkin kombinasyonlar	16
Çizelge 4. 1. Myro 29 C anacında su stresi ve iyileştirici solüsyonların bazı morfolojik özelliklere (SYA, YYA, KYA, SKA, YKA, KKA ve YA) etkisi	25
Çizelge 4. 2. Milord / Myro 29 C çeşidinde su stresi ve iyileştirici solüsyonların bazı morfolojik özelliklere (SYA, YYA, KYA, SKA, YKA, KKA ve YA) etkisi.....	26
Çizelge 4. 3. Farklı sulama seviyesi ve uygulamaların Myro 29 C’de membran geçirgenliği üzerine etkisi.....	31
Çizelge 4. 4. Farklı sulama seviyesi ve uygulamaların Milord/Myro 29 C’de membran geçirgenliği üzerine etkisi	31
Çizelge 4. 5. Farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların Myro 29 C’de YOSİ üzerine etkisi	33
Çizelge 4. 6. Farklı sulama seviyelerive uygulamaların Myro 29 C’de YOSİ üzerine etkisi.....	33
Çizelge 4. 7. Farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların Myro 29 C’de stoma iletkenliği üzerine etkisi	34
Çizelge 4. 8. Farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların Milord/Myro 29 C’de stoma iletkenliği üzerine etkisi	35
Çizelge 4. 9. Farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların Myro 29 C’de klorofil içeriği üzerine etkisi	35
Çizelge 4. 10. Farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların Milord/Myro 29 C’de klorofil içeriği üzerine etkisi.....	36
Çizelge 4. 11. Farklı sulama ve uygulamaların Myro 29 C’de yaprak sıcaklığı üzerine etkisi	37
Çizelge 4. 12. Farklı sulama ve uygulamaların Milord/Myro 29 C’de yaprak sıcaklığı üzerine etkisi	37
Çizelge 4. 13. Myro 29 C’de bazı su stresini azaltıcı uygulamaların yaprak besin elementine etkileri	43
Çizelge 4. 14. Myro 29 C’de bazı su stresini azaltıcı uygulamaların kök besin elementine etkileri	44
Çizelge 4. 15. Milord/Myr 29 C’de bazı su stresini azaltıcı uygulamaların yaprak besin elementine etkileri	45
Çizelge 4. 16. Milord/Myro 29 C’de bazı su stresini azaltıcı uygulamaların kök besin elementine etkileri	46

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

NO	Nitrik Oksit
Si	Silikon=Silisyum
SNP	Sodyum nitroprussid
EC	Elektriksel iletkenlik
pH	Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir
Fe	Demir
P	Fosfor
K	Potasyum
Ca	Kalsiyum
N	Azot
Na	Sodyum
Mg	Magnezyum
Zn	Çinko
% 100	Kontrol Grubunun %100 Sulama Seviyesi
% 50	Kontrol Grubunun %50 Sulama Seviyesi
% 100 + NO	Kontrol Grubunun %100 Sulama Seviyesi ile Nitrik Oksit Kombinasyonu
% 50 + NO	Kontrol Grubunun %50 Sulama Seviyesi ile Nitrik Oksit Kombinasyonu
% 100 + Si	Kontrol Grubunun %100 Sulama Seviyesi ile Silikon Kombinasyonu
% 50 + Si	Kontrol Grubunun % 50 Sulama Seviyesi ile Silikon Kombinasyonu
% 100 Si + NO	Kontrol Grubunun %100 Sulama Seviyesi Silikon ile Nitrik Oksit Kombinasyonu
% 50 Si + NO	Kontrol Grubunun %50 Sulama Seviyesi, Silikon ile Nitrik Oksit Kombinasyonu
SYA	Sürgün yaş ağırlığı
SKA	Sürgünkuru ağırlığı
SGO	Sürgün gelişim oranı
SÇGO	Sürgün çap gelişim oranı
YA	Yaprak alanı
YOSİ	Yaprak oransal su içeriği
YKA	Yaprak kuru ağırlığı
YYA	Yaprak yaş ağırlığı

1.GİRİŞ

Bir ılıman iklim meyvesi olan kayısı, önemli bir sert çekirdekli meyve türüdür. Dünya’da yetiştiriciliği yapılan çeşitlerin çoğunu ise *Prunus armeniaca* L. türüne aittir (Bailey ve Hough, 1975). Anavatanı Orta Asya’dan Çin’e kadar uzanan kayısı, *Prunus* L. cinsine aittir. Türkiye’de ise kayısı, Doğu Anadolu Bölgesi’nin yüksek kesimleri ile Karadeniz Bölgesi’nin doğu kısımlarının dışında hemen hemen bütün illerde yetiştirilen bir meyve türüdür (Öztürk ve ark., 2000).

2018 yılı itibariyle dünyada 549.000 ha alanda kayısı üretimi yapılmakta olup, bu üretim alanının % 22.9’u Türkiye’de bulunmaktadır. 2019 yılı verilerine göre; dünya’da kayısı ihacatında 451 ton taze kayısı ihracatında ilk sırayı 93 bin tonla İspanya tarafından yapılırken, ikinci sırayı 68.000 tonla Türkiye yer almaktadır. Kuru kayısı ihracatında ise ilk sırayı Dünya’da 154.000 tonluk üretimin 100 bin tonu (% 64,9) gerçekleştiren Türkiye yer almaktadır (FAO, 2020; TÜİK, 2020).

Kayısı, ekonomik açıdan iyi bir gelir kaynağı sağladığı için üreticilerin vazgeçilmez ürünü haline gelmiştir. Deniz seviyesindeki 120 m yükseliklerden 2500 m rakımlara ve orta düzeydeki nemli alanlardan kurak bölgelerdeki dikim alanlarına kadar yayılım göstermektedir. Kayısı ağacı, genel olarak, diğer meyve türlerine göre daha az su istemekle birlikte, diğer meyve ağaçlarıyla benzer şekilde derin topraklarda sulamaya iyi tepki vermektedir. Ağaçların ihtiyaç duyduğu dönemde ve yeterli miktarda yapılan sulamalarda verim ve meyve kalitesi artmaktadır. Sulamaların tam olarak yapılmaması ve suyun erken kesilmesi ile ertesi yıl açan çiçek sayısı azalmakta, çiçek ve meyve dökümü artmaktadır (Bailey ve Hough, 1975).

Bu noktada uygulanacak sulama suyu miktarı, ağacın yaşına ve toprağın bünyesine göre değişiklik göstermektedir. İklimle bağlı olarak sulama işlemi kumlu topraklarda ortalama 2 hafta, killi-tınlı topraklarda ise 2-3 hafta aralıklarla yapılmaktadır. Yaz mevsiminde ve ıslak topraklarda yapılan sulama aralıklarının,

bahar aylarında ve derin topraklarda yapılan sulamaya göre çok daha sık yapılması gerekmektedir (Tülücü, 2003).

Nitekim, iklim değişiminin devam etmesi ve ekstrem iklim koşullarının artışı nedeniyle Dünya'nın bir çok bölgesinde olduğu gibi Türkiye'de de karmaşık iklim yapısı bulunmaktadır. 2030 yılı itibariyle küresel ısınmanın sonucu olarak iklim değişiliğini takiben bitkisel üretim üzerinde de çevresel stres faktörlerinin olumsuz etkisi artarak devam edecektir (Denby ve Gehring, 2005). Bitkiler üzerinde stres faktörleri etkilerini çoğunlukla eş zamanlı olarak gösterebilmektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi 2005).

Bu faktörler orijinlerine göre abiyotik ve biyotik stres faktörleri olmak üzere iki grupta incelenebilmektedir (Gökkaya, 2016). Abiyotik stres faktörleri, bitkisel verimliliği olumsuz yönde etkileyerek tarımsal üretimin gerilemesi ve çevrenin bozulması gibi önemli sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Köşkeröğlu, 2006). Abiyotik stres grubundan olan, yüksek ve düşük sıcaklar, tuzluluk, su stresi, kimyasal toksisite ve oksidatif stres dünyada bitkisel üretimde kayıplara neden olan birincil etken olarak görülmektedir. Kullanılabilir tarım alanlarının % 26'sını abiyotik stres faktörlerinden olan su stresi faktörü oluştururken, geriye kalan % 20'lik oranda mineral stresi ve % 15'lik oran ise düşük sıcaklıkların neden olduğu don stresi oluşturmaktadır (Blum, 1986).

Tüm dünyayı etkisi altına alan küresel ısınma, iklim değişikliği gibi olumsuz gelişmelerinin sonucu olarak su kaynaklarının zayıflamasına neden olmakta tarımsal alanların önemli bölümünün kuraklık ve çölleşmeyle karşı karşıya kalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, artan dünya nüfusunun gelecekte beslenme ve giyinme ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla, kurağa toleranslı, daha az su kullanımı ile bitki gelişiminin ve veriminin minimum koşullarda etkilendiği genotiplerin geliştirilmesi ve ıslah edilmesi gerekmektedir (Sankar ve ark. 2008). Bu yüzden, bitki ıslahçıların en önemli hedefi yarı kurak bölgelerde su stresini tolere edebilen ya da dayanabilen bitki türlerini geliştirmektir. Ancak, su stresi mekanizmasının karmaşık

yapısı, bitkilerde su stresine dayanıklılık veya tolerans ıslah çalışmalarının yavaş ilerlemesine neden olmaktadır.

Bu nedenle, yetiştiricilikte sürdürülebilirliğin sağlanması ve tüketicinin taleplerinin karşılanması adına modern yetiştirme tekniklerinin kullanımı ve mikroorganizma uygulamaları, ekim dikim zamanlarının ayarlanması, malç uygulaması, bazı yetiştirme ortamındaki ve bitkideki nem kayıplarının azaltılmasına yönelik gübre uygulamaları gibi su stresinin etkisini azaltıcı bazı uygulamalar en önemli öğeleri teşkil etmektedir.

Hümkik asit, oksalik asit, salisik asit, Si ve NO gibi bazı organik ve inorganik ürünlerin bitkiye uygulanması, sulama aralıklarında azalmaya ve su kullanım randımanında artışa neden olmaktadır. Alternatif uygulamalardan biri olan Si, yeryüzünde bolluk açısından oksijenden sonra en çok bulunan ikinci elementtir. Yer kabuğundaki silisyum içeriği ise ortalama % 27.6 oranındadır (Raven, 1983; Werner ve Roth, 1983; Kim ve ark., 2002). Öte yandan tek çenekli bitkiler baklagillere ve diğer bitkilere kıyasla 10-20 kat daha fazla Si içerdiği belirtilmektedir (Cheng, 1982). Diğer yandan, bitki dokusu içerisinde Si dağılımında çoğunlukla genç yaprakla kıyaslandığında olgun yaprakta, köklerle karşılaştırıldığında ise yaprak saplarında daha fazla bulunmaktadır. Silisyumu yeteri kadar bünyesine alan bitkilerde su kaybı azalırken, bitkinin gövdesi güçlenmektedir. Ayrıca, Si'un fizyolojiksel pH ve polimerizasyonda ayrılmama yeteneğine sahip olması bitki bünyesinde aşırı düzeyde biriktirilse bile toksite etki göstermeyerek bitkiye zarar vermeyen tek element olarak belirtilmektedir (Ma ve ark., 2001).

Birçok araştırmacı tarafından bitki türlerinin bir kısmının bazı gelişim aşamalarında Si elementine ihtiyaç duyduğunu ve Si'un büyüme ve verim artışı gibi faktörlere fayda sağladığı, biyokimyasal reaksiyonları düzenleyerek, tuz, ağır metaller ve patojenik mantari hastalıklara karşı da bitkisel direnç sağladığı rapor edilmiştir (Inanaga ve ark., 2002; Datnoff ve Rodrigues, 2005; Datnoff ve Rutherford, 2004; Rodrigues ve ark., 2003; Epstein, 2009). Su stresine Si etkisi ise, bitkilerin yapraklarında Si birikimi kütikulanın kalınlaşmasını sağlayarak,

transpirasyon ile su kaybını azaltmakta ve böylece bitkinin büyümesini teşvik etmektedir (Gao ve ark., 2006).

Su stresi tarımsal verimliliği olumsuz etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biridir. Su stresinin etkisini azaltmada ve bitkinin direncini arttırmak için birçok alternatif yöntemler araştırılmıştır (Doncheva ve ark., 2009). Su stresinde bitki gelişiminde alternatif yöntem olarak NO gübrelemesinin uygulanması da giderek önem kazanmaktadır. Son dönemlerde yapılan pek çok çalışma kapsamında NO bitkiler üzerindeki etkileri ele alınmıştır (Bolwell, 1999; Wojtaszek, 2000; Beligni ve Lamattina, 2001; Wendehenne ve ark., 2001; Neill ve ark., 2003; Lamattina ve ark., 2003). Bitkilerde genel olarak NO'nın sentezi bir takım biyokimyasal ve moleküler yollarla olmaktadır. Bitkilerde ilk kez 1975 yılında soya bitkisinde, NO salındığı gözlenmiştir (Klepper, 1979). Elde edilen bulgular doğrultusunda NO'enzimatik kaynaklı olduğu ve genellikle bitkilerde daha çok olduğu görülmektedir (Luis ve Barroso, 2004). Enzimatik olmayan NO oluşumunda da bitkilerin rol oynadığı belirtilmektedir (Cooney ve Franke., 1994).

NO bitkilerde çeşitli işlevlerde rol oynayan bir sinyal molekülü görevindedir. Ayrıca, biyotik ve abiyotik stres koşullarında NO bitkinin farklı çeşit ve organlarında üretilmektedir. Böylece, NO oksidatif stres koşullarında oluşan zarara karşı bir takım biyolojik yollar ile bitkileri koruduğu için aktif bir molekül olarak belirtilmektedir (Carlos ve Lorenzo, 2001). Ancak NO'nın miktarı, bazı durumlarda bitki hücrelerinde zararlı etkiler de yaratabildiği için önem arz etmektedir. NO temel stres faktörlerinin etkisini azaltmak amacıyla, bitki gelişim sürecinde farklı bir yaklaşım olarak bitkiye dışarıdan uygulanan bazı iyileştiricilerden biridir. Bu çerçevede NO'nın kullanıldığı uygulamalarda bitkinin; metal toksisitesine, su stresine, sıcaklık ve tuzluluk gibi farklı abiyotik streslere karşı bitkide koruyucu bir rol oynadığı görülmektedir (Garcia Mata ve Lamattina, 2001; Wu ve ark., 2011; Liu ve ark., 2013; Esim ve ark., 2014; Habib ve ark., 2010; Begara Morales ve ark., 2014; Ali ve ark., 2017; Arasimowicz ve Floryszak Wieczorek, 2007).

Son zamanlarda dünyada giderek artan nüfus, tarım alanlarının yetersizliği ve küresel ısınma üretimi yapılan birçok tür gibi kayısı yetiştiriciliğinde olumsuz yönde etkilemektedir. Kayısı farklı değerlendirme şekilleri ile hem dünyada hem Türkiye’de ekonomik üretim açısından büyük önem taşımaktadır. Öte yandan, kayısı yetiştiriciliğindeki kısıtlı su koşulları verimi ve ürün kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuzlukları azaltmak için birtakım alternatif metotlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı, erik anacı olan Myro 29 C ve bu anaç üzerine aşıllı Milord kayısı çeşidinde su stresi, NO ve Si uygulamasının bitki gelişimindeki olumsuzlukları azaltıcı etkisinin bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler yardımıyla değerlendirilerek ortaya konmasıdır. Bu doğrultuda Milord kayısı çeşidi ile Myro 29 C anaç kombinasyonunun su stresi ve bu stresi azaltıcı uygulamalara karşı verdiği bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkiler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş, potansiyel tolerans mekanizmalarının açıklanmasına çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bitkinin büyüme ve gelişme döneminde uygun olmayan çevre faktörleri bir takım stres faktörlerine neden olmaktadır (Yaşar, 2003). Çevresel faktörler arasında yer alan su stresi, ekonomik öneme sahip olan bitki türlerinde ürün verimini ve kalitesini en çok sınırlandıran faktördür (Liang, 2019). Kuraklığın genel tanımı incelendiğinde meteorolojik bir olgu olduğu anlaşılmaktadır. Tarımsal olarak toprağın mevcut su içeriği ile bitki gelişiminde azalmaya neden olan yağışsız dönem, kuraklık olarak tanımlanabilir (Kozłowski ve ark., 1997; Kuşvuran, 2010). Kuraklık stresi yalnız başına veya diğer stres faktörleriyle kombine olarak bitkinin gerek morfolojik, fizyolojik gerekse biyokimyasal özelliklerle ilgili birçok gelişim parametrelerinde değişikliklere yol açmaktadır. Aşağıda, bu kapsamda yapılan araştırmaların sonuçlarıyla ilgili bilgiler verilmiştir.

Torrecillas ve ark. (1999), cam sera içerisinde saksılarda kayısı ağaçlarına -2 ve -2.5 MPa aralığında iki farklı su stresine maruz bırakmışlardır. Su stresinin bitki gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada su stresinin yaprak alanını ve stoma iletkenliğini önemli düzeyde azalttığını görülmüştür. Uygulanan iki su stresi süreci sonunda da net fotosentez hızında azalmalar olduğunu tespit etmişlerdir.

Torrecillas ve ark. (2000), araştırmalarında kayısının farklı fenolojik dönemlerde su stresi uygulayarak bitkinin tepkisini ölçmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada çiçeklenme-meyve döneminde (T1), meyve gelişimi 1. ve 2. dönemde (T2), meyve gelişimi 3. dönemde (T3), hasat sonrası dönemde (T4) ve T4 bitimini takip eden iki ay boyunca su stresine maruz bırakılan T5 olarak ifade edilmişlerdir. Su stresine bağlı olarak meydana gelen azalmalar, başta stoma iletkenliği T4 ve T5 aşamalarında görülmüştür. T2 aşamasında maruz bırakılan meyvelerin çaplarının daha küçük olduğu, hasat sonrasında su stresine maruz bırakmanın sonraki yıl meyve oluşumunda azalmaya sebep olarak genç meyve dökümünü de artırdığı, böylelikle meyve verimini düşürdüğü elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, meyve ve sürgün dönemlerinin arasında fark net bir şekilde görüldüğü belirtilmiştir.

Abrisqueta ve ark. (2001), çalışmalarında iki farklı su stresi seviyesi (1 ve 0.5 Pan değerine göre) uygulayarak, kayısıda su tüketimini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre su stresine maruz kalan kayısı ağaçlarının diğer ağaçlara göre %35 oranında daha az su tükettikleri belirlenmiştir. Ayrıca uzun dönem (30 ay)su stresi uygulanan ağaçlar, diğer ağaçlara uygulanan suya kıyasla % 14 oranında su tasarrufu sağladıklarını ortaya koymuşlardır.

Kaya ve ark. (2010), araştırmalarında “Şalak” kayısı çeşidine farklı sulama stratejilerinin meyve kalitesi ve verimi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada sulama seviyeleri Class A Pan kabından meydana gelen buharlaşmanın 0.50 (S1), 0.75 (S2), 1.00 (S3), 1.25 (S4), 1.50 (S5) katsayısı ile düzenlenerek, diğer taraftan hasattan sonra sulama kesilerek 1.00 (S6) katsayısına göre sulama yapılmıştır. Çalışmada en az sulama suyu ve bitki su tüketim seviyesi S1 ve S6’da belirlenmiştir. Vejetatif gelişme skorları en yüksek S5 ve S4 ‘da bulunurken, en düşük S6’da bulunmuştur.

Demirtaş ve ark. (2012), Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinde 2005-2007 yılları arasında Malatya’da yürütmüş oldukları çalışmalarında 3 farklı sulama yöntemi (damla, mini yağmurlama ve çanak sulama) kullanmışlardır. Sulama programı, elverişli suyun % 50’si ve % 75’i tüketildiği an olarak belirlenmiştir. Yapılan uygulamalar içerisinde, mini yağmurlama yöntemi ve % 50’den en yüksek sürgün çap ve boy gelişimi ile en yüksek gövde gelişimi yine mini yağmurlama ile % 50 ve % 75 düzeylerinden belirlenmiştir. Öte yandan, gövde kesit alanına düşen en yüksek verim, mini yağmurlama yöntemi ile % 50 ‘den, en düşük ise çanak sulama yöntemi ile % 75 düzeyinden elde edilmiştir.

Bozkurt ve ark. (2015), kayısı (*Prunus armeniaca* L.) ağaçlarında üç yıl farklı sulama seviyelerinin (0.00, 0.25, 0.50, 0.75 ve 1.00 Kcp); verim, gövde çapı, ortalama dal uzunlukları, ağaç hacimleri, meyve sayıları, meyve ağırlığı, meyve verimi, bitki su tüketimini gibi parametrelere etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre sulamalar aralığının süre gövde çapı, dal uzunluğu üzerinde; Sulama Seviyesinin tüm parametreler üzerinde etkilidir. 0.75 Kcp katsayısında verim

ve meyve büyüklüğünü arttırdığı, 14 günlük sulama ağırlığının genç kayısı ağaçları için uygun strateji olduğu belirtmişlerdir.

El Jaouhari ve ark. (2018), çalışmalarında üç yıl boyunca elma ağaçlarında % 100 (T1), % 75 (T2), % 50 (T3) sulama seviyelerini uygulamışlardır. T3 sulama seviyesinde yetiştirilen ağaçların meyvelerinde su stresi saptanmazken, T2 sulama seviyesinde yetiştirilen ağaçların meyve veriminin yüksek düzeyde arttığı gözlenmiştir. Bir diğer sonuç, T3 sulama seviyesinde yetiştirilen ağaçların yeterli meyve büyüklüğüne ulaşmadığını, ancak sertlik ile şeker oranı bakımından en iyi meyvelerin elde edildiği rapor etmişlerdir.

Pek çok araştırmada, silisyumun bitki sağlığı ve büyümesinde önemli faydalarının olduğu belirtilmektedir (Savant ve ark., 1997). Silisyum bitkilerde ikincil dallanma, kök filizleri ile yaprak sayısını arttırma, tohum dolması, çekirdek kalitesi, salkım, başakçık gibi konularda sorunların çözülmesini sağlamaktadır (Cheng, 1982). Si, tarımsal yetiştiricilik açısından önemli bir yere sahiptir. Bakteriyel ve mantar hastalıklarından değişik yaprakla beslenen böceklerin zararına kadar birçok zararı önleyerek, bitkileri çeşitli zararlara karşı koruyucu (kalkan) etkisi sağladığı belirtilmektedir (Takahashi, 1995; Ma, 2004). Bunların yanı sıra Si bitkinin hücre duvarında birikmek suretiyle bitkiyi dış etkenler karşı güçlendirir (Horst ve Marschner, 1978). Si, selüloz membran şeklinde birikerek, bir taraftan kuraklık ve yüksek sıcaklığın şartlarında sebep olduğu yüksek transpirasyonun hızını azaltarak su kaybını önlemektedir. Diğer taraftan, aşırı transpirasyondan dolayı ksilemlerde oluşabilecek sıkışmadan kaynaklı basınca da engel olur (Ma, 2004). Aşağıda, bu kapsamda yapılan araştırmaların sonuçlarıyla ilgili bilgiler verilmiştir.

Menziens ve ark. (1992), araştırmalarında çözünür potasyum silikatın salatalık, kavun, kabak üzerinde küllenme hastalığına etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre çözünür potasyum silikat, söz konusu ürünler üzerinde küllenme hastalığını azaltmıştır.

Al-aghabary ve ark. (2007), çalışmalarında tuz stresine maruz kalan domateslerde silisyumun etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre

silisyum uygulanantuz stresi altındaki domateste tuzun olumsuz etkileri azalttığını ve bitki dokuları korunma altına aldığı belirlemişlerdir.

Gong ve ark. (2011), fasulye bitkisinin kurak iklim koşullarında yetiştirilmesinde silisyum uygulamasının etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda sulu koşullarda silisyum uygulamasının, silisyum uygulanmayan bitkilere göre daha uzun boylu bitki sağladığını saptanmışlardır.

Torun (2012), çalışmasında tuz stresi altındaki buğday bitkisine silisyum uygulayarak bitki gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucuna göre silisyum uygulaması, buğday bitkisinde tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmakta, kimi olumsuz etkileri ise ortadan kaldırmaktadır.

Ahmad ve ark. (2013), çeltik bitkisinde farklı silisyum dozlarını denemişlerdir. Denemeler % 0.00 % 0.25, % 0.50 ve % 1.00 oranlarında gerçekleştirilmiştir. Kardeşlenme, bin tane ağırlığı, sap verimi gibi parametreler kapsamında en iyi sonuç% 1.00 uygulamasında elde etmişlerdir.

Çetinsoy ve Daşgan (2016), salatalıkta selenyum ve silisyum uygulamasının bitki verimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre selenyum + silisyum uygulaması verimi artırmaktadır. Bunun yanında silisyum uygulanan bitkilerde, uygulanmayan bitkilere kıyasla % 134 oranında daha sert meyve eti oluştuğu saptanmıştır.

Çelik (2016), çalışmasında tuz stresi koşullarındaki kavunlara, farklı silisyum konsantrasyonunun etkilerini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre tuz stresi altındaki kavunlara silisyum uygulamasının yaş ve kuru bitki ağırlığı ile yaş ve kuru kök ağırlığında önemli düzeyde artış sağladığı tespit edilmiştir. Bunun yanında silisyum uygulaması, tuz stresinin etkilerini azaltarak yapraklara tuzun taşınımı azaltmakta; bitki büyümesini pozitif yönde etkilediğini saptanmıştır.

Hajibolve ve ark. (2018), sera koşullarında yetiştirilen çilek (*Fragaria × ananassa*) bitkilerinde vejetatif, çiçeklenme ve meyve verme aşamalarında silikon(Si) uygulamasının etkisini incelemişlerdir. Bitki yaş ve kuru meyve ağırlığı Si ile arttığını, ancak yapraklarda karbonhidrat konsantrasyonu azalttığını bulmuşlardır. Bununla birlikte her üç gelişim aşamasında da Si uygulanmasının serbest aminoasitler hem yapraklarda hem de köklerde arttığını, enzim aktivitesi ile fenolik içeriklerini önemli ölçüde değiştirdiğini ve Si'un tüm meyve kalite parametrelerini önemli ölçüde iyileştirdiğini belirlemişlerdir.

Korkmaz (2018), sera koşullarında yetiştirilen Rubygem çilek çeşidine üç farklı Sulama Seviyesi (S1 = Saksı kapasitesi düzeyinde su uygulanması, S2 = S1'e verilen suyun % 70'inin uygulanması, S3 = S1' e verilen suyun % 40'ın uygulanması) ile hümkik asit ve Si uygulayarak, bitkinin bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri ile makro besin elementi içeriklerine üzerindeki etkisini araştırmıştır. Su stresinin; şiddeti arttıkça (% 100'den % 40'a doğru) yaprak alanında, bitki yaş ve kuru ağırlığında, yaprak oransal su içeriğinde, yaprak stoma iletkenliğinde, klorofil miktarında ve yaprak N, P, K, Ca, Mg kapsamında azalışa neden olurken, membran geçirgenliği, yaprak sıcaklığı, prolin ve lipidperoksidasyon düzeylerinde ise artışlara neden olmuştur. Hümkik asit ve Si uygulamalarının tek ve kombine uygulamalarının su stresinin bitki özellikleri üzerindeki olumsuz etkisini azalttığını bildirilmiştir.

Memeli hayvanlarda NO yaygın bir şekilde araştırılmış ve bağışıklık, dolaşım ve sinir sistemi gibi birçok yerde bir sinyal molekülü olarak görev aldığı belirtilmiştir. Bitkilerde NO ile ilgili çalışma ve bilgilerin az olmasına rağmen, tohumun çimlenmesinden polen tüpü olumuna kadar birçok bitki büyüme ve gelişme safhasında ve senesens, stoma hareketleri gibi farklı fizyolojik aşamalarda önemli rollere sahip olduğu bildirilmiştir (Lamattina ve ark., 2000). Aşağıda, bu kapsamda önceden yapılmış araştırmalarla ilgili bilgiler verilmiştir.

Shi ve ark. (2007) tuz stresine maruz bırakılan salatalık bitkisinde sodyum nitroprusid etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, tuz stresi bitkide

lipidperoksidasyonda artışa yol açtığını bildirmişlerdir. Fakat tuz stresi altındaki salatalık bitkisine sodyum nitroprusid uygulandığında ise lipidperoksidasyonu azaltmalar olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sang ve ark. (2008), çalışmalarında su stresine maruz bırakılan mısır bitkisinde NO'nun etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda su stresinin yol açtığı hasara karşı NO'nun antioksidan enzim aktivitelerini artırdığı belirlenmiştir.

Sheokve ve ark. (2010), araştırmalarında tuz stresi altındaki nohut bitkisine sodyum nitroprusid uygulayarak bitkinin gelişimini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre nohut bitkisinde tuz stresi nedeniyle meydana gelen oksidatif hasarlanmayla beraber sodyum nitroprusid uygulaması da enzim aktivitelerini ciddi düzeyde artırdığını tespit etmişlerdir.

Wu ve ark. (2011), çalışmalarında tuza duyarlı olan ve olmayan iki domates çeşidine önce tuz stresi uygulanmış ve daha sonra bu bitkilere NO uygulayarak NO'nun koruyuculuğunu araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre sodyum nitroprusid uygulaması kuru madde verimini ve enzim aktiviteleri artırdığını ve tuz stresinin yol açtığı hasara karşı korumada antioksidan sisteminin uyarıldığını belirlenmiştir.

Bavita ve ark. (2012), çalışmalarında sıcaklık stresinin iki farklı buğday çeşidi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada belirlenen normal sıcaklık 25oC, yüksek sıcaklık ise 33oC olarak belirlenmiştir. NO vericisi olarak kullanılan sodyum nitroprusid uygulamasının oksidatif hasar üzerindeki etkileri incelenmiş ve uygulamalar sonucunda bitkilerde süperoksitdismutaz, katalaz, askorbatperoksidaz ile ascorbatperoksidaz enzim aktivitelerinin ciddi düzeyde arttığı belirlenmiştir.

Fan ve ark. (2013), çalışmalarında salatalık bitkisini tuz stresine maruz bırakarak NO'nun etkilerini incelemişlerdir. Tuz stresine maruz bırakılan salatalık tohumların nitrik oksit uygulamasının, uygulamasından önce tuz stresinin çimlenme hızını azalttığı, ancak NO uygulamasının çimlenme oranını olumsuz etkisini azalttığı

gözlenmiştir. Ayrıca NO'insüperoksitdismutaz ve katalaz aktivitelerinde artış sağladığı saptanmıştır

Esim ve Atıcı (2014) düşük sıcaklık stresindeki mısır bitkisine sodyum nitroprusid uygulayarak, hücrel protein profili, serbest radikaller, antioksidan enzim aktivite kapasitesi, lipidperoksidasyon, absisik asit hormon düzeyi incelenmiştir. Uygulama sonucunda serbest radikal oluşumu ve lipidperoksidasyonunda düşüş, antioksidan enzim aktivitelerinde artış elde etmişlerdir.

Habib ve ark. (2016) çalışmalarında tuz stresine maruz bırakılan çeltik bitkisi üzerinde NO'in etkilerini incelemişlerdir. Bitki tohumları NO vericisi olarak kullanılan sodyum nitroprusid içinde 20 saat bekletilmiş ve sonrasında ekilmiştir. Ekim sonrası tuz stresi koşullarında yetiştirilmiştir. Araştırma sonucunda, ekim hazırlığının sodyum nitroprusid ile yapılmasının, tuz stresinin yol açtığı olumsuz etkileri azalttığını bildirmişlerdir.

Zhang ve ark. (2016) elma anaçlarının (Malusspp.) kuraklıklığa karşı toleransını geliştirmek için kuraklığa duyarlı Malushupehensis fidanları ve kuraklığa dayanıklı Malussieversii anaçlarına 0–400 $\mu\text{mol/L}$ SNP püskürtülüp ardından bitkileri kuraklığa maruz bırakmışlardır. SNP uygulamaları arasında, 300 $\mu\text{mol/L}$ SNP kuraklığa bağlı iyon sızıntısını ve birikimi azaltırken, SNP uygulamalarının kuraklık stresi altındaki elma anaçlarının yaprak suyu potansiyelini ve nispi su içeriğini korunmasında da yardımcı olduğu, yapraklardaki çeşitli antioksidan enzimlerin aktiviteleri arttığını bulunmuştur.

Çanakçı Güleğül ve ark. (2019), araştırmalarında hidroponik ortamda mısır fideleri üzerinde sodyum nitroprusid uygulamasını denemişlerdir. NO uygulanmayan bitkilerin okside glutatyon ve redükteglutatyon miktarlarında artma; uygulanan bitkilerde ise azalma olduğu saptamışlardır. Bunun yanında palmioleik asit oranının sodyum nitroprusid uygulamasıyla gerilediği, kadmiyum toksisitesinde 25 μM

sodyum nitroprusid uygulaması yerine 50 µM uygulamanın, toksisite etkilerini daha belirgin biçimde azalttığı saptamışlardır.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma, 15 Mart-23 Temmuz 2019 tarihleri arasında, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü (37°; 10' ve 38° 59'; yükseklik: 535 m) araştırma ve geliştirme ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Aynı bölümün laboratuvarında morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler incelenmiştir. Bu çalışmada bitkisel materyal olarak Myro 29 anacı (aşısız) ve bu anaç üzerine aşılanan Milord kayısı çeşidi (Milord/Myro 29 C) kullanılmıştır. Fidanlar ticari bir fidanlık şirketinden temin edilmiştir (Myro 29 C anaçları doku kültüründen elde edilmiştir).



Şekil 3. 1.Denemenin yürütüldüğü alandan bir görüntü (Orijinal)

Myro 29 C: Anacı genç fidan döneminde kökleri yüzeysel gelişirken sonraki yıllarda daha derin bir kök sistemi geliştirerek kuvvetli bir ağaç oluşturur. Myro 29 C

çoğür anacının % 70-80'i kadar gelişerek yarı bodur özelliği gösterirler (Özçağiran ve ark. 2005). Myro 29 C anacı kökleri kuru topraklardan nemli topraklara kadar farklı toprak tiplerinde yetişebilme, kolay çoğaltılabilme, hızlı gelişme gibi birçok özelliği taşımaktadır. Aynı zamanda Myrolar bu özelliklerini hibritlerine de aktarmakta olup, bu durumu dominant bir gen olarak sağlamaktadırlar. Myro anacı üzerine aşıl原因 kayısı çeşitlerinde erkenciliğin yanında, meyveleri daha renkli olup meyve kalitesini artmakta ve pazarda tutulabilir olmayı sağlamaktadır. Myro 29 C, kuraklığa orta derecede ancak kireçli topraklara yüksek derecede dayanım göstermektedirler. Verticilium, kök boğazı çürüklüğü ve bakteriyel kansere gibi hastalıklara orta derecede hassas olup, nematoda karşı dayanıklılığı iyidir. Kayısıya anaç olarak kullanılan erik anaçları şu şekildedir; Myro 29 C, Myro GF-31, Mr.S. 2/5 ve Marianna 2624 (Erbil ve Burak 1999).

Milord Kayısı Çeşidi: İspanyol PSB Islah firmasına ait yarı yayvan güçlü bir taca sahip olup, bol çiçek oluşturmaktadır. Meyveleri geç dönemde hasat edilen ortageççi ve oldukça verimli bir çeşittir. Meyveleri şekilleri, kısmen basık olmakla birlikte, meyve rengi turuncu zemin üzerine koyu kırmızıdır. Milord meyveleri al yanaklı, sulu, lezzetli, tatlı ve taşımaya çok dayanıklıdır (Anonim, 2020).

Denemede EC'si 35 mS/m, pH'sı 6.5 ve 1.0 kg/m³'de 14:10:18 oranında N:P:K bulunan torf yetiştirme ortamı olarak ve Sodyum Silikat (Si) ile Nitrik oksit (NO) vericisi sodyum nitroprussid (SNP) solüsyonu kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Araştırmada homojen olarak seçilen Myro 29 C anacı ve bu anaçlar üzerine aşıl原因 Milord kayısı çeşidine ait bir yaşlı fidanlar, Mart ortasında 3 göz üzerinden tepesi vurularak, torf ile doldurulmuş 12 L'lik plastik tüplere dikilmişlerdir. Anaçlar ve çeşitler yaklaşık 8 hafta (Mart ortası –Mayıs ortası) eşit bir şekilde sulanmış ve %50 Hoagland solüsyonu ile gübrelenmiştir. 8 hafta'nın sonunda (SK= Saksı Kapasitesi dikkate alınarak) su stresi uygulamalarına başlanılmıştır.

15 Mayıs'ta Myro 29 C anacı ve Milord/Myro 29 C kombinasyonlarında su stresi ve bu stresin olumsuzluğunun etkisini azaltıcı uygulamalarla ilgili programa başlanmıştır. Her bir bitkiye uygulanacak su miktarı aşağıda belirtilen Saksı Kapasitesine (SK) göre belirlenmiştir.

$$SK(\%) = (W_5 - W_1) - (W_6 - \text{Dara}) / (W_2 - W_1) \quad (3.1)$$

W₁: Boş saksının ağırlığı (g)

W₂: Saksıdaki su ağırlığı (l)

W₅: 1 gece bekletilen saksının ağırlığı(g)

W₆: Ortam örneği yaş ağırlığı(g)

Saksı kapasitesi hesaplandıktan sonra, su kaybını telafi etmek için saksılar iki günlük aralıklarla tartılarak eksilen su miktarı uygulama kombinasyonlarına göre bitkilere verilmiştir. SK esas alınmak üzere, SK'nın% 100'ü (S1) ve% 50'si (S1) olacak şekilde iki farklı sulama seviyesi uygulanmıştır. Ayrıca su stresinin etkisini azaltmak amacıyla 10 mM Si ve 200 µM NO konsantrasyonlardaki solusyonlar sulama suyuyla bitkinin kök bölgesine tekli ve kombine olarak uygulanmıştır. Si ve NO uygulamaları her bitkiye iki haftada bir 200 ml'lik besin solüsyonu (Hoagland) ile birlikte eşit düzeyde gübreleme (%:N, 16; PO₅, 8; K₂O, 24; Mg, 2; SO₄, 4; Na, 0.001; Fe, 0.02; Zn, 0.002; Cu, 0.002; B, 0.01; Mn, 0.01; Mo, 0.001) programıyla birlikte uygulanmıştır. Sulama seviyeleri ve uygulamalara ilişkin kombinasyonlar Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3. 1.Sulama seviyeleri ve uygulamalara ilişkin kombinasyonlar

Sulama Düzeyleri	Kontrol	Si	NO	Si + NO
100%	+			
50%	+			
100%		+		
50%		+		
100%			+	
50%			+	
100%				+
50%				+

Araştırma tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 6 tekerürlü ve her tekerrürde bir bitki olacak şekilde düzenlenmiştir. Ana parsel iki farklı sulamaseviyesi uygulamaları (% 100, % 50) alt parseller ise dört kimyasal solüsyon + (Kontrol, Si, NO ve Si+NO) uygulamalarından oluşmuştur. Araştırmada iki farklı sulama seviyesi x 4 uygulama kombinasyonu ve 6 tekerrür olmak üzere aşısız anaç için 48 ve aşılı çeşit x anaç kombinasyonunda da 48 olmak üzere toplamda 96 bitki kullanılmıştır. İstatiksel analizlerde SAS bilgisayar paket programından yararlanılmıştır. Birbirinden farklı olan ortalamalar arasındaki gerçek farklılıkları belirleyebilmek için “Tukey” testi kullanılmıştır.

3.2.1. Morfolojik ölçümler

3.2.1.1.Yaprak (YYA-YKA)- sürgün (SYA-SKA)-kök (KYA-KKA) yaş ve kuru ağırlıkları

Deneme sonunda, Myro 29 C ve Milord/Myro 29 C bitkileri söküldükten sonra yaprak-sürgün ve kökleri birbirinden ayrılmış, daha sonra üzerindeki kalıntıları temizlemek için musluk suyu altında yıkanmıştır. Bitki kısımlarının nemi kurutma kağıdı ile alınarak hassas terazide tartılmak suretiyle yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra aynı örnekler 65-70°C'de 48 saat havalandırılmalı bir ETÜV'de sabit ağırlığa kadar kurutularak kuru ağırlıkları tespit edilmiştir (İpek ve ark., 2014).

3.2.1.2. Sürgün (SGO) ve sürgün çapı (SÇGO) gelişim oranının belirlenmesi

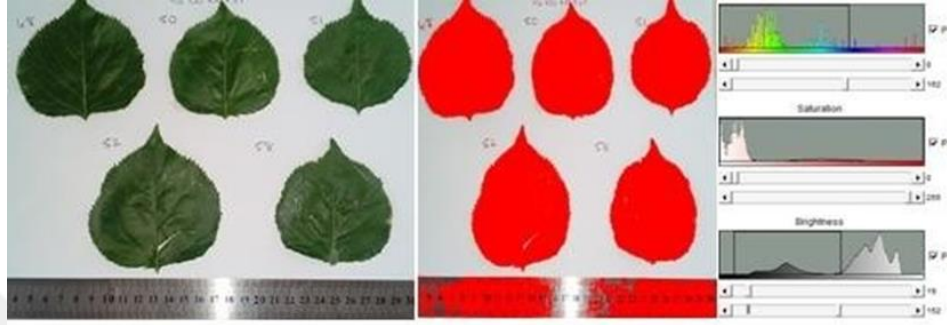
SGO ve SÇGO'nun değişimini belirleyebilmek için su stresi uygulamaları başlangıcında (15 Mayıs) ve deneme sonunda (23 Temmuz) ölçümler yapılmıştır. Her uygulamaya ait değişim oranı aşağıdaki formül esas alınmak üzere SGO ve SÇGO değerleri hesaplanmıştır (Bolat ve ark., 2016);

$$\text{Artış (\%)} = (\text{Son değer} - \text{İlk değer} / \text{Son değer}) \times 100 \quad (3.2)$$

3.2.1.3. Yaprak alanının belirlenmesi (YA)

Çalışma sonunda kullanılan bitkilerin yaprak alanları olgun yapraklardan alınan örneklerle ImageJ programı kullanılarak belirlenmiştir. Tüm uygulama

gruplarındantesadüfen seçilen bitkinin tepe noktası ile orta kısmı arasındaki bölgeden gelişimini tamamlamış 5 yaprak alınmış ve alan ölçümleri bunlar üzerinde yapılmıştır (Klamkowski ve Treder, 2008). Öncelikle yaprakların fotoğrafları çekilmiş ve çekilen fotoğraflar bilgisayarda ImageJ programına aktararak yaprak alanı cm^2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2. ImageJ programında yaprak alanının belirlenmesi (Orijinal)

3.2.2. Fizyolojik ölçümler

3.2.2.1. Membran geçirgenliğinin belirlenmesi

Deneme sonunda tüm uygulamalardan tesadüfen seçilen bitkilerin tepe noktası ile orta kısmı arasındaki 3. - 5. yapraktan 0,5 gr tartılarak, tüp içerisine konulmuş ve 20 mL saf su ilave edilerek 40°C'de 30 dakika bekletilmiş ve çözeltinin EC1 değeri ölçülmüştür. Daha sonra aynı çözelti 100°C'de 10 dakika bekletilerek çözeltinin EC2 değeri ölçülmüştür. Sonrasında $((EC1/EC2) \times 100)$ formülü kullanılarak bitkilerin membran geçirgenliği değerleri hesaplanmıştır (Lutts ve ark., 1996).

3.2.2.2. Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi (YOSİ)

YOSİ ve TK, Gülen ve Eriş, 2003'in yöntemine göre yapılmıştır. Tüm uygulama gruplarından tesadüfen seçilen bitkinin tepe noktası ile orta kısmı arasındaki 3. - 5. yapraklarından alınan örneklerden öncelikle 1,5 cm çaplı diskler çıkartılmış ve taze ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonrasında ise 4 saat saf suda bekletilerek turgor ağırlıkları ve sabit bir ağırlığa ulaşıncaya kadar 24 saat 70°C'de

havalandırmalı bir ETÜV’ de kurutularak sonra kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen verilere bağlı olarak YOSİ ve TK hesaplanarak değerler % olarak ifade edilmiştir. Myro 29 C ve Milord/Myro 29 C bitkilerinin yaprak oransal su kapsamı ve turgor kaybı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Kaya ve ark., 2006):

$$YOSİ = (Y.A — K.A) / (T.A — K.A) x 100 \quad (3.3)$$

$$TK = (T.A — Y.A) / T.A x 100 \quad (3.4)$$

YOSİ = Yaprak oransal su kapsamı

Y.A = Yaş Ağırlık TK = Turgor kaybı

K.A = Kuru Ağırlık

T.A = Turgor Ağırlığı

3.2.2.3. Stoma iletkenliğinin belirlenmesi

Stoma iletkenliği, tüm uygulama gruplarından tesadüfen seçilen bitkinin tepe noktası ile orta kısmı arasındaki 3.- 5. yapraklarının aynı konumlarından “LeafPorometer” cihazı ile saat 12.00-14.00 arasında yapılan ölçümlerle belirlenmiştir (Kuşçu, 2006). Stoma iletkenliği $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ şeklinde ifade edilmiştir.

3.2.2.4. Klorofil miktarının belirlenmesi

Yapraktaki klorofil miktarları SPAD-502 Plus (KonicaMinoltaOptics, Inc., Tokyo, Japan) cihazı ile ölçülerek belirlenmiştir. SPAD değeri, tüm uygulama gruplarından tesadüfen seçilen bitkinin tepe noktası ile orta kısmı arasındaki 3. - 5. yapraklarının aynı konumlarında yapılan iki ölçüm ile tespit edilmiştir. Daha sonra elde edilen ölçüm değerlerinin ortalamaları alınarak klorofil miktarı hesaplanmıştır (Khan ve ark., 2004).

3.2.2.5. Yaprak sıcaklığının belirlenmesi

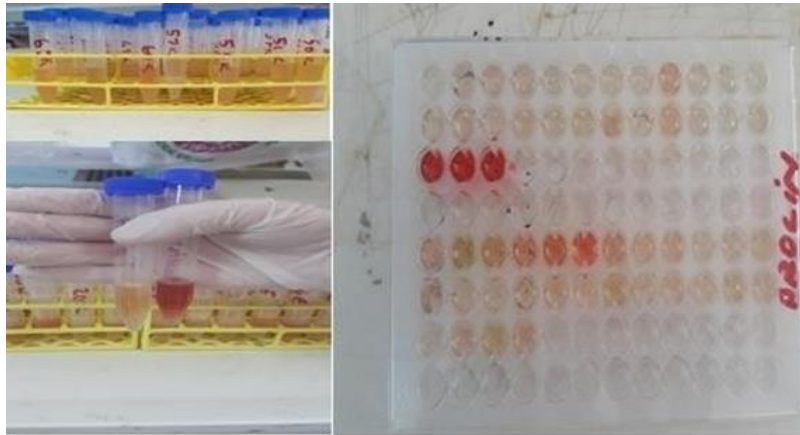
Ölçümler güneşli günlerde ve bulutların güneşi engellemediği öğle saatlerinde, tüm uygulama grubundaki uygulama gruplarından tesadüfen seçilen bitkinin tepe

noktası ile orta kısmı arasındaki 3.- 5. yapraklarının aynı konumdakilerden infrared termometre ile yapılmıştır (Mancuso ve Azzarello, 2002).

3.2.3. Biyokimyasal analizl

3.2.3.1. Prolin belirlenmesi

Yaprak prolin içeriği Bates ve ark. (1973)'nın bildirdiği yönteme göre yapılmıştır. Öncelikle tüm uygulama grubundaki uygulama gruplarından tesadüfen seçilen bitkinin tepe noktası ile orta kısmı arasındaki 3.- 5. yapraklarından 0.5 g alınarak sülfosalisilik asit (5 mL % 3'lük) ile homojenize edildi, daha sonra Whatman filtre kâğıdından geçirilen örneklerden 2 mL ekstrakt alınmıştır. Örneklerin üzerine sırasıyla önce 2 mL asit anhidrin ve 2 mL' deglasiyal asetik asit eklenerek, karışım 1 saat 100 °C su banyosunda bekletilmiştir. Daha sonra da 5 dakika buz banyosunda soğutulmuştur. Elde edilen karışıma toluen (5 mL) ilave edilerek, vortex ile 15-20 saniye karıştırılmıştır. Reaksiyon karışımında oluşan iki fazdan üst faz alınarak spektrofotometrede 515 nm'de okunarak absorbans değeri belirlenmiştir (Şekil 3.3). Prolin miktarı µg g-1 taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.



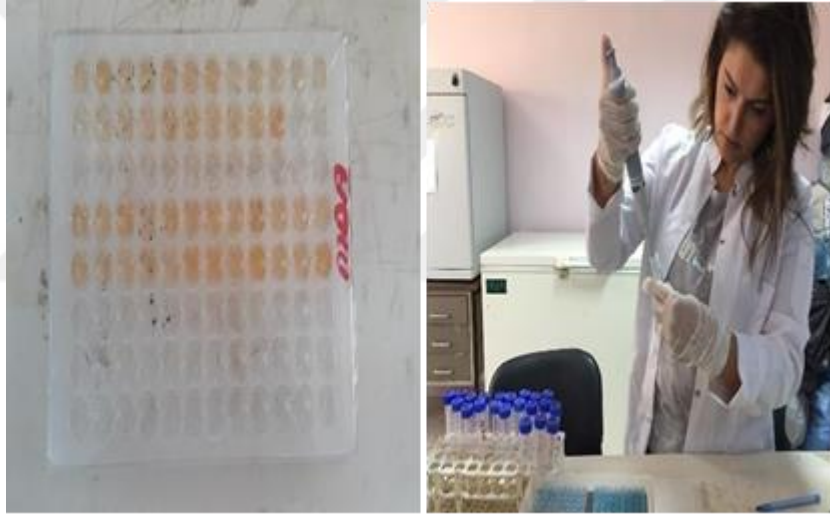
Şekil 3. 3.Prolin analizinin yapıışı (Orjinal)

3.2.3.2. Lipidperoksidasyonun belirlenmesi

Yaprak malondialdehit (MDA) içeriği Sariam ve Saxena (2000)'nın bildirdiği yönteme göre yapılmıştır. Öncelikle Myro 29 C ve Milord/Myro 29 C'nin tüm

uygulama gruplarından tesadüfen seçilen bitkinin tepe noktası ile orta kısmı arasındaki 3.- 5. yapraklardan 0.5 g alınarak % 0.1'lik 10 mL trikloroasetik asitte (TCA) homojenize edilerek, elde edilen ekstrakt 15 000 rpm'de 5 dakika santrifüj yapılmıştır.

Daha sonra 1 mL ekstrakt alınarak 4 mL % 20'lik TCA çözümü eklenmiştir. Elde edilen reaksiyon karışımına % 0,5'lik tiobarbiturik asit (TBA) eklenerek 95 °C'de su banyosunda 30 dakika bekletilmiştir. Ekstraktın soğuması için buz banyosunda bekletilmiş ve tekrar 10 000 rpm'de 15 dakika santrifüj yapılmıştır. Daha sonra absorbans değerleri için karışım 532 nm ve 600 nm spektrofotometrede okunmuş ve elde edilen değerler $\mu\text{g g}^{-1}$ nmol/g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4.MDA analizinin yapılışı (Orijinal)

3.2.3.3. Bitki besin elementi analizi

Denemenin sonunda alınan yaprak (sürgünün orta kısmından) ve kök örnekleri, öncelikle musluk suyu ile dikkatlice yıkanmıştır. Etiketlerine göre ayrılan yaprak ve kök örnekleri daha sonra üç kez saf sudan geçirilmiş ve kurutma kâğıdı ile kurulanmıştır. Yaprak ve kök örnekleri sıcaklığı 65-70°C'ye ayarlanan etüvde 48 saat bekletilmiştir. Kuru yaprak ve kökler daha sonra porselen havanda öğütülmüş ve analize uygun hale getirilmiştir. Kuru yakma yöntemiyle hazır hale getirilen örneklerdeki K, Ca, Mg, Fe ve Zn atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Kacar

ve İnal, 2008), yaprak örneklerinin toplam N içeriği modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiş sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Kacar ve inal, 2008). Kuru yakma uygulanarak analize hazır hale getirilen örneklerde P,vanadomolibdo fosforik sarı renk yönteme göre spektrofotometre cihazında (UV-160 A Shimadzu) benirlenmiş, sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Kacar ve inal, 2008).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Morfolojik Ölçümler

Araştırmada, Myro 29 C ile Milord kayısı çeşidine sustresi koşullarında Si ve NO uygulamasının morfolojik ölçümlerden YA, YYA, YKA, KYA, KKA, SYA, SKA, SGO ve SÇGO üzerinde meydana getirdiği değişimlerle ortaya çıkan değişimlerle ilgili bulgular alt başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

4.1.1. Yaprak alanı (YA)

Myro 29 C ve Milord/Myro 29 C bitkilerine su stresi stresi, Si ve NO uygulanarak stresin bitki büyüme parametreleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Su stresinin olumsuz etkisini azaltmak amacıyla yapılan Si ve NO uygulamaları kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında muameleler arasında farklılıklar olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 incelendiğinde Myro 29 C’de farklı su stresi seviyesive uygulamalar arasındaki interaksiyonun YA üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunurken, Si ve NO kimyasal uygulamalarının tek ve kombine olarak YA değerleri üzerindeki etkisinin de kaydadeğer bir şekilde etkili olduğu bulunmuştur. Myro 29 C’de en yüksek YA değeri %100+Si+NO (27.98 cm²) uygulama grubundan elde edilirken, en düşük YA değeri%50 Kontrol (12.81 cm²) uygulama grubundan elde edilmiştir. Diğer taraftan Milord/Myro 29 C çeşit X anaç kombinasyonunda YA üzerine farklı su stresi seviyesi ve uygulamalararasındakiinteraksiyonun etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Tek ve kombine şekilde Si ve NO kimyasal uygulamalarının YA üzerindeki su stresinin şiddetini azalttığı, en yüksek YA değerinin %100+Si+NO (70.50 cm²) kimyasal uygulama grubunda ve en düşük değer ise %50 Kontrol (26.83 cm²) uygulama grubundanmeydana geldiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda hem Myro 29 C anacında hemdeMilord/Myro 29 C çeşit X anaç kombinasyonunda en yüksek değerlerin %100+Si+NO uygulama gruplarından görülürken, %50 Kontrol grubunun ise en düşük YA

oluşturduğusaptanmıştır. Bu durum bize su stresinin hem anaçta hem de çeşitte YA azalttığını göstermektedir.

Yaprak alanı ile ilgili yapılan çalışmalarda, İpek (2005) Myrobolan ve Garnem anaçlarında; Klamkowski ve Treder (2008) çilekte kuraklık stresinin yaprak alanını azalttığını bildirmişlerdir. Diğer yandan Elsheery ve ark. (2020)'ın mangoda, Korkmaz (2018) çilekte ve Hajibolve ve ark.(2017) Si uygulamasının yaprak alanını arttırdığını, Kwon ve ark.(2012) ve Santisree ve ark. (2015) bazı türlerde bitki büyüme ve gelişiminde NO rolünün önemli olduğunu ve bu konuda daha fazla bilgi toplanması için çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, bitki su stresinin yapraktaki kuru madde birikiminde azalmaya ve karbon - azot miktarlarında değişime yol açarak, yaprakların yaşlanarak dökülmesine veya bitki yaprak alanındaki gelişimde yavaşlamaya neden olduğu, bu durumun bitki bünyesinde strese dayanıklılık meydana getirdiği ve bu sürecin ise yaprak alanının düzenlenmesi olarak adlandırıldığı ifade edilmektedir (Mahajan ve Tuteja, 2005).

4.1.2. Sürgün-Yaprak-Kök Yaş ve Kuru Ağırlıkları

Çizelge 4.1 ve 4.2 incelendiğinde kök, yaprak ve sürgün ağırlıklarında farklı su stresi seviyeleri ve uygulamalar arasındaki interaksiyon etkileri istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte, Si ve NO yapılan uygulamaların stresin olumsuz etkisini azalttığı saptanmıştır. Myro 29 C anacında en düşük değerler sırasıyla KYA (126.28g), KKA(22.59g),YYA (41.79g) ,YKA (12.39g), SYA (17.34g) ve SKA (16.29g) %50 Kontrol uygulama grubundan elde edilirken, en yüksek değerler sırasıyla KYA (208.38g), KKA (47.89g), YYA (74.53g), YKA (34.70g), SYA (43.85g) ve SKA (41.06g) %100+Si+NO uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4. 1.Myro 29 C anacında su stresi ve iyileştirici solüsyonların bazı morfolojik özelliklere SYA, YYA, KYA, SKA, YKA, KKA ve YA) etkisi

Sulama	Uygulama	SYA	YYA	KYA	SKA	YKA	KKA	YA
100%	Kontrol	42.01	58.95	145.81	31.66	24.62	28.25	20.75d
	Si	47.40	68.58	180.74	36.57	32.13	40.52	23.01c
	NO	43.71	70.57	144.31	37.84	31.58	46.29	25.36b
	Si+NO	43.85	74.53	208.38	41.06	34.70	47.89	27.98a
50%	Kontrol	17.34	41.79	126.28	16.29	12.39	22.59	12.81e
	Si	22.62	42.36	163.5	15.83	15.62	28.0	17.63e
	NO	24.45	44.95	169	18.50	18.65	28.66	16.13e
	Si+NO	26.09	49.30	173.25	21.8	19.55	31.49	19.45d
Önem düzeyi		*:P<0.05/ **:P>0.01/ ÖD: Önemli Değil						
Sulama		**	**	ÖD	**	**	ÖD	**
Uygulama		ÖD	**	**	**	*	**	**
Sulama x Uygulama		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	**

Diğer taraftan Milord/Myro 29 C’de farklı seviyedeki sulama seviyelerinin ve uygulamaların interaksyonu SYA hariç diğer gelişim parametrelerinde $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Milord/Myro 29 C kombinasyonunda en düşük değerler sırasıyla KYA (62.88g), KKA(22.71g),YYA 26.10g) ,YKA (13.32g),SYA (47.32g) ve SKA (24.27g) %50 Kontrol uygulama grubundan tespit edilirken, en yüksek değerler sırasıyla KYA (190.13g), KKA (57.83g), YYA (123.28g), YKA (62.75g), SYA (75.35g) ve SKA (52.65g) %100+Si+NO uygulamasından tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar doğrultusunda hem Myro 29 C anacında hemde Milord/Myro 29 C kombinasyonunda en yüksek KYA, KKA, YYA, YKA, SYA ve SKA değerleri % 100 + Si + NO uygulama gruplarından belirlenirken, %50 Kontrol grubunun ise en düşük KYA, KKA, YYA, YKA, SYA ve SKA oluşturduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 2.Milord / Myro 29 C çeşidinde su stresi ve iyileştirici solüsyonların bazı morfolojik özelliklere (SYA, YYA, KYA, SKA, YKA, KKA ve YA) etkisi

Sulama	Uygulama	SYA	YYA	KYA	SKA	YKA	KKA	YA
100%	Kontrol	64.94	73.25c	115.94c	33.71bc	33.00c	34.23d	53.39
	Si	77.27	90.63b	152.69b	42.29b	47.00b	38.79bcd	65.79
	NO	78.23	91.70b	155.23b	44.85b	51.75b	43.58b	58.43
	Si+NO	75.35	123.28a	190.13a	52.65a	62.75a	57.83a	70.50
50%	Kontrol	47.32	26.10f	62.88f	24.27d	13.32e	22.71e	26.83
	Si	51.98	54.18e	91.41e	23.26cd	23.67d	43.04bc	46.26
	NO	53.40	61.65d	92.40e	25.74d	23.29d	36.82cd	44.53
	Si+NO	56.26	72.50c	105.47d	35.80c	35.25c	56.16a	49.42
Önem düzeyi		*:P<0.05/ **:P>0.01/ ÖD: Önemli Değil						
Sulama		**	**	**	**	**	**	**
Uygulama		**	**	**	**	**	**	**
Sulama x Uygulama		ÖD	**	**	**	**	**	ÖD

Su stresi altındaki bitkilerde hücre bölünmesi ve büyümesi için gerekli olan suyun temin edilememesinin, bitki yaş ve kuru ağırlıklarının azalmasına yol açtığı, bitkinin toprak üstü organlarının gelişiminin, toprak altındaki kök gelişimine göre su stresine daha hassas oldukları bildirilmektedir (Teiz ve Zeiger, 1998).

Su stresi veya kuraklık stresi altında yetişen bitkilerde bitki- kök yaş ve kuru ağırlıklarında düşüşlerden elde ettiğimiz sonuçlar, Rahman ve ark. (2002)'nin domates, Sivritepe ve ark. (2008)'nin Gisela 5 kiraz anacı, Abbaspour ve ark. (2012)'nin Antepfıstığı, Karimi ve ark. (2012)'nin badem, Bolat ve ark. (2014)'nin elma ve armut, İpek ve ark. (2015)'nin Myrobalan ve Garnem anaçlarından elde ettikleri sonuçlarla desteklenmektedir.

Si ve NO, kök yaş ve kuru ağırlıklarında ise bir miktarda olsa arttırdığı belirlenmiştir. Strese karşı tolerans açısından su stresi koşulları altındaki bitkiler için yaprak gelişimindeki bir miktar azalmanın faydalı olduğu ifade edilmektedir. Çünkü, yaprak gelişiminin azalmasıyla bitkinin, büyümesi için gerekli olan enerji ve karbonhidratın fazlasını kullanmayıp, köklere aktararak kök hacminin artmasını ve kök sisteminin gelişmesini sağladığı bildirilmektedir (Elsheery ve ark. 2020; Kavuncu, 2019).

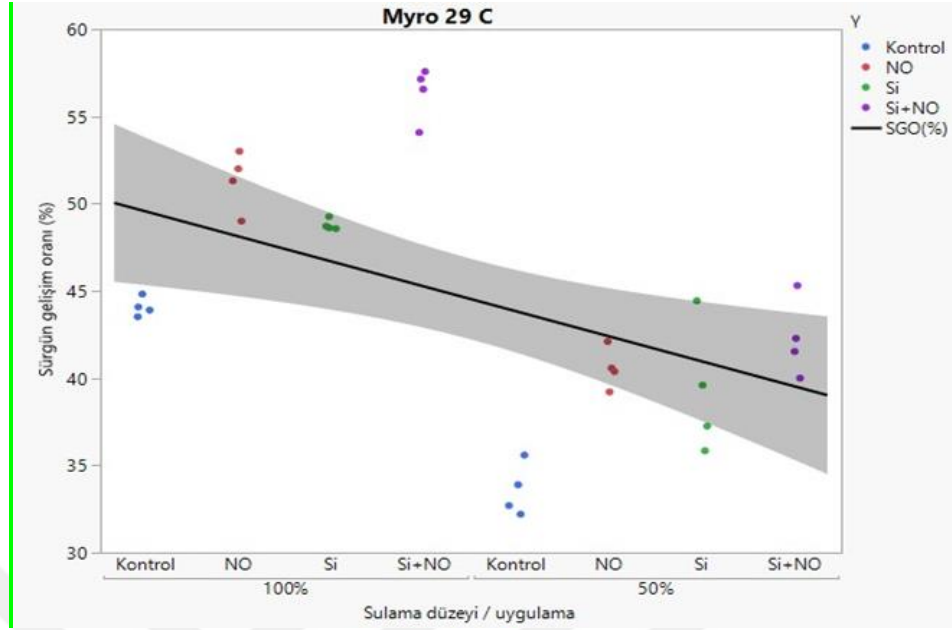
Dolayısıyla, su stresinin oluşturduğu olumsuzlukları azaltmak için uyguladığımız Si ve NO uygulamalarının stresin etkisini azalttığını ve pozitif yönlü etkide bulunduğu belirlenmiştir. Kavuncu (2019)'nın kuraklık stresi altındaki buğday genotiplerine, Cengiz (2017)'nin kuraklık stresi altındaki biber bitkisine NO uygulamasından ile Çetinsoy ve Daşgan (2016) hıyar bitkisi yetiştiriciliğine, Korkmaz (2018) su stresi altındaki çileğe Elsheery ve ark. (2020) tuz stresi altındaki mango ağaçlarına Si uygulamasından elde ettiği sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

4.1.3. Sürgün ve sürgün çapı gelişim oranları

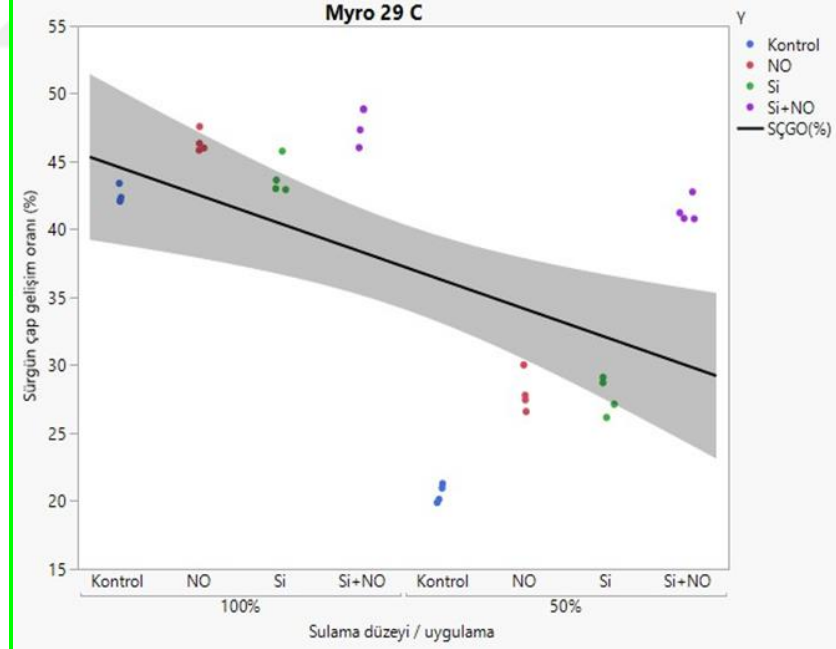
Şekil 4.5 ve 4.6. incelendiğinde, SGO ile SÇGO üzerine uygulanan farklı sulama seviyeleri ve uygulamalar arasındaki interaksyonun hem anaç ve hem de çeşit X anaç kombinasyonu açısından istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur. Diğer yandan farklı sulama düzeyi ve uygulamaların SGO ve SÇGO ile pozitif yönlü korelasyon oluşturduğu görülmektedir. Şekil 4.5' te su stresi Myro 29 C'de SGO ve SÇGO değerlerini azaltırken, su stresi altındaki bitkilere Si, NO ve Si + NO solüsyonu verildiğinde bitki gelişimini olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Myro 29 C'de en yüksek SGO değeri % 100 + Si + NO uygulama grubundan elde edilirken, en düşük SGO değeri % 50 Kontrol uygulama grubundan elde edilmektedir. Diğer taraftan Myro 29 C anacının SÇGO değeri su stresi koşulları altında azalarak en düşük parametreleri oluştururken, tek başına % 100 + Si ve % 100 + NO uygulama grupları kombinasyondan (% 100 + Si + NO) daha iyi etki oluşturmuştur.

Milord/Myro 29 C çeşit X anaç kombinasyonunda su stresinin hem SGO hemde SÇGO parametreleri üzerine etkisi incelendiğinde, her iki parametrede de en yüksek değerler % 100 + Si + NO uygulama grubunda belirlenirken, en düşük değer ise % 50 Kontrol uygulama grubundan elde edilmiştir.

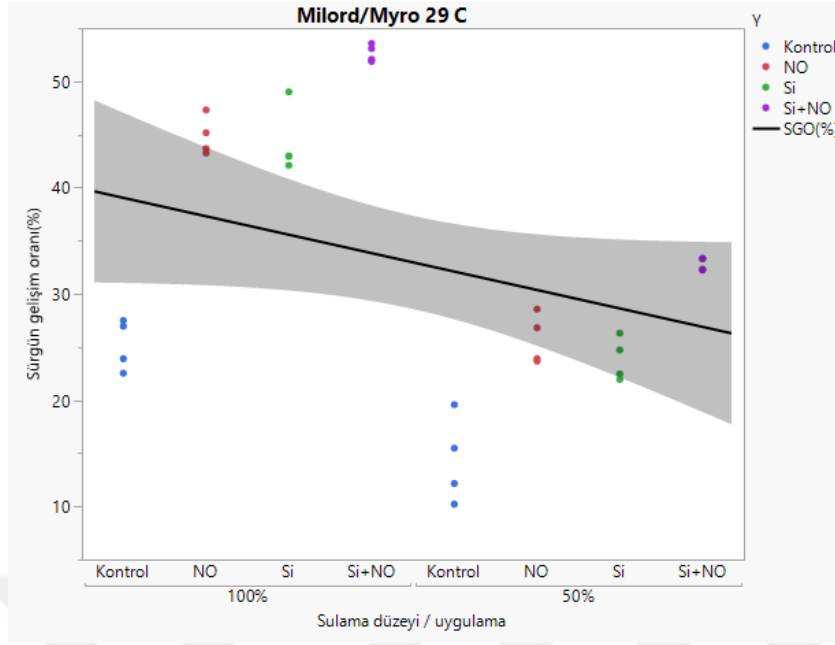
Araştırmamızdan elde ettiğimiz veriler, Korkmaz (2018) ve Hajiboland (2018)'ın çilekte, Hajiboland ve ark. (2017) tütünde, Bolat ve ark. (2016)'nın Myrobolan 29 C'de, Savvas ve Ntatsi (2015)'in bahçe bitkilerindeki verilerle benzerlik göstermektedir.



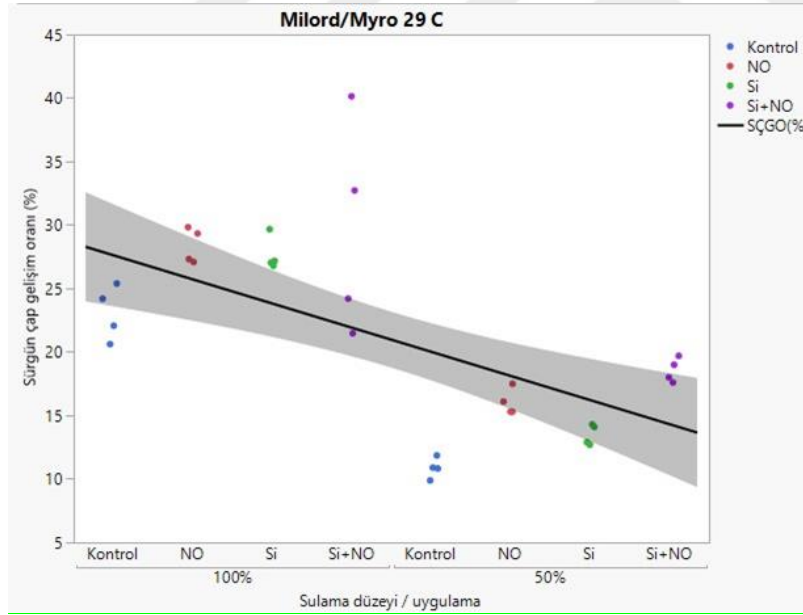
Şekil 4.1. Myro 29 C 'nin SGO farklı sulama düzeyi-uygulama arasındaki ilişki. [SGO: Sürgün Gelişim Oranı R korelasyon katsayısı, **: $P < 0.01$ olasılık düzeyinde anlamlılığı gösterir. 48 nokta; farklı sulama seviyelerini ve uygulama değerlerini ifade eder]



Şekil 4. 2. Myro 29 C 'nin SÇGO üzerine farklı sulama düzeyi-uygulama arasındaki ilişki. [SÇGO: Sürgün gelişim oranı, R korelasyon katsayısı, **: $P < 0.01$ olasılık düzeyinde anlamlılığı gösterir. 48 nokta; farklı sulama seviyelerini ve uygulama değerlerini ifade eder]



Şekil 4. 3. Milord/Myro 29C 'nin SGO üzerine farklı sulama düzeyi uygulamalar arasındaki ilişki [SGO: Sürgün gelişim oranı, R korelasyon katsayısı, **:P<0.01 olasılık düzeyinde anlamlılığı gösterir. 48 nokta; farklı sulama seviyelerini ve uygulama değerlerini ifade eder.



Şekil 4. 3. Milord/Myro29 C 'nin SÇGO üzerine farklı sulama düzeyi uygulamalar arasındaki ilişki [SÇGO: Sürgün çap oranı, R korelasyon katsayısı, **:P< 0.01 olasılık düzeyinde anlamlılığı gösterir. 48 nokta; farklı sulama seviyelerini ve uygulama değerlerini ifade eder]

4.2. Fizyolojik Ölçümler

Araştırmada, Myro 29 C anacı ile Milord/ Myro 29 C çeşit X anaç kombinasyonunda sustresi koşullarında Si ve NO uygulamasının fizyolojik ölçümlerden membran geçirgenliği, YOSİ, stoma iletkenliği, klorofil içeriği ve yaprak sıcaklığı üzerinde ortaya çıkan değişimlerle ilgili incelenen parametrelere ilişkin bulgular alt başlıklar halinde aşağıda açıklanmıştır.

4.2.1. Membran geçirgenliği

Membran geçirgenliğinde ilk zarar belirtisi stresten sonra hücrelerde meydana gelerek oluşmaktadır. Bu zararın iyon sızıntısı yöntemiyle ölçülmesi bitkinin strese toleransının belirlenmesinde çok önemlidir. Bitkilerin su stresi koşullarına dayanabilmesi membran proteinlerinin özelliklerine ve lipit bileşiklerinin yapısına bağlıdır. Membran proteinlerinin yapılarının bozulmasına oksidatif stres ve türevleri neden olmaktadır. Kuraklık stresi başta olmak üzere birçok stres faktörüne karşı toleransın tespitinde membran geçirgenliği kullanılmaktadır (Arora ve ark, 1992, Liu ve Huang, 2000, Gülen ve Eriş, 2003, 2004, Kesici, 2009, Ergin, 2012).

Çalışmamızda Myro 29 C ve Milord/Myro 29 C’de hücre membrangeçirgenliği üzerine farklı su stresi seviyeleri ve bu stresi azaltmak amacıyla yapılan uygulamalar arasındaki interaksiyon istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak, Çizelge 4.3 ile Çizelge 4.4 incelendiğinde su stresi seviyelerinin ve yapılan iyileştirici uygulamaların membran geçirgenliği üzerine tek başlarına etkileri istatistiki açıdan $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Nitekim Myro 29 C’de en yüksek değer % 50 + Kontrol grubunda(% 18.40) elde edilirken, en düşük değer ise Myro 29 C’de%100 Sulama seviyesindeki NO uygulamasından (% 13.59) elde edilmiştir. Ancak Milord / Myro 29 C çeşit X anaç kombinasyonundaki en yüksek değer % 50 + Kontrol grubunda belirlenirken (%22.80), en düşük değeri % 100 + Si + NO uygulama grubundan belirlenmiştir. Bu değerler doğrultusunda Si ve NO uygulamalarının su stresinin şiddetini azaltarak iyileştirici bir etkisi oluşturduğu görülmektedir. Benzer durum kavun üzerinde çalışan Avraşoğlu (2015) tarafından da elde edilmiştir.

Çizelge 4. 3.Farklı sulama seviyesi ve uygulamaların Myro 29 C’de membran geçirgenliği üzerine etkisi

SulamaSeviyesi (%)	Uygulamalar				
	Kontrol	Si	NO	Si+NO	Ortalama
%100	16.78	14.52	13.59	13.67	14.64B
%50	18.4	15.35	15.42	15.57	16.18A
Ortalama	25.98 a	14.93 b	14.50 b	14.62 b	
Sulama **	Uygulama **		Sulama x Uygulama ÖD		

(*: P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

Çizelge 4. 4.Farklı sulama seviyesi ve uygulamaların Milord/Myro 29 C’de membran geçirgenliği üzerine etkisi

SulamaSeviyesi (%)	Uygulamalar				
	Kontrol	Si	NO	Si+NO	Ortalama
%100	16.8	14.7	15.76	12.8	15.01 B
%50	22.8	19.0	19.70	17.85	19.35 A
	19.8 a	16.85 c	17.73 b	15.32 d	
Sulama **	Uygulama **		Sulama x Uygulama ÖD		

(*: P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

Bitkilerin su stresi koşullarında membran proteinlerinin özellikleri ve lipid bileşiklerinin yapısı önemli olmaktadır. Membran proteinlerinin yapılarının bozulmasına oksidatif stres ve türevlerinin neden olduğu bildirilmektedir (Kuşvuran, 2010). Bu nedenle bitkilerde enzim aktivitelerini çalıştıran veya ozmotik düzenlemeyi sağlayarak hücre zararını düşürebilen genotiplere ve/veya uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Su yetersizliği bitkilerde hücre membran geçirgenliğinin artmasına yol açarken, yapılan Si ve NO kimyasal uygulamalarının hücre membran geçirgenliğini azaltarak ve hücre yapısının bozulmasını engellediği bildirilmektedir. Araştırma bulgularımız, Korkmaz (2018)’ın su stresi altındaki çilek bitkilerine Si uygulamalarının, Kavuncu (2019)’nun buğdayda, Avraşoğlu (2015)’nin kuraklık stresi altındaki karpuzda NO uygulamasında membran geçirgenliği üzerinde ortaya çıkan iyileştirici etkileriyle ilgili sonuçlara benzerlik göstermektedir.

4.2.2. Yaprak oransal su içeriği (YOSİ)

Kalefetoğlu ve Ekmekçi (2005)'nin biyotik stresler içerisinde önemli bir yere sahip olan kuraklığın fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler birçok değişimler meydana getirdiğini bildirmektedir. Smirnoff (1993) ise, kuraklığın genel olarak su noksanlığı ve kuruma olarak iki tipe ayrıldığını ve öyle değerlendirilmesi gerektiğini bildirmiştir. Buna göre, oransal su kapsamının yaklaşık %70 gibi hafif su noksanlığına maruz kalan bitkiler ve %30'un altındaki oransal su kapsamında iyileşme sürecine giremeyip kuruyan bitkiler olarak tarif edilmiştir. Bitkinin tam doygunluğa ulaşabilmesi için gerekli olan net ve kaybedilen su miktarını ifade eden YOSİ ve TK, bitkinin su dengesini belirlemede önemli bir göstergedir ve özellikle yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi dehidrasyonla ilgili stres faktörlerinin etkilerinin araştırılmasında önemli bir parametredir (Gülen ve Eriş 2003, Kesici 2009, Gonzalez ve Gonzalez-Vilar, 2001).

Çalışmamızda Myro 29 C ve Milord/Myro 29 C anaç X çeşit kombinasyonundaki YOSİ değerlerinde farklı sulama seviyeleri ve uygulamalar arasındaki interaksiyon istatistiki olarak önemli olmayıp, tek başına seviyeleri ve uygulamaların etkileri $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. %100'lük sulama seviyesinden %50'ye doğru gidildikçe YOSİ'de azalma elde edilmiştir. Si ve NO uygulamalarının ise su stresi stresinin olumsuz etkisini azalttığı belirlenmiştir. Myro 29 C'de en yüksek değer %100+NO uygulamasında (% 78.95), en düşük değer ise %50+Kontrol uygulama grubundan (% 60.04) tespit edilmiştir.

Öte yandan Milord/Myro 29 C kombinasyonunda su stresi (%50 Kontrol) YOSİ değerlerinde azalmaya neden olmuş, en düşük YOSİ değeri %50+Kontrol uygulama grubunda (% 60.04) meydana gelmiştir. Diğer taraftan Milord/Myr 29 C bitkilerinde en yüksek YOSİ değeri %100+Si+NO (%82.54) kombinasyonunda belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda hem %50 sulama seviyesine hemde %100 sulama seviyesine yapılan Si ve NO uygulamalarının su stresi stresinin olumsuz etkisini azalttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 5.Farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların Myro 29 C’de YOSİ üzerine etkisi

SulamaSeviyesi (%)	Uygulamalar				Ortalama
	Kontrol	Si	NO	Si+NO	
% 100	73.82	75.20	78.95	76.83	76.2 A
% 50	60.04	62.79	65.05	68.21	68.38 B
Ortalama	66.93 d	68.99 c	72 a	72.52 b	
Sulama **	Uygulama **		Sulama x Uygulama ÖD		

(*: P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

Çizelge 4. 6.Farklı sulama seviyelerive uygulamaların Myro 29 C’de YOSİ üzerine etkisi

SulamaSeviyesi (%)	Uygulamalar				Ortalama
	Kontrol	Si	NO	Si+NO	
% 100	76.15	80.30	78.20	82.54	79.29 A
% 50	70.37	74.34	73.40	75.18	73.32 B
Ortalama	73.26 d	77.32 b	75.8 c	78.86 a	
Sulama **	Uygulama **		Sulama x Uygulama ÖD		

(*: P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

Araştırma bulgularımız, Korkmaz (2018)’ın su stresi altındaki çilek bitkilerine Si uygulamalarının, Kavuncu (2019)’nunkuraklık stresi altındaki buğday genotiplerinde ve Avşaroğlu (2015)’nün kuraklık stresi altındaki karpuzda NO uygulamasının YOSİ miktarını yükselttiğine ilişkin bulgularıyla paralellik göstermektedir.

4.2.3. Stoma iletkenliği

Araştırmamızda, su stresi altındaki Myro 29 C ve Milord/Myro 29 C çeşit X anaç kombinasyonuna ait bitkilerde yaprak stoma iletkenliğinde azalma olduğu belirlenmiştir. Yaprak stoma iletkenlik verilerinde farklı su seviyesi ve uygulamalar arasındaki interaksiyonun istatistikî olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Öte yandan, farklı su seviyeleri ile Si ve NO uygulamalarının tek başlarına stoma iletkenliği üzerindeki etkileri ise P<0.01 düzeyinde önemli olup, stoma iletkenliğinde Si ve NO uygulamalarının kontrol ile kıyaslandığında önemli düzeyde artışlar meydana getirdiği tespit edilmiştir.

Myro 29 C’de en yüksek sonuçlar %100 + NO (247,13 mmol/m⁻²s⁻¹) ve %100 + Si + NO (259,50 mmol/m⁻²s⁻¹) uygulamalarından elde edilirken, en düşük sonuçlar %50 + Kontrol grubundan (86.78 mmol/m⁻²s⁻¹) elde edilmiştir. Diğer taraftan, Myro 29 C’de %50 + NO (146,30 mmol/m⁻²s⁻¹) ve %50 + Si + NO’nun (156,25 mmol/m⁻²s⁻¹) su stresine olan etkileri aynı yönde olup, önemli derecede stoma iletkenliğini arttırmıştır.

Milord/Myro 29 C çeşit X anaç kombinasyonunda ise en yüksek değer %100 + Si + NO’da (131,33 mmol/m⁻²s⁻¹) tespit edilirken, en düşük değer %50 + Kontrol (33.05 mmol/m⁻²s⁻¹) grubunda bulunmuştur. Su stresinin stoma iletkenliği üzerinde meydana getirdiği olumsuzluğun tek başına Si ve NO uygulamalarıyla azaldığı, ancak Si ve NO’in kombinasyonun şeklinde uygulanmasıyla ortaya çıkan bu olumlu etkinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Su stresinin bitkilerde özellikle ksilemde ABA (absisik asit) oluşumunu artırdığı ve ABA’in bitkilerin kuraklık stresinde önemli bir sinyal molekülü olarak görev yaptığı düşünülmektedir. Absisik asit kuraklık stresi altında stomaların kapanmasını sağlayarak olumsuz çevre şartlarına karşı bitkiyi koruma altına alır ve stoma iletkenliğinde düşüşler meydana gelmektedir (Neill ve ark., 2008; Santisree ve ark., 2015). Öte yandan, birçok bitki türünde farklı araştırmacılar tarafından yapılan Si ya da NO uygulamalarının su stresinin stoma iletkenliğindeki meydana getirdiği olumsuzluğu azalttığı (Ma, 2004; Ma, 2006; García-Mata ve Lamattina, 2013) ve Si ve NO’nun stoma iletkenliğinde artışlar meydana getirdiği tespit edilmiştir (Ma, 2004; Ma, 2006; García-Mata ve Lamattina, 2001; Neill ve ark., 2008; Santisreeveark., 2015; Korkmaz, 2018).

Çizelge 4. 7.Farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların Myro 29 C’de stoma iletkenliği üzerine etkisi

SulamaSeviyesi (%)	Uygulamalar				Ortalama
	Kontrol	Si	NO	Si+NO	
% 100	178.13	230.15	247.13	259.50	228.73 A
% 50	86.78	131.37	146.30	156.25	130.17 B
	132.45d	180.76c	196.71b	207.88a	
Sulama **	Uygulama **		Sulama x Uygulama ÖD		

(*: P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

Çizelge 4. 8.Farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların Milord/Myro 29 C’de stoma iletkenliği üzerine etkisi

SulamaSeviyesi (%)	Uygulamalar				
	Kontrol	Si	NO	Si+NO	Ortalama
% 100	90.66	112.02	117.82	131.33	112.95 A
% 50	33.05	47.12	56.43	61.05	49.41 B
Ortalama	61.85 d	79.57 c	87.12 b	96.19 a	
Sulama **	Uygulama **		Sulama x Uygulama ÖD		

(*: P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

4.2.4. Klorofil içeriği

Çalışmamızda Myro 29 C ve Milord/Myro 29 C bitkilerinde yaprak klorofil içeriği üzerine su stresi seviyeleri ile Si ve NO uygulamaları arasındaki interaksyon istatistiki olarak önemli bulunmazken, faklı su stresi seviyeleri ile Si ve NO uygulamalarının yalnız başına etkilerinin P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Su stresi koşulları bitkilerdeki klorofil içeriğinde düşüşe neden olmuştur. Myro 29 C’de klorofil içeriği en düşük değer % 50 +Kontrol’de (36.80) belirlenirken, en yüksek değer % 100+Si+NO (54.77) uygulamalarından elde edilmiştir. Diğer taraftan, Milord/Myro 29 C’de klorofil içeriği en düşük değer % 50 +Kontrol’de (35.72) belirlenirken, en yüksek değer % 100+Si+NO (45.70) uygulamalarından elde edilmiştir.

Çizelge 4. 9.Farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların Myro 29 C’de klorofil içeriği üzerine etkisi

SulamaSeviyesi (%)	Uygulamalar				
	Kontrol	Si	NO	Si+NO	Ortalama
% 100	49.02	51.85	51.67	54.77	51.82 A
% 50	36.80	41.87	41.50	45.75	41.48 B
Ortalama	42.91 c	46.86 b	46.58 b	50.26 a	
Sulama **	Uygulama **		Sulama x Uygulama ÖD		

(*: P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

Çizelge 4. 10.Farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların Milord/Myro 29 C’de klorofil içeriği üzerine etkisi

SulamaSeviyesi (%)	Uygulamalar				Ortalama
	Kontrol	Si	NO	Si+NO	
% 100	41.35	43.02	44.90	45.70	43.74 A
% 50	35.72	39.30	39.90	40.40	38.83 B
Ortalama	38.53 b	41.16 a	42.4 a	43.05 a	
Sulama **	Uygulama **		Sulama x Uygulama ÖD		

(*: P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

Su stresine bağlı olarak yaprak klorofil içeriğinin azalmasının, yaprak alanına, bitki yaş ağırlığına, güneş ışığı alımına ve fotosentez aktivitesinin azalmasına bağlı olduğu bildirilmektedir (Jones, 1990; Çırak, 2006; Kesici, 2009). Diğer taraftan, klorofil içeriğinin, su alımı ve yetersiz azot alınımıyla da doğrudan etkilendiği ifade edilmektedir (Goss, 1973). Efeoğlu (2009) yapmış oldukları kuraklık çalışmalarında mısırdaki, Alizadeh ve ark. (2011) elmada ve Zanjani ve ark (2012) kabakta klorofil içeriğinde azalmalar meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10 incelendiğinde Si ve NO solüsyonlarının yaprak klorofil kapsamında su stresinin meydana getirdiği olumsuz etkiyi önemli düzeyde azalttığı saptanmıştır. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar, Cengiz (2017)’in kuraklık stresi altındaki biber bitkisine NO uygulamasında ve Korkmaz (2018)’in su stresi altındaki çilek bitkisine Si uygulamasında klorofil miktarında buldukları sonuçlarla uyumluluk göstermektedir.

4.2.5. Yaprak sıcaklığı

Myro 29 C’de yaprak sıcaklık değerleri üzerine, su stresi ile Si ve NO uygulamaları arasındaki interaksiyon istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Su stresinin yaprak sıcaklığını arttırdığı, diğer taraftan Si ve NO uygulamalarının ise stresi azaltıcı etkiler yaratarak, yapraktaki sıcaklık değerlerinde düşüşler oluşturduğu görülmüştür. Myro 29 C’de en yüksek yaprak sıcaklık değerleri %50+Kontrol (37.90°C) grubunda, en düşük değer de % 100+Si (31.77°C) ve % 100+Si+NO (31.97°C) uygulama gruplarında tespit edilmiştir.

Milord/Myro 29 C bitkilerindeki yaprak sıcaklık değerleri değerlendirildiğinde ise, su stresi ile Si ve NO uygulamaları arasındaki interaksyonun önemsiz olduğu bulunmuştur. Ancak farklı su seviyeleri ve uygulamaların yalnız başına etkilerinin ise $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Bu grup bitkilerde en yüksek yaprak sıcaklık değerleri %50+Kontrol (35.85°C) grubunda belirlenirken, en düşük değer %100+Si+NO (30.35°C) uygulama grubundan elde edilmiştir.

Çizelge 4. 11.Farklı sulama ve uygulamaların Myro 29 C’de yaprak sıcaklığı üzerine etkisi

SulamaSeviyesi (%)	Uygulamalar				
	Kontrol	Si	NO	Si+NO	Ortalama
% 100	35.15 b	31.77 d	33.80 c	31.97 d	33.17 B
% 50	37.90 a	33.92 c	35.22 b	32.45 d	34.87 A
Ortalama	36.52 a	32.84 c	34.51 b	32.21 c	
Sulama **	Uygulama **		Sulama x Uygulama **		

(*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ÖD: Önemli Değil)

Çizelge 4. 12.Farklı sulama ve uygulamaların Milord/Myro 29 C’de yaprak sıcaklığı üzerine etkisi

SulamaSeviyesi (%)	Uygulamalar				
	Kontrol	Si	NO	Si+NO	Ortalama
% 100	33.42	31.62	32.28	30.35	31.91 B
% 50	35.85	34.12	34.37	33.95	34.57 A
Ortalama	34.63 a	32.87 b	33.32 b	32.15 c	
Sulama **	Uygulama **		Sulama x Uygulama ÖD		

(*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ÖD: Önemli Değil)

Deneme kapsamında fizyolojik etkileri belirlemek amacıyla yaprak sıcaklığı ölçümleri yapılmış olup, su stresinin yaprak sıcaklığını arttırdığı saptanmıştır. Yapılan Si ve NO uygulamalarının ise yaprak sıcaklığını istatistiki olarak önemli düzeylerde azalttığı belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçların birçok araştırmacının farklı türlerdeki çalışmaları ile uyumlu olduğu bulunmuştur (Ma, 2004; 2006; Kesici, 2009).

4.3. Biyokimyasal Analizler

Araştırmada, Myro 29 C (anaç) ile Milord / Myro 29 C (çeşit X anaç) kombinasyonunda su stresi koşullarında Si ve NO uygulamasının bazı biyokimyasal

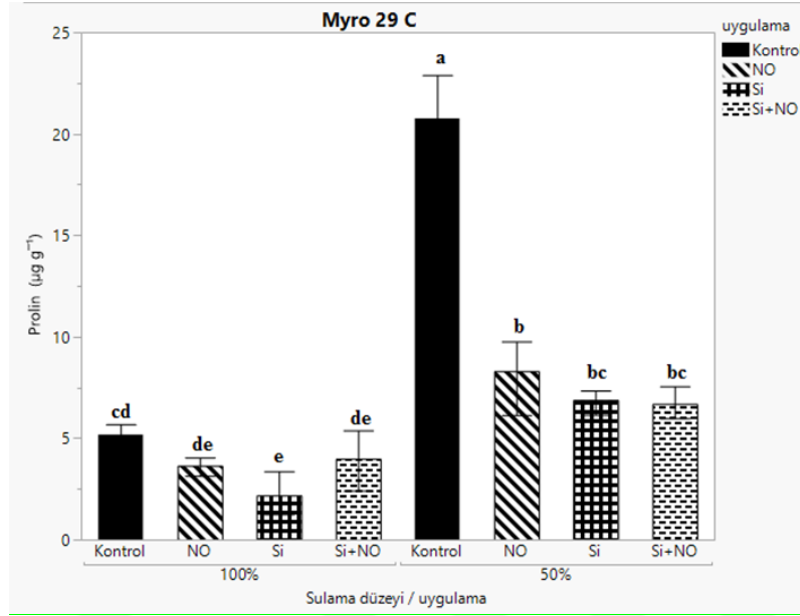
özellikler üzerinde ortaya çıkan değişimlerle ilgili incelenen parametrelere ilişkin sonuçlar alt başlıklar halinde aşağıda incelenmiştir.

4.3.1. Prolin

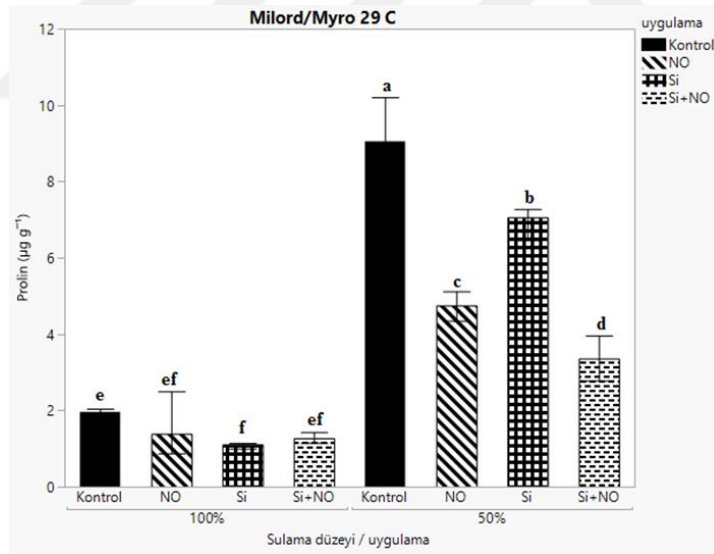
Çalışmamızda Myro 29 C’de yaprak prolin içeriği üzerine su stresi ve Si ile NO uygulamaları arasındaki interaksyonun istatistikî olarak önemli olduğu saptanmıştır. Şekil 4.9. incelendiğinde prolin içeriği üzerine Myro 29 C’de en yüksek değer %50 + Kontrol ($20.76 \mu\text{g g}^{-1}$) grubundan olup, en düşük değer %100+Si ($2.18 \mu\text{g g}^{-1}$) uygulama grubunda bulunmuştur.

Diğer taraftan, Milord/Myro 29 C kombinsyonunda en yüksek yaprak prolin içeriği % 50 + Kontrol ($9.04 \mu\text{g g}^{-1}$) grubunda belirlenirken, % 100 Kontrol ve diğer % 100 uygulamalarındaki kapsamlar su stresindeki paralel uygulamalara göre oldukça düşük düzeylerde yer almıştır.

Strese maruz kalan bitkilerin sitoplâzmasında ve organellerinde çeşitli çözünebilir maddeler biriktiği, bu maddelerin membran bütünlüğünü koruyarak, stres altındaki bitkilerde ozmotik düzenlemenin sağlanmasına yardımcı olduğu bildirilmektedir (Ashraf ve Foolad, 2007). Ozmolit dengenin sağlanmasında, hücrelerin stabilizasyonu, sitolojikpH’nın ayarlanması ve hidroksil radikallerin düzenlenmesinde ise prolinin etkili olduğu ifade edilmektedir (Matysik ve ark., 2002). Ozmolit olarak görev yapmasının yanında prolinin, aynı zamveasuda çözünen bir aminoasit olduğu, bitkide genelde stres koşulları altında birikerek bitkinin strese karşı dayanıklılığını sağlayan bir indikatör işlevi üstlendiği bildirilmektedir (Bianva ark.,1988).



Şekil 4. 4. Myro 29 C’de farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların L-Prolin üzerine etkisi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak **:P< 0.001 önemlidir)



Şekil 4. 5. Milord/Myro 29 C’de farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların L-Prolin üzerine etkisi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak **:P< 0.001 önemlidir)

Yaptığımız çalışmada da su stresi altında Myro 29 C anacı ve üzerine aşılınmış olan Milord kayısı çeşidinde prolin miktarının arttığı bulunmuştur. Benzer şekilde Ghader ve ark.(2011) çilekte, Alizadeh ve ark. (2011) farklı elma anaçlarında, Abbaspour ve ark. (2012) Antepfıstığında, Karimi ve ark. (2012) badem ve GF 677

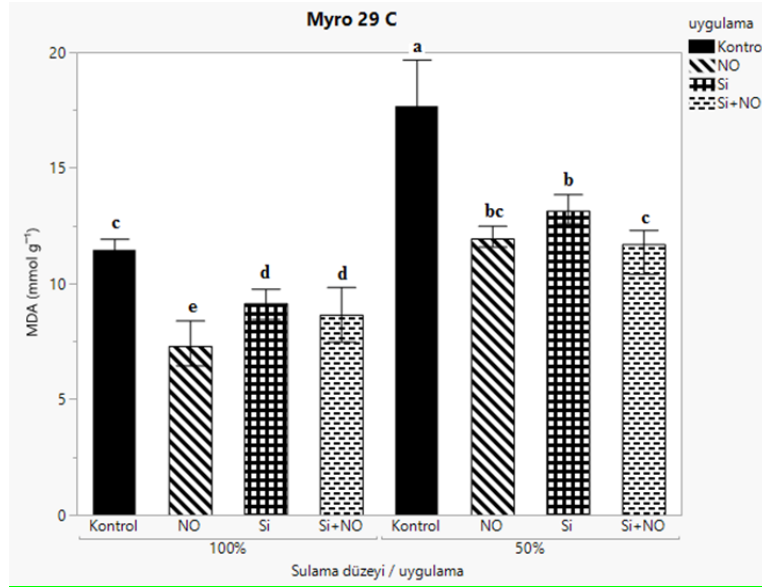
anacında, Rostami ve Rahemi (2013) incirde, Bolat ve ark. (2014) elma ve armutta, İpek (2015) de Myrobolan ve Garnem anaçlarında yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresinin prolin miktarında artışlara sebep olduğunu bulmuşlardır.

Diğer taraftan Si ve NO uygulama grupları stresin etkisini azaltarak yaprak prolin içeriğini düşürmüştür. Kavuncu (2019) kurak koşullarda yetiştirdiği buğday genotiplerine, Cengiz (2017) kuraklık stresi altındaki biber bitkisinde, Okuma ve ark. (2000) tuz koşulları altındaki tütün bitkisine NO uyguladığında prolin miktarında düşüşler olduğunu bildirmiştir. Kuraklık stresi koşullarındaki soya bitkisinde (Shen ve ark., 2010), börülcede (Desoky ve ark., 2018) ve çilekte (Korkmaz, 2018) Si uygulamalarının prolin miktarını düşürdüğünü saptamışlardır.

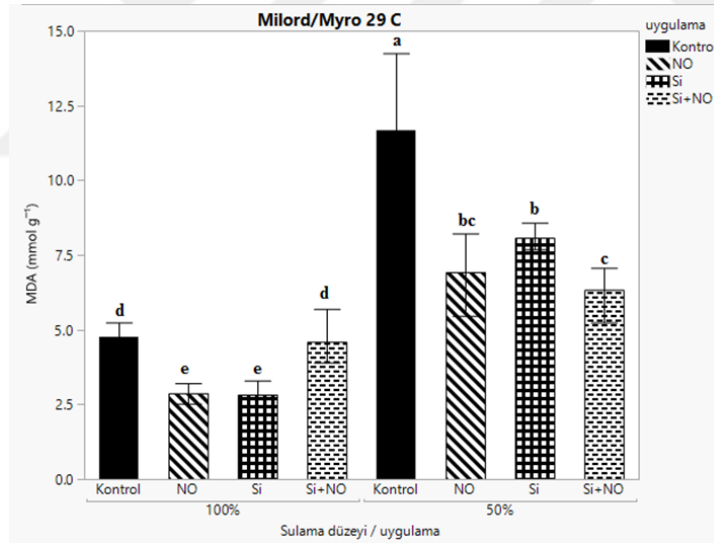
4.3.2. Lipidperoksidasyon (MDA)

Şekil 4.11 ile Şekil 4.12 incelendiğinde hem Myro 29 C’de hemde Milord/Myro 29 C çeşit X anaç kombinasyonunda yaprak MDA değerleri üzerinesu stresi ve Si ile NO uygulamaları arasındaki interaksiyon istatistikî olarak önemli çıkmıştır. Myro 29 C anacında MDA miktarının en yüksek değeri %50 Kontrol ($17.67 \text{ mmol g}^{-1}$) uygulama grubundan belirlenirken, Si ve NO uygulamalarının ise MDA miktarını düşürdüğü bulunmuştur. Diğer taraftan Myro 29 C anacında % 50 + Si, % 50 + NO ve % 50 + Si + NO uygulamaları ile % 100 Kontrol uygulama grubundaki MDA değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 4.12’incelendiğinde ise Milord/Myro 29 C’nin MDA miktarında en yüksek değer % 50 Kontrol ($11.66 \text{ mmol g}^{-1}$) uygulamasındaki grupta tespit edilirken, Si ve NO kimyasal uygulamaları tek veya kombine şeklinde uygulandığında MDA miktarında önemli düzeyde düşüşler gösterdiği bulunmuştur.



Şekil 4.6. Myro 29 C’de farklı sulama seviyeleri ve uygulamaların MDA üzerine etkisi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak **:P< 0.01 önemlidir)



Şekil 4.7. Milord/Myro 29 C’de farklı sulama seviyesi ve uygulamaların MDA üzerine etkisi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak **:P< 0.01 önemlidir)

Çalışmamızda, Myro 29 C Milord/Myro 29 C’de su stresi stresinin bitkilerde MDA miktarında artış meydana getirdiği belirlenmiştir. Su stresinde bitki membranlarında akışkanlığın ve membran potansiyelinin artması, birtakım iyonların permeabilitelerinde artışa yol açmakta ve böylece organel veya hücrenin bütünlüğünde bozulmalara sebep olmaktadır (Karadağ, 2013). Çalışmamıza benzer

konularda çalışan birçok araştırmacı da su stresinin farklı bitki türlerinde MDA miktarında artışa yol açtığını saptamışlardır (Hasegawa ve ark., 2000; Okuma ve ark., 2000; Kaya ve ark., 2006; Shen ve ark., 2010; Shi ve ark., 2014; Desokyve ark., 2018). Diğer taraftan su stresi veya su stresi koşullarındaki bitkilere yapılan Si ve NO uygulamalarının stres etkisini azaltarak MDA miktarında düşüşe neden olduğu birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Cai ve ark., 2005; Shen ve ark., 2010; Zonouri ve ark., 2014; Filek ve ark., 2012; Patel ve ark., 2011).

4.4. Besin Elementi Analizi

Araştırmamızda, Myro 29 C anacı ile Milord/Myro 29 C anaç X çeşit kombinasyonunda su stresi koşullarında Si ve NO uygulamasının kök ve yaprak besin elementi kapsamı üzerinde ortaya çıkan değişimlerle ilgili incelenen parametrelere ilişkin elde edilen sonuçlar alt başlıklar halinde aşağıda incelenmiştir.

4.4.1. Toplam N, P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn

Myro 29 C anacında yapraki besin elementi içeriğinde su stresi ile bu stresi azaltmak amacıyla yapılan uygulamalar arasındaki interaksiyonun, K dışındaki diğer tüm elementlerde (N, P, Ca, Mg, Fe ve Zn) önemli olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.13'te verilen farklı sulama düzeyi ve uygulamaların etkileri incelendiğinde, sulama seviyesindeki azalışın N, P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn kapsamında da azalmaya, diğer taraftan aynı koşullarda Si, NO ile Si+NO uygulamalarının ise Kontrol grubuna grubuna göre besin elementi kapsamlarında artışlara neden olduğu saptanmıştır. Enyüksek N (%3.54), P(% 0.221), Ca (% 1.70), Fe (94.70 ppm) ve Zn (29.40 ppm)% 100 Sulama Seviyesinde ve Si+NO uygulamasından, en düşük değerler ise % 50 Sulama Seviyesinde ve Kontrol grubunda tespit edilmiştir. Genel olarak su stresini azaltıcı Si, NO ve Si+NO uygulamalarının incelenen tüm bitki besin elementlerinin kapsamını artırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. 13.Myro 29 C’de bazı su stresini azaltıcı uygulamaların yaprak besin elementine etkileri (*:P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

Sulama	Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
100%	Kontrol	2.80bc	0.19b	2.8	1.5c	0.41c	75.5d	27.4c
	Si	2.89b	0.19b	2.9	1.6b	0.41c	77.2c	28.4b
	NO	2.86b	0.19b	2.7	1.6b	0.79a	83.2b	28.5b
	Si+NO	3.54a	0.22a	3.2	1.7a	0.84a	94.7a	29.4a
50 %	Kontrol	2.50d	0.15c	2.1	1.1g	0.20d	65.2h	22.5g
	Si	2.59cd	0.16c	2.2	1.2f	0.25d	65.3g	23.3f
	NO	2.65bcd	0.15c	2.3	1.3e	0.43c	70.5f	24.4e
	Si+NO	2.72bcd	0.16c	2.4	1.4d	0.54b	72.1e	25.1d
Önem düzeyi		*:P<0.05/**:P>0.01/ÖD: Önemli Değil						
Sulama		**	**	**	**	**	**	**
Uygulama		**	**	**	**	**	**	**
Sulama x Uygulama		**	**	ÖD	**	**	**	**

Myro 29 C’de farklı sulama düzeyleri ile uygulamaların kökteki besin elementi (N, P, K Ca, Mg ve Zn) içeriği üzerine etkisindeki interaksyon önemli bulunurken, Fe içeriğinde ise ikisi arasındaki interaksyonun önemsiz olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.14’de verilen farklı sulama ve uygulamalarının etkileri incelendiğinde, Sulama Seviyesindeki azalışın N, P, K, Ca, Mg ve Zn’da üzerinde etkili olduğu ve Si, NO ile Si+NO uygulamalarının Kontrol grubu ile kıyaslandığında besin elementlerini arttırdığı bulunmuştur. En yüksek N (% 2.38), K (% 108,6), Ca (% 2,0), Mg (% 0.22), Fe (15,2 ppm) ve Zn (1.4 ppm) % 100 sulama seviyesinde ve Si+NO uygulamasından, en yüksek P (% 0.22) değeri ise %100 sulama seviyesinin Si uygulamasından, en düşük değerler ise % 50 sulama seviyesinde ve Kontrol grubunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 14. Myro 29 C’de bazı su stresini azaltıcı uygulamaların kök besin elementine etkileri (*:P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

Sulama	Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
100%	Kontrol	1.63c	0.19c	0.91c	1.7bc	0.16c	12.3	1.0c
	Si	1.83b	0.22a	1.05ab	1.9ab	0.17bc	14.0	1.3b
	NO	1.79b	0.20b	1.01b	1.8b	0.19b	14.2	1.4a
	Si+NO	2.38a	0.20b	1.08a	2.0a	0.22a	15.2	1.4a
50%	Kontrol	1.30f	0.16e	0.46e	1.1f	0.13d	5.0	0.6f
	Si	1.46de	0.18cd	0.75d	1.4e	0.15cd	5.8	0.7e
	NO	1.40ef	0.17d	0.76d	1.5de	0.17bc	5.4	0.8d
	Si+NO	1.60cd	0.18cd	0.78d	1.6d	0.17bc	6.7	0.8d
Önemdüzeyi		*:P<0.05/**:P>0.01/ÖD: ÖnemliDeğil						
Sulama		**	**	**	**	**	ÖD	**
Uygulama		**	**	**	**	**	ÖD	**
Sulama x Uygulama		**	**	**	**	**	ÖD	**

Milord/Myro 29 C kombinasyonunda farklı sulama ve uygulamalarının etkileri incelendiğinde, Sulama Seviyesindeki azalışın N, P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn’da üzerinde etkili olduğu ve Si, NO ile Si+NO uygulamalarının, Kontrol grubuna kıyaslandığında besin elementlerini arttırdığı bulunmuştur. En yüksek N (% 3.31), P (% 0.25), K (% 184.4), Ca (% 3.0), Mg (% 0.63), Fe (18.5 ppm) ve Zn (51.8 ppm) %100 Sulama Seviyesinde ve Si+NO uygulamasından, en düşük değerler ise % 50 sulama seviyesinde ve Kontrol grubunda tespit edilmiştir. Milord/Myro 29 C anaç X çeşit kombinasyonunda yapraktaki besin elementi içeriğinde (P, K, Ca, Mg, Fe, Zn) farklı sulama düzeyleri ile uygulamalar arasındaki interaksiyon etkisi önemli bulunurken, N içeriğinde ise ikisi arasındaki interaksiyonun önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4. 15.Milord/Myr 29 C’de bazı su stresini azaltıcı uygulamaların yaprak besin elementine etkileri (*:P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

Sulama	Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
100%	Kontrol	3.16	0.16c	2.5d	1.5d	0.47b	65.1d	39.4c
	Si	3.28	0.22b	2.6c	1.7c	0.49b	99.6c	44.7b
	NO	3.26	0.24ab	2.7b	1.8b	0.45b	132.0b	47.2b
	Si+NO	3.31	0.25a	3.0a	2.4a	0.63a	158.0a	51.8a
50%	Kontrol	2.73	0.13e	2.3g	1.3e	0.32c	45.7e	29.7f
	Si	2.98	0.14de	2.2f	1.3e	0.39bc	54.4de	31.9e
	NO	2.74	0.14de	2.3e	1.3e	0.39bc	54.7de	33.3e
	Si+NO	3.07	0.16cd	2.3e	1.3e	0.42b	58.0de	34.6e
Önem düzeyi		*:P<0.05/**:P>0.01/ÖD: Önemli Değil						
Sulama		**	**	**	**	**	**	**
Uygulama		**	**	**	**	**	**	**
Sulama x Uygulama		ÖD	**	**	**	**	**	**

Milord/Myro 29 C çeşit X anaç kombinasyonunda kökteki besin elementi içeriği üzerinde farklı sulama düzeyleri ile Si, NO ve Si+NO uygulamalar arasındaki interaksiyonun P, K, Ca, Mg ve Zn içeriklerinde önemli, N ve Fe’de ise önemsiz olduğu bulunmuştur. Çizelge 4.16’de verilen N, P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn’da farklı sulama ve uygulamalarının etkileri incelendiğinde, Sulama Seviyesindeki azalışın etkili olduğu ve Si, NO ile Si+NO uygulama gruplarının Kontrol grubuna kıyaslandığında besin elementlerini arttırdığı bulunmuştur. En yüksek N(% 2.02), P(% 0.21), K(% 3.0), Ca (% 2.4), Mg (% 0.44), Fe (158.0 ppm) ve Zn (94.8 ppm) %100 sulama seviyesinde ve Si+NO uygulamasından, en düşük değerler ise genel olarak % 50 sulama seviyesinde ve Kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4. 16.Milord/Myro 29 C’de bazı su stresini azaltıcı uygulamaların kök besin elementine etkileri (*:P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil)

Sulama	Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
100%	Kontrol	1.73	0.19bc	1.12d	2.6b	0.17b	14.0	0.96c
	Si	1.86	0.21a	1.49c	2.6b	0.26b	17.7	1.27b
	NO	1.78	0.20ab	1.70b	2.0c	0.20b	18.9	1.26b
	Si+NO	2.02	0.21a	1.84a	3.0a	0.44a	18.5	1.33a
50%	Kontrol	1.42	0.16d	0.86g	1.1e	0.12b	9.3	0.91d
	Si	1.63	0.16d	0.94f	1.6d	0.14b	12.0	0.92d
	NO	1.48	0.16d	0.98e	1.7d	0.17b	9.8	0.92d
	Si+NO	1.65	0.18c	1.04e	1.8d	0.17b	8.0	0.94c
Önemdüzeyi		*:P<0.05/ **:P>0.01/ ÖD: ÖnemliDeğil						
Sulama		**	**	**	**	**	ÖD	**
Uygulama		**	**	**	**	**	ÖD	**
Sulama x Uygulama		ÖD	**	**	**	**	ÖD	**

Su stresi altındaki bitkilerde kök faaliyetinin azalması ve buna bağlı olarak köklerin yeteri kadar su alamaması sonucu kuru madde birikimi, yaprakların yaşlanması ve ölmesi bitki beslenmesi ile alakalıdır (Taiz ve Zeiger, 2008). Diğer taraftan, Si ve NO uygulaması diğer gübrelerle kombine kullanılarak yapılacak çalışmalar ile en uygun Si ve NO dozunun ve en uygun uygulama dönemlerinin belirlenmesi bitki gelişiminde ve besin elementi alımında etkili olmaktadır (Viets, 1972; Salisbury ve Ross, 1992; Hu ve Schmidhalter, 2005; Neill ve ark., 2013).

Korkmaz (2018)’ın su stresi altındaki çilek bitkilerine HA ve Si, Çelik (2016)’nın tuz stresi altındaki kavun bitkilerine Si uygulamıştır. Her iki çalışmada da Si, hem yaprak hem de köklerde besin elementi içeriklerinin arttığını bildirilmiştir. Kavuncu (2019)’un kuraklık stresi altındaki buğday genotiplerinin, kontrol ve kurak koşullarda yetiştirildiğinde besin madde içeriklerinde azalma olduğunu, NO uygulamasının bitkilerin besin elementi konsantrasyonlarında meydana gelen azalmaları engelleyemediği bildirmiştir. NO ve Si’un stres koşulları altındaki bitkilerde besin maddesi alımını etkilemesi ile ilgili daha fazla çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) dünyada ve ülkemizde ticari olarak yetiştiriciliği yapılan bir meyve türü olmakla birlikte üretim ve tüketim miktarı yıllar itibarıyla artmaktadır. Son zamanlarda yeni çeşitlerin giderek artması ülkemizde iklimin elverişli olduğu yerlerde kayısı yetiştiriciliğinin geniş alanlara yayılmasına olanak sağlamaktadır. Bu durum kayısı ağaçlarının farklı iklim ve toprak koşullarıyla karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Bunlar arasında yüksek, düşük sıcaklıklar ve kuraklık ya da su stresi ayrı öneme sahiptir. Tüm stres faktörleri arasında su stresi, bitki büyüme ve gelişimini sınırlayarak, verim ve kalitede yüksek düzeyde kayıplara neden olduğundan ayrı bir önem taşımaktadır.

Küresel iklim değişikliğinin etkileri ile dünyanın her yerinde kuraklık tehdidi görülmektedir. Bu nedenle bir takım araştırmacılar tarafından gelecekteki yetiştiriciliğe yönelik çalışmalara ağırlık verildiği ve bazı kültür bitkilerinde yapılan çalışmalar sonucunda, bu bitki türlerinde kuraklığa tolerans dereceleri belirlenmeye çalışılmaktadır. Dolayısıyla kuraklıktan önce ve kuraklığın yaşandığı dönemlerde bazı tedbirler alarak yapılacak adımlar ayrı ayrı planlamalıdır. İlk önce yetiştiricilikte kullanılacak bitkisel materyal planlamalıdır. Çünkü, su stresi bitkinin türüne, genotipine, yaşına, su stresinin şiddetine ve süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bazı meyve türleri kurak veya yarı kurak koşullara toleranslı olarak bilinmesine rağmen, uzun süreli su kısıtıyla karşı karşıya kaldıklarında morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler yapılarında birtakım zararlanmaların ortaya çıktığı dikkati çekmektedir. Dolayısıyla, bu durum verim ve kalitede önemli kayıplara neden olmaktadır. Suyun sınırlı olduğu kurak veya yarı kurak bölgelerde yetiştiricilikteki sürdürülebilirlik açısından su stresine dayanıklı çeşit ve anaçların geliştirilmesi, meyve ıslahçılarının başta gelen hedefleri arasında bulunmaktadır.

Ancak bu konularda yapılacak ıslah çalışmalarının uzun sürmesi ve stres mekanizmasındaki karmaşıklık nedeniyle konunun anlaşılmasındaki zorluk, yetiştiricilikte modernleşmeyi mecburi hale getirmiştir. Meyvecilik tarımında su

stresinin neden olduğu olumsuzluğun azaltılmasında, modern yetiştirme tekniklerinin kullanımı yanında, organik ve/veya inorganik kökenli besin maddelerinin tarımda kullanımı oldukça yaygınlaşmaya başlanılmıştır.

Hümkik asit, Si, oksalik asit, NO ve salisik asit gibi bazı organik ve inorganik ürünlerin bitkiye uygulanması, su kaybını azaltarak, suyun etkin bir şekilde kullanımını sağlamaktadır. Bu organik ve inorganik ürünlerden olan Si ve NO gerek bitki beslenmesinde gerekse de bitki gelişimi açısından olumlu etkide bulunarak, bazı içsel ve dışsal streslere karşı bitkide tolerans sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasında, erik anacı olan Myro 29 C ve bu anaç üzerine aşılı Milordkayısı çeşidinde su stresi, Si ve NO uygulamasının bitki gelişimindeki olumsuzlukları azaltıcı etkileri bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler yardımıyla değerlendirilmiştir. Su stresi, hem anaçta (Myro 29 C) hemde çeşit X anaç (Milord/Myro 29 C) kombinasyonunda bazı morfolojik (yaprak alanı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, sürgün gelişim oranı, sürgün çapı gelişim oranı), fizyolojik (membran geçirgenliği, stoma iletkenliği, klorofil miktarı, yaprak oransal su içeriğinde, yaprak sıcaklığı) ile yaprak-kökbesin elementi miktarlarıyla ilgili parametrelerde azaltıcı, biyokimyasal özellikler (prolin ve lipidperoksidasyon miktarı) bakımından ise arttırıcı etkiler göstermiştir.

Bu nedenle, su stresi şiddetini azaltmak amacıyla Myro 29 C anacına ve Milord/Myro 29 C çeşit X anaç kombinasyonunda Si ve NO tek başlarına veya kombine olarak ayrı ayrı uygulanmıştır. Bitkiye uygulanan Si ve NO uygulamaları bazı morfolojik (yaprak alanı, yaprak yaş ve kuru ağırlığı, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, sürgün gelişim oranı, sürgün çapı gelişim oranı), fizyolojik (membran geçirgenliği, stoma iletkenliği, klorofil miktarı, yaprak oransal su içeriğinde, yaprak sıcaklığı), biyokimyasal (prolin ve lipidperoksidasyon miktarı) özelliklerle birlikte besin elementi miktarlarıyla ilgili parametrelerde su stresinin olumsuz etkisini genel olarak azalttığı belirlenmiştir.

Yukarıda incelenen parametrelerde su stresi altındaki bitkilere uygulanan Si+NO kombinasyonun, Si veya NO' un tek başlarına uygulanmasından daha olumlu etkiler meydana getirdiği tespit edilmiştir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yapılan yetiştiricilik açısından su stresinin neden olduğu zararlarla sık karşılaşılmaktadır. Bu olumsuzluğu gidermek veya bir derecede olsa hafifletmek amacıyla, temel besin solüsyonlarına ek olarak toprağın yapısını iyileştiren ve bitki bünyesinin toleransını arttırarak strese karşı iyileştirici özelliği olan Si ve NO uygulamalarından faydalanabilme imkânı bulunmaktadır.



KAYNAKLAR

- ABBASPOUR, H., SAEİDİ-SAR, S., AFSHARİ, H. ve ABDEL-WAHHAB, M.A., 2012. Tolerance of mycorrhizainfected pistachio (*pistaciavera L.*) seed lingo drought stres under glasshouse conditions, journal of plantphysiology, 169: 704-709.
- ABRISQUETA, J., RUIZ, A. ve FRANCO, J., 2001. Waterbalance of apricot trees (*Prunusarmeniaca L. cv. Bu' lida*) under dripirrigation. Agric. Water Manage(50), 211-227.
- AHMAD, A., AFZAL, M., AHMAD, A. U.ve TAHIR, M., 2013. Effect of foliar application of silicon on yield ve quality of rice (*Oryzasativa L.*). Cercetari Agronomice in Moldova, 3(155), 21-28.
- AL-AGHABARY, K., ZHU, Z. ve SHI, Q., 2007. Influence of Silicon Supply on Chlorophyll Content, Chlorophyll Fluorescence, and Antioxidati ve Enzyme Activities in Tomato Plants Under Salt Stres. Journal of Plant Nutrition, 2101-2115.
- ALI, Q., DAUD, M. K., HAIDER, M. Z., ALI, S., RIZWAN, M., ASLAM, N. ve ZHU, S. J., (2017). Seed Priming by Sodium Nitroprusside Improves Salt Tolerance in Wheat (*Triticum Aestivum L.*) by Enhancing Physiological ve Biochemical Parameters. Plant Physiology ve Biochemistry, 119, 50-58.
- ALIZADEH, A., ALIZADE, V., NASSERY, L. ve EIVAZI, A., 2011. Effect of Drought Stress on Apple Dwarf Rootstocks. Technical Journal of Engineering ve Applied Science, 1(3), 86-94.
- ANONİM, 2020. <http://www.elmatarim.com.tr/tr/m/psb-kayisi-cesitleri/milord.html>. Erişim Tarihi: 20.10.2020.
- ARASIMOWICZ, M. ve FLORYSZAK WIECZOREK, J., 2007. Nitric Oxide as a Bioacti ve Signalling Molecule in Plant Stress Responses. Plant Science, 172, 876-887
- ARORA, R., WISNIEWSKI, M.E. and SCORZA, R., 1992. Cold acclimation in genetically related (sibling) deciduous and evergreen peach (*Prunus persica L. Batsch*). I Seasonal changes in cold hardiness and polypeptides of bark and xylem tissues. Plant Physiol., 99:1562– 1568.
- ARORA, A., SAIRAM, R.K. ve SRIVASTAVA, G.C., 2002. Oxidativ estress and antioxidant ve systems in plants, curr. sci. 82: 1227-1238.
- ASHRAF, M. ve FOOLAD, M.R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany, 59:206-216.
- AVŞAROĞLU, Z.Z., 2015. Kuraklık Stresi Koşullarında Nitrik Oksit Uygulamalarının Yerel ve Yabancı Karpuz Genotiplerinin Gelişimi Üzerine Etkisi. Harran üniversitesi., 61s.
- BAILEY, C. H., HOUGH, L. F., JANICK, J. ve N. Moore, J.N., 1975. Apricots Advances Fruit Breeding. Purdue Univ. Press., 367-383.
- BAVITA, A., SHASHI, B. ve NAVTEJ, S., 2012. Nitric oxide all eviates oxidati ve damage induced by high temperature stress in wheat. Indian Journal of Experimental Biology, 50: 372-378.
- BATES, L. S., WALDREN, R. P. ve TEARE, I. D., 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water Stress Studies. Plant and Soil, 39: 205-207.

- BEGARA MORALES, J. C., SANCHEZ CALVO, B., CHAKI, M., VALDERRAMA, R., MATA PEREZ, C., LOPEZ JARAMILLO, J. ve JUAN BARROSO, B., 2014. Dual Regulation of Cytosolic Ascorbate Peroxidase (APX) by Tyrosine Nitration and S-nitrosylation. *Journal of Experimental Botany*, 65: 527-538.
- BELIGNI, M. V. ve LAMATTINA, L., 2001. Nitric Oxide in Plants: The History is Just Beginning. *Plant, Cell & Environment*, 24:267-278.
- BİAN, Y.M., CHEN, S.Y. ve XİE, M.Y., 1988. Effects of HF on Proline of Some Plants, *Plant Physiol. Commun.* 6: 19-21.
- BLUM, A., 1986. Breeding Crop Varieties for Stress Environments. *Critical Reviews in Plant Science*, 2(3):199-237.59
- BOLAT, I., DIKİLİTAS, M., ERCİSLİ, S., İKİNCİ, A. ve TONKAZ, T., 2014. The Effect of Water Stress on Some Morphological, Physiological, and Biochemical Characteristics and Bud Success on Apple and Quince Rootstocks. *Hindawi Publishing Corporation, Scientific World Journal*, Article ID 769732.
- BOLAT, I., DIKİLİTAS, M., ERCİSLİ, S., İKİNCİ, A. ve TONKAZ T., 2016. Morphological, physiological, biochemical characteristics, and bud success responses of myrobalan 29 C plum root stock subjected to water stress. *Canadian Journal of Plant Science*, 96(3): 485-493 [https://doi.org/ 10.1139/cjps-2015-0260](https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0260)
- BOLWELL, G. P., 1999. Role of Reactive Oxygen Species ve NO in Plant Defence Responses. *Current Opinion in Plant Biology*, 2: 287-294.
- BOZKURT, S., ODEMİS, B., ve DURGAC, C., 2015. Effects of deficit irrigation treatments on yield and plant growth of young apricot trees. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 1-12
- CARLOS, G. M. ve LORENZO, L., 2001. Nitric Oxide Induces Stomatal Closure and Enhances the Adaptive Plant Responses against Drought Stress. *Plant Physiology*, 104: 1015-1025.
- CENGİZ, A., 2017. Biber Bitkisinde Kuraklık Stresi İle Nitrik Oksit Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Van. 54s.
- CHENG, B. T., 1982. Some Significant Functions of Silicon to Higher Plants. *Journal of Plant Nutrition*, 5(12): 1345-1353.
- ÇANAKCI GULENGÜL, S., KIRECCI, O. A. and KARABULUT, F., 2019. Changes based on oxidative stress in metolachlor and atrazine treated maize seedlings. *Pak. J. Bot.*, 51(2): 421-426.
- ÇELİK, Y., 2016. Kavunda Tuz Stres Koşullarında Silisyum Uygulamalarının Fide Gelişimi ve Bazı Besin Elementi İçeriklerine Etkileri. *Selçuk Üniversitesi*. 54s.
- ÇETİNSOY, M.F., ve DAŞGAN, H.Y., 2016. Hıyar Yetiştiriciliğinde Selenyum ve Silisyum Yaprak Gübrelerinin Etkileri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 243-252. [https://doi.org/ 10.17100/nevbiltek.25205](https://doi.org/10.17100/nevbiltek.25205).
- DATNOFF, L. E. ve RODRIGUES, F. A., 2005. The Role of Silicon in Suppressing Rice Diseases. [https:// www. apsnet. org/apsnetfeatures](https://www.apsnet.org/apsnetfeatures). Erişim Tarihi: 12.12.2020.
- DATNOFF, L. E. ve RUTHERFORD, B. A., 2004. Effects of Silicon of Leaf Spot ve Meltingout in Bermuda Grass. *Golf Course Management*, 5(1): 89-92.
- DEMİRTAŞ, N., KIRNAK, H., BOLAT, İ., TANER, O., ÇOLAK, S., ŞAHİN, S., ve DOĞAN, E., (2012). Farklı Sulama Uygulamalarının Hacıhaliloğlu Kayısı Çeşidinde Vejetatif Gelişme ve Verim Üzerine Etkileri. *Alatırım*, 11 (1): 7- 12.

- DESOKY, E.M., RADY, M.M. ve MERWAD, M.A., 2018. Response of Water Deficit-Stressed Vigna Unguiculata Performances to Silicon, Proline or Methionine Foliar Application. *Scientia Horticulturae*, 228: 132–144.
- DONCHEVA, S.N., POSCHENRIEDER, C., STOYANOVA, Z.L., GEORGIEVA, K., VELICHKOVA, M. ve BARCELÓ, J., 2009. Silicon Amelioration of Manganese Toxicity in Mn-Sensitive and Mn-Tolerant Maize Varieties. *Environ. Exp. Bot.*, 65:189-197. 247-261.
- EFEOGLU, B., EKMEKCI, Y. ve CICEK, N., 2009. Physiological Responses of Three Maize Cultivars to Drought Stress and Recovery. *South African Journal of Botany*, 75: 34-42.
- ELJAOUHARI, A., ABOUABDILLAH, R., BOUABID, M., BOURIOUG, L. ve ALEYA, M., 2018. Assessment of sustainable deficit irrigation in a Moroccan apple orchard as a climate change adaptation strategy. *Sci. Total Environ.*, 642:574-58.
- ELJAOUHARI, A., ABOUABDILLAH, R., BOUABID, M., BOURIOUG, L. ve ALEYA, M., 2018. Assessment of sustainable deficit irrigation in a Moroccan apple orchard as a climate change adaptation strategy. *Sci. Total Environ.*, 642:574-58.
- ELSHEERY, N.I., HELALY, M.H., EL-HOSEİNY, H.M. ve ALAM-ELDEİN, S. M., 2020. Zinc Oxide ve Silicone Nanoparticles to Improve the Resistance Mechanism ve Annual Productivity of Salt-Stressed Mango Trees. *Agronomy*, 558. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040558>.
- EPSTEIN, E., 2009. Silicon: Its Multifold Roles in Plants. *Annals of Applied Biology*, 155: 155-160.
- ERBİL, Y., ve BURAK, M., 1999. Meyve Fidan Üretiminde Klon Anaçlarının Kullanımı ve Önemli Klon Anaçları. *Tarım ve Köy Dergisi*, Sayı:128.
- ERGİN S., 2012. Yüksek Sıcaklık Stresinin Çilek Bitkisinde Enzimatik ve Enzimatik Olmayan Antioksidanlar ile Protein Metabolizmasına Etkileri. Doktora tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
- ESİM, N., ATICI, O. ve MUTLU, S., 2014. Effects of Exogenous Nitric Oxide in Wheat Seedlings Under Chilling Stress. *Toxicology and Industrial Health*, 30: 268-274.
- FAN, H., DU, C., DING, L. ve ZU, Y., 2013. Effects of nitric oxide on the germination of cucumber seeds and antioxidant enzymes under salinity stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(9): 2707-2719.
- FAO, 2020. FAOSTAT Statistics Database-Agriculture. <http://www.fao.org/faostat/> Erişim Tarihi: 16.02.2020.
- FILEK, M., WALAS, S., MROWIEC, H., RUDOMDAHY-SKORSKA, E., SIEPRAWKA, A., ve BIESAGA-KOSCIELNIAK, J., 2012. Membrane permeability ve microv_macroelement accumulation in spring wheat cultivars during the short term effect of salinity and peginduced water stress. *Acta Physiol. Plant*, 34: 985-995 <https://doi.org/10.1007/s11738-011-08955>.
- GHADERİ, N., ve SİÖSEMARDEH, A., 2011. Response to Drought Stress of Two Strawberry Cultivars (cv. Kurdistan and Selva). *Hort. Environ. Biotechnol*, 52 (1): 6-12.
- GAO, X., ZOU, C., WANG, L. ve ZHANG, F., 2006. Silicon Decreases Transpiration Rate ve Conductance from Stomata of maize Plants. *Journal of Plant Nutrition*, 29:1637-1647.

- GARCIA MATA, C.ve LAMATTINA, L., 2001. Nitric Oxide Induces Stomatal Closure ve Enhances the Adaptive Plant Responses Against Drought Stress. *Journal of Plant Physiology*, 126: 1196-1204.61
- GONG, H., MINGCHEN, K., CHEN, G., WANG, S.ve ZHANG, C., 2011. Effect of Silicon on Growth of Wheat Under Drought. *Journal of Plant Nutrition*, 26(5): 1055-1063.
- GONZALEZ, L. ve GONZALEZ-VİLAR, M., 2001. Determination of relative water content. In: *Handbook of Plant Ecophysiology Techniques*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 14: 207- 212.
- GOSS, J. A., 1973. *Physiology of plants and Their Cells*. Bergamon Press In Maxwell House, Fairview Park Elmsford, 10523:135.
- GÖKKAYA, H. T., 2016. Selenyum Uygulamalarının Kuraklık Stresi Altındaki Çerezlik Balkabağı (*Cucurbitapepo* L.) Bitkisinin Gelişimine ve Antioksidant Enzim Aktivitelerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 113s.
- GULEN, H. Ve ERİS, A., 2003. Some physiological changes in strawberry (*Fragaria x ananassa* cv. Camarosa) plants under heat stress. *J HortSciBiotech*, 78: 894-898.
- HABIB, N., ASHRAF, M., ve AHMAD, M. S., 2010. Enhancement in Seed Germination of Rice (*Oryza Sativa* L.) by Pre-sowing Seed Treatment with Nitric Oxide (NO) Under Salt Stress. *Pakistan Journal of Botany*, 42: 4071- 4078.
- HABIB, N., AKRAM, M., JAVED, M., AZEEM, M., ALI, Q., SHAHEEN, H., ve ASHRAF, M., (2016). Nitric oxide regulated improvement in growth and yield of rice plants grown under salinity stress: antioxidant defense system. *Appl Ecol Environ Res.*, 14:91-105.
- HAJIBOLVÉ, R., CHERAGHVAREH. L.ve POSCHENRIEDER. C., 2017. Improvement of drought tolerance in tobacco (*Nicotiana rustica* L.) plants by silicon. *J Plant Nutr.* <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1310887>.
- HAJIBOLVÉ, R., MORAD TALAB, N., ESHAGHI, Z.ve FEIZY, J., 2018. Effect of silicon supplementation on growth and metabolism of strawberry plants at three developmental stages. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 46(2): 144-161.
- HASEGAWA, P. M., BRESSAN, R. A., ZHU, J. K.ve BOHNERT, H. J., 2000. Plant Cellular and Molecular Response to High Salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol., Plant Mol. Biol.*, 51:463–469.
- HU, Y. and SCHMIDHALTER, U., 2005. Salinity and the growth of nonhalophytic grass leaves: the role of mineral nutrient distribution. *Functional Plant Biology*, 32: 973–985.
- HORST, W. J. ve MARSCHNER, H., 1978. Effect of Silicon on Manganese Tolerance of Bean Plants (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Plant, Soil ve Environment*, 50: 287-303.
- INANAGA, S., HIGUCHI, Y. ve CHISHALCI, N., 2002. Effect of Silicon Application on Reproduction and Growth of Rice Plant. *Soil Science ve Plant Nutrition*, 48(3), 341-345. <https://doi.org/10.1080/00380768.2002.10409210>.
- IPEK, M., PIRLAK, L., ESİTKEN, A., FİGEN DONMEZ, M., TURAN, M. ve SAHİN, F., 2014. Plant growth promoting rhizobacteria (pgpr) increase yield,

- growth and nutrition of strawberry under high-calcareous soil conditions, journal of plant nutrition, 37(7):900.
- İPEK, M., 2015. In Vitro Şartlarda Garnem ve Myrobolan 29 C Anaçlarının Kurak Stresine Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Konya, 142.
- KACAR, B. ve INAL, A., 2008. Plant Analysis. Nobel publication Distribution, Ankara, 675.
- KALEFETOĞLU, T. ve EKMEKCI, Y., 2005. The Effects Of Drought On Plants ve Tolerance mechanisms. Gazi University Journal Of Science, 18(4): 723- 740.
- KARADAĞ, F., 2013. Farklı Dozlarda Selenyum Uygulamalarının Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) yapraklarında Antioksidan Enzimler Üzerine Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 89.
- KARIMI, S., YADOLLAHI, A., NAZARI-MOGHADAM, R., IMANI, A. ve ARZANI, K., 2012. In vitro screening of almond (*Prunus dulcis* Mill.) genotypes for drought tolerance. J. Biol. Environ. Sci., 6(18): 263-270.
- KAVUNCU, M., 2019. Kuraklık stresi koşullarında uygulanan nitrik oksit in buğday genotiplerinin gelişimi üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 68s.
- KAYA, C., TUNA, L. ve HIGGS, D., 2006. Effect of Silicon on Plant Growth and Mineral Nutrition of Maize Grown Under Water-Stress Conditions. J. Plant Nutr., 29: 1469–1480.
- KAYA, S., EVREN, S., DAŞCI, E., ADUGÜZEL, M., ve YILMAZ, H., 2010. Farklı sulama rejimlerinin bitkisel büyüme, meyve verimi ve damla sulanan kayısı ağaçlarının kalitesi üzerine etkileri. Biyoteknoloji Afrika Dergisi (9): 5902-5907.
- KESİCİ, M., 2009. Bazı Çilek (*Fragaria x ananassa*) Çeşitlerinin Yüksek Sıcaklığa Toleransları. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniv. Fen Bil. Ens. Bursa, 49s.
- KHAN, A.N., QURESHI, R.H. ve AHMAD, N., 2004. Salt Tolerance of Cotton Cultivars in Relation to Relative Growth Rate in Saline Environments. International Journal of Agriculture & Biology, 6(5): 786-787.
- KIM, S. G., KIM, K. W., PARK, E. W. ve CHOI, D., 2002. Silicon-induced Cell Wall Fortification of Rice Leaves: A Possible Cellular Mechanism of Enhanced Host Resistance to Blast. Phytopathology, 92: 1095-1103..
- KLAMKOWSKI, K. ve TREDER, W., 2008 Response to drought stress of three strawberry cultivars grown under greenhouse condition. Journal of fruit and ornamental plant research, 16: 179- 188.
- KLEPPER, L. A., 1979. Nitric Oxide (NO) ve Nitrogen Dioxide (NO₂) Emissions from Herbicide-Treated Soybean Plants. Atmospheric Environment, 13: 537-542.
- KORKMAZ, K., 2018. Çilekte Su stresi Altındaki Bitkiler Üzerine Hümk Asit ve Silikonun Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 60s.
- KOZŁOWSKI, T.T., ve PALLARDY, S.G., 1997. Physiology of Woody Plants, Academic Press, San Diego.
- KÖŞKEROĞLU, S., 2006. Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinde Profilin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- KUŞÇU, A., 2006. Yazlık Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Veriminde Son Çeyrek Yüzyılda Gerçekleşen İlerlemelerin Morfolojik Ve Fizyolojik Esasları. Doktora tezi, Çukurova üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü., 59-60.
- KUŞVURAN, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, 355s., Adana.
- KWON, E., FEECHAN, A., YUN, B.W., HWANG, B.H., PALLAS, J.A., KANG, J.G. ve LOAKE, G.J., 2012. Atg5nor1 function is required for multiple developmental programs in *Arabidopsis*. *Planta* 236:887–900. <https://doi.org/10.1007/s00425-012-1697-8>.
- LAMATTINA, L. ve BELIGNI, M.V., 2000. Nitric oxide stimulates seed germination, deetiolation, ve inhibits hypocotylelongation, three light in ducible responses in plants. *Planta*, 210: 215–221.
- LAMATTINA, L., GARCIA-MATA, C., GRAZIANO, M. ve PAGNUSSAT, G., 2003. Nitric Oxide: The Versatility of an Extensi ve Signal Molecule. *Annual Review of Plant Biology*, 54: 109-136.
- LIANG, D., 2019. Exogenous melatonin promo tes biomass accumulation and photosynthesis of kiwi-fruit seedlings unde drought stress. *Sci. Hortic.* 246: 34–43.
- LIU, S., DONG, Y. J., XU, L. L., KONG, J. ve BAI, X. Y., 2013. Roles of Exogenous Nitric Oxide Regulating Ionic Equilibrium and Moderating Oxidative Stress in Cotton Seedlings During Salt Stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 13: 929-941.
- LIU, X. ve HUANG, B., 2000. Heat stress injury in relation to membrane lipid peroxidation in creeping bentgrass. *Crop Science*, 40: 503–510.
- LUIS A DEL RÍO, F., CORPAS, J. ve BARROSO, J., 2004. Nitric Oxide ve Nitric Oxide Synthase Activity in Plants. *Phytochemistry*, 65(7): 783-792.
- LUTTS, S., KINET, J.M. ve BOUHARMONT, J., 1996. NaCl-Induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza Sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance. *Annals of Botany*, 78: 389-398.
- MA, J. F., MIYAKE, Y. ve AKAHASHI, E., 2001. Silicon as a Beneficial Element for Crop Plants in Agriculture. New York: Elsevier Science Publishing. 17- 39.
- MA, J. F., 2004. Role of Silicon in Enhancing the Resistance of Plants to Biotic and Abiotic Stresses. *Soil Science ve Plant Nutrition*, 50(1): 11-18.
- MA, J.F. ve YAMAJI, N., 2006. Silicon Uptake ve Accumulation in Higher Plants. *Trends Plant Sci.*, 11: 392–397.
- MA, J.F. ve YAMAJI, N., 2008., Functions ve transport of Silicon in plants. *Cell Mol Life Sci*, 65: 3049-3057.
- MANCUSO, S. ve AZZARELLO, E., 2002. Heat Tolerance in Olive. *Adv. Hort. Sci.*, 16(3-4): 125-130
- MAHAJAN, S. ve TUTEJA, N., 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444: 139–158.
- MATYSÍK, J., BHALU, B. A. ve MOHANTY, P., 2002. Molecular Mechanism of Quenching of Reactive Oxygen Species by Proline Under Stress in Plants. *Curr. Sci.* 82: 525-532.
- MEHRABANJOUBANI, P., ABDOLZADEH, A., SADEGHIPOUR, H. R., AND AGHDASI, M., 2015. Silicon affect transcellular ve apoplastic uptake of some nutrients in plants. *Pedosphere*. 25: 192–201.

- NEILL, S. J., DESIKAN, R. ve HANCOCK, J. T., (2003). NitricOxideSignalling in Plants. *New Phytologist*, 159, 11-35.
- NEILL, S., BARROS, R., BRIGHT, J., DESIKAN, R., HANCOCK, J., HARRISON, J., MORRIS, P., RIBEIRO, D. ve WILSON, I., 2008. Nitric oxide, stomatal closure, ve abiotic stress. *J. Exp. Bot.* 59, 165–176. <https://doi.org/10.1093/jxb/erm293>.
- OKUMA, E., SOED, K., TADA, M. ve MURATA, Y., 2000. Exogenous Proline Mitigates The Inhibition of Growth of Nicotiana Tobacum Culture Cells Under Saline Condition. *SoilSci. Plant Nutr*, 46 (1): 257–263.
- ÖZÇAĞIRAN, R., ÜNAL, A., ÖZEKER, E., ve İSFENDİYAROĞLU, M., 2005. İlman İklim Meyve Türleri, Sert Çekirdekli Meyveler Cilt I. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:553. İzmir. 229 s
- ÖZTÜRK, K., GÜL, K., USLU, S., GÜLERYÜZ, M., PIRLAK, L., YILDIZ, A., ve EŞİTKEN, A., 2000. 8. 5 Yıllık Kalkınma Planı. Bahçe Bitkileri Özel İhtisas Komisyonu Kayısı Raporu. Malatya.
- PATEL, P.K., HEMANTARANJAN, A., SARMA, B.K. ve SINGH, R., 2011. Growth ve Antioxidant System Under Drought Stress İn Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) as Sustained by Salicylic Acid. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 7:130-144.
- RAHMAN, S.M.L., MACKAY, A.W., QUEBEDEAUX, B., NAWATA, E., SAKURATANI, T. ve MESBAH UDİN, A.S.M., 2002. Super oxide dismutase activity, leaf water potential, relative water content, growth ve yield of a drought-tolerant ve a drought-sensitive tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars, *subtropical plant science*, 54:16-22.
- RAVEN, J. A., (1983). The Transport and Function of Silicon in Plants. *Biology Reviews*, 58, 179-207.
- RODRIGUES, F. A., VALE, F. X., DATNOFF, L. E., ve PRABHU, A. S., 2003. Effect of Rice Growth Stages and Silicon on Sheath Blight Development. *Phytopathology*, 93(5), 256-261.
- ROSTAMİ, A.H., ve RAHMEİ, M., 2013. Screening drought tolerance in Caprifig varieties in accordance to responses of antioxidant enzymes. *World. Appl. Sci. J.* 21(8):1213-1219
- SALISBURY, F.B. ve ROSS, C.W., 1992. Hormones and Plant Regulators: Auxins and Gibberellins. 4th Edition, Wadsworth Publishing, Belmont, 357-381.
- SAIRAM, R.K. and D. SEXENA, 2000. Oxidative Stress and Antioxidants İn Wheat Genotypes: Possible Mechanism of Water Stress Tolerance. *J. Agron. Crop Sci.*, 184: 55-61.
- SANG, J., JIANG, M., LIN, F., XU, S., ZHANG, A. ve TAN, M., 2008. Nitric oxide reduces hydrogen peroxide accumulation involved in water stress-induced subcellular anti-oxidant defense in maize plants. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(2): 231-243.
- SANKAR, B., ABDUL JALEEL, C., MANIVANNAN, P., KISHOREKUMAR, A., SOMASUNDARAM, R. ve PANNEERSELVAN, R., 2008. Relative efficacy of water use in five varieties of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. under water limited conditions. *Bio interfaces*. 62: 125-129.

- SANTISREE, P., BHATNAGAR-MATHUR, P. ve SHARMA, K.K., 2015. NO todrought-multifunctional role of nitricoxide in plantdrought: do we have all the answers? *PlantSci.* 239, 4455. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci>.
- SAVANT, N. K., SNYDER, G. H. ve DATNOFF, L. E., 1997. SiliconManagement and Sustainable Rice Production. *Advances in Agronomy*, 58:151-199.
- SAVVAS, D. ve NTATSI, G., 2015. Biostimulant Activity of Silicon in Horticulture. *ScientiaHorticulturae*, 66–81.
- SHEOKVE, S., BHANKAR, V., ve SAWHNEY, V., 2010. Ameliorativeeffectofexogenousnitricoxide on oxidativemetabolism in NaCl-treatedchickpeaplants. *BrazilianJournal of PlantPhysiology*, 22(2): 81-90.
- SHEN, X., ZHOU, L., DUAN, Z.Y., LI, A., ENEJI, E. ve LI.J., 2010. SiliconEffectsonPhotosynthesis ve AntioxidantParameters of SoybeanSeedlingsUnderDrought ve Ultraviolet-B Radiation. *J. PlantPhys.*, 167:1248–1252.
- SHİ, Q., DİNG, F., WANG, X., ve WEİ, M., 2007. Exogenous nitric oxide protect cucumber roots against oxidative stres inducedby salt stress. *Plant Physiology ve Biochemistry*, 45(8): 542-55.
- SIVRITEPE, N., ERTURK, U., YERLIKAYA, C., TURKAN, I., BOR, M. ve OZDEMİR, F., 2008. response of the cherry root stock to water stres in duced in vitro. *Biologiaplantarum*. 52(3): 573-576.
- SMIRNOFF., 1993. The Role of Active Oxygen in The Response of Plants to Water Deficitand Desiccation. *New Phytol.*, 125:27-58.
- VIETS JR. F. G., 1972. Waterdeficits ve nutrientavailability, in *Water Deficitsand Plant Growth*. Vol. III: *Plant Responsesand Control of Water balance*. Academic Press, New York, pp. 217–240
- TAKAHASHI, E., MA, J. F., ve MIYAKE, Y., 1990. ThePossibility of Silicon as an Essentialfor Higher Plants. *Comments on Agricultural and FoodChemistry*, 2: 99-122.
- TAKAHASHİ, E., 1995. Uptake mode and physiological functions of silica. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 49:357– 360.
- TEİZ, L. ve ZİEGER, S.C.E., 1998. *PlantPhysiology*, University of California, Los Angeles Sinauer Associates, Inc., Publisher, USA, 726-735 pp.
- TORRECILLAS, A., DOMINGO, R., GALEGO, R. ve RUIZ-SANCHEZ, M., 2000. Apricot tree response to with holding irrigation at differentphenologicalperiods. *ScientiaHorticulturae* (85): 201-215.
- TORRECILLAS, A., GALEGO, R., PEREZ-PASTOR, A. ve RUIZ-SANCHEZ, M., 1999. Gasexchange ve waterrelations of young apricot plant sunder drought conditions. *JAgricSci*, 132:445-452.
- TORUN, H., 2012. Tuz stresine maruz bırakılan arpa (*Hordeumvulgare* L.) çeşitlerinde salisilik asit muamelesinin içsel fitohormonlar düzeyinde fizyolojik vebiyokimyasal etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi. Karadeniz TeknikÜniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 104s.
- TÜİK, 2020. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim Tarihi: 16.0.2020.
- TÜLÜCÜ, K., 2003. Özel Bitkilerin Sulanması. Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Genel Yayın No: 254, Adana.
- WERNER, D., ve ROTH, R., 1983. Silicametabolism. *InorganicPlantNutrition*. New Series. Spring-Verlag, New York. pp. 682-694.

- WOJTASZEK, P., 2000. NitricOxide in Plants: to NO or not to NO. *Phytochemistry*, 54: 1-465.
- WU, X., ZHU, W., ZHANG, H., DING, H., ve ZHANG, J., (2011). Exogenous nitricoxide protectsagainst salt-inducedoxidati ve stress in the leave sfrom two genotypesnof tomato (*Lycopersicomesculentum*Mill.). *ActaPhysiologiaePlantarum*, 33(4):1199-1209.
- ZANJANI, K. E., RAD, A. H. S., NAEEMI, M., AGHDAM, A. M.,ve TAHERKHANI, T., 2012. Effects of Zeolite and Selenium Application on Some PhysiologicalTraitsandOil 126 Yield of Medicinal Pumpkin (*CucurbitaPepo* L.) Under Drought Stress. *Current ResearchJournal of BiologicalSciences*, 4(4): 462-470.
- ZONOURI, M., JAVADI, T.,ve GHADERI, N., (2014). Effect of Foliar Sprayingo AscorbicAcid on Cell MembraneStability, LipidPeroxidation, Total Soluble Protein, Ascorbate Peroxidase ve Leaf Ascorbic Acid Under Drought Stressin Grapes. *International journal of Advanced Biological ve Biomedical Research*, 4(2):349-354.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Asuman GÜNDOĞDU BAKIR
Uyruğu : T.C.

EĞİTİM

Derece

Lise : Malatya Lisesi/Merkez/Malatya 2000
Üniversite : Harran Üniversitesi Bahçe Bitkileri/Eyyübiye/Ş.URFA 2007
Yüksek Lisans : Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri
Ana Bilimdalı/Merkez/Ş.URFA 2021

UZMANLIK ALANI: Bahçe Bitkileri Meyvecilik Anabilim Dalı

YABANCI DİLLER: İngilizce

İŞ DENEYİMLERİ

2018-... Kaysı Araştırma Enstitüsü YEŞİLYURT/MALATYA
2009-2018 İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü YAZIHAN/MALATYA

YAYINLAR

BOLAT, İ., GÜNDOĞDU BAKIR, A. ve KORKMAZ, K. 2020. Nitrik okside silisyum uygulamalarının meyvecilikte kuraklık üzerine etkileri. 2nd International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology. 289-295s. (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır.)