T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇİLEKTE SU STRESİ ALTINDAKİ BİTKİLER ÜZERİNE HÜMİK ASİT VE SİLİKONUN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Kübra KORKMAZ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2018

Prof. Dr. İbrahim BOLAT danışmanlığında, Kübra KORKMAZ'ın hazırladığı **"Çilekte su stresi altındaki bitkiler üzerine hümik asit ve silikonun etkisinin incelenmesi"** konulu bu çalışma 25/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. İbrahim BOLAT ……..……..

Üye : Prof. Dr. Hüseyin KARLIDAĞ ……..……..

Üye : Doç. Dr. Ali İKİNCİ ……..

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

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 17234

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……..……..……..... i
ABSTRACT……..……..……..…. ii
TEŞEKKÜR ……..…….. iii
ŞEKİLLER DİZİN……..…… iv
ÇİZELGELER DİZİNİ……..……... v
SİMGELER DİZİNİ……..…… vi
1.GİRİŞ……..……... 1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR……..…… 5
3.MATERYAL ve YÖNTEM……..……..… 10
3.1. Materyal……..…….. 10
3.2. Yöntem..……..... 10
3.1.1. Morfolojik ölçümler……..…… 12
3.2.1.1. Yaprak alanının (cm²) belirlenmesi……..…….... 12
3.2.1.2. Bitki yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi……..……... 13
3.2.1.2.1. Taç yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi……..…… 14
3.2.1.2.2. Kök yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi……..… 14
3.2.1.2.3. Tüm bitki yaş ve kuru ağırlığının belirlenmesi……..... 14
3.2.2. Fizyolojik ölçümler……..... 14
3.2.2.1. Membran geçirgenliğinin belirlenmesi……..……... 14
3.2.2.2. Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi……..... 14
3.2.2.3. Stoma iletkenliğinin belirlenmesi……..... 15
3.2.2.4. Klorofil miktarının belirlenmesi……..... 15
3.2.2.5. Yaprak sıcaklığının belirlenmesi……..……. 15
3.2.3. Biyokimyasal ölçümler……..……... 15
3.2.3.1. Prolin belirlenmesi……..…….…. 15
3.2.3.2. Lipid peroksidasyonun belirlenmesi……..…..... 16
3.2.3.4. Bitki besin elementi analizi……..……..……..... 16
3.2.4.1. Toplam N……..……..……... 17
3.2.4.2. Toplam P……..……..……..... 17
3.2.4.2.Toplam K, Ca ve Mg……..……..……..... 17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA……..……..... 18
4.1. Morfolojik Ölçümler……..……..……..... 18
4.1.1. Yaprak alanı……..……..……..... 18
4.1.2. Bitki yaş ve kuru ağırlıkları……..……..... 18
4.1.2.1. Taç yaş ve kuru ağırlığı……..……..... 18
4.1.2.2. Kök yaş ve kuru ağırlığı……..……..... 20
4.1.2.3. Tüm bitki yaş ve kuru ağırlığı……..……..... 21
4.2. Fizyolojik Ölçümler……..……..……..... 23
4.2.1. Membran geçirgenliği……..……..……..... 23
4.2.2. Yaprak oransal nem içeriği……..……..... 25
4.2.3. Stoma iletkenliği……..……..……..... 26
4.2.4. Klorofil içeriği……..……..……..... 27
4.2.5. Yaprak sıcaklığı……..……..……..... 29
4.3. Biyokimyasal Analizler……..……..……..... 30
4.3.1. Prolin……..……..……..... 30
4.3.2. Lipid peroksidasyon……..……..……..... 31
4.4. Besin Elementi Analizi……..……..……..... 33
4.4.1. Toplam N, K, Ca, Mg ve P……..……..……..... 33
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER……..……..……..……..... 36
KAYNAKLAR……..……..……..……..... 37
ÖZGEÇMİŞ……..……..……..……..... 45

.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇİLEKTE SU STRESİ ALTINDAKİ BİTKİLER ÜZERİNE HÜMİK ASİT VE SİLİKONUN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Kübra KORKMAZ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim BOLAT
2. Danışman: Dr. Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ
Yıl: 2018, Sayfa: 45

Su stresi, çilekte bitki gelişimi, verim ve kaliteyi azaltıcı yönde etki yapan önemli bir abiyotik stres çeşididir. Çilek sığ köklü bir bitki olması nedeniyle su stresinin etkisi daha şiddetli ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle çilekte sulama programının dikkatli şekilde yönetimine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada, sera koşullarında yetiştirilen Rubygem çilek çeşidinde üç farklı sulama düzeyi (S1=saksı kapasitesi düzeyinde su uygulanması, S2=S1'e verilen suyun % 70'inin uygulanması, S3=S1' e verilen suyun % 40'nın uygulanması) ile hümik asit (25 ppm) ve silikon (2.5 ppm) uygulamalarının bitkinin bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri ile makro besin elementi içeriklerine etkileri incelenmiştir. Sulama düzeyindeki azalışların oluşturduğu su stresi; yaprak alanında, bitki yaş ve kuru ağırlığında, yaprak oransal su içeriğinde, yaprak stoma iletkenliğinde, klorofil miktarında ve yaprak N, P, K, Ca, Mg kapsamında farklı düzeylerde azalışa neden olmuştur. Diğer taraftan, su stresindeki artışa paralel olarak membran geçirgenliği, yaprak sıcaklığı, prolin ve lipid peroksidasyon düzeyinde artış meydana gelmiştir. Hümik asit ve silikon uygulamaları su stresnin bitki özellikleri üzerindeki olumsuz etkisini azaltıcı yönde reaksiyon göstermiştir. Her iki kimyasal solüsyon da yaprak alanında, bitki yaş ve kuru ağırlığında, yaprak oransal su içeriğinde, yaprak stoma iletkenliğinde, klorofil miktarında ve yaprak N, P, K, Ca, Mg kapsamında farklı düzeylerde artış, membran geçirgenliği, yaprak sıcaklığı, prolin ve lipid peroksidasyon düzeylerinde ise azalış meydana getirmişlerdir.

ANAHTAR KELİMELER: çilek, su stresi, hümik asit, silikon

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION ON THE EFFECTS OF HUMIC ACID AND SILICON UNDER WATER STRESS IN STRAWBERRY

Kübra Korkmaz

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

Supervisor: Prof. Dr.İbrahim BOLAT
2 nd Supervisor: Dr. Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ
Year: 2018, Page: 45

Water stress is an important type of abiotic stress affecting plant growth, yield and quality reduction in strawberry. Strawberry is heavily affected from water stress due to shallow root system. Therefore, it needs proper irrigation methods. In this study, three different irrigation levels on strawberry(I_1= irrigation inpot capacity, I_2= % 70 of the I_1 irrigation, I_3= % 40 of the I_1irrigation) with humic acid (25 ppm) and silicon (2.5 ppm) treatments on some morphological, physiological and biochemical charactericts and elemantry analyis were investigated. Water stress, resulted in decreases in leaf area, fresh and dry weights, relative water contents stomatal conductance and chlarophyll contents and N, P, K, Ca, Mg contents of leaves. On the other hand, it led to increase in membrance permability, leaf temperature, proline and lipid peroxidation levels humic acid and silicon applications had remediative affects on above parameters. Both chemicals improved the parameters such as leaf area, fresh and dry weights, relative water contents, leaf temperature, proline lipid peroxcidationof plants.

KEY WORDS: strawberry, water stress, humic acid, silicon

TEŞEKKÜR

Tez konumu seçip, yürütülmesini sağlayan ve çalışmalarım boyunca büyük desteğini gördüğüm danışman hocalarım **Prof. Dr. İbrahim BOLAT** ve **Dr. Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ'a** tez sürem boyunca çalışmama katkı sağlayan **Prof. Dr. İzzet AÇAR, Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ, Doç. Dr. Kemal YAZGAN'a** öğrenimim süresince bana katlanan, yardımını esirgemeyen, beni sürekli destekleyen sevgili arkadaşım **Meral DOĞAN'a ve** sevgili **ailem'e** teşekkürü borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3. 1. Denemenin yürütüldüğü alandan bir görüntü (Orijinal)..... 10
Şekil 3. 2. Çilek bitkisinin ImageJ programında yaprakalanının belirlenmesi (Orijinal)..... 13
Şekil 3. 3. Çilek bitkisinin söküm işlemleri, yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi (Orijinal)..... 13
Şekil 3. 4. Prolin analizinin yapım aşamasından görüntüler (Orjinal) 16
Şekil 3. 5. Lipid peroksidasyon analizinin yapım aşamasından görüntüler (Orijinal)..... 17
Şekil 4. 1. Rubygem çilek çeşidinde sulama düzeylerinin, bazı su stresi azaltıcı uygulamaların yaprak alanı üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)…….. 19
Şekil 4. 2. Rubygem çilek çeşidinde farklı sulama düzeyi ve uygulamalarının bitkinin toprak üstü taç yaş ağırlığı üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)…….. 19
Şekil 4. 3. Rubygem çilek çeşidine uygulanan su düzeyleri ve kimyasal solüsyonların bitki taç kuru ağırlığı üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)…….. 20
Şekil 4. 4. Rubygem çilek çeşidinde sulama düzeylerine uygulanan iyileştirici kimyasalların kök yaş ağırlıkları üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)…….. 21
Şekil 4. 5. Rubygem çilek çeşidinin sulama düzeyleri ve kimyasal uygulamalarının kök kuru ağırlıklarına göstermiş olduğu etkiler (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir). 21
Şekil 4. 6. Rubygem çeşidinintüm tüm bitki yaş ağırlığına sulama düzeylerinin ve kimyasal solüsyonlarının etkileri (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)…… 22
Şekil 4. 7. Rubygem çilek çeşidinin tüm bitki kuru ağırlığına farklı sulama düzeylerin ve uygulanan kimyasal solüsyonların etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)……..**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
Şekil 4. 8. Rubygem çilek çeşidinin yaprak oransal nem içeriğine sulama düzeylerinin ve iyileştirici kimyasal uygulamaların etkileri (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)…….. 25
Şekil 4. 9. Sulama düzeyleri ile kimyasal iyileştiricilerin Rubygem çilek çeşidinin prolin miktarı üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)…… 30
Şekil 4. 10. Rubygem çilek çeşidinde bazı kimyasal iyileştirici uygulamaların ve sulama düzeylerinin lipid peroksidasyon içeriği üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)…… 31
Şekil 4. 11. Rubygem çilek çeşidinde bazı kimyasal iyileştirici uygulamalarının ve sulama düzeylerinin yaprak fosfor içeriği üzerine etkisi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)…….. 34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Sulama düzeyleri ve uygulamaları ile oluşturulan kombinasyonlar 12
Çizelge 4.1. Su stresi iyileştirici kimyasal solüsyonlarınınRubygem çilek çeşidinde membran geçirgenliği üzerine etkisi 23
Çizelge 4.2. Sulama düzeylerinin Rubygem çilek çeşidinin membran geçirgenliği üzerine etkisi 24
Çizelge 4.3. Rubygem çilek çeşidinde kimyasal iyileştiricilerin klorofil içeriğine etkileri 27
Çizelge 4.4. Su stresini azaltıcı kimyasal solüsyonların Rubygem çilek çeşidinde klorofil içeriği üzerine etkisinin incelenmesi..... 27
Çizelge 4.5. Rubygem çilek çeşidinde sulama seviyelerinin yaprak sıcaklığı üzerine etkisinin incelenmesi 29
Çizelge 4.6. Rubygem çilek çeşidinde farklı sulama seviyeleri ve bazı kimyasal solüsyonların yaprak sıcaklığına olan etkisinin incelenmesi..... 29
Çizelge 4.7. Rubygem çilek çeşidinde sulama düzeylerinin bazı yaprak besin elementi içeriklerine etkileri..... 32
Çizelge 4.8. Rubygem çilek çeşidinde bazı su stresini azaltıcı uygulamaların yaprak besin elementine etkiler..... 33

SİMGELER DİZİNİ

Ha	Hümik asit
Si	Silikon
N	Azot
EC	Elektriksel iletkenlik
pH	Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir
P	Fosfor
K	Potasyum
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
S_1	Kontrol Grubunun % 100 Sulama Düzeyi
S_2	Kontrol Grubunun % 70 Sulama Düzeyi
S_3	Kontrol Grubunun % 40 Sulama Düzeyi
S_1 (% 100) + Ha	Kontrol Grubunun % 100 Sulama Düzeyi İle Hümik Asit Kombinasyonu
S_2 (% 70) + Ha	Kontrol Grubunun % 70 Sulama Düzeyi İle Hümik Asit Kombinasyonu
S_3 (% 40) + Ha	Kontrol Grubunun % 40 Sulama Düzeyi İle Hümik Asit Kombinasyonu
S_1 (% 100) + Si	Kontrol Grubunun % 100 Sulama Düzeyi İle Silikon Kombinasyonu
S_2 (% 70) + Si	Kontrol Grubunun % 70 Sulama Düzeyi İle Silikon Kombinasyonu
S_3 (% 40) + Si	Kontrol Grubunun % 40 Sulama Düzeyi İle Silikon Kombinasyonu
S_1 (% 100) Ha + Si	Kontrol Grubunun % 100 Sulama Düzeyi, Hümik Asit İle Silikon Kombinasyonu
S_2 (% 70) Ha + Si	Kontrol Grubunun % 70 Sulama Düzeyi, Hümik Asit İle Silikon Kombinasyonu
S_3 (% 40) Ha+ Si	Kontrol Grubunun % 40 Sulama Düzeyi, Hümik Asit İle Silikon Kombinasyonu

1. GİRİŞ

Rosacaea familyasının *Fragaria* cinsine giren çilekte, çok fazla sayıda tür bulunmaktadır. Ancak, kültür çeşitlerinin büyük çoğunluğu *Fragaria x ananassa* türüne aittir (Gerdakaneh ve ark., 2010).

Yüksek bir adaptasyon yeteneğine sahip olan çilek, dünyada çok geniş bir alanda tarımı yapılan önemli bir meyve türüdür. Çilek; tropik, subtropik, ılıman ve soğuk iklim kuşaklarında farklı rakım ve gün uzunluğu özelliklerine sahip oldukça ekstrem sayılabilecek ekolojilerde açık alanda ve örtü altında çok geniş bir üretim alanı bulmuştur (Ağaoğlu ve Türemiş, 2013). Dünyadakine benzer şekilde ülkemizde de çilek tarımı oldukça değişik ekolojilerde yapılabilmektedir (Adak ve ark., 2018). Önceleri Akdeniz ve Ege sahillerinde açıkta ve örtü altında geniş ölçüde üretilen çilek, yeni çeşitlerin ve farklı yetiştirme tekniklerini kullanımı ile ülkemizin iç bölgelerinde de yaygın şekilde yetişmeye başlamıştır. Günümüzde çeşit özelliklerini dikkate alarak ülkemizin değişik bölgelerindeki açıkta ve örtü altındaki üretim teknikleriyle piyasaya yıl boyu taze çilek meyvesi sunabilmek mümkün olabilmektedir.

Çilek dünyada yüksek düzeyde üretim miktarına sahip meyve türüdür. FAO verilerine göre dünyada yaklaşık 9 120 000 ton olan çilek üretilmektedir. Bu üretim içerisinde Çin 3 800 000 ton ile ilk sırada yer almakta, 1 420 000 ton ile ABD, 468 000 ton ile Meksika ve 465 000 ton ile Mısır bu ülkeyi izlemektedir. Türkiye ise 415 000 tonluk çilek üretimiyle dünyada 5. sırada yer almaktadır (Anonim, 2016).

Meyvecilikte modern yetiştirme tekniklerinin kullanımı verim ve kalitede önemli artışlar meydana getirmiştir. Sulama ve gübreleme modern yetiştirme tekniğindeki en önemli öğeleri teşkil etmektedir. Çilek tarımında sulama ve gübrelemenin optimize edilmesi birim alandan elde edilen gelirde önemli artışlar oluşturmaktadır. Ancak, yetiştiricilik aşamasında bu iki öğede meydana gelecek olumsuzluklara ise çilek bitkisi çok çabuk tepki gösterebilmekte, yüksek düzeyde ürün ve kalite kayıpları ortaya çıkmaktadır (Gerdakaneh ve ark., 2010).

Dünya'da hızlı nüfus artışı, küresel iklim değişimi ve bunlarla ilişkili birçok faktör tarımda önemli bir kuraklık sorununun ortaya çıkarmasına yol açmaktadır. Bu sorunu aşmada ise kıt su kaynaklarının bitki yetiştiriciliğinde etkin şekilde kullanımına yönelik stratejilerin geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır (Adak ve ark., 2018).

Çilek yarı odunsu yapısı ve yüzeysel köklü bir bitki olması nedeniyle ihtiyaç duyduğu suyun karşılanamaması durumunda çok çabuk strese giren bir bitkidir (Adak ve ark., 2018). Çilek bitkisinin su stresine karşı gösterdiği tepki bitki büyüme evresine, su stresinin meydana geldiği mevsime, yetiştirme sistemine, bitki yetiştirme ortamına ve çeşitlere göre değişiklik göstermektedir. Nitekim sera koşullarında yetiştirilen çileklerin açık alanda yetiştirilenlerden daha duyarlı olduğu bildirilmiştir (Nezhadahmadi ve ark., 2015). Benzer şekilde su stresine, topraksız kültürde yetiştirilen bitkilerin topraklı ortamlardakilerden daha fazla hassasiyet gösterdikleri saptanmıştır (Adak ve ark., 2018). Abiyotik stres grubu içerisinde yer alan su eksikliğinin kısa sürede giderilememesi durumunda bitkide birçok olumsuzluklar meydana gelmektedir. Su stresi çilekte, gelişme dönemine göre değişmekle birlikte bitkide morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler açıdan zararlanmalara neden olmakta ve sonuçta verim ve kalitede önemli kayıplar meydana gelmektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Su stresiyle karşılaşan bitkide birçok fizyolojik değişikliklerle birlikte çeşitli savunma mekanizmaları harekete geçmektedir (Kuşvuran ve ark., 2011). Suyun kısıtlı olduğu vegetatif dönemlerde bitki dokularında oksidatif stresin etkisiyle kloroplastta ışık yoğunluğuyla orantılı olarak ışık-klorofil etkileşimi oluşmaktadır (Farrant, 2000). Suyun azaldığı sırada bitki daha fazla su kaybetmemek için stomalarını kapatarak mevcut suyu korumaya çalışmaktadır (Türkan ve ark., 2005).Stomaların kapanmasıyla CO_2 alımında azalma meydana gelmektedir.Bu durum fotosentez fiksasyonu için gerekli olan CO_2 kısıtlanmasına yol açmaktadır (Chavez ve ark., 2003). Su kaybı hücre hacminin azalmasına, hücre öz suyu konsantrasyonunda artışa ve protoplazmada sürekli bir şekilde artan dehidrasyon meydana getirmektedir. Su stresinin neden olduğu yukarıdaki değişiklikler sonucunda bitkilerde gelişme ve kuru madde miktarı

azalmakta, hastalık ve zararlılara karşı duyarlılık artmakta, verimde ve kalitede kayıplar ortaya çıkmaktadır (Adak ve ark., 2018).

Bitkilerde su stresi serbest radikallerin birikiminin neden olduğu oksidatif strese yol açmaktadır. Bitkiler, oluşan oksidatif strese karşı ise bazı enzimatik ve enzimatik olmayan savunma sistemleriyle karşı koymaktadır (Sanchez ve ark., 2010). Ancak, bu savunma sisteminin etkinliği bitki türüne, çeşidine, stres yoğunluğu ve süresi vb. gibi faktörlere göre değişmektedir (Bian ve Jiang, 2009).

Abiyotik stres içerisinde en büyük tehlike olarak karşımıza çıkan su stresinin olumsuzluğunun azaltılmasında dayanıklı genotip kullanılması günümüzde en geçerli yol olarak görülmektedir. Ancak çilek tarımında yüksek kaliteli çeşitlerin çoğu su stresine tolerans özelliğine sahip değildir (Caruso ve ark., 2008). Bu nedenle, yetiştiricilikte sürdürebilirliği sağlayabilmek için yetiştirme tekniğinde su stresinin etkisini azaltıcı bazı uygulamalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bunlar arasında ekim dikim zamanlarının ayarlanması, malç uygulaması, bazı mikroorganizma uygulamaları, yetiştirme ortamındaki ve bitkideki nem kayıplarının azaltılmasına yönelik gübre uygulamaları sayılabilir (Delfine ve ark., 2005; Muscolo ve ark., 2007; Jaleel ve ark., 2009; Jing-min ve ark., 2010; Desoky ve ark., 2018).

Hümik asit (HA) gibi bazı organik ürünlerin bitkiye uygulanması, sulama aralıklarında azalmaya ve su kullanım randımanında artışa neden olmaktadır. Bu uygulama bitkiler üzerindeki su stresinin etkisini azaltmaktadır (El Nemr ve ark., 2012). Hümik asit, bitki büyüme uyarıcısı veya toprak düzenleyici olarak uygulanabilen potasyum humatlara dayalı bir süspansiyondur (Muscolo ve ark., 2007). Toprağın fiziksel özelliklerini, iyon değişim kapasitesini ve su tutma kapasitesini artırmaktadır. Bu nedenle, bitki büyümesini iyileştirerek, bitkilerin kuraklığa karşı direnmelerine yardımcı olmaktadır (Canellas ve ark., 2009). Ayrıca, su stresi altındaki bitkilere yapılan hümik asit uygulamasının bitkinin su alım yeteneğini, fotosentez kapasitesinive antioksidan miktarını artırdığı bildirilmektedir (Cordeiro ve ark., 2011).

Tarımsal verimliliği çevresel faktörlerden en fazla su stresi etkilemektedir. Su stresine karşı bitkinin direncini arttırmak için birçok alternatif yöntemler araştırılmıştır (Doncheva ve ark., 2009). Su stresinin olumsuz etkisini azaltmada alternatif yöntem olarak silikon gübrelemesi uygulamaları giderek önem kazanmaktadır. Silikonun zararlı çevre faktörlerine karşı bitki direncini arttırmada çok önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Si, biyotik ve abiyotik stres altında büyüyen bitkiler için yararlı bir element olarak kabul edilmektedir (Savvas ve ark., 2009).

Bu çalışmada, Rubygem çilek çeşidinde, tüplü taze fide kullanımıyla sonbahar - kış döneminde yapılan yetiştiricilik programında topraksız kültür şartlarında su stresi altında bulunan bitkilere yapılan hümik asit ve silikon uygulamalarının, bitkinin bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinde meydana getirdiği etkilerin incelenmesi amaçlanmıştır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Su stresi, bitkilerde büyümeyi sınırlandıran en önemli stres faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitkinin gelişim dönemine göre değişmekle birlikte, su stresi meyve verim ve kalitesinde büyük kayıplar oluşturabilmektedir. Su stresi gerek tek başına ve gerekse diğer stres faktörleriyle kombine olarak bitkilerde birçok morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişiklere neden olmaktadır. Aynı zamanda su stresinin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik olarak birçok yöntem ve uygulama bulunmaktadır. Aşağıda, bu kapsamda yapılan araştırma sonuçlarıyla ilgili bilgiler verilmiştir.

Kaynaş ve Eriş (1998), üç farklı nektarin çeşidinde (Nemaguard/ Independence, Nectared-4 ve Nectared-8) sera koşullarında bitkilere faydalı suyun % 100, % 75, % 50 ve % 25'ini uygulayarak oluşturdukları kuraklık koşullarının bazı biyokimyasal özellikler üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Kuraklık stesindeki artışla birlikte bitkilerde, yaprak toplam şeker içeriğinde yükselme ve toplam nişasta, klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil miktarlarında ise azalmalar olduğunu belirlemişlerdir.

Pilanalı ve ark. (2001), sera şartlarında Douglas çilek çeşidine iki farklı formda hümik asit uygulamışlardır. Katı formdaki hümik asit dikimden önce, sıvı formdaki humik asit uygulaması ise damla sulama ile birlikte vermişlerdir. Hümik asit uygulamalarının meyvedeki şeker içeriği ve topraktaki besin elementi arasındaki ilişkiyi etkilediğini, ancak indirgenmiş şeker oranına etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Voogt ve Sonneveld (2001), topraksız tarımda bahçe bitkilerine Si uygulamasının etkisini araştırmışlardır. Hıyar, kavun, kabak, çilek, fasülye ve gülde Si ilavesinin sonucu olarak, kök gelişiminde olumlu yönde etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Si alımının bitkideki Mn dağılımını etkileyerek, Mn toksisitesinde hafifletici yönde etkiler ortaya çıkardığı saptanmıştır.

Neri ve ark. (2002), Onda çilek çeşidinde çiçeklenmeden meyve olgunlaşmasına kadar geçen evrede haftada bir yapraktan hümik asit uygulamışlardır. Araştırmacılar, hümik asidin yüksek fotosentetik pigment biriktirdiğini ve fotosentez etkinliğini uyardığını tespit etmişlerdir.

Korkmaz ve Bolat (2005), Muir çilek çeşidinde değişik yoğunlukta gölge ve sulama düzeyi uygulamalarının bazı bitki ve meyve özellikleri üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Meyve iriliği, yaprak alanı ve yaprak klorofil içeriği gölge ve su düzeyi arttıkça yükseldiği, yaprak membran permeabilite değerinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, uygulamaların meyvenin SÇKM, asit kapsamı ve pH'sı ile bitki kök yaş ağırlığı, taç yaş ve kuru ağırlıkları üzerine ise değişik etkilerinin olduğunu saptamışlardır.

Kanto ve ark. (2006), Toyonoka (aşırı duyarlı) ve Sachinoka (duyarlı) çilek çeşitlerinde çözünür silikon formu (sıvı potasyum silikat) uygulamasının küfe karşı reaksiyon direncini incelemişlerdir. Silikon uygulamasının, hastalığı önlemekten ziyade, hastalığın etkisini azalttığını bulmuşlardır. Çileğin yaprak sertliği incelendiğinde ise 2 yıl gibi sürede, kontrol ile silikon uygulanmış yaprak arasında önemli bir fark olmadığını bulmuşlardır.

Ghaderi ve Siosemardeh (2011), çilek çeşidine dört farklı kuraklık stresi uygulamasının bazı fizyolojik parametrelere olan etkisini incelemişlerdir. Topraktaki mevcut su miktarındaki azalmanın çeşitte yaprak oransal su içeriği, membran stabilite indeksi, CO_2 asimilasyon oranı, stoma iletkenliği, transpirasyon, protein, çözünebilir karbonhidrat miktarı ve klorofil düzeylerinde azalmalar meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Orta kuraklık stresinin gaz alışverişini etkilediğini, şiddetli kuraklık stresinin ise klorofil, prolin ve çözünür karbonhidrat seviyeleri üzerinde etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Shehata ve ark. (2011), topraktan humik asit uygulamasının Festival çilek bitkisine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, kompost gübre uygulanmış arazilerde genellikle bitki boyu ve meyve ağırlığının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Mineral gübre ile karşılaştırıldığında, toplam verimde artışlar olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, kompost gübresi uygulamasından toplam suda çözünebilir kuru madde ve antosiyanin miktarı yüksek olan meyveler elde etmişlerdir.

Duman (2013), *Solanummuricatum* fidelerine kuraklık stresi uygulamış ve stresin etkilerini incelemiştir. Bu çalışmada sadece kontrol bitkileri tarla kapasitesi düzeyinde sulanmış, diğer stres gruplarına ise su verilmeyerek bitkiler kuraklık stresine maruz bırakılmıştır. Kuraklık stresi altındaki bitki yapraklarından değişik aralıklarla örnekler alınmıştır. Araştırıcı, kuraklık stresi uygulamalarının yaprak oransal su içeriğini, klorofil a ve b, karotenoidler, toplam klorofil miktarı, klorofil a/b oranını azalttığını, toplam fenolik bileşikler ve prolin düzeylerinde ise artışlar meydana getiridiğini tespit etmiştir.

Bolat ve ark. (2014), su stresinin M9 elma ve QA ayva anaçlarında bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırıcılar, anaçlara; % 100 (kontrol), kontrolün % 75'i ve kontrolün % 50'si olacak şeklinde sulama uygulamaları planlanmışlardır. Uygulama yapılan anaçlarda su stresinin artmasıyla yapraktaki prolin, katalaz ve peroksidaz aktivitesinde artış, bitki kuru ağırlık, yaprak oransal su içeriği ve klorofil içeriklerinde azalmalar meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca; her iki anaçta da su stresinin, aşı başarısında önemli düzeyde düşüşler meydana getirdiğini belirlemişlerdir.

Rajashekar ve Panda (2014), çilek bitkisinde su stresinin soğuk aklimasyon ve donma toleransı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bitkileri 2 hafta boyunca tipik soğuk alıştırma işlemine tabi tutmuşlardır. Su stresi uygulanan bitkiler donmaya karşı yaklaşık 14 ºC ile -20.7 ºC arasında tolerans gösterirken, su stresi uygulanmayanlarda ise yalnızca 5 ºC 'ye kadar toleransının arttığını bulmuşlardır. Bu da soğuğa alıştırma sırasında su stresinin önemli bir etmen olduğunu ve hem düşük sıcaklık hem de su stresinden bağımsız olarak, soğuğa duyarlı genlerin indüklediğini belirlemişlerdir. Böylece, her iki faktörün de soğuk aklimasyon sürecinin temel unsurları olduğunu ve çilek bitkilerinde donma toleransının tetiklenmesinde önemli bir etken olduğunu bulmuşlardır.

Tehranifar ve Ameri (2014), Camarosa (*Fragaria* × *ananassa*) çilek çeşidinde humik asit gübresinin besin alımı ve fizyolojik özellikleri üzerinde etkisini araştırmışlardır. Hümik asidi iki farklı uygulama yöntemi (fertigasyon ve sprey) ile farklı konsantrasyonlar şeklinde (0, 10, 20, 30 ve 40 ppm) uygulamışlardır. Yapılan incelemeler sonucunda en yüksek protein ve azot miktarının fertigasyonda 20 ppm konsantrasyonunda ve en yüksek fosfor ile potasyum miktarının ise 10 ppm konsantrasyonda olduğunu tespit etmişlerdir.

Savvas ve Ntatsi (2015), bazı ticari öneme sahip bitkilerde; Si uygulamasının abiyotik streslere, hastalıklara ve patojenlere karşı direnç mekanizmalarını incelemişlerdir. Silikonun, tuz, kuraklık ve besin stresini hafiflettiğini, aynı zamanda iklim koşullarına bağlı stres, metal ve metaloid toksitelerini en aza indirdiğini ve bitki yaşlanma süreçlerini geciktirdiğini elde etmişlerdir.

Canellas ve ark. (2015), hümik maddelerin bahçecilik tarımına etkisini incelemişlerdir. Yapılan araştırmada, besin alımı ve asimilasyon dağılımı ile ilgili olarak kök ve sürgünlerdeki yapısal ve fizyolojik değişikliklerle karakterize olduğunu elde etmişlerdir. Ayrıca, abiyotik stresin bitki primer ve sekonder metabolizmasını olumlu yönde etkilediğini bulmuşlardır.

Bolat ve ark. (2016), su stresinin Myrobolan 29 C erik anacına aşılı olan kayısı ve erik çeşitlerinde bazı özelliklerine ve aşı başarısı üzerine etkisini incelenmişlerdir. Araştırıcılar, üç farklı su stresi seviyesi uygulamışlardır. Orta ve şiddetli su stresinde sürgün boyu, çapı, kesit alanı, bitki yaş ve kuru ağırlığında azalmalar, peroksidaz, fenol ve prolin miktarlarında ise artışlar tespit etmişlerdir.

Adak ve ark. (2018), Camarosa, Albion, Amiga ve Rubygem çilek çeşitlerine iki farklı sulama rejimi uygulamışlardır. Çeşitler arasında karşılaştırma yapıldığında Albion çeşidi toplam fenol, toplam antosiyanin, antioksidan aktivite ve şeker içeriği bakımından en yüksek değerlere sahipken, diğer çeşitlerin bazılarında biyokimyasal özelliklerin çoğu stres koşullarından olumsuz şekilde etkilediğini tespit etmişlerdir. Araştırıcılar, stres koşullarının, antioksidan miktarını arttırdığınıbelirlemişlerdir.

Albion ve Rubygem'in stres koşullarına karşı daha toleranslı olduğunu ve en düşük verimin Amiga çeşidinde meydana geldiğini saptamışlardır.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma, 2017 yıllında (Eylül-Aralık) Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait araştırma ve uygulama serasında (cam serada) yürütülmüştür (Şekil 3.1). Materyal olarak Rubygem çilek çeşidine ait tüplü fideler ve yetiştirme ortamı olarak ise torf kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü alandan bir görüntü (Orijinal)

Denemede bitkisel materyal olarak Rubygem çeşidi kullanılmıştır. Rubygem bir kısa gün çilek çeşititir. Meyveleri orta irilikte olup bakım şartlarına göre değişkenlik göstermektedir. Çanak yaprakları iri parçalı, meyve dış rengi parlak koyu kırmızı, meyve eti sert-kırmızı ve yola dayanımı iyiolan ekonomik değeri yüksek bir çeşittir. Yüksek aromalı, tatlı, şeker asit dengesine sahip, meyveleri sulu ve orta iriliktedir. Mevsimsel yağmur zararlarına karşı dayanımı orta derecede külleme hastalığına duyarlı, fusarium solgunluğuna ve antraknoza karşı ise dayanıklıdır (Ağaoğlu ve Türemiş, 2013).

Araştırmada EC'si 35 mS/m, pH'sı 6.5 ve 1.0 kg/m³'de 14:10:18 oranlarında N:P:K bulunan olan torf yetiştirme ortamı olarak ve % 22'lik hümik asit ve silikon (sodyum silikat) ise besin solüsyonu olarak kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Araştırmada Rubygem çilek çeşidine ait homojen boyutlardaki tüplü fideler kullanılarak, içleri torf ile doldurulan 5lt'lik saksılara (13.09.2017) dikilmiştir. Fidelerin ortama alışma aşamasına kadar ki yaklaşık 4 haftalık dönemde tüm bitkilere eşit sulama uygulaması yapılmıştır.

Su stresi, hümik asit ve silikon uygulamalarını kapsayan deneme programına 10 Ekim 2017 tarihinde başlanmış (bitkiler yaklaşık 4-5 yapraklı dönemde iken) ve 7 Aralık 2017 tarihinde ise deneme sonlandırılmıştır. Denemede kontrol, hümik asit, silikon, hümik asit+silikon olmak üzere 4 uygulama ve her tekerrüre 3 farklı sulama düzeyi uygulanmıştır (Kaya ve ark., 2006; Shen ve ark., 2009; Shen ve ark., 2010; Desoky ve ark., 2018). Her tekerrürde 4 bitki olmak üzere, her su seviyesinde 16 bitki kullanılmıştır. Deneme süresi boyunca tüm bitkilere eşit düzeyde gübre ve kültürel işlemler (çiçeklerin ve kolların koparılması, ilaçlama vs.) uygulanmıştır.

Denemede uygulanacak sulama programı ve sulama aralığının belirlenmesinde kontrol grubundaki (% 100'lük) saksılar tartılarak saksılardaki topraktan örnekler alınmıştır. Alınan toprak örneğinin saksı kapasitesi (%), solma noktası (%) ve nem (%) değerleri ayrı ayrı elde edilmiştir. Faydalı nem ağırlığı için öncelikle saksı kapasitesi ağırlığı ve saksı solma noktası ağırlığı hesaplanarak bulunmuş, bu doğrultuda faydalı nem dikkate alınarak sulamalar yapılmıştır (Düzdemir, 2009). Sulama zamanı olarak faydalı nemin % 40'ının tüketildiği seviye esas alınmıştır.

Bitkilerde su stresinin etkisini incelemek amacıyla 3 farklı sulama düzeyi (S1=Saksı kapasitesinde sulama, S2= S1'everilen suyun % 70'nin kullanımı, S3=S1'e verilen suyun % 40'ının kullanımı) kullanılmıştır. Tüm deneme bitkilerine 15' er günlük aralıklarla eşit düzeyde gübreleme (%: N, 16; P_2O_5, 8; K_2O, 24; Mg, 2; SO_4, 4; Na, 0.001; Fe, 0.02; Zn, 0.002; Cu, 0.002; B, 0.01; Mn, 0.01; Mo, 0.001) programı

uygulanmıştır. Ayrıca, bazı gruplardaki bitkilere aynı dönemlerde sulama suyu ile birlikte 25 ppm'lik hümik asit ve 2.5 ppm'lik silikon uygulamaları yapılmıştır (Kaya ve ark.,2006; Shen ve ark., 2009; Shen ve ark., 2010; Desoky ve ark., 2018). Uygulamalarla ilgili ayrıntılı bilgi Çizelge 3.1.' de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Sulama düzeyleri ve uygulamaları ile oluşturulan kombinasyonlar

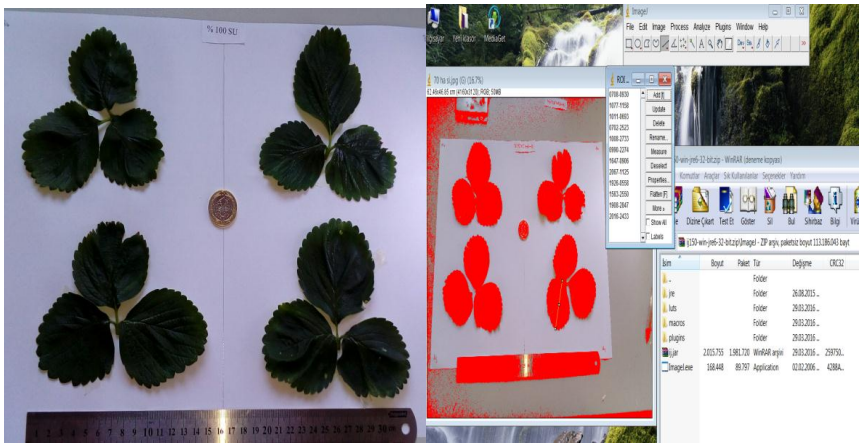
Uygulama Kombinasyonları	Kontrol	Ha	Si	Ha+Si
S_1 (%100)	+	-	-	-
S_2 (%70)	+	-	-	-
S_3 (%40)	+	-	-	-
S_1 (% 100) + Ha	-	+	-	-
S_2 (% 70) + Ha	-	+	-	-
S_3 (% 40) + Ha	-	+	-	-
S_1 (% 100) + Si	-	-	+	-
S_2 (% 70) + Si	-	-	+	-
S_3 (% 40) + Si	-	-	+	-
S_1 (% 100) Ha + Si	-	-	-	+
S_2 (% 70) Ha + Si	-	-	-	+
S_3 (% 40) Ha + Si	-	-	-	+

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 x 3 faktöriyel düzeni şeklinde yürütülmüştür. Çalışmada su stresinin 3 farklı seviyesi (S_1, S_2ve S_3) ile su stresini iyileştirme uygulamalarına yönelik 4 farklı muamele (Kontrol, Ha, Si ve Ha+Si) kullanılmıştır. Her muamele dört tekerrürlü ve her tekerrürde bir bitki olacak şekilde düzenlenmiştir. 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 alanının (cm²) belirlenmesi

Araştırmada kullanılan bitkilerin yaprak alanı, deneme sonunda olgunlaşmış yapraklardan alınan örneklerde ImageJ programı aracılığıyla belirlenmiştir (Şekil 3.2). Önce yaprakların fotoğrafı çekilmiş, çekilen fotoğraflar bilgisayarda ImageJ programına aktarılmış ve yaprak alanı cm² cinsinden hesaplanmıştır. Ölçümler, her uygulamaya ait bitkilerden şansa bağlı olarak seçilen trifoliat yapraklarda yapılmıştır (Klamkowski ve Treder, 2008).



Şekil 3. 2. Çilek bitkisinin ImageJ programında yaprakalanının belirlenmesi (Orijinal)

3.2.1.2.Bitki yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

3.2.1.2.1. Taç yaş ve kuru ağırlığının belirlenmesi

Deneme sonunda saksılardan sökülen bitkileriyice temizlendikten sonra, hassas terazide tartılan toprak üstü bölümlerinin taze ağırlığı yaş ağırlık olarak, 65-70 ºC'deki etüvde 48 saat tutulduktan sonraki ağırlıkları ise kuru ağırlık olarak (Şekil 3.3) belirlenmiştir (İpek ve ark., 2014).



Şekil 3. 3. Çilek bitkisinin söküm işlemleri, yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi (Orijinal)

3.2.1.2.2. Kök yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Deneme sonunda saksılardan sökülen bitkilerin toprak altı bölümleri iyice yıkanıp temizlendikten sonra, hassas terazide tartılarak toprak altı bölümlerinin kök yaş ağırlığı, 65-70 °C'deki etüvde 48 saat tutulduktan sonraki ağırlıkları ise kök kuru ağırlık olarak belirlenmiştir (İpek ve ark., 2014).

3.2.1.2.3. Tüm bitki yaş ve kuru ağırlığının belirlenmesi

Deneme sonunda saksılardan sökülen bitkilerin toprak üstü ve toprak altı bölümleri iyice yıkanıp temizlendikten sonra, hassas terazide tartılarak tüm bitki yaş yaş ağırlığı, 65-70 °C'deki etüvde 48 saat tutulduktan sonraki ağırlıkları ise tüm bitki kuru ağırlık olarak belirlenmiştir (İpek ve ark., 2014).

3.2.2. Fizyolojik ölçümler

3.2.2.1. Membran geçirgenliğinin belirlenmesi

Deneme sonunda tüm uygulama saksılarındaki bitkilere ait gelişmesini tamamlamış yapraklardan 0.5 g alınıp 20 mL saf su içerisinde 40 °C'de 30 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC_1 değeri ölçülmüştür. Daha sonra 100 °C' de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC_2 değeri ölçülerek bitkilerinmembran geçirgenliği değerleri ((EC_1 / EC_2) x 100) formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Lutts ve ark., 1996).

3.2.2.2. Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi

Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi için her bir saksıdan alınan yaprak diski örneklerinin yaş ağırlıkları belirlenmiş, örnekler daha sonra hava almayan petri kaplarının içerisine koyulmuştur. Petri kaplarının üzerine 100 mL su koyularak 24 saat boyunca bekletilmiştir. Bekletilen yaprakların turgor ağırlıkları alındıktan sonra, 65-70 °C'de 48 saat etüvde tutulup, sonrasında kuru ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Yaprak oransal su içeriği hesaplamasında, yaprakların turgor ağırlığından; önce yaprak yaş ağırlıkları, daha sonra yaprak kuru ağırlıkları çıkartılıp, elde edilen değerler bölünerek 100 ile çarpılmıştır (Sanchez ve ark., 2004).

3.2.2.3. Stoma iletkenliğinin belirlenmesi

Stoma iletkenliği, uygulama gruplarına ait her saksıdaki bitkilerde tesadüfî olarak seçilen gelişimini tamamlamış yaprakların aynı konumlarından "Leaf Porometer" cihazı ile saat 12.00-14.00 arasında yapılan ölçümlerle belirlenmiştir (Kuşçu, 2006). Stoma iletkenliği mmol m^{-2} s^{-1} şeklinde ifade edilmiştir.

3.2.2.4. Klorofil miktarının belirlenmesi

Yapraktaki klorofil miktarları uygulama gruplarındaki yaprak örneklerinde SPAD değeri SPAD-502 Plus (Konica Minolta Optics, Inc., Tokyo, Japan) cihazı ile ölçülmüştür. Aynı yönde olan her bitkiden trifoliat yaprağın ayasının orta kısmından iki ölçüm yapılmış, daha sonra elde edilen ölçüm değerlerinin ortalamaları alınarak hesaplanmıştır (Khan ve ark., 2004).

3.2.2.5. Yaprak sıcaklığının belirlenmesi

Ölçümler güneşli günlerde ve bulutların güneşi engellemediği öğle saatlerinde infrared termometre ile yapılmıştır (Mancuso ve Azzarello, 2002).

3.2.3. Biyokimyasal analizler

3.2.3.1. Prolin belirlenmesi

Yaprak prolin içeriği Bates ve ark. (1973)'nın bildirdiği yönteme göre yapılmıştır. 0.5 g taze yaprak örneği sülfosalisilik asit (5 mL % 3'lük) ile homojenize edilmiştir. Sonra örnekler Whatman filtre kâğıdından geçirilmiştir. 2 mL ekstrakt alınarak, üzerine 2 mL asit anhidrin ve 2 mL'de glasiyal asetik asit eklenmiştir. Karışım önce 1 saat 100 ˚C su banyosunda ve sonra da 5 dakika buz banyosunda bekletilmiştir. Reaksiyon karışımına toluen (5 mL) ilave edilerek, vortex ile 15-20 saniye karıştırılmış, iki faz oluşması için bir süre bekletilmiştir. Üst faz mikropipet yardımı ile alınarak absorbans değerleri spektrofotometrede 515 nm'de saf toluen kontrolüne karşı okunmuştur (Şekil 3.4). Örneklerden elde edilen sonuçlar, L-prolin standardından elde edilen sonuçlar ile kıyaslanmıştır. Prolin miktarı $\mu g\ g^{-1}$ taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.



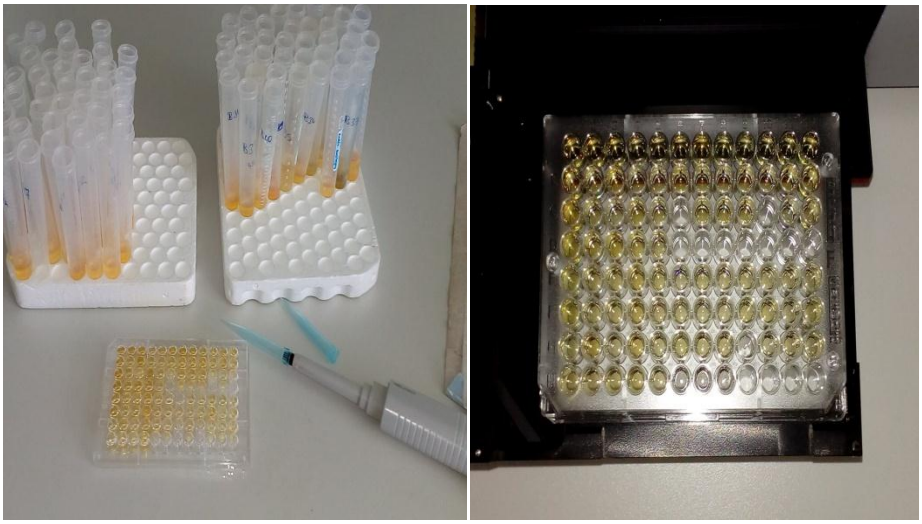
Şekil 3. 4. Prolin analizinin yapım aşamasından görüntüler (Orjinal)

3.2.3.2. Lipid peroksidasyonun belirlenmesi

Uygulamaların yaprak malondialdehit (MDA) içeriği üzerine oluşturduğu etkilerin belirlenmesinde Sariam ve Saxena (2000)'nın belirttiği yöntem kullanılmıştır. Çilek bitkisinin yapraklarından alınan 0.5 g taze yaprak % 0.1'lik 10 mL trikoloroasetik asit (TCA) içinde homojenize edilmiş ve elde edilen ekstrakt 15 000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra bu ekstraktan 1 mL alınarak üzerine 4 mL % 20'lik TCA içerisinde çözünmüş % 0.5'lik thiobarbiturik asit (TBA) ilave edilerek 30 dakika 95 ˚C'de su banyosunda tutulmuş ve sonrasında buz banyosunda soğutulmuştur. Son karışım tekrar 10 000 rpm' de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra karışım 532 nm ve 600 nm dalga boyunda spektrofotometrede absorbans okumaları yapılarak elde edilen değerler µg g^{-1} nmol/g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.5).

3.2.3.4. Bitki besin elementi analizi

Deneme sonunda alınan yaprak örnekleri bekletilmeden laboratuara getirilmiş ve ilk olarak musluk suyu ile dikkatlice yıkanmış ve daha sonra üç kez saf sudan geçirilmiştir. Yaprak örnekleri kurutma kâğıdı ile kurulanmış ve 65-70 ºC'ye ayarlanmış etüvde 48 saat bekletilmiştir. Daha sonra bitkiler öğütülmüş ve şişelere konulup, etiketlenerek, analize hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3. 5. Lipid peroksidasyon analizinin yapım aşamasından görüntüler (Orijinal)

3.2.4.1. Toplam N

Bitki örneklerinde N analizi Kjeldahl destilasyon yöntemiyle yapılmış (Bremner, 1965) ve yaprakların N içerikleri % olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.2. Toplam P

Yaprak örneklerinde yaş yakma yöntemi kullanılarak ekstraklar elde edilmiş ve fosfor içeriği Vanadomolibdo Fosforik Sarı Renk Yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Toplam P miktarı % olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.2.Toplam K, Ca ve Mg

Yaprak örneklerinde, makro elementlerinden toplam K, Ca ve Mg içeriklerinin tespiti için numuneler önce nitrik asit: perklorik asit (HNO_3: $HClO_4$) (4:1) karışımında yakılmış ve saf su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Daha sonra hazırlanan yaş yakma ekstraktında K, Ca ve Mg iyonları ICP cihazında okunmuştur. Yapılan hesaplamalar sonrasında elde edilen sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Kaçar ve İnal, 2008).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Morfolojik Ölçümler

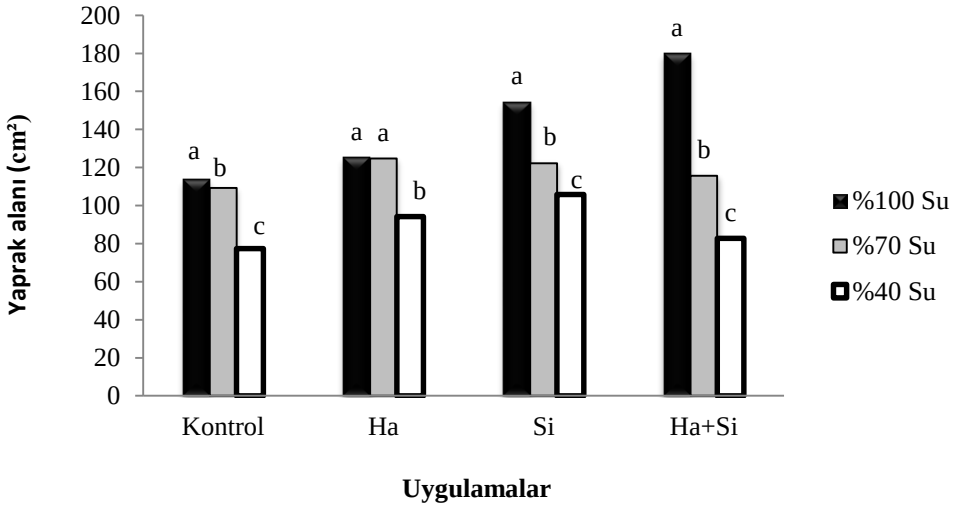
4.1.1. Yaprak alanı

Rubygem çilek çeşidinde su stresi ve bu stresi azaltmak amacıyla uygulanan (Ha, Si, Ha + Si) solüsyonların yaprak alanına etkileriyle ilgili bulgular Şekil 4.1' de verilmiştir. Sulama düzeyleri, kimyasal uygulamalar ve sulama düzeyi x kimyasal uygulamalar arasındaki interekrasiyonun yaprak alanı üzerindeki etkileri istatistiki olarak ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Yaprak alanında en düşük değerler % 40'lık (77.35 cm²), en yüksek değerler ise % 100'lük (154.43 cm²) sulama düzeylerinde elde edilmiştir. Tüm kombinasyonlarda su stresindeki artışla birlikte, yaprak alanında azalma meydana gelmiştir. Hümik asit ve silikonun tek başına veya karışım halinde uygulanması, yaprak alanında su stresinin olumsuz etkisini azaltmış ve yaprak alanında artışlar meydana getirmiştir (Şekil 4.1). Diğer taraftan, farklı türlerde yapılan birçok çalışmada da su stresinin yaprak alanında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Nogues ve ark., 2000; Abdalla ve El-Khoshiban, 2007; Boutra ve ark., 2010; Karimi ve ark., 2012). Diğer taraftan birçok araştırıcı da farklı bitki türlerinde Ha ve/veya Si uygulamalarının yaprak alanını arttırdığını belirlenmiştir. Yaprak alanı konusunda Rubygem çilek çeşidinde yürüttüğümüz bu çalışmadan sağlanan sonuçların, Arancon ve ark. (2004), tarafından farklı türlerde elde edilen bulgularla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

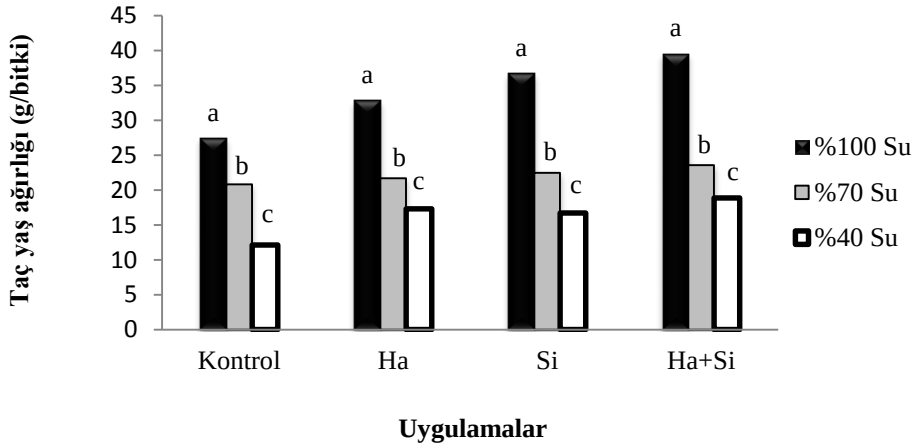
4.1.2. Bitki yaş ve kuru ağırlıkları

4.1.2.1. Taç yaş ve kuru ağırlığı

Bitkinin toprak üstü taç bölgesinin yaş ve kuru ağırlığı üzerine tüm uygulamaların ve bu uygulamalar arasındaki intenksiyonun etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 4.2). Uygulama kombinasyonlarında en yüksek taç yaş ağırlığı Ha+Si uygulamasının % 100 (39.49 g) sulama düzeyinde elde edilirken, en düşük değer ise kontrol uygulamasının % 40 (12.14 g) sulama düzeyinde elde edilmiştir (Şekil 4.2).

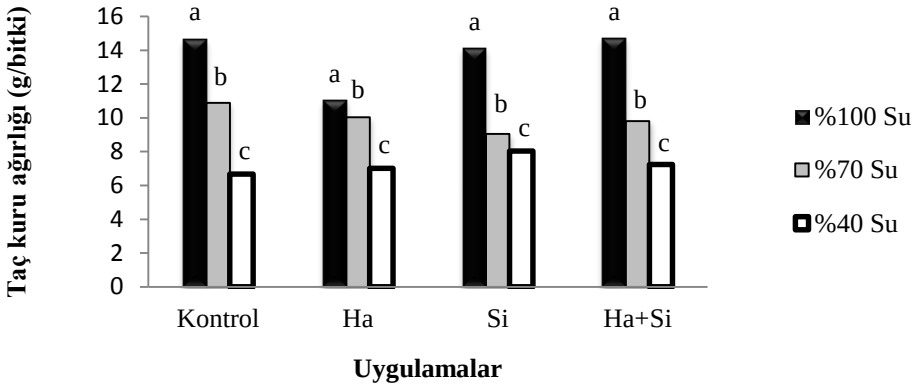


Şekil 4 1. Rubygem çilek çeşidinde sulama düzeylerinin ve bazı su stresi azaltıcı uygulamaların yaprak alanı üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)



Şekil 4. 2. Rubygem çilek çeşidinde farklı sulama düzeyi ve uygulamalarının bitkinin toprak üstü taç yaş ağırlığı üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)

Toprak üstü taç kuru ağırlığında ise yine sulama seviyeleri ve kimyasal uygulamalar ile bunlar arasındaki intenksiyonun etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Taç kuru ağırlığında su stresindeki artış ile birlikte azalma meydana gelirken, Ha ve Si uygulamaları bazı kombinasyonlarda taç kuru ağırlığını kontrol uygulamalarına göre kısmen artırarak, su stresi şiddetini hafifletici yönde etkiler meydana getirdiği saptanmıştır (Şekil 4.3).

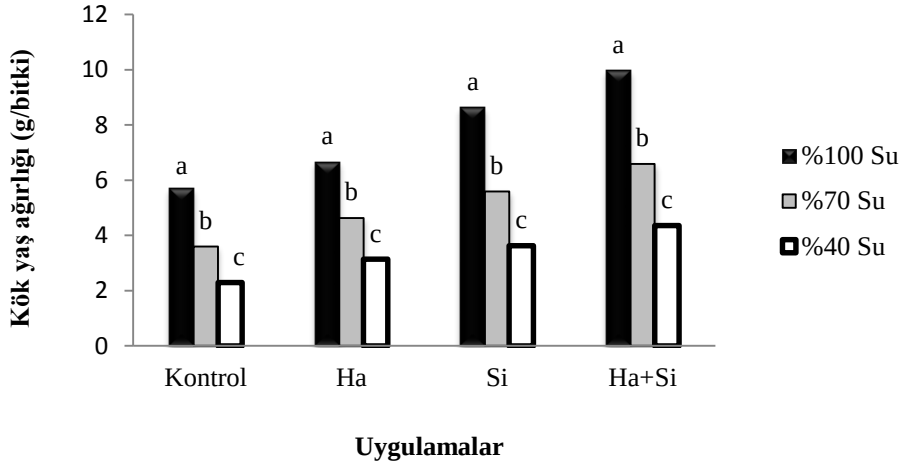


Şekil 4. 3. Rubygem çilek çeşidine uygulanan su düzeyleri ve kimyasal solüsyonların bitki taç kuru ağırlığı üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)

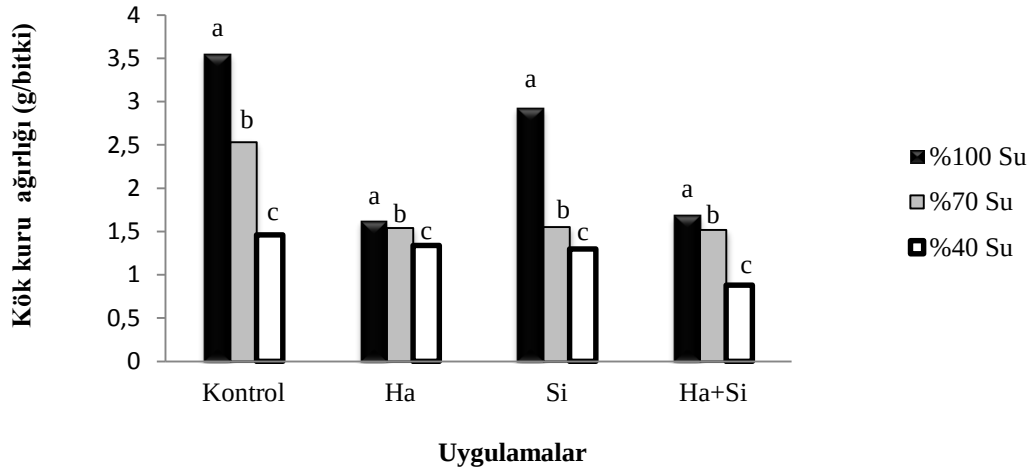
4.1.2.2. Kök yaş ve kuru ağırlığı

Kök yaş ağırlığı üzerine su düzeyi ve kimyasal solüsyonlar ile bunlar arasındaki intenksiyonun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.4). Kök yaş ağırlığında en yüksek değerler sırasıyla Ha+Si kombinasyonundan, en düşük değerler ise kontrol grubundaki uygulamalarda elde edilmiştir. Tüm uygulama gruplarında sulama düzeylerindeki azalışla birlikte kök yaş ağırlığının da azaldığı, Ha, Si ve Ha+Si uygulamalarının, kontrole göre bu olumsuzluğun etkisini giderici yönde reaksiyonlar gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.4).

Kök kuru ağırlığında farklı sulama düzeyleri, kimyasal solüsyonlar ve bunlar asasındaki interaksiyonun etkisinin istatistikî olarak önemli olduğu bulunmuştur (Şekil 4.5). Sulama düzeylerindeki azalış kök kuru ağırlığında azalma meydana getirmiştir. Diğer taraftan Ha, Si ve Ha + Si uygulamalarının bu özellik üzerinde kontrole göre dikkate değer bir artış oluşturmadıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4. 4. Rubygem çilek çeşidinde sulama düzeylerinin ve uygulanan iyileştirici kimyasalların kök yaş ağırlıkları üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)

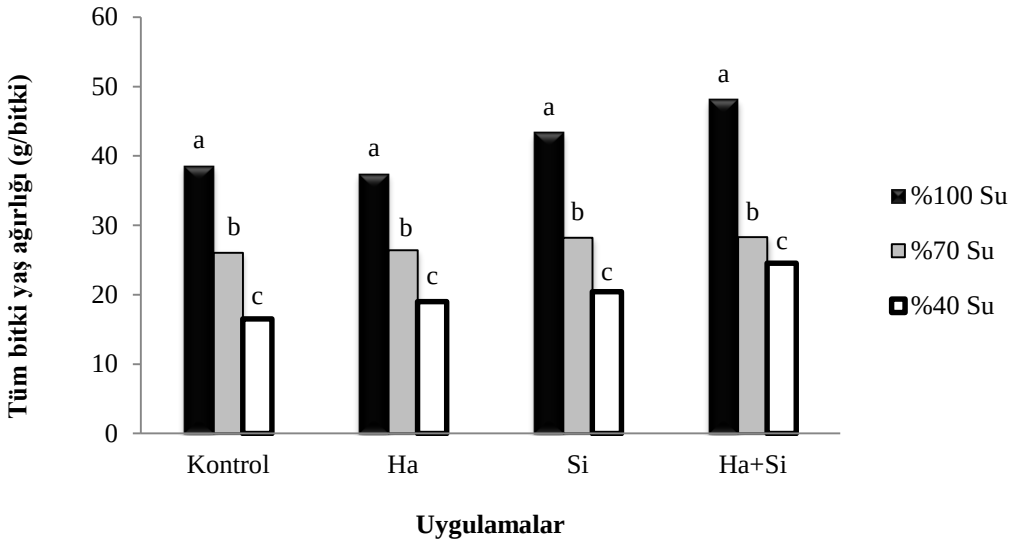


Şekil 4. 5. Rubygem çilek çeşidinin sulama düzeyleri ve kimyasal uygulamalarının kök kuru ağırlıklarına göstermiş olduğu etkiler (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)

4.1.2.3. Tüm bitki yaş ve kuru ağırlığı

Su stresi uygulanan Rubygem çilek çeşidinde tüm bitki yaş ağırlıkları incelendiğinde, sulama düzeylerinin, su stresi etkisini azaltıcı kimyasal solüsyonların ve bunlar arasındaki interaksiyonun etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Uygulama kombinasyonlarında tüm bitki yaş ağırlığındaki en yüksek değerler Ha+Si

kombinasyonun % 100 (48.14 g) sulama düzeyinden, en düşük değerler ise kontrol uygulamasının % 40 (16.51 g) sulama düzeyinden elde edilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Rubygem çeşidinintüm tüm bitki yaş ağırlığına sulama düzeylerinin ve kimyasal solüsyonlarının etkileri (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)

Tüm bitki kuru ağırlığına sulama düzeylerinin, kimyasal uygulamalarının ve interaksiyonun etkisinin önemli olduğu saptanmıştır (P<0.05). Şekil 4.7 incelendiğinde, tüm bitki kuru ağırlığı değerlerinin % 100'lük (17.67 g) sulama düzeyinden % 40'lık (7.55 g) sulama düzeyine doğru gidildikçe azaldığı, diğer taraftan Ha, Si ve Ha+Si uygulamalarının ise kontrole göre artış meydana getirdiği saptanmıştır. Nitekim tüm bitki kuru ağırlığında en yüksek değer Ha+Sikombinasyonun % 100 sulama düzeyinden, en düşük değer ise kontrol grubunda % 40'lık sulama düzeyinde elde edilmiştir.

Bitkinin su stresinde ihtiyacı olan suyu alamaması, vegetatif gelişiminde azalmalara neden olarak, bitki-kök yaş ve kuru ağırlıklarında düşüşlere yol açmaktadır (Kluge, 1976; Bertamini ve ark., 2006). Sulama düzeylerindeki azalmalar değerlendirildiğinde su stresinin bitki-kök yaş ve kuru ağırlıkların azalttığı bulunmuştur.

Benzer şekilde, (Rahman ve ark., 2002; Bertamini ve ark., 2006; Sivritepe ve ark., 2008; Efeoğlu ve ark., 2009; Boutraa ve ark., 2010; Emam ve ark., 2010; Hayatu

ve Mukhtar, 2010; Abbaspour ve ark., 2012; Filek ve ark., 2012; Karimi ve ark., 2012; Rezaei ve ark., 2012; Sayyari ve Ghanbari, 2012 ve Bolat ve ark., 2014) farklı bitkilerden elde ettikleri sonuçlarda su stresinin bitki-kökyaş ve kuru ağırlıklarını azalttığını saptamışlardır.

Öte yandan, farklı bitki türlerinde yapılan çalışmalarda Ha ve Si uygulamalarının su stresinin bitkiler üzerindeki olumsuz etkisini azaltıcı yönde reaksiyon gösterdiği bildirmiştir. Su stresi altındaki değişik bitki türlerinde yapılan Ha veya Si uygulamalarının bitki-kök yaş ve kuru ağırlıklarını arttırdığı belirlenmiştir (Cooper ve ark.,1998; Padem ve ark.,1999; Thi Lua ve Böhme, 2001; Arancon ve ark., 2004; Kaya ve ark., 2006; Shen ve ark., 2010; Desoky ve ark., 2018).

4.2. Fizyolojik Ölçümler

4.2.1. Membran geçirgenliği

Uygulamaların yaprak hücre membran geçirgenliği üzerine olan etkileriyle ilgili bulgular Çizelge 4.1' de verilmiştir. Membran geçirgenliği üzerine sulama düzeyleri vekimyasal uygulamaların etkileri istatistikî olarak önemli, bunlar arasındaki intenksiyonun etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Sulama düzeyindeki azalışın yol açtığı su stresi membran geçirgenliğinde artışa neden olmuştur. Nitekim % 100 sulama düzeyinde % 10.95 olan membran geçirgenliği değeri, % 40 sulama düzeyinde % 13.41'e yükselmiştir. Öte yandan su stresinin etkisini azaltma amacıyla yapılan Ha, Si ve Ha+Si uygulamalarında ise membran geçirgenliği değerlerinde kontrole göre önemli düzeyde azalmalar meydana geldiği saptanmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. Su stresi iyileştirici kimyasal solüsyonlarınınRubygem çilek çeşidinde membran geçirgenliği üzerine etkisi

Sulama düzeyleri	Membran geçirgenliği(*)
% 100	10.95 b
% 70	12.80 a
% 40	13.41 a

(*): Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemlidir

Çizelge 4. 2. Sulama düzeylerinin Rubygem çilek çeşidinin membran geçirgenliği üzerine etkisi

Uygulamalar	Membran geçirgenliği(*)
Kontrol	14.04 a
Ha	12.37 b
Si	11.97 c
Ha+Si	11.17 c

(*): Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemlidir

Su stresi hücre membranlarında zararlanmalara neden olarak, iyonların ortamlarının dışına sızmasına yol açmaktadır (Kuşvuran, 2010). Su stresinin şiddeti arttıkça hücre membran geçirgenliğinde de artışlar olmuştur. Çalışmamız da elde etmiş olduğumuz bulgular, (Chai ve ark., 2005; Cunhua ve ark., 2010; Patel ve ark., 2011; Karimi ve ark., 2012 ve Zonouri ve ark., 2014)'nın farklı bitki türlerinde elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

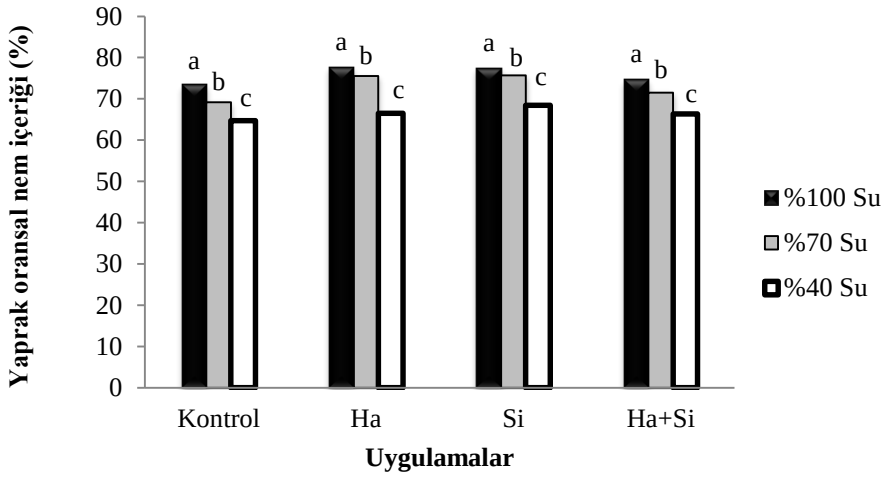
Diğer yandan membran geçirgenliğine hümik asit ve silikonun iyileştirici etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ha ve Si uygulamaları, su stresindeki bitkilerin membran geçirgenliğini azaltarak, ortama iyon akışına engel olduğu tespit edilmiştir. Su stresine maruz kalan farklı bitki türlerinde Ha ve Si uygulamalarının hücre membran geçirgenliğini azaltıcı yönde etki gösterdiğine ilişkin birçok çalışma bulunmaktadır (Agarie ve ark., 1998; Ma ve ark., 2001; Ma, 2004; Shen ve ark., 2010; Desoky ve ark., 2018). Rubygem çilek çeşidinde membran geçirgenliği konusunda elde etmiş olduğumuz bulgular, bu araştırıcıların sonuçlarıyla uyum içerisinde bulunmaktadır.

4.2.2. Yaprak oransal nem içeriği

Yaprak oransal nem içeriği üzerine sulama düzeyleri, kimyasal uygulamalar ve bunlar arasındaki interaksiyonun etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). Sulama düzeylerindeki azalış yaprak oransal nem içeriğinde düşüşe yol açarken,

kimyasal solüsyon uygulamaları çok yüksek oranlarda olmasada, kontrole göre yaprak oransal nem içeriğinde artış meydana getirerek, su stresinin meydana getirdiği olumsuzluğu bir ölçüde azaltmıştır (Şekil 4.8).

Su stresi uygulamasında bitkinin yeterli suyu alamaması, bitki hücresindeki turgorun kaybolmasına ve hücrelerde büzülmeye yol açmaktadır (Çırak ve Esendal, 2006b). Çalışmamızda su stresinin, yaprak oransal nemini azalttığı ve en yüksek değerin kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar, domateste, buğdayda ve çilekte yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir. (Rahman ve ark., 2002; Labri ve Mekliche, 2004; Ghaderi ve Siosemardeh, 2011). Ayrıca, su stresinin olumsuz etkisini ortadan kaldırmak amacıyla uyguladığımız Ha ve Si'un yaprak nem içeriğinde artışa yol açtığı saptanmıştır.

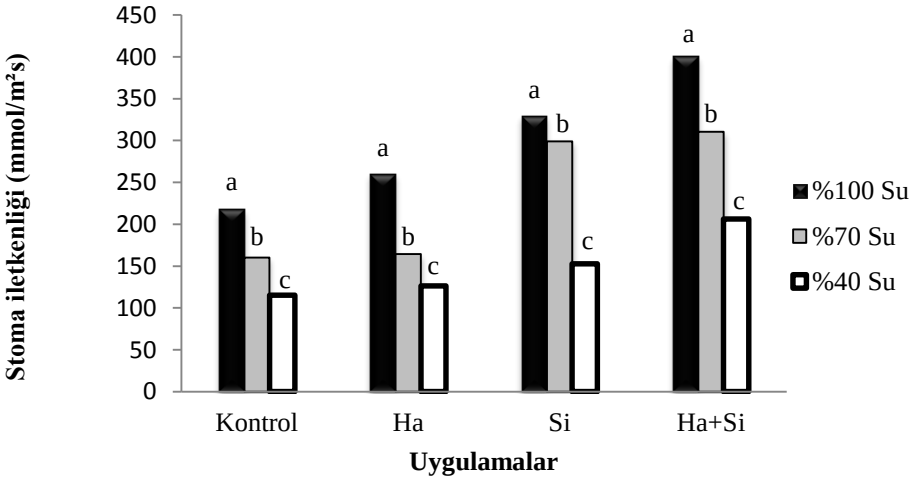


Şekil 4.7. Rubygem çilek çeşidinin yaprak oransal nem içeriğine sulama düzeylerinin ve iyileştirici kimyasal uygulamaların etkileri (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemlidir)

Benzer bulgular, farklı türlerde birçok araştırıcı tarafından da elde edilmiştir (Turk ve Hall, 1980; Sharp ve ark.,1990; Gwathmey ve ark., 1992; Hamidou ve ark., 2007; Gong ve Chen 2012; Ouzounidou ve ark., 2016).

4.2.3.Stoma iletkenliği

Yaprak stoma iletkenliği üzerine sulama düzeyleri azaltıcı yönde etkide bulunmuştur (Şekil 4.2.2). Sulama düzeyindeki azalışın neden olduğu su stresi, stoma iletkenliğinde istatistiksel olarak önemli düzeyde azalmalar oluşturmuştur. Diğer taraftan, Ha, Si ve Ha+Si uygulamaları ise stoma iletkenliğinde kontrole göre istatistiksel olarak önemli düzeyde artışlar meydana getirmiştir. Veriler incelendiğinde en yüksek stoma iletkenliğinin Ha+Si grubunda % 100 (400.47mmol $m^{-2}s^{-1}$) sulama düzeyinde elde edilirken, en düşük değer ise kontrolün % 40 (115.42mmol m^{-2} s^{-1}) sulama düzeyinde bulunmuştur (Şekil 4.9). Su stresinde,stomaların kapanması CO_2 girişini engellemekte ve karbon fiksasyonunu etkileyerek, bitkide fotosentezinin yavaşlamasına neden olmaktadır (Jaleel ve ark., 2009). Çalışmamızda, Rubygem çilek çeşidinde sulama düzeylerinin azalmalarına paralel olarak stoma iletkenliği değerlerinin de azaldığı bulunmuştur.



Şekil 4. 8. Rubygem çilek çeşidinde kimyasal uygulamalar ile sulama düzeylerinin stoma iletkenliği üzerine etkilerinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemlidir)

Farklı türlere ait birçok bitkide yapılan çalışmalarda, su stresinin stoma iletkenliği miktarında düşüşe neden olduğu saptanmıştır (Kuo ve ark., 1988; Mehri ve ark., 2009; Kuşvuran ve ark., 2010; Aghanejad ve ark., 2015). Diğer taraftan, bazı araştırıcılar su stresi altındaki bitkilerde Ha ve Si uygulamalarının stoma iletkenliğinde

artışlar meydana getirdiğini tespit etmişlerdir (Shen ve ark., 2010; Desoky ve ark., 2018).

4.2.4. Klorofil içeriği

Yaprak klorofil içeriği üzerine sulama düzeyi ve su stresini azaltıcı kimyasal solüsyonların etkileri istatistikî olarak önemli bulunurken, ikisi arasındaki interaksiyon ise önemsiz olmuştur. Sulama düzeyindeki azalış yaprak klorofil içeriğinde de düşüşe neden olmuştur. Nitekim sulama düzeylerinde en yüksek klorofil içeriği % 100'lük (48.25) düzeyde, en düşük değer ise % 40'lık (45.42) düzeyinde elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Diğer taraftan, Ha, Si ve Ha+Si uygulamaları kontrole göre yaprak klorofil içeriğinde artış meydana getirmiştir. Bunlar arasında en yüksek yaprak klorofil değerine Si uygulamasında ulaşılmıştır (Çizelge 4.4). Klorofil sentezi için suya ihtiyaç bulunmaktadır. Yeterli su düzeyi bitkide klorofil miktarını artırırken, su stresi ise klorofil miktarında azalmalara neden olmaktadır (Goss, 1973).

Çizelge 4. 3. Rubygem çilek çeşidinde kimyasal iyileştiricilerin klorofil içeriğine etkileri

Sulama düzeyleri	Klorofil(*) İçeriği
%100	48.25 a
%70	46.75 b
%40	45.42 c

(*): Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemlidir

Yapmış olduğumuz çalışmada, su stresinin klorofil içeriklerini azalttığı tespit edilmiştir. Yapılan birçok çalışmada farklı bitki türlerinde su stresinin yapraktaki klorofil içeriğini düşürdüğü bulunmuştur (Hayatu ve Mukhtar, 2010; Alizadeh ve ark., 2011; Zanjani ve ark., 2012).

Çizelge 4.4. Su stresini azaltıcı kimyasal solüsyonların Rubygem çilek çeşidinde klorofil içeriği üzerine etkisinin incelenmesi

Uygulamalar	Klorofil(*) içeriği
Kontrol	43.95 c
Ha	47.42 b
Si	48.88 a
Ha+Si	46.96 b

(*): Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemlidir

Diğer taraftan, su stresine maruz kalan çilek bitkilerine yaptığımız Ha ve Si uygulamalarının klorofil miktarında arttışa neden olduğu belirlenmiştir. Farklı türlerde benzer konuda çalışan birçok araştırıcıda hümik asit ve silikon uygulamasının yapraktaki klorofil miktarında artışa yol açtığını saptamışlardır (Delfine ve ark., 2005; Jaleel ve ark., 2009; Jing-Min ve ark., 2010; Desoky ve ark., 2018).

4.2.5. Yaprak sıcaklığı

Rubygem çilek çeşidinde yaprak sıcaklık ölçümleri incelendiğinde, sulama düzeyi ve kimyasal solüsyonların etkisinin önemli olduğu, bunlar arasındaki interaksiyonun etkisinin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Sulama düzeylerindeki azalmanın neden olduğu stresin yaprak sıcaklığını da arttırdığı, diğer taraftan Ha, Si ve Ha+Si uygulamalarının ise stres azaltıcı etkileri nedeniyle yaprak sıcaklığında azalmalar meydana getirdiği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinde en yüksek yaprak sıcaklığı değeri % 40'tan (32.88 °C) ve en düşük değer ise % 100'lük (30.43 °C) konuda elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Su stresini azaltıcı uygulamalarda ise en yüksek yaprak sıcaklığı değeri kontrol grubunda (32.44 °C) ve en düşük değer ise Ha konusunda (30.94 °C) tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Rubygem çilek çeşidinde sulama seviyelerinin yaprak sıcaklığı üzerine etkisinin incelenmesi

Su düzeyleri	Yaprak sıcaklığı
% 100	30,43 c
% 70	31,6 b
% 40	32,88 a

(*): Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir

Deneme kapsamında su stresi uygulanan çilek bitkisinde meydana gelen fizyolojik etkileri belirlemek amacıyla yaprak sıcaklığı ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda yaprak sıcaklığı, sulama düzeylerindeki azalışla ters orantılı bir şekilde artmıştır. Çalışmamızdan elde edilen veriler bu konuda farklı türlerde araştırma yürüten Adatia (1998), Mancuso ve Azzarello (2002), Jones (2004), Desoky ve ark. (2018)'nın sonuçlarıyla uygunluk göstermektedir.

Çizelge 4. 6. Rubygem çilek çeşidinde farklı sulama seviyeleri ve bazı kimyasal solüsyonların yaprak sıcaklığına olan etkisinin incelenmesi

Uygulamalar	Yaprak sıcaklığı
Kontrol	32.44 a
Ha	30.94 b
Si	30.98 b
Ha+Si	32.19 a

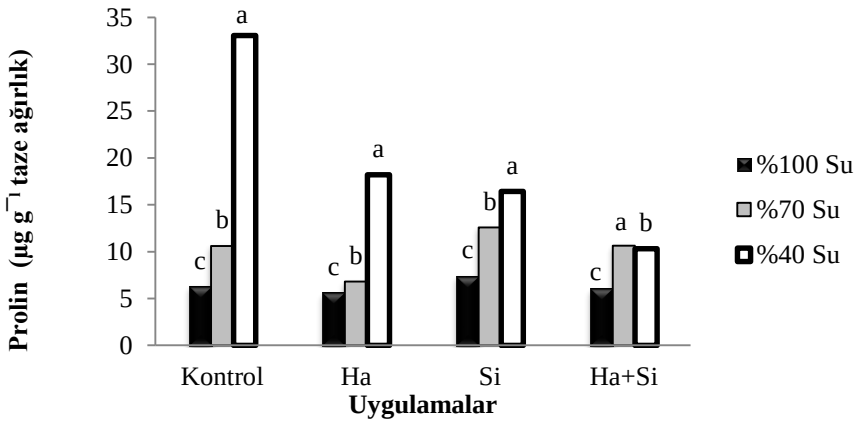
(*): Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir

4.3. Biyokimyasal Analizler

4.3.1. Prolin

Rubygem çilek çeşidinde yaprak prolin içeriği üzerine uygulanan sulama düzeyleri, kimyasal uygulamalar ve interaksiyonun etkisinin önemli olduğu tespit

edilmiştir (P<0.05). Şekil 4.3.1 incelendiğinde prolin içeriği üzerine uygulanan kimyasallardan en yüksek değerlerin kontrol grubundaki uygulamalardan elde edilmiştir. En düşük prolin miktarı ise Ha+Si uygulamasından elde edilmiştir. Sulama düzeylerinin prolin miktarına olan etkisini incelendiğinde; % 40 (33.05 µg g^{-1} taze ağırlık) sulama düzeyindeki değerin en yüksek olduğu, en düşük değerin ise % 100 (6.08 µg g^{-1} taze ağırlık) sulama konusunda meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.10). Çalışmamızda, su stresindeki artış prolin içeriğini de normal sulama düzeyine göre çok yüksek oranlarda arttırırken, Ha, Si ve Ha+Si uygulamaları ise sulama düzeyine göre değişmekle birlikte prolin düzeyini azaltmıştır.Yapılan birçok çalışmada da abiyotik streslerle karşılaşan bitkilerde stresteki artışla birlikte prolin miktarında önemli yükselişlerin meydana geldiği saptanmıştır (Bian ve ark., 1988).



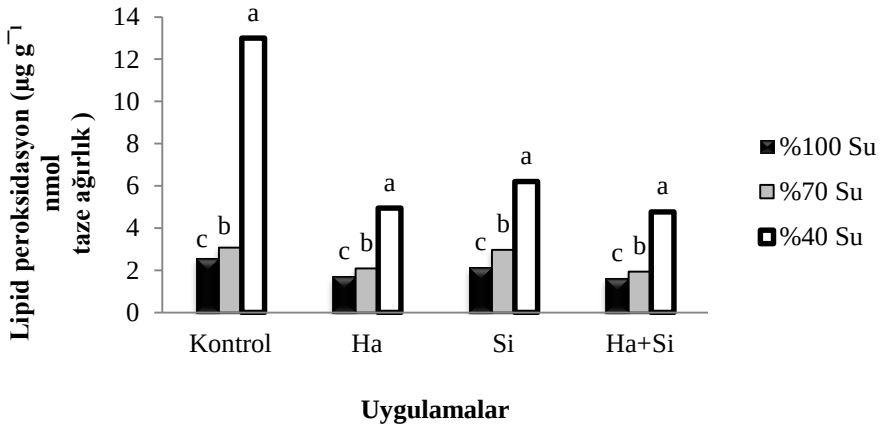
Şekil 4.9. Sulama düzeyleri ile kimyasal iyileştiricilerin Rubygem çilek çeşidinin prolin miktarı üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (P<0.05) önemlidir)

Stres koşullarında biriken prolin suda çözünebilir bir aminoasittir. Bitkinin stres koşullarına dayanımını sağlamaktadır (Bian ve ark., 1988). Çalışmamızda kullanılan Rubygem çeşidinde su stresinin prolin miktarını arttırdığı tespit edilmiştir. Diğer birçok parametrede olduğu gibi prolin içeriğinde de en yüksek değerin kontrol grubunun % 40'lık sulama düzeyinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Farklı türlerde aynı konuda çalışan birçok araştırıcı su stresinin bitkide prolinmiktarında artışa yol açtığını saptamışlardır (İsmail ve ark., 2004; Bertamini ve ark., 2006; Keyvan, 2010; Ghaderi ve Siosemardeh, 2011; Alizadeh ve ark., 2011; Patel ve ark., 2011; Abbaspour

ve ark., 2012; Karimi ve ark., 2012; Sayyari ve Ghanbari, 2012; Zanjani ve ark., 2012; Bolat ve ark., 2014; Bolat ve ark., 2016). Ayrıca farklı türlerde su stresi koşullarında Ha ve Si uygulamalarının prolin miktarını düşürdüğü birçok araştırıcı tarafından da tespit edilmiştir (Hasegawa ve ark., 2000; Okuma ve ark., 2000; Kaya ve ark., 2006; Shen ve ark., 2010; Shi ve ark., 2014; Desoky ve ark., 2018).

4.3.2. Lipid peroksidasyon

Lipid peroksidasyon içeriğine sulama düzeylerinin, stresi azaltıcı kimyasal uygulamalarınınve bunlar arasındaki interaksiyonun etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$)**.** Şekil 4.3.2'deki verilerde sulama düzeyindeki düşüşün lipid poeroksidasyon miktarını artırdığı görülmektedir. En yüksek lipid peroksidasyon içeriği, % 40 (13.00µg g^{-1}nmol/g) sulama düzeyi uygulanan, bitkilerde tespit edilmiştir. Diğer taraftan, lipid peroksidasyon miktarı üzerine stres azaltıcı kimyasalların etkisi incelendiğinde, en yüksek değerlerin kontrol grubundaki uygulamalarda ve en düşük değerlerin ise Ha ile Ha + Si grubu uygulamalarında meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4. 10. Rubygem çilek çeşidinde bazı kimyasal iyileştirici uygulamaların ve sulama düzeylerinin lipid peroksidasyon içeriği üzerine etkisinin incelenmesi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemlidir)

Lipid peroksidasyonun, membran yapısında ve hücre bölünmesinde etkisinin önemli olduğu bulunmuştur (Karadağ, 2013). Çalışmamızda, su stresinin çilek bitkilerinde yaprak lipid peroksidasyon miktarında artış meydana getirdiği belirlenmiştir. Aynı konuda çalışan birçok araştırıcı da su stresinin farklı bitki

türlerinde lipid peroksidasyon 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; Desoky ve ark., 2018). Diğer taraftan kuraklık veya su stresi koşullarındaki bitkilere yapılan Ha ve Si uygulamalarının stres etkisini azaltarak lipid peroksidasyon miktarında düşüşe neden olduğu birçok araştırıcı 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

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

Rubygem çilek çeşidine sulama düzeyleri ile kimyasal solüsyonların yapraktaki besin elementi içeriği üzerine etkisi önemli, ikisi arasındaki interaksiyonun ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.7'de verilen sulama uygulamalarının etkileri incelendiğinde, sulama düzeyindeki artış veya azalışın N oranını değiştirmediğini, ancak K, Ca ve Mg üzerinde etkili olduğu elde edilmiştir. En yüksek K (% 2.70), Ca (% 1.74) ve Mg (% 0.38) % 100 sulama düzeyinden, en düşük değerler ise % 40 sulama düzeyinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Rubygem çilek çeşidinde sulama düzeylerinin bazı yaprak besin elementi içeriklerine etkileri

Sulama Düzeyleri	N (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
% 100	2.68 a	2.70 a	1.74 a	0.38 a
% 70	2.67 a	2.63 b	1.71 ab	0.36 b
% 40	2.64 a	2.61 b	1.69 ab	0.34 c

(*): Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemlidir

Diğer taraftan, yaprak N, K, Ca ve Mg içerikleri üzerine stres azaltıcı kimyasal uygulamaların etkileri istatistikî olarak önemli, intekrasyonun etkisi ise önemsiz

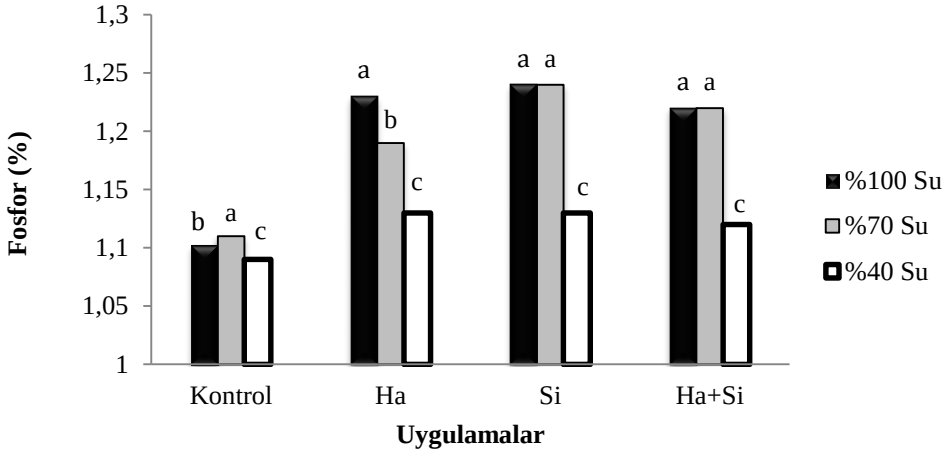
bulunmuştur. Genel olaraksu stresini azaltıcı Ha, Si ve Ha+Si uygulamalarının incelenen bitki besin elementlerinin konsantrasyonun arttırdığı belirlenmiştir. Şekil 4.12'deki verilerden N ve Mg oranın en yüksek değerleri Ha, Sive Ha+Si uygulamalarından, K ve Ca oranlarında ise en yüksek değeri tek başına Ha ve Si uygulamalarından elde edilmiştir. Yapraktaki fosfor içeriğine sulama düzeylerinin, kimyasal solüsyonlarının ve bunlar arasındaki interaksiyonun etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. Uygulanan kimyasal solüsyonların bitkideki fosfor içeriğine olan etkileri sulama düzeylerine göre değişiklik göstermiştir (Şekil 4.12)

Çizelge 4. 8. Rubygem çilek çeşidinde bazı su stresini azaltıcı uygulamaların yaprak besin elementine etkiler

Uygulamalar	N (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Kontrol	2.57 b	2.59 b	1.67 b	0.35 b
Ha	2.68 a	2.68 a	1.73 a	0.37 a
Si	2.70 a	2.69 a	1.75 a	0.37 a
Ha+Si	2.72 a	2.64 ab	1.71 ab	0.37 a

(*): Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemlidir

Stres azaltıcı kimyasal solüsyon uygulama grupları kontrol'e göre fosfor içeriğinde artış meydana getirmiş, en yüksek fosfor içeriği Si grubunun % 100 (% 1.23) sulama düzeyinden ve en düşük değer ise kontrol grubunun % 40 (% 1.09) sulama düzeyinden elde edilmiştir (Şekil 4.4.1).



Şekil 4.11. Rubygem çilek çeşidinde sulama düzeylerininve bazı kimyasal iyileştirici uygulamalarının yaprak fosfor içeriği üzerine etkisi (Her uygulama grubundaki sütunlarda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($P < 0.05$) önemlidir)

Bitki gelişiminde en büyük tehdit olarak bildirilen su stresinin, bitkilerde kök faaliyetlerini azaltarak, topraktan su ve besin elementi alımını olumsuz yönde etkilediği ifade edilmektedir (Taiz ve Zeiger, 2010). Bu durum, su stresi altındaki bitkilerde besin elementi kapsamında azalmalara yol açmaktadır (Hu ve Schmidhalter, 2005). Benzer durum, Rubygem çilek çeşidinde su stresi uygulaması yapmış olduğumuz bitkilerde de ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan, su stresi koşullarında bitki kök bölgesine uygulamış olduğumuz Ha ile Si ise besin elementi içeriğinde artışa neden olmuştur. Elde edilen bu sonuç, denemede uygulamış olduğumuz Ha ile Si'un ortamdaki bitki besin elementlerinin yarayışlılığını arttırmalarından dolayı meydana gelmiş olabilir (Sanchezconde ve Ortega, 1968; Fagbenro ve Agboda, 1993; David ve ark., 1994; Frank ve Roeth, 1996; Adani ve ark., 1998; Kunç, 2002).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Su stresi, topraktaki faydalı suyun azalması ve bitkilerde transpirasyon ile suyun aşırı düzeyde kaybedilmesi durumunda ortaya çıkmaktadır. Abiyotik bir stres olan su stresi, bitkinin vegetatif ve generatif gelişimini engellemektedir. Bu bağlamda çilekte yapmış olduğumuz bu çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlar doğrultusunda, su stresinin yaprak alanının küçülmesine, klorofil miktarının azalmasına ve stomaların kapanmasına neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum, bitkilerde tüm hayati faaliyetler için gerekli olan CO_2 asimilasyonunda azalmaya yol açmaktadır. Fotosentez aktivitesindeki düşüş, bitkideki kuru madde birikimini de doğrudan etkilemektedir. Su stresinin bitkideki kuru ağırlıkta oluşturduğu olumsuz etki, fotosentez aktivitesindeki azalıştan ileri gelebilir.

Su stresi, bitkilerde membran geçirgenliği, prolin ve lipid peroksidasyon miktarının artışına neden olmuştur. Bu durum bitkide oksidatif stresin yükseldiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Bu parametreleri azaltıcı uygulamalarla stresin meydana getirdiği olumsuzluğu ortadan kaldırabilmek veya hafifletebilmek mümkün olabilmektedir. Bu nedenle, su stresi şiddetini azaltmak amacıyla çilek bitkilerine Ha ve Si tek başlarına veya karışım halinde uygulanmıştır. Yapılan bu kimyasal uygulamalardan bitkideki bazı morfolojik (yaprak alanı, taç yaş ve kuru ağırlığı, tüm bitki yaş ve kuru ağırlığı), fizyolojik (membran geçirgenliği, stoma iletkenliği, klorofil miktarı, yaprak oransal su içeriğinde, yaprak sıcaklığı), biyokimyasal (prolin ve lipid peroksidasyon miktarı) özellikler ile besin elementi miktarlarıyla ilgili parametrelerde su stresinin etkisini azaltıcı yönde sonuçlar elde edilmiştir.Su stresini azaltıcı etki yönünden incelenen birçok parametrede Ha+Si kombinasyonunun, Ha veya Si' un tek başlarına uygulanmasından daha olumlu olduğu tespit edilmiştir. Özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda ve topraksız kültürdeki çilek yetiştiriciliğinde su stresinin oluşturacağı zararlarla sıkça karşılaşılmaktadır. Bu zararları azaltmada (temel besin solüsyonlarına ek olarak) toprak yapısını iyileştiren ve bitki dayanıklılığını arttırarak strese karşı koruyucu özellik taşıyan Ha ve Si uygulamalarından yararlanabilme imkânı bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

ABBASPOUR, H., SAEKDI-SAR, S., AFSHARI, H. and ABDEL-WAHHAB, M. A., 2012. Tolerance of Mycorrhiza Infected Pistachio *(Pistacia vera L.)* Seedling to Drought Stress Under Glasshouse Conditions. Journal of Plant Physiology, 169: 704 -709.

ABDALLA, M. M. and EL-KHOSHİBAN, N. H., 2007. The Influence of Water Stress on Growth, Relative Water Content, Photosynthetic Pigments, Some Metabolic and Hormonal Contents of Two *Triticium aestivum* cultivars. Journal of Applied Sciences Research, 3 (12): 2062-2074.

ADAK, N., GUBBUK, H.ve TETİK, N., 2018. Yield, Quality and Biochemical Properties of Various Strawberry Cultivars Under Water Stress. J Sci Food Agric., 98 (1): 304-311.

ADANI, F., GENEVINI, P., ZACCHEO, P., ZOCCHI, G., 1998. The Effect of Commercial Humic Acid on Tomato Plant Growth and Mineral Nutrition. Journal of Plant Nutrition, 21: (3), 561-575.

ADATIA, M. H. and BESFORD, R.T., 1986. The Effects of Silicon on Cucumber Plants Grown in Recirculating Nutrient Solution. Ann Bot, 58: 343–51.

AGARIE, S., HANAOKA, N., UENO, O., MIYAZAKI, A., KUBOTA, F., AGATA, W. and P.B. KAUFMAN., 1998. Effects of Silicon on Tolerance to Water Deficit and Heat Stress in Rice Plants (*Oryza sativa* L.), Monitored by Electrolyte Leakage. Plant Prod. Sci., 1: 96–103.

AGHANEJAD M, MAHFOOZI S, SHARGHI, Y., 2015. Effects of Late- Season Drought Stress on Some Physiological Traits. yield and yield components of wheat. Genotypes Biological Forum-An International Journal, 7(1): 1426-1431.

AĞAOĞLU, S.Y., TÜREMİŞ, N., 2013. Üzümsü meyveler.Tomurcukbağ Ltd.Şti. Eğitim Yayınları. No: 1, Ders Kitabı. Ankara, 55-115.

ALIZADEH, A., ALIZADE, V., NASSERY, L. and EIVAZI, A., 2011. Effect of Drought Stress on Apple Dwarf Rootstocks. Tech. J. Engin. & App. Sci., 1(3): 86-94.

ANONIM, 2016, Statistical database. Available: http : / / www. fao. Org / home / en /, (29.05.2018).

ARANCON, N. Q., EDWARDS, C. A., BİERMAN, P., WELCH, C., METZGER, J. D., 2004. Influences of Vermicomposts on Field Strawberries: Effects on Growth and Yields. Bioresource Technol., 93 (2): 145-153.

BATES, L. S., WALDREN, R. P. and TEARE, I. D., 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water Stress Studies. Plant and Soil, 39: 205-207.

BERTAMINI, M., ZULINI, L., MUTHUCHELİAN, K. and NEDUNCHEZHIAN, N., 2006. Effect of Water Deficit on Photosynthetic and Other Physiological Responses in Grapevine (Vitis vinifera L. cv. Riesling) Plants. Photosynthetica, 44 (1): 151-154.

BIAN, Y. M., CHEN, S. Y. and XIE, M. Y., 1988. Effects of HF on Proline of Some Plants, Pant Physiol. Commun., 6: 19-21.

BIAN, S. and JIANG, Y., 2009. Reactive Oxygen Species, Antioxidant Enzyme Activities and Gene Expression Patterns in Leaves and Roots of Kentucky

Bluegrass in Response to Drought Stress and Recovery. Scientia Horticulturae, 120: 264–270.

BOLAT, I., DIKILITAS, M., ERCISLI, S., IKINCI, A. and 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., DIKILITAS, M., IKINCI, A. and ERCISLI, A., 2016. Morphological, Physiological, Biochemical Characteristics and Bud Success Responses of Myrobolan 29 C Plum Rootstock Subjected to Water Stres. Canadian Journal of Plant Science, 96: 485- 495.

BOUTRAA, T., AKHKHA, A., ABDULKHALIQ, A.S. and ALHEJELI, A.M., 2010. Effect of Water Stress on Growth and Water Use Efficiency (WUE) Of Some Wheat Cultivars *(Triticum durum*) Grown in Saudi Arabia. JTUSCI, 3: 39-48.

BREMNER, J. M. 1965. Methods of soil analysis. Agronomy, Am. Soc. of Agron., Inc., USA., 9: 1149-1178.

CAI, Z. Q., CHEN, Y. J., GUO, Y. H. and CAO K. F., 2005. Responses of Two Fieldgrown Coffee Species to Drought and Re-Hydration. Photosynthetica, 43 (2): 187-193.

CANELLAS, L.P., SPACCINI, R., PICCOLO, A., OKOROKOVA-FACANHA, A., FAÇANHA, A.R. and OLIVARES, F.L., 2009. Relationships Between Chemical Characteristics and Root Growth Promotion of Humic Acids İsolated From Brazilian Oxisols. Soil Sci., 174:1-10.

CARUSO, A., CHEFDOR, F., CARPIN, S., DEPIERREUX, C., DELMOTTE, F. M., KAHLEM, G. And MORABİTO, D., 2008. Physiological Characterization and İdentification of Genes Differentially Expressed in Response to Drought Induced by PEG 6000 in Populus Canadensis Leaves. Journal of Plant Physiology, 165: 932-941.

CHAI, T. T., FADZILLAH, N. M., KUSNAN, M. and MAHMOOD, M., 2005. Water Stressinduced Oxidative Damage and Antioxidant Responses in Micropropagated Banana Plantlets. Biologia Plantarum. 49 (1): 153-156.

CHAVEZ, M. M., MAROCO, J. P. and PEREIRA, J. S., 2003. Understanding Plant Responses to Drought - From Genes to The Whole Plant. Funct. Plant Biol, 30: 239-264.

CUNHUA, S., WEI, D., XIANGLING, C., XINNA, X., YAHONG, Z., DONG, S. and JİANJİE, S., 2010. The Effects of Drought Stress on the Activity of Acid Phosphatase and Protective Enzymes İn Pigweed Leaves. African Journal of Biotechnology, 9 (6): 825- 833.

CORDEIRO, F. C., SANTA-CATARINA, C., SILVEIRA, V. and DE SOUZA, S. R., 2011. Humic Acids Effects on Catalase Activity and The Generation of Reactive Oxygen Species in Corn (Zea Mays). Biosci. Biotechnol. Biochem., 75: 70-74.

COOPER, R.J., LIU, C. and FISHER, D.S., 1998. Influence of Humic Substances on Rooting and Nutrient Content of Creeping Bentgrass. Crop Sci. 38: 1639-1655.

ÇIRAK, C. ve ESENDAL, E., 2006. Soyada Kuraklık Stresi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(2): 231-237.

DAVID, P. P., NELSON, P. V. and SANDERS, D. C., 1994. A Humic Acid Improves Growth of Tomato Seedling in Solution Culture. Journal of Plant Nutrition, 17(1): 173-184.

DELFINE, S., TOGNETTI, R., DESIDERIO, E. and ALVINO, A., 2005. Effect of Foliar Application of N and Humic Acids on Growth and Yield of Durum Wheat. Agron. For. Sustain. Dev. 25: 183–191.

DESOKY, E. M., RADY, M. M. and 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. and BARCELÓ, J., 2009. Silicon Amelioration of Manganese Toxicity in Mn-Sensitive and Mn-Tolerant Maize Varieties. Environ. Exp. Bot., 65: 189-197.

DUMAN, S., 2011. *Solanum muricatum* Ait Bitkisinin Kuraklık Stresine Karşı Bazı Fizyolojik Değişimlerinin İncelenmesi. Adıyaman Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman, 114-133.

DUZDEMIR, O., UNLUKARA, A. and KURUNÇ, A., 2009. Response of Cow Pea to Salinity and Irrigation Regims. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, New Zealand, vol. 37: 271-280.

EFEOGLU, B., EKMEKÇI, Y. and ÇIÇEK, N., 2009. Physiological Responses of Three Maize Cultivars to Drought Stress and Recovery. South African Journal of Botany, 75: 34-42.

EL NEMR, M.A., EL DESUKI, M., EL BASSIONY, A.M. and FAWZY, Z.F., 2012. Response of Growth and Yield of Cucumber Plants (*Cucumis sativus* L.) to Different Foliarapplications of Humic Acid and Biostimulators. Aust. J.Basic Appl. Sci., vol. 6: 630–637.

EMAM, Y., SHEKOOFA, A., SALEHI, F. and JALALI, A. H., 2010.Water Stress Effects on Two Common Bean Cultivars with Contrasting Growth Habits. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 9(5): 495-499.

FAGBENRO, J. A., and AGBODA, A. A., 1993. Effect of Different Levels of Humic Acid on the Growth and Nutrient Uptake of Teak Seedlings. J. of Plant Nutrition, 16 (8): 1465-1483.

FARRANT, A. and J. M., 2000. Comparison of Mechanisms of Desiccation Tolerance Among Three Angiosperm Resurrection Plant Species. Plant Ecol., 151: 29-39.

FRANK, K.D. and ROETH, F.W., 1996. Using Soil Organic Matter to Help Make Fertilizer and Pesticide Recommendations. In: Soil Organic Matter: Analysis and Interpretation., Soil Science Society of America Special Publication, No. 46, 33s.

FILEK, M., WALAS, S., MROWIEC, H., RUDOLPHY-SKORSKA, E., SIEPRAWSKA, A. and BIESAGA-KOSCIELNIAK, J., 2012. Membrane Permeability and Micro and Macroelement Accumulation in Spring Wheat Cultivars During the Short Term Effect of Salinity and Peginduced Water Stress. Acta Physiol. Plant, 34: 985-995.

GOSS, J. A., 1973. Physiology of Plants and Their Cells. Bergamon Press Inc. Maxwell House, Fairview Park Elmsford, N.Y.10523:135.

GONG, H. J. and CHEN, K. M., 2012. The Regulatory Role of Silicon on Water Relations, Photosynthetic Gas Exchange, and Carboxylation Activities of Wheat Leaves in Field Drought Conditions. Acta Physiol. Plant., 34: 1589–1594.

GERDAKANEH, M., MOZAFARI, A., KHALIGHI, A. and MARDAH, A.S., 2010. The Effects of Exogenous Proline and Osmotic Stress on Morpho-Biochemical

Parameters of Strawberry Callus. African Journal of Biotechnology, 9 (25): 3775-3779.

GHADERI, N. and SIOSEMARDEH, A., 2011. Response to Drought Stress of Two Strawberry Cultivars (Kurdistan and Selva). Hort. Environ. Biotechnol., 52 (1): 6-12.

GWATHMEY, C. O., HALL, A. E., MADORE, M. A., 1992. Adaptive Attributes of Cowpea Genotypes with Delayed Monocarpic Leaf Senescence Traits. Crop Sci., 32: 765–772.

HAMIDOU, F., ZOMBRE, G., BRACONNIER, S., 2007. Physiological and Biochemical Responses of Cowpea Geno Types to Water Stress Under Glasshouse and Field Conditions. J. Agron. Crop Sci., 193 (4): 229–237.

HASEGAWA, P. M., BRESSAN, R. A., ZHU, J. K., BOHNERT, H. J., 2000. Plant Cellular and Molecular Response to High Salinity. Annu. Rev. Plant Physiol., Plant Mol. Biol., 51: 463–469.

HAYATU, M. and MUKHTAR, F. B., 2010. Physiological Responses of Some Drought Resistant Cowpea Genotypes (*Vigna unguiculata L.*) to Water Stress. Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, 3 (2): 69-75.

HU, Y. and SCHMIDHALTER, U., 2005. A Comparison of Their Effects On Mineral Nutrition of Plants. J. Plant Nutr. Soil Sci., 168: 541–549.

İPEK, M., PIRLAK, L., EŞİTKEN, A., DÖNMEZ, M. F. ve ŞAHİN, F., 2009. Kireçli Topraklarda Yetiştirilen Çilekte Bitki Büyümesini Artıran Bakterilerin (BBAB) Verim Ve Gelişme Üzerine Etkileri. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu Kahramanmaraş, 73-77.

ISMAIL, M. R., YUSOFF, M. K. and MAHMOOD, M., 2004. Growth, Water Relations, Stomatal Conductance and Proline Concentration in Water Stressed Banana (*Musa Spp.*) Plants. Asian Journal of Plant Science, 3 (6): 709-713.

JALEEL, C., MANIVANNAN, A., WAHID, P., FAROOQ, A., SOMASUNDARAM, R. M. and PANNEERSELVAM, R., 2009. Drought Stress İn Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. Int. J. Agric. Biol., 11: 100–105.

JING-MIN, Z., SHANG-JUN, X., MAO-PENG, S., BINGYAO, M., XIU-MEI, C. and CHUNSHENG, L., 2010. Effect of Humic Acid on Poplar Physiology And Biochemistry Properties and Growth Under Different Water Level. Soil Water Conserv., 6: 200–203.

JONES, H., 2004. What is Water Use Efficiency. Blackwell, Oxford, UK, pp. 27–41.

KACAR, B. ve INAL, A., 2008. Plant Analaysis. Nobel publiciaton Disturibution, Ankara, 675.

KALEFETOĞLU, T., EKMEKÇİ, Y., 2005. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri Ve Dayanıklılık Mekanizmaları. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 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. and ARZANI, K., 2012. In Vitro Screening of Almond (*Prunus dulcis* (*Mill.*)) Genotypes for Drought Tolerance. J. Biol. Environ. Sci., 6 (18): 263-270.

KAYA, C., TUNA, L., 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.

KANTO, T., MIYOSHİ, A., OGAWA,T., MAEKAWA, K., AINO, M., 2006. Suppressive Effect of Liquid Potassium Silicate on Powdery Mildew of Strawberry in Soil. Journal of General Plant Pathology, volume 72: 137–142.

KAYNAŞ, N. ve ERİŞ, A., 1998. Bazı Nektarin Çeşitlerinde Toprak Su Noksanlığının Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 22: 35-41.

KEYVAN, S., 2010. The Effects of Drought Stress on Yield, Relative Water Content, Proline, Soluble Carbohydrates and Chlorophyll of Bread Wheat Cultivars. Journal of Animal & Plant Sciences, 8(3): 1051-1060.

KHAN, A. N., QURESHİ, R. H. and 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.

KLAMKOWSKI, K. and TREDER, W., 2008. Responce to Drought Stres of Three Strawberry Cultivars Grown Under Greenhouse Condition. Journal of fruit and ornamental plant research, 16: 179- 188.

KORKMAZ, Ş. ve BOLAT, İ., 2005. Muir Çilek Çeşidinde Gölgeleme Ve Su Düzeylerinin Bazı Bitki, Meyve ve Yaprak Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 591-596.

KUNÇ, Ş., 2002. Hümik Asitlerin Tarımda Kullanımı. Hasad Dergisi, 204: 46-58.

KUO, C. G., SHEN, B.J., CHEN, H. M. H., CHEN, C., OPENA, R.T. 1988. Associations Between Heat Tolerance, Water Consumption, and Morphological Characters in Chinese Cabbage. Euphytica, 39(1): 65-73.

KUŞÇU, A., 2006. Yazlık Ekmeklik Buğday (*Triticum aestium L.*) Veriminde Son Çeyrek Yüzyılda Gerçekleşen İlerlemelerin Morfolojik Ve Fizyolojik Esasları. Doktora tezi, Çukurova üniv., Fen Bilimleri Enstitsü., 59-60.

KUŞVURAN, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 356.

KUŞVURAN, Ş., DAŞGAN, H. Y. ve ABAK, K., 2011. Farklı Kavun Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. Yyu. J. Agr. Sci., 21(3): 209-219.

LARBI, A. and MEKLICHE, A., 2004. Relative Water Content (RWC) and Leaf Senescence As Screening Tools for Drought Tolerance in Wheat. Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability, 60: 193-196.

LUTTS, S., KINET, J. M., 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. and TAKASHI. E., 2001. Silicon as A Beneficial Element for Crop Plant. Silicon in Agriculture. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands. p. 17–39.

MA, J. F. 2004. Role of Silicon in Enhancing The Resistance of Plants to Biotic and Abiotic Stresses. Soil Sci. Plant Nutr. 50: 11–18.

MA, J. F., YAMAJI, N., 2006. Silicon Uptake and Accumulation in Higher Plants. Trends Plant Sci., 11: 392–397.

MANCUSO, S. and AZZARELLO, E., 2002. Heat Tolerance in Olive. Adv. Hort. Sci., 16 (3-4): 125-130

MEHRI, N., FOTOVAT, R., SABA, J., JABBARI, F., 2009. Variation of Stomata Dimensions and Densities in Tolerant and Susceptible Wheat Cultivars Under Drought Stres. Journal of Food Agricultureand Environment, 7 (1): 167-170.

MUSCOLO, A., SIDARI, M., ATTINÁ, E., FRANCIOSO, O., TUGNOLI, V., NARDİ, S., 2007. Biological Activity of Humic Substances is Related to Their Chemical Structure. Soil Sci. Soc. Am. J., 71: 75-85.

NERI, D. L., SAVINI, E. M., SABBATINI, G. P., 2002. Foliar Application of Humic Acids on Strawberry (cv Onda).Acta Horticulturae, ISSN : 0567-7572.

NEZHADAHMADI, A., FARUQ, G. and RASHID, K., 2015. Influence of Drought Stress on Leaf Traits Of Different Strawberry (*fragaria ananassa* l.) Varieties ın Natural Environment. Communications in Soil Science and Plant Analysis . vol.46: 1249-1262.

NOGUÉS, S. and BAKER, N. R., 2000. Effects of Drought on Photosynthesis in Mediterranean plants Grown Under Enhanced UV-B Radiation. J. Exp. Bot., 51(348): 1309- 1317.

OKUMA, E., SOED, K., TADA, M., MURATA, Y., 2000. Exogenous Proline Mitigates The Inhibition of Growth of Nicotiana Tobacum Culture Cells Under Saline Condition. Soil Sci. Plant Nutr, 46 (1): 257–263.

OUZOUNIDOU, G., GIANNAKOULA, A., ILIAS, I., ZAMANIDIS, P., 2016. Alleviation of Drought and Salinity Stresses on Growth, Physiology, Biochemistry and Quality of two *Cucumis sativus L*. cultivars by Si application. Braz. J. Bot. 39 (2): 531–539.

PADEM, H., OCAL, A., ALAN, R., 1999. Effect of Humic Acid Added to Folıar Fertılızer on Qualıty and Nutrıent Content of Eggplant and Pepper Seedlings. Acta Hort.,(ISHS) 491:241-246.

PATEL, P. K., HEMANTARANJAN, A., SARMA, B.K. and SINGH, R., 2011. Growth and Antioxidant System Under Drought Stress İn Chickpea (Cicer Arietinum L.) as Sustained by Salicylic Acid. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 7: 130-144.

PİLANALI, N., M.KAPLAN, ve M. KARGACİER, 2001. Farklı Formlarda Hümik Asit Uygulamalarında Çileğin Meyve Şekeri ile Toprağın Bitki Besin Kapsamları Arasındaki Đlişkilerin Belirlenmesi. MKU Zir. Fak.Der., 6 (1-2): 13-21.

RAHMAN, S. M. L., MACKAY, A. W., QUEBEDEAUX, B., NAWATA, E., SAKURATANİ, T. and MESBAH UDDIN, A. S. M., 2002. Superoxide Dismutase Activity, Leaf Water Potential, Relative Water Content, Growth and Yield of a Drought-Tolerant and A Drought-Sensitive Tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) cultivars. Subtropical Plant Science, 54: 16-22.

RAJASHEKAR, C. B. and PANDA, M., 2014. Water Stress is a Component of Cold Acclimation Process Essential for İnducing Full Freezing Tolerance in Strawberry. USA, Scientia Horticulturae, 54–59.

REZAEI, M. A., JOKAR, I., GHORBANLI, M., KAVIANI, B. and KHARABIAN-MASOULEH, A., 2012. Morpho-Physiological İmproving Effects of Exogenous Glycine Betaine on Tomato *(Lycopersicum esculentum Mill.)* cv. PS under drought stress conditions. POJ, 5(2): 79- 86.

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.

SANCHEZ-CONDE, M. P. and ORTEGA, C.B., 1968. Effect of Humic Acid on The Development and The Mineral Nutrition of The Pepper Plant. In Control De La Fertilizacion De Las Plantas Cutivadas. 2. Cologuio Evr. Medit. Cent. Edafol. Biol Aplic., Spain, 745-755.

SANCHEZ, F. J., ANDRES, E. F., TENORIO, J. L. and AYERBE, L., 2004. Growth of Epicotyls, Turgor Maintenance and Osmotic Adjustment in Pea Plants *(Pisum sativum L.)* subjected to water stres. Field Crops Research, 86: 81-90.

SANCHEZ-RODRIGUEZ, E., RUBIO-WILHELMI, M., CERVILLA, L. M., BLASCO, B., RIOS, J. J., ROSALES, M. A., ROMERO, L. and RUIZ, J. M., 2010. Genotypic Differences in Some Physiological Parameters Symptomatic for Oxidative Stress Under Moderate Drought in Tomato Plants. Plant Science, 178: 30–40.

SAVVAS, D., GIOTIS, D., CHATZIEUSTRATIOU, E., BAKEA, M. and PATAKIOUTAS, G., 2009. Silicon Supply in Soilless Cultivations of Zucchini Alleviates Stress İnduced by Salinity and Powdery Mildew İnfections. Environ. Exp. Bot., 65: 11-17.

SAVVAS, D. and NTATSI, G., 2015. Biostimulant Activity of Silicon in Horticulture. Scientia Horticulturae, 66–81.

SAYYARI, M. and GHANBARI, F., 2012. Effects of Super Absorbent Polymer a 200 on The Growth, Yield and Some Physiological Responses in Sweet Pepper *(Capsicum annuum L.)* Under Various İrrigation Regimes. International Journal of Agricultural and Food Research, 1(1): 1-11.

SHARP, R. E., HSIAO, T. C., SILK, W. K., 1990. Growth of The Maize Primary Root at Low Water Potentials I. Role of Growth and Deposition of Hexose and Potassium İn Osmotic Adjustment. Plant Physiol, 93:1337–48

SHEHATA, S. A., GHARIB, A. A., EL-MOGY1, M. M., GAWAD, A. and SHALABY, E. A., 2011. Influence of Compost, Amino and Humic Acids on The Growth, Yield and Chemical Parameters of Strawberries.Journal of medicinal plant research ,vol.5 (11): 2304-2308.

SHEN, X. F., LI, J. M., DUAN, L. S., LI, Z. H., ENEJI, A. E., 2009. Nutrient Acquisition by Soybean Treated With and Without Silicon Under Ultraviolet-B Radiation. J Plant Nutr, 32: 1731–43.

SHEN, X., ZHOU, L., DUAN, Z. Y., LI, A., ENEJI, E. and LI. J., 2010. Silicon Effects on Photosynthesis and Antioxidant Parameters of Soybean Seedlings Under Drought and Ultraviolet-B Radiation. J. Plant Phys., 167: 1248–1252.

SHI, Y., ZHANG, Y., YAO, H. J., WU, J. W., SUN, H., GONG, H. J., 2014. Silicon İmproves Seed Germination and Alleviates Oxidative Stress of Bud Seedlings in Tomato Under Water Deficit Stress. Plant Physiol. Biochem., 78: 27–36.

SIVRITEPE, N., ERTURK, U., YERLIKAYA, C., TURKAN, I., BOR, M. and ÖZDEMİR, F., 2008. Response of The Cherry Rootstock to Water Stress Induced in Vitro. Biologia Plantarum, 52 (3): 573-576.

TAIZ, L., and ZEIGER E., 2010. Plant Physiology. 5th ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA.TEHRANIFAR, A. and AMERI, A., 2014. Effect of humic acid on nutrıent uptake and physıologıcal characterıstıcs of (*Fragarıa ×ananassa*) Camarosa.VII International Strawberry Symposium, 10.17660/ActaHortic., 1049: 54.

THI, L., BOHME, H. M., 2001. Influence of Humic Acid on the Growth of Tomato In Hydroponıc Systems. Acta Hort. (ISHS), 548: 451-458.

TURK, K. J., HALL, A. E., 1980. Drought Adaptation of Cowpea. IV: Influence of Drought on Water Use and Relation With Growth and Seed Yield. Agron. J. 72, 440–448.

TÜRKAN, I., BOR, M., ÖZDEMIR, F., KOCA, H., 2005. Differantial Responses of Lipid Peroxidation and Antioxidants in the Leaves of Drought-Tolerant P.Acutifolius Gray and Drought Sensetive *P. vulgaris L.* Subjected To Polyethylene Glycol Mediates Water Stress. Plant Science, 168: 223-231.

VOOGT, W. and SONNEVELD, C., 2001. Chapter 6 Silicon in Horticultural Crops Grown in Soilless Culture**.** Studies İn Plant Science, vol. 8: 115-131.

ZONOURI, M., JAVADI, T. and GHADERI, N., 2014. Effect of Foliar Spraying of Ascorbic Acid on Cell Membrane Stability, Lipid Peroxidation, Total Soluble Protein, Ascorbate Peroxidase and Leaf Ascorbic Acid Under Drought Stress in Grapes. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 4(2): 349-354.

ZANJANI, K. E., RAD, A. H. S., NAEEMI, M., AGHDAM, A. M. and TAHERKHANI, T., 2012. Effects of Zeolite and Selenium Application on Some Physiological Traits and Oil 126 Yield of Medicinal Pumpkin *(Cucurbita Pepo L.)* Under Drought Stress. Current Research Journal of Biological Sciences, 4(4): 462-470.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Kübra KORKMAZ
Uyruğu **:** T.C
Doğum yeri ve Tarihi : 25.05.1991
e- mail **:**korkmz2412@gmail.com

EĞİTİM

Lise : Sebiha Özlek Lisesi /Şanlıurfa 2009
Üniversite : Harran Üniversitesi / Şanlıurfa 2016

İŞ DENEYİMLERİ

Yok

UZMANLIK ALANI: Bahçe Bitkileri Meyvecilik Anabilim Dalı

YABANCI DİLLER: İngilizce

YAYINLAR: Bolat, I., Korkmaz, K., Ikıinci, A. and Dogan, M., 2018. Effects of Deficit Irrigation on Development of Different Organs of Stone Fruits. 1. INTERNATIONAL GAP AGRICULTURE & LIVESTOCK CONGRESS, 274.

Bolat, I., Dogan, M., Ikıinci, A. and Korkmaz, K., 2018. Relations Between the Water Stress and Irrigation Period, Climate, Soil and Plant Properties in Temperate Fruit Crops. 1. INTERNATIONAL GAP AGRICULTURE & LIVESTOCK CONGRESS, 275