

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**TOPRAKSIZ KÜLTÜR KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN ÇİLEKLERDE
TUZLULUĞA TOLERANS DÜZEYLERİ ÜZERİNE FARKLI
BİOREGÜLATÖRLERİN ETKİLERİ**

Serra KARADAL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

**ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

HAZİRAN 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**TOPRAKSIZ KÜLTÜR KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN ÇİLEKLERDE
TUZLULUĞA TOLERANS DÜZEYLERİ ÜZERİNE FARKLI
BİOREGÜLATÖRLERİN ETKİLERİ**

Serra KARADAL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

**ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

HAZİRAN 2022

ANTALYA

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

**TOPRAKSIZ KÜLTÜR KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN ÇİLEKLERDE
TUZLULUĞA TOLERANS DÜZEYLERİ ÜZERİNE FARKLI
BİOREGÜLATÖRLERİN ETKİLERİ**

Serra KARADAL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

**ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Koordinasyon Birimi
tarafından FLY-2020-5465 nolu proje ile desteklenmiştir.**

HAZİRAN 2022

T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAKSIZ KÜLTÜR KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN ÇİLEKLERDE
TUZLULUĞA TOLERANS DÜZEYLERİ ÜZERİNE FARKLI
BİOREGÜLATÖRLERİN ETKİLERİ

Serra KARADAL
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 21/06/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Nafiye ÜNAL (Danışman)

Prof. Dr. Bekir ŞAN

Doç. Dr. İlker SÖNMEZ

ÖZET

TOPRAKSIZ KÜLTÜR KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN ÇİLEKLERDE TUZLULUĞA TOLERANS DÜZEYLERİ ÜZERİNE FARKLI BİOREGÜLATÖRLERİN ETKİLERİ

SERRA KARADAL

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nafiye ÜNAL

Haziran 2022; 62 sayfa

Kuraklık, tuzluluk vb. gibi abiyotik stres faktörleri, gerek topraklı ve gerekse topraksız yetiştiriciliklerde son yıllarda sıklıkla yaşanan tarımsal sorunların başında gelmektedir. Özellikle tuzluluk stresi, bitkilerde büyüme ve gelişmeyi etkilerken, verim ve kalite kayıplarına da neden olmaktadır. Çilek, tuza hassas bitki kategorisinde olup, bitki yüksek tuzluluk stresine hızlı cevap vermekte ve stres faktörleri geri dönüşümsüz zararlara neden olabilmektedir. Ayrıca topraksız çilek yetiştiriciliğinde, toprağa alternatif olarak kullanılan yetiştirme ortamlarının sınırlı ve kısıtlı hacimlerde kullanılması, tuzluluk stresinin zararlı etkilerini hem hızlandırmakta, hem de artırmaktadır. Bu nedenlerle gerek topraklı ve gerekse topraksız tarım tekniğinde, tuzluluk sorununa karşı hızlı ve etkin önlem almak amacıyla dışarıdan uygulanan preparatlara yönelik çalışmalar son yıllarda dikkat çekmektedir.

Bu araştırmada, örtüaltı şartlarında, kokopit ortamında yetiştirilen çileklerde, iki farklı EC düzeylerinde, (1.5 dS/m ve 2.25 dS/m), iki farklı biostimülantın (Kontrol, Fitomare, Comcat) bitkilerde morfo-fizyolojik (gövde çapı, kardeşlenme sayısı, yaprak sayısı, nekrotik yaprak sayısı, klorofil indeksi, yaprak sıcaklığı, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi, yaprak alanı, yaprak uç yanıklığı oranı, solgunluk skalası), fenolojik (ilk çiçeklenme, ilk derim zamanı), pomolojik (meyve ağırlığı, suda çözünabilir kuru madde miktarı, meyve eti sertliği, pH, EC, meyve dış rengi L, C*, h°) ve verim ile vegetasyon sonu özellikler (taç yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı) üzerine etkileri incelenmiştir.

Araştırma sonucunda, gerek kontrol ve gerekse yüksek tuzluluk şartlarında yetiştirilen çileklerde, ilk çiçeklenme zamanı aralık ayı başında gerçekleşirken, ilk derim zamanı ocak ayı sonunda gerçekleşmiş olup, bioregülatör uygulamaları arasında farklılık görülmemiştir. Ocak ayından mayıs ayına doğru, incelenen tüm morfo-fizyolojik özelliklerde hızlı değişimler görülmüştür. Özellikle ocak, şubat ve mart aylarında, denenen her iki bioregülatör uygulamasının, kontrol uygulamalarına göre gövde çapı ve kardeşlenme sayısını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Ocak, şubat ve mart aylarında, nekrotik yaprak lezyonları görülmemiş olup, bu semptomlar nisan ve mayıs aylarında başlamıştır. Özellikle yüksek tuzluluk şartlarında, nisan ayında her iki bioregülatör uygulamasının, kontrole göre nekrotik yaprak sayısını düşürdüğü gözlenmiştir. Yaprak oransal su içeriği, aylara bağlı olarak düşüş göstermiş olup, yüksek tuzluluk şartlarında bu düşüş daha fazla oranda görülmüştür. Araştırmada, yüksek tuzluluk şartlarında, bioregülatör uygulamalarının, yaprak uç yanıklığı oranını düşürdüğü görülmüştür.

Yüksek tuzluluk şartlarında yetiştirilen bitkilerde, verim düşüklüğü en fazla Mayıs ayında gerçekleşmiş olup, verim bakımından bioregülatörler arasında farklılık belirlenmemiştir. Meyve eti sertliği ise, gerek kontrol ve gerekse yüksek tuzluluk şartlarında Comcat uygulamasında diğer uygulamalardan daha avantajlı görülmüştür.

Araştırma bulgularımız sonucunda, bioregülatör uygulamalarının gerek kontrol ve gerekse yüksek tuzluluk şartlarında bitki büyüme ve gelişmesi bakımından avantajlı olduğunu göstermiştir. Özellikle yüksek tuzluluk şartlarında yetiştirilen bitkilerde, bioregülatör uygulamaları, tuzluluğun negatif etkilerini geciktirme üzerine etkili olup, bitki toleransını da artırabileceğini göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Bioregülatör, çilek, tuzluluk, topraksız, dışsal uygulaması

JÜRİ: Doç. Dr. Nafiye ÜNAL

Prof. Dr. Bekir ŞAN

Doç. Dr. İlker SÖNMEZ

ABSTRACT

THE EFFECTS OF DIFFERENT BIOREGULATORS ON SALINITY TOLERANCE LEVELS OF STRAWBERRIES GROWN IN SOILLESS CULTURE CONDITIONS

Serra KARADAL

MSc Thesis In Horticulture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nafiye UNAL

June 2022; 62 pages

Drought, salinity, etc. abiotic stress factors such as soil and soilless culture are among the most common agricultural problems in recent years. In particular, salinity stress affects the growth and development of plants and causes yield and quality losses. Strawberry is in the category of plants sensitive to salt, the plant responds quickly to high salinity stress and stress factors can cause irreversible damage. In addition, in soilless strawberry cultivation, the use of growing media used as an alternative to soil in limited and restricted volumes both accelerates and increases the harmful effects of salinity stress. For these reasons, in this agricultural technique, studies on externally applied preparations in order to take quick and effective measures against the salinity problem attract attention.

In this study, two different biostimulants (Control, Fitomare, Comcat) in strawberries grown in greenhouse conditions, in cocopeat growing media, at two different EC levels (1.5 dS/m and 2.25 dS/m), were determined morpho-physiologically (crown diameter, number of crown, number of leaves, number of necrotic leaves, chlorophyll index, leaf temperature, , membrane damage index, leaf area index, leaf tip burn, wilt scale), phenological (first bloom, first harvest), pomological (fruit weight, solid soluble matter, firmness, pH, EC, fruit color L, C*, h°) and their effects on yield and end-of-vegetation characteristics (crown and leaf fresh and dry weight, root fresh and dry weight) were investigated.

As a result of the research, the first flowering time of the strawberries grown in both control and high salinity conditions was at the beginning of December, the first harvesting time was at the end of January, and there was no difference between bioregulator applications. From January to May, rapid changes were seen in all the morpho-physiological features examined. Especially in January, February and March, it was seen that both bioregulator applications tested had a positive effect on the crown diameter and crown number compared to the control applications. No necrotic leaf lesions were observed in January, February and March, and these symptoms started in April and May. In particular, in high salinity conditions, it was observed that both bioregulator applications in April decreased the number of necrotic leaves compared to the control. The relative water content of the leaves showed a decrease depending on the months, and this decrease was observed more in high salinity conditions. In research, it was observed that bioregulator applications under high salinity conditions reduced leaf tip burn. In plants grown in high salinity conditions, the lowest yield was observed in May, and no difference was determined between bioregulators in terms of yield. On the other hand,

the firmness of the fruit was found to be more advantageous in the Comcat application than in other applications, both in control and high salinity conditions.

As a result of our research findings, it has been shown that bioregulator applications are advantageous in terms of plant growth and development both in control and high salinity conditions. Especially in plants grown in high salinity conditions, bioregulator applications have shown that they can increase plant tolerance by delaying the negative effects of salinity.

KEYWORDS: Bioregulator, strawberry, soilless, salinity, exogenous application

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Nafiye UNAL

Prof. Dr. Bekir SAN

Assoc. Prof. Dr. Ilker SONMEZ

ÖNSÖZ

Son yıllarda dünyada giderek etkisini arttıran küresel ısınma ve iklim değışiklikleri kuraklık ve bununla birlikte tuzluluk problemlerini gündeme getirmektedir. Abiyotik stres faktörleri bitki gelişimini önemli derece etkilemekte ve tarımsal üretim ciddi oranda sınırlandırmaktadır. Bu amaçla son yıllarda yapılan araştırmalar stres faktörlerine karşı doğa dostu preparatlar olan bioregülatörlerin kullanımını arttırdığını göstermektedir. Yüksek lisans tez çalışmamızda festival çilek çeşidine, farklı tuzluluk düzeylerinde uygulanan farklı içeriklere sahip bioregülatörlerin morfo-fizyolojik, fenolojik, pomolojik ve verim ile vegetasyon sonu özellikler üzerine etkileri incelenmiştir.

Tez çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, vizyoner bakış açısı ve tecrübeleri ile desteğini sürekli hissettiğim sevgili danışmanım Doç. Dr. Nafiye ÜNAL'a sonsuz saygı sevgi ve şükranlarımı sunuyorum.

Tezimin düzeltmeleri ve yaptıkları değerli katkılardan dolayı Prof. Dr. Bekir ŞAN ve Doç. Dr. İlker SÖNMEZ'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Her nazımı çeken canım anneannem Durdu GÜRDAL'a, sevgili annem Safiye GÜRDAL'a ve canımın içi dayım Hidayet GÜRDAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ	14
2.KAYNAK TARAMASI.....	17
2.1.Tuzluluk İle İlgili Çalışmalar	17
2.2. Bioregülatör İle İlgili Çalışmalar	20
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Bitkisel materyal ve özellikleri	23
3.1.2. Fide tipi ve özellikleri	24
3.1.3. Yetiştirme ortamı ve özellikleri	24
3.1.3.1. Kokopit.....	24
3.1.4. Bioregülatörler ve özellikleri	24
3.1.4.1. Fitomare	24
3.1.4.2. Comcat	25
3.2. Metot	25
3.2.1. Deneme alanının hazırlanması	25
3.2.2. Yetiştirme ortamlarının hazırlanması ve dikimlerin gerçekleştirilmesi.....	25
3.2.3. Sulama sistemi	26
3.2.4. Gübreleme sistemi.....	26
3.2.5. Besin çözeltisinin bileşimi	26
3.2.6. Tuzluluk uygulamaları	26
3.2.7. Bioregülatör uygulamaları	27
3.2.8. Tozlanma.....	28
3.2.9. Fenolojik ve Morfo-fizyolojik gözlem ve analizler	28
3.2.9.1. İlk çiçeklenme zamanı.....	28
3.2.9.2. İlk derim zamanı	29

3.2.9.3. Gövde çapı (mm).....	29
3.2.9.4. Kardeşlenme sayısı (adet/bitki).....	30
3.2.9.5. Yaprak sayısı (adet/bitki).....	30
3.2.9.6. Nekrotik yaprak sayısı (adet/bitki).....	30
3.2.9.7. Yaprak klorofil indeksi	30
3.2.9.8. Yaprak sıcaklığı (%)	30
3.2.9.9. Yaprak oransal su içeriği (%).....	31
3.2.9.10. Membran zararlanma indeksi.....	31
3.2.9.11. Yaprak alanı (cm ²)	32
3.2.9.12. Yaprak uç yanıklığı oranı (%).....	32
3.2.9.13. Solgunluk skalası (1-5 skala)	32
3.2.10. Vegetasyon sonu gözlem ve analizler	32
3.2.10.1. Taç yaş ağırlığı (g/bitki).....	32
3.2.10.2. Taç kuru ağırlığı (g/bitki).....	33
3.2.10.3. Kök yaş ağırlığı (g/bitki).....	33
3.2.10.4. Kök kuru ağırlığı (g/bitki).....	33
3.2.11. Verim ve pomolojik gözlem ve analizler	33
3.2.11.1. Bitki başına toplam verim (g/bitki).....	33
3.2.11.2. Meyve ağırlığı (g)	34
3.2.11.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) (%)	34
3.2.11.4. Meyve eti sertliği (kg).....	35
3.2.11.5. Meyve usare pH	35
3.2.11.6. Meyve usare EC	35
3.2.11.7. Meyve dış rengi (L, C*, h°)	36
3.3. İstatistiksel Analizler.....	36
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	37
4.1. Fenolojik ve Morfo-fizyolojik gözlem ve analizler	37
4.1.1. İlk çiçeklenme tarihleri	37
4.1.2. İlk derim tarihleri	37
4.1.3. Gövde çapı (mm)	38
4.1.4. Kardeşlenme sayısı (adet/bitki).....	39
4.1.5. Yaprak sayısı (adet/bitki).....	40
4.1.6. Nekrotik yaprak sayısı (adet/bitki).....	40
4.1.7. Yaprak klorofil indeksi	41

4.1.8. Yaprak sıcaklığı (°C)	42
4.1.9. Yaprak oransal su içeriği (%).....	43
4.1.10. Membran zararlanma indeksi.....	44
4.1.11. Yaprak alanı (cm ²)	45
4.1.12. Yaprak uç yanıklığı oranı (%).....	45
4.1.13. Solgunluk skalası (1-5 skala)	46
4.2. Verim Ve Pomolojik Gözlem Ve Analizler	47
4.2.1. Bitki başına düşen toplam verim (g/bitki).....	47
4.2.2. Meyve ağırlığı (g)	48
4.2.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) (%)	49
4.2.4. Meyve eti sertliği (kg).....	50
4.2.5. Meyve usare pH	50
4.2.6. Meyve usare EC	51
4.2.7. Meyve üst rengi (L, C*, h°)	51
4.3. Vejetasyon Sonu Analizleri.....	52
4.3.1. Taç yaş ağırlığı (g/bitki).....	52
4.3.2. Taç kuru ağırlığı (g/bitki).....	52
4.3.3. Kök yaş ağırlığı (g/bitki).....	53
4.3.4. Kök kuru ağırlığı (g/bitki).....	53
5. SONUÇLAR	54
6. KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Topraksız Kültür Koşullarında Yetiştirilen Çileklerde Tuzluluğa Tolerans Düzeyleri Üzerine Farklı Bioregülatörlerin Etkileri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

21/06/2022

Serra KARADAL

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

mg kg⁻¹ : Kilogramda miligram

% : Yüzde kısım

°C : Santigrat derece

da : Dekar

ha : Hektar

cm : Santimetre

mm : Milimetre

ppm : Milyonda bir birim

nm : Nanometre

g : Gram

kg : Kilogram

L : Litre

Ml : Mililitre

N : Azot

P : Fosfor

K : Potasyum

B : Bor

Ca : Kalsiyum

Mg : Magnezyum

Fe : Demir

Zn : Çinko

Mn : Mangan

Cu : Bakır

Mo : Molibden

Kısaltmalar

pH : Hidrojen iyonu aktivitesinin eksi logaritması

EC : Elektriksel iletkenlik

FAO : Food and Agriculture Organization

SÇKM : Suda çözünebilir kuru madde

T1 : Kontrol uygulaması

T2 : Yüksek tuzluluk uygulaması

vd : Ve diğerleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırma alanının uydu görüntüsü	23
Şekil 3.2. a) Dikimlerin gerçekleştirilmesi b) Dikimden 2 hafta sonraki genel bitki görünümü	25
Şekil 3.3. a) Fitomare bioregülatörü b) Fitomare bioregülatörü belirtilen dozda hazırlanması	27
Şekil 3.4. a) Comcat bioregülatörü b) Comcat bioregülatörü yapraktan uygulaması	28
Şekil 3.5. a) Çiçeklenmelerin başlaması b) İlk çiçeklenme.....	28
Şekil 3.6. Derim	29
Şekil 3.7. Gövde çapı ölçümü	29
Şekil 3.8. Klorofil indeksi ölçer	30
Şekil 3.9. Yaprak sıcaklığı ölçümü	31
Şekil 3.10. Vegetasyon sonu bitki sökümünün gerçekleştirilmesi	32
Şekil 3.11. Bitki taç ve kök kısımlarının ayrılması.....	33
Şekil 3.12. a) Parsel verimlerinin gerçekleştirilmesi b) Derim.....	34
Şekil 3.13. a) SÇKM ölçümlerinin gerçekleştirilmesi b) SÇKM ölçüm cihazı (Model Number REF121, Atago)	34
Şekil 3.14. a) Meyve eti sertliği ölçümlerinin gerçekleştirilmesi b) Meyve eti sertliği ölçüm cihazı (Chatillon DFI 10 Digital Force Gauge)	35
Şekil 3.15. Meyve usare pH ölçümünün gerçekleştirilmesi	35
Şekil 4.1. a) Nisan ayında gözlenen nekrotik semptom b) Mart ayında nekrotik semptom başlangıcı c) Mayıs ayında gözlenen nekrotik yaprak görünümü d) T2 uygulamasında genel nekrotik lezyon.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Fitomare bioregülatör içeriği	24
Çizelge 3.2. Comcat bioregülatör içeriği	25
Çizelge 4.1. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının ilk çiçeklenme ve ilk derim zamanı üzerine etkileri	37
Çizelge 4.2. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının gövde çapı, kardeşlenme sayısı, yaprak sayısı ve nekrotik yaprak sayısı üzerine etkileri.....	38
Çizelge 4.3. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının klorofil indeksi ve yaprak sıcaklığı üzerine etkileri.....	43
Çizelge 4.4. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının yaprak oransal su içeriği (%) üzerine etkileri	44
Çizelge 4.5. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının yaprak hücrelerinde membran zararlanma indeksi üzerine etkileri	44
Çizelge 4.6. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının yaprak alanı indeksi, yaprak uç yanıklığı oranı ve solgunluk skalası üzerine etkileri.....	46
Çizelge 4.7. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitki başına toplam verim ve ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri.....	47
Çizelge 4.8. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarı ve meyve eti sertliği üzerine etkileri.....	49
Çizelge 4.9. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının meyve usare pH ve EC üzerine etkileri.....	50
Çizelge 4.10. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının meyve dış rengi (L, C*, h°) üzerine etkileri	52
Çizelge 4.11. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının toprak üstü yaş ağırlığı, toprak üstü kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı kök kuru ağırlığı üzerine etkileri	53

1.GİRİŞ

Çilek, gerek dünyada ve gerekse ülkemizde üretim miktarı gün geçtikçe artan üzüksü bir meyve türüdür. *Rosales* takımı, *Rosaceae* familyası, *Fragaria* cinsi içinde bulunan çilek türleri miladın başlangıcından itibaren insanlar tarafından yetiştirilmektedir. Ticari olarak yetiştirilen *Fragaria* × *ananassa* ise son 250 yıldan itibaren üretimi gerçekleştirilmektedir (Hancock, 1999). Dünyada 384 668 hektar alanda 8 861 381 ton çilek üretimi söz konusu olup, ülkemiz üretim miktarı bakımından dünyada beşinci, üretim alanı bakımından ise dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2020). Ülkemizin her bölgesinde çilek üretimi yapılmakta ve her geçen gün üretim miktarı artmaktadır. Nitekim TUIK (2021) verilene göre, Türkiye’de 669.195 ton çilek üretimi gerçekleşmiş olup, ortalama verim bölgelere göre değişmekle birlikte 3.58 ton/dekar olarak belirtilmiştir.

Ülkemizde geniş alanlarda açıkta ve örtüaltında yetiştirilen çilek yetiştiriciliğinin en önemli avantajı erkencilik olup, Antalya ilinde örtüaltı yetiştiriciliğinde kısa gün çilek çeşitleriyle Eylül-Ekim aylarında yapılan dikimler ile Kasım sonu ürün alınabilmektedir. Bu nedenle aralık, ocak aylarında alınan erkenci verim üreticilere önemli gelir kaynağıdır. Sahil bölgesinde erkenci verimlerle başlayan üretim sezonu Haziran ayı sonunda sonlandırılır. Nitekim ülkemizde erkenci çilek yetiştiriciliğinde Antalya ve Mersin, açıkta çilek yetiştiriciliğinde ise Bursa ve Aydın illeri büyük bir potansiyele sahiptir (Adak vd., 2003). Özellikle son yıllarda dünyada ve ülkemizde küresel ısınmanın artmasına bağlı olarak, kuraklık ve buna bağlı olarak da tuzluluk sorunları ile karşı karşıya kalınmaktadır. Gerek konvansiyonel ve gerekse topraksız yetiştiriciliklerde en önemli sorunlar kuraklık, tuzluluk, düşük sıcaklık gibi abiyotik faktörler olup, bu faktörler verim ve kaliteyi önemli düzeylerde etkilemektedir (Kuşvuran, 2010). Bu nedenle her iki parametre de birbirini tetikleyen dışsal faktörlerden olup, bilinçsiz gübreleme, sulama ve toprak işleme gibi kültürel işlemlerle özellikle tuzluluk sorunu daha da artmaktadır.

Ülkemizde tuzluluk sorunu en yoğun olarak güney bölgelerde gözlenmektedir. Nitekim sıcak bölgelerde buharlaşmanın fazla olması nedeniyle tuzluluk da kaçınılmaz bir sorun haline gelmiştir. Bu sorun, her geçen gün ülkemiz topraklarının tarıma elverişliliği azaltırken, mevcut yetiştiriciliklerde verim ve kalite kaybını da artırmaktadır. Topraksız yetiştiriciliklerde tuzluluk sorunu, konvansiyonel yetiştiriciliklerden daha fazla oranda görülmekte olup, bu sorunu tedavi etmek topraksız tarımda daha zor ve uzun bir süreç gerektirmektedir. Nitekim topraksız tarımda en fazla karşılaşılan sorun bitkilerde meydana gelen uç yanıklığı fizyolojik bozukluğudur. Bu sorunun nedenleri arasında özellikle generatif gelişme dönemindeki yüksek EC ve tuzluluk sorunu gelmektedir. Bu sorunla mücadelede alınan kültürel önlemler ise uzun vadede etkili çözümler olduğundan verim ve kalite üzerine sınırlı etkide bulunmaktadır. Bu amaçla ulusal ve uluslararası düzeyde birçok bitkide tuzluluk çalışmaları yürütülmüş olmasına rağmen, bu çalışmalar daha çok çeşit toleranslarının belirlenmesi üzerine gerçekleştirilmiştir. Tuza hassas bitki kategorisinde yer alan çilek bitkisinde çeşitlerin tolerans dereceleri arasında yüksek farklılık olduğu bilinmektedir. Bu konuda ülkemizde Camarosa, Chandler ve Tioga gibi çeşitlerin tolerans düzeyleri ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Turhan vd., 2008). Fakat bu çalışmalar daha çok çeşit üzerine gelişmiştir. Çilek yetiştiriciliğinde gerek ıslah gerekse yetiştiricilik anlamında strese karşı tolerans geliştirme stratejileri her geçen gün artmaktadır.

Abiyotik stresler, bitkilerin büyüme ve gelişiminde, günümüz üreticilerini endişelendiren önemli konulardan birisidir. Kuraklık, tuzluluk ve aşırı yüksek sıcaklar gibi stres faktörleri, günümüzde küresel olarak büyük verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu kayıpları önlemek için son yıllarda uluslararası bilimsel literatürde, bioregülatörlerin birkaç farklı ürün üzerindeki yararlı etkilerinin olduğu gözlemlenmiştir. Tuza toleransı artırıcı uygulamaların tolerans seviyelerini artırıcı etkilerde bulunduğu birçok çalışma da belirtilmiştir. Hem konvansiyonel hem de topraksız yetiştiriciliği olan tarım ürünlerinde yetersiz beslenme durumu sorununa yardımcı olmak amacıyla, bioregülatör bileşikler grubu da dahil olmak üzere gübre ürünleri pazarında farklı teknik çözümler bulunmuştur. Bu bileşikler yakın tarihte gübre ürünlerine ilişkin yeni AB düzenlemesinde değerlendirilmiş ve aşağıdaki özelliklerden bir veya daha fazlasını geliştirebilen ürünler olarak tanımlanmıştır.

- (i) besin kullanım verimliliği;
- (ii) abiyotik streslere karşı tolerans;
- (iii) kalite özellikleri;
- (iv) toprakta veya rizosferde sınırlı besin

Bioregülatörler doğru şekilde uygulandığında, bitkilerin fizyolojik süreçleri üzerine etki ederek, büyüme, gelişme, su ve tuz stresi ile toksik alüminyum gibi bir çok toksik elementlere karşı potansiyel faydalar sağlamaktadır. Geleneksel azot, fosfor ve potasyumlu gübrelerden farklı olan bu ürünler, formüllerinde humik asitler, deniz yosunu özleri, vitaminler, amino asitler, askorbik asit ve diğer maddeler gibi çeşitli organik bileşikler içerebilmektedir. Bioregülatör sınıflanmaları tamamen kesinleşmemekle birlikte 6 kategoride incelenebilir.

- i. Protein Hidrolizatlar
- ii. Humik ve Fulvik Asitler
- iii. Deniz Yosunu Özleri ve Botanikler
- iv. Kitosan ve Diğer Biopolimerler
- v. İnorganik Bileşikler
- vi. Faydalı Bakteriler

Bioregülatörler, günümüz tarımında, üretkenliği optimize etmek ve bitkilerdeki fizyolojik süreçleri değiştirmek amacıyla üretim sistemlerine giderek daha fazla entegre edilmekte ve bir çok amaca yönelik kullanılmaktadır. Nitekim tarımda gün geçtikçe artan gübre ve pestisit uygulamaları sonucunda, hem doğal kaynaklarda, hem de üretimi yapılan tarımsal bitkilerde kalıntılar bulunmakta, bu durum kaliteyi etkilediği kadar, halk sağlığını da etkilemektedir. Bu anlamda da bioregülatör kullanımı tarımda öne çıkmaktadır.

Bu konuda farklı bitkilerde, farklı stres kaynakları üzerinde çalışmalar yürütülmüş ve bu çalışmalar artarak devam etmektedir. Nitekim domates bitkisinin kuraklık ve tuzluluk stresine toleransına dayanımını arttırmak için *Ascophyllum nodosum*'dan deniz yosunu ekstraktlarının kullanıldığı yakın zamanda bildirilmiştir (Goni vd., 2018; Di Stasio vd., 2018). Ayrıca çilekte yürütülen saksı denemelerinde ise tuz stresine karşı salisilik asit, çinko, kalsiyum, 24-epibrassinolide, ABA, ALA gibi preparatların tolerans artırıcı olduğu bir çok çalışmada belirlenmiştir (Peleg ve Blumwald, 2011; Rajashekar vd., 1999; Hossain vd., 2010; Soppelsa, 2019). Fakat bu çalışmaların verime yönelik uzun

dönemli olarak yapılması ve çevreye toksik olmayan, doğa dostu ürünlerin kullanılması çalışmaların sürdürülebilirliği açısından ayrıca önem arz etmektedir. Bu preparatlarında değişik yetiştirme tiplerinde belirlenmesi gerekmektedir. Nitekim stres çalışmalarında, yapılan yetiştiricilik tipi (konvansiyonel, topraksız), tuz tipi (NaCl, KCl, KNO₃ vb.), uygulama zamanı, konsantrasyonu, süresi vb. gibi birçok faktör alınan sonuçları etkilemektedir.

Çilek bitkilerinde kök büyümesini artırmada ve demir eksikliğine karşı toleransı artırmada deniz yosunu ekstraktının etkinliği gözlemlenmiştir (Spinelli, 2010). Deniz yosunu ekstraktlarına ek olarak, amino asitlere dayalı (arginin, glisin, histidin ve fenilalanin gibi) diğer bioregülatör ürünlerin de demir kaynaklı klorozun olumsuz etkilerini ve bahçe ürünlerinde fizyolojik bozuklukların görülme sıklığını azaltabildiği görülmüştür (Soppelsa, 2018).

Bioregülatörler son yıllarda gerek dünyada ve gerekse ülkemizde birçok bitkide, her türlü yetiştirme sistemlerinde ve farklı abiyotik faktörlere karşı denenmeye başlamış ve olumlu sonuçlar görülmüştür. Bioregülatörlerin doğa dostu preparat olmaları da sürdürülebilir tarım tekniklerini güçlendirmektedir.

Bu tezde, kokopit ortamında yetiştiriciliği yapılan Festival çilek çeşidinin, iki farklı EC düzeylerinde, iki farklı bioregülatörün, bitkilerde morfo-fizyolojik, fenolojik, pomolojik ve verim ile vegetasyon sonu özellikler üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçları, topraklı ve topraksız tüm yetiştirme sistemlerinde kullanılabilecek nitelikte olmakla birlikte, topraksız sistemlerde yaşanan sorunlara da önemli çözümler üretmesi yönünde geliştirilmiştir.

2.KAYNAK TARAMASI

2.1.Tuzluluk İle İlgili Çalışmalar

Son yıllarda dünyada ve ülkemizde yaşanan iklim değişiklikleri ve küresel ısınmanın etkisiyle tarımda kuraklık ve tuzluluk sorunları başgöstermektedir. Tarımda yaşanan bu sorunlar bir yandan toprak ve çevre sorunlarını artırırken, diğer yandan da bitki fizyolojisini etkilemekte ve bitki gelişimini frenlerken, verim ve kalite kayıplarına da neden olmaktadır (Zhu, 2001; Kuşvuran, 2010; Ghaderi vd., 2015; Shahid 2018).

Tuz stresi, değişik tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanmakta ve geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olmaktadır. Özellikle klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlar en yoğun bulunan tuz kaynaklarıdır. Bitkiler tuz stresinden ozmotik stres ve toksik olmak üzere iki şekilde etkilenmektedirler. Ozmotik etki, topraktaki tuz miktarının artışı ile hücre ozmotik basıncı artırmakta ve su potansiyelini düşürerek köklerin su alımını da engellemektedir. Dolayısıyla bu tip tuz stresi gerek belirtileri ve gerekse sonuçları itibarıyla bir kuraklık stresine benzemektedir. Toksik etki ise tuz iyonlarının kök atmosferinde aşırı yüksek konsantrasyonlarda olması halinde bitkide görülmektedir. Özellikle halofit olmayan bitkilerde sodyum iyonları fazla alındığında, bitkilerde mitoz bölünme engellenmekte ve bazı enzimlerin inaktivasyonu ile de toksik etkiler meydana gelmekte ve böylelikle de bitki gelişimi ve büyümesi önemli derecede sınırlanmaktadır (Stavridou 2017). Her iki osmotik ve toksik etki birbirini izleyen süreçler halinde de gerçekleşebilmektedir. Nitekim bitki kök rizosferinde tuz miktarının artmasıyla birlikte, bitkide ilk olarak osmotik stres oluşmaktadır. Oluşan bu dışsal osmotik stres, kullanılabilir su miktarının da azalmasına sebep olarak fizyolojik kuraklık oluşturmaktadır ((Parida ve Das 2005; Tuteja, 2007). Kullanılabilir su miktarının azalması, hücre genişlemesinin azalmasına ve sürgün gelişiminin yavaşlamasına neden olmaktadır (Dasberg vd., 1991). Osmotik stresin devamında ortaya çıkan iyon stresi evresinde, ortamda artan Na ve Cl iyonlarının K^+ , Ca^{+2} ve NO_3^- gibi gerekli besin elementleri ile rekabete girmesiyle de bitkilerde, besin eksikliği veya besin dengesizliği meydana gelmektedir (Hu ve Schmidhalter, 2005; Tulipani vd., 2008). Dolayısıyla bitkilerde meydana gelen tuzluluk stresi, doğrudan etkisini osmotik ve iyon stresi oluşturarak gösterirken, dolaylı etkisini (sekonder etki) bu stres faktörleri sonucu bitkide meydana gelen yapısal bozulmalar ve toksik bileşiklerin sentezlenmesi ile göstermektedir. NaCl'nin sebep olduğu başlıca sekonder etkileri, DNA, protein, klorofil ve hücre zarı fonksiyonuna zarar veren aktif oksijen türlerinin sentezi, fotosentezin inhibisyonu, metabolik toksisite, K^+ alımının engellenmesi ve hücre ölümü olarak sayılabilmektedir (Botella vd., 2005; Hong vd., 2009; Li vd., 2012 ; Julkowska ve Testerink, 2015). Morfo-fizyolojik olarak başlayan bu semptomlar bitkilerde ilk olarak, stomaların kapanmasına ve yaprak genişlemesinin engellemesi şeklinde gerçekleşmektedir (Munns ve Termaat, 1986). Özellikle yaşlı yapraklarda toksik konsantrasyonlara kadar iyonların birikmesi, yaprakların erken yaşlanmasına ve nihayetinde yaprak sayısının azalmasına neden olup, bitkide verim kaybına neden olmaktadır. Ayrıca tuzluluk stresi genç yapraklarda hücre genişlemesini etkilenmekte ve genellikle yaprak alanında da bir azalmaya neden olmaktadır (Munns ve Tester 2008). Stresin şiddetine, süresine, diğer stres türleri ile etkileşimlerine, strese maruz kalan bitkinin genotipine ve gelişim basamağına bağlı olarak etkiler değişmektedir (Dajic, 2006).

Bitkiler stres faktörlerinde öncelikle tolerans mekanizmaları geliştirmektedirler. Tuzluluk stresinin karmaşık doğası nedeniyle, bitkilerin tuzluluğa tepkilerini çok sayıda faktör etkilemektedir (Lahaye ve Epstein, 1971). Nitekim abiyotik stres faktörleri, bitkilerde birçok metabolik faaliyetleri direkt veya indirekt etkilemekte, bitki bünyesinde birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevabı indüklemekte ve buna bağlı olarak da bitkilerin sınırlı çevresel koşullara uyum sağlayacak tolerans mekanizmaları geliştirmektedirler (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Awang vd., (1993a), Rapella çilek çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, tuzluluğun meyve gelişim parametreleri ve bazı kalite kriterleri üzerine olan etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar, kontrollü koşullar altında kokopit kullanarak yürüttükleri çalışmada, EC'nin 2.5 mS cm^{-1} 'den 8.5 mS cm^{-1} 'e artışı ile birlikte verimde ciddi azalmaların olduğunu, bunun yüksek tuzun neden olduğu osmotik etkiyle bitkinin su ve besin maddesinden yeteri kadar fayda sağlayamamasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Kaya vd., (2003), Oso Grande ve Camarosa çilek çeşitlerinde yürütmüş oldukları çalışmada, yüksek tuz içerikli besin solüsyonuna eklenen kalsiyum ve potasyum nitratin etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Yüksek tuz konsantrasyonu altında yetiştirilen bitkilerde suda çözünebilir kuru madde, meyve eni, klorofil içeriği ve membran geçirgenliğinin kontrol besin solüsyonunda yetiştirilenlere göre önemli ölçüde azaldığını, her iki ilave kalsiyum ve potasyum nitrat uygulamalarının tuzluluğun bitki gelişimi ve meyve verimi üzerindeki olumsuz etkisini bir nevi düzenlediğini bildirmişlerdir. Yüksek tuz ile artan membran geçirgenliğinin, Ca ve K uygulaması ile düşüş gösterdiği de bildirilmiştir.

Turhan ve Eriş (2005), Camarosa ve Tioga çilek çeşitlerine farklı konsantrasyonlarda NaCl (0, 500, 1000 ve 2000 mg/L) uygulamasının etkilerinin incelendiği çalışmada, yaprak kuru ağırlığının yüksek tuzlulukta, kontrol uygulamasına göre arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada, tuz uygulamalarının toplam klorofil içeriğini değiştirmede de belirlenmiştir.

Keutgen ve Pawelzik (2007b), tuz stresine toleransları farklı olan iki çilek çeşidi olan Elsanta ve Korona çilek çeşitlerinde, iki farklı tuz konsantrasyonlarının (40 ve 80 mmol/litre NaCl) etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, strese maruz kalan bitkilerin meyveleri, kontrole göre daha az miktarda şeker, organik asit ve suda çözünebilir kuru madde içerirken, daha az tatlı olduğundan pazarda tercih edilmediği bildirilmiştir. Ayrıca NaCl tuzluluğu özellikle Elsanta çilek çeşidinde meyve kalitesini daha fazla etkilemiştir.

Turhan ve Eriş (2009), Camarosa ve Chandler çilek çeşitlerinde, farklı konsantrasyonda (0, 8.5, 17.0 ve 34.0 mM NaCl) tuzluluk uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, sodyum klorür uygulamasının yaprak ve kök ağırlığını azalttığını ve denenen her iki çeşitte de artan tuz konsantrasyonlarına rağmen yaprakların bağıl su içeriğini koruduğu görülmüştür. Ayrıca araştırmada, Chandler çilek çeşidinin düşük tuz konsantrasyonlarında tuz zararını daha fazla tolere ettiği de bildirilmiştir.

Rahimi vd. (2011), çileklerde tuz stresinin 30 mM'dan 90 mM'a yükseltilmesiyle yaprak alanını ve bitki kuru madde oranını düşürdüğünü belirtmişlerdir. 30 mM tuz stresinin, verimi %50 düzeyinde düşürdüğünü de bildirmişlerdir.

Üzal ve Yıldız (2014), 9 farklı çilek çeşidinin tuzluluğa tolerans düzeylerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, etkilerin çeşitlere göre değişebildiğini, özellikle etkinin 10. günde yaprak K konsantrasyonları artış gösterirken, 20. günde bazı çeşitlerde Na iyonunun fazla alınmasıyla, K iyonunda azalmalar görüldüğünü belirtmişlerdir.

Bora ve Deveci (2015), Jalapeno biber çeşidini dört farklı oranda tuz konsantrasyonu (0 mM, 50 mM, 75 mM ve 100 mM) yetiştirilmesiyle bazı morfo-fizyolojik gelişim kriterlerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, artan Na ve Cl miktarlarına bağlı olarak yaprak hücrelerinde membran zararlanması ve yaprak sıcaklığı önemli derecede artmıştır.

Galli vd. (2016), hafif stresli şartlarda çilek meyvesinin kalite ve veriminin etkilerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, meyve kalitesi ve biyokimyasal özelliklerin önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, hafif tuz stresinde, stres olmayan bitkilere oranla; kök büyümesi %30 ve toplam antioksidan aktivitesi %13 oranında artmıştır. Denemede hafif tuz stresinin çilek bitkisinde meyve kalitesini artırabileceği de bildirilmiştir.

Kaya vd., (2017), farklı tuz konsantrasyonlarında yetiştirilen reyhan bitkisinde yapraktan salisilik asit uygulamasının, morfo-fizyolojik kriterlerde değişimleri ve bu değişiklikler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yapraklara 0.5 mM salisilik asit uygulamasından sonra, NaCl stresine maruz kalan bitkilerde, bitki boyu, taze ve kuru ağırlıkları ile pigment içerikleri genel olarak değişken bulunmamıştır. Bununla birlikte, salisilik asit uygulaması uçucu yağ oranlarını ve antioksidan enzim aktivitelerini artırmıştır. Dolayısıyla araştırma sonucunda, salisilik asit uygulamasının genel olarak tuz stresinin sebep olduğu olumsuz etkileri azalttığı bildirilmiştir.

Ghaderi vd., (2018), uzun süreli tuzluluk stresinin bazı morfo-fizyolojik özellikler üzerindeki etkilerini Kürdistan ve Queen Elisa çilek çeşitleri üzerinde incelemişlerdir. Üç farklı dozda (0, 40, 80 mM) NaCl uygulanan çalışmada, her iki çeşitte de bitki kısımlarının kuru ağırlığının Kürdistan çeşidindeki taç ağırlığı hariç, NaCl'ye tepki olarak azaldığını göstermiştir. Ayrıca stoma iletkenliklerini, nispi su içeriğini, prolin, çözünür karbonhidratları ve proteinleri de ölçüm zamanına göre değişkenlik göstermiştir. Ayrıca 40 ve 80 mM NaCl uygulaması her iki çeşidin peroksidaz, askorbat peroksidaz ve katalaz aktivitelerinde artışa neden olmuştur. Queen Elisa (%45.88) çilek çeşidi, Kürdistan çilek çeşidine göre (%67.97) daha düşük tolerans endeksi göstermiştir.

Erel vd., (2019), hidroponik kültürde yetiştirilen dolmalık biberde tuzluluğun kök gelişimi ve meyve tutumu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmaya göre tuzluluğun, sürgün, kök, meyve büyüme ve gelişimini önemli düzeyde etkilediği bildirilmiştir.

2.2. Bioregülatör İle İlgili Çalışmalar

Son yıllarda bitkilerde verim ve kaliteyi arttırmak amacıyla bioregülatör uygulamaları hız kazanmaya başlamıştır. FAO tarafından bahçe bitkilerinde ve tarımsal ürün yetiştiriciliğinde, yılda 15 milyon ton bioregülatör kullanıldığı bildirilmektedir. 2012'den bu yana ise deniz yosunu özleri Avrupa'da "bitki bioregülatörleri" olarak daha geniş kabul görmüştür (Calvo vd., 2014; Battacharyya vd., 2015). Genelde ticari olarak farklı formülasyonlarda bulunup ve orijinal matrisleri temelinde, hümkik maddeler, deniz biyoaktif maddeleri ve amino asit içeren ürünler olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadırlar (Kauffman vd., 2007).

Bioregülatörler, bitki türlerine, çeşitlere, iklim koşullarına, doza, orijine ve uygulama zamanına bağlı olarak farklı etkiler göstermektedir (Lisiecka vd., 2011). Ayrıca bioregülatörler, bitki beslenmesini ve metabolizmasını artırarak düşük dozlarda pozitif büyüme düzenleyicileri olarak da kullanılmaktadır (Yıldırım ve Güvenç 2005; Chen vd., 2006; Cerdan vd. 2009; Colla vd., 2014; Saima vd., 2014; Chen vd., 2020).

Bitkilerin tuzluluğa tolerans düzeylerini artırmak amacıyla farklı preparat uygulamaları son dönemlerde yaygınlaşmaktadır. Özellikle amino asitlerin ve peptitlerin varlığı, tuzluluk dahil olmak üzere bir çok abiyotik stres faktörüne karşı bitki toleransını artırma etkileri için kullanılmaktadır (Tuteja, 2007). Tuz stresi koşulları altında, bitkilerde prolin birikimi, ozmotik basınca katkıda bulunarak, proteinleri ve hücre zarlarını koruyarak, tuzluluk zararları semptomlarını hafifletmektedir (Matysik vd., 2002; Heidari, 2009). Ozmotik stres altında bitkilerde, salisilik asit uygulamasına bağlı olarak, bitkiyi oksidatif hasardan koruyan diğer bileşiklerin üretimi ile membran hasarı azalmaktadır (Zhao vd., 2007). Salisilik asit, bir fenolik uyarıcı bileşik olarak bilinmekte ve fenol üretimini artırmaktadır (Chen vd. 2006). Bitkilerde fenolik bileşiklerin birikmesi, serbest radikallerin aktivitesini inhibe etmek ve hücre zarı ile makro molekülleri fotosentetik kapasiteyi koruyan ozmotik streslerden korumaktadır (Xu ve Rothstein, 2018). Dolayısıyla deniz yosunu özütlerinde bulunan biyoaktif bileşikler, stres koşulları altında bitkilerin performansını arttırmada etkilidir (Battacharyya vd., 2015). Çilek bitkisinde, salisilik asit, prolin, jasmonik asit, metil jasmonate, glisin betain gibi organik ve inorganik bileşiklerin bir çok çalışmada bu amaçla kullanıldığı belirtilmektedir (Rajashekar vd., 1999; Hossain vd., 2010).

Kaur vd. (2006), aşısız domates bitkisinde yapılan araştırmada, deniz yosunu gübre uygulamasının, meyvede suda çözünebilir kuru madde miktarını önemli oranda arttırdığını gözlemlemişlerdir.

Spinelli vd. (2010), tarafından yapılan çalışmada çilek bitkisinde, betain, alginik asit içeren bioregülatörün, bitkide büyümeyi, yaprak klorofil içeriğini, bitki başına verimi ve meyve ağırlığını arttırdığı gözlemlenmiştir. Araştırma sonucunda, sürgün kuru maddenin %27'ye, kök kuru maddenin ise %76'ya kadar arttığı bildirilmiştir.

Moreira vd., (2012), Brezilya'da, deniz yosununun Ponkan mandarininin verim ve meyve kalitesi üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla araştırma yapmışlardır. Toprağa yapılan uygulamada taç iz düşümü alanına gelecek şekilde bitki başına 4 farklı doz (0.0, 0.3, 0.6 ve 1.2 kg/bitki) ve yapraktan uygulamada da 2 farklı doz (0 ve %5) deniz yosunu kullanılmış, yaprak uygulamasında 20 L suda seyreltilerek atılmıştır. Topraktan yapılan

uygulamaların meyve çapına, iriliğine, asitlik ve suda çözünebilir kurumadde /asitlik oranına etkileri önemli bulunmuştur.

El-Miniawy vd., (2013), çilekte dışarıdan uygulanan kitosanın bitki büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, yapraktan üç kere 5.0 ml/l konsantrasyonda uygulamanın yaprak sayısı ve yaprak alanı üzerine pozitif etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Bitki gelişiminin pozitif etkilerinin yanısıra verimi de artırdığı bildirilmiştir.

Shah vd. (2013), buğdayda *Kappaphycus alvarezii* ve *Gracilaria edulis* deniz yosunlarının ekstrakt uygulamalarının, tane verimini sırasıyla %19.74 ve %13.16 arttırdığını bildirmişlerdir.

Lucini (2015), marul bitkisinde strese karşı yapılan bir çalışmada, bioregülatör uygulamalarının etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, amino asitler ve çözünür peptitler içeren bioregülatörlerin, N ve P konsantrasyonunu sırasıyla %10 ve %16 oranında arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca bioregülatörlerin makro besin alımını ve asimilasyonu teşvik ederek, yaprak uygulamasının tuz stresinin olumsuz etkilerini azalttığı belirtilmiştir.

Özenç ve Şen (2017), serada yapılan domates yetiştiriciliğinde *Stimcrop L* ticari deniz yosununu üç farklı doz olarak uygulamışlardır. Araştırma sonucunda, 400 ml/100 litre deniz yosunu uygulaması ile meyve sayısı ve veriminin arttığı bildirilmiştir.

Mozafari vd. (2017), *in vitro* kuraklık stresi koşullarında kültür edilen çilek eksplantlarında, salisilik asit uygulanmasının stresi azaltıcı etkisini bildirmişlerdir.

Kapur vd. (2018), bioregülatörler üzerine çilekte su stresinde yapılan bir çalışmada ise yüksek tünel koşullarında yetiştirilen Fortuna çilek çeşidinde su stresinde bioregülatörlerin, morfolojik (taç sayısı, tam taç çapı ve yaprak alanı) ve fizyolojik (stoma iletkenlik ve yaprak suyu potansiyeli) parametreleri ile verim bakımından etkili olduğu belirlenmiştir.

Al-Shatri vd., (2019), Albion çilek bitkisinde yapılan çalışmada, deniz yosunu mikro elementleri şelatlayarak mikro elementlerin alımını arttırmıştır. Uygulanan deniz yosunu ekstresi (Alga 600) miktarı arttıkça, vejetatif büyüme oranı ve çiçeklenme oranı artmış, yan dallanma ve meyve oluşumun da bu uygulama ile arttığı gözlemlenmiştir.

Al-Shatri vd., (2020) çilekte, deniz yosunu özünü (auxin ve sitokin içeren yosun), dört farklı tuz konsantrasyonunda (0, 75, 150 ve 225 mM) uygulamışlardır. 8 g/litre Alga 600 uygulanan çilek bitkisinde çiçek sayısının ve bununla birlikte meyve sayısının kontrol uygulamasına göre önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiştir.

Chen vd., (2020), topraktaki dehidrojenaz, nitrit redüktaz, üreaz ve selülozün enzimatik aktiviteleri, deniz yosunu gübresinin mısır rizosfer toprağına uygulanmasından sonraki 3. gün, 8. gün ve 13. günde önemli ölçüde artmıştır. Bu veriler ile mısır fidelerinin büyümesinin, deniz yosunu gübresi kullanılarak büyük ölçüde desteklendiği doğrulanmıştır.

Aydın ve Demirsoy (2020), topraksız kültürde biber yetiştiriciliğinde inorganik gübre ilave edilen atık mantar kompostuna ek olarak 2500 ppm deniz yosunu çözelti eklenmesi ile oluşturulan yetiştirme ortamında biber bitkileri en yüksek meyve boyu (71.90 cm) ve ortalama meyve ağırlığı (155.79 g) değerlerine ulaşmıştır. Yetiştirme ortamı olarak birçok kriter açısından öne çıkan vermikompost ve gübre olarak deniz yosunu tavsiye edilebilir bulunmuştur.

Tunçtürk vd., (2020), kuraklık stresi altındaki ekinezya bitkisinin yapraklarına farklı dozlarda uygulanan (*Ascophyllum nodosum*, 0, 2, 4 ve 6 cc/l) deniz yosunu uygulamalarının, bitkide kuraklık stresinin neden olduğu olumsuz etkileri azalttığı rapor edilmiştir. Aynı çalışmada deniz yosunu klorofil miktarını ve membran dayanıklılık indeksini arttırdığı gözlemlenmiştir.

Çeliktöpus ve Özekici (2020), Rubygem çilek çeşidinde, farklı sulama seviyeleri ve bioregülatör uygulamasının yaprak ve meyvede Zn, Cu ve Fe içeriklerinde önemli artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Kullanılan bioregülatör içeriğinde, 250 ppm gibberellik asit, %1.5 K₂O, %18 alginik asit ve %67 organik asit bulunduğu belirtilmiştir. Araştırma sonucunda, kontrol uygulamasına göre bioregülatörün bitki kök hacmini arttırarak topraktan daha fazla mikro besin elementi alımını teşvik ettiği gözlemlenmiştir.

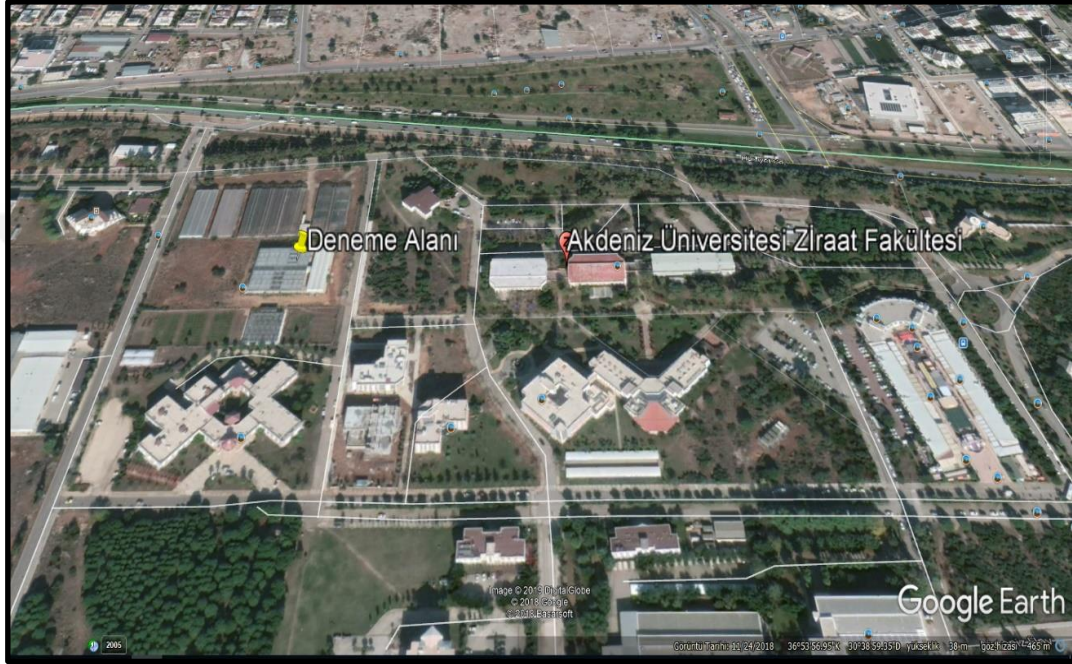
Sadak vd. (2020), soya fasulyesinin tuzluluk toleransı üzerine sistein etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma sonucunda, 40 mg/l sistein uygulamasının bitkilerde tuzluluk toleransını arttırmada etkili tedavi yöntemi olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar ayrıca sisteinin yirmi kadar doğal amino asitten oluşmuş, kükürt içeren bir amino asit gurubu olduğunu da belirtmişlerdir.

Mufty ve Taha (2021), Rubygem ve Albion çilek çeşitlerinde, hümik asit ve deniz yosunu özütlerini 0.2 ve 4 ml/litre konsantrasyonlarında yapraktan uygulamışlar ve uygulamaların, yaprak kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, bitki başına verimi kontrole göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu araştırma, Ekim 2020 – Haziran 2021 yılı arasında, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında (36°54'0.98"K 30°38'53.49"D) bulunan ve topraksız üretimi destekleyen 300 m² alanındaki ısıtmasız cam serada yürütülmüştür. Araştırmada pomolojik ve biyokimyasal analizler ise Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Pomoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma alanının uydu görüntüsü

3.1.1. Bitkisel materyal ve özellikleri

Araştırmada, bitkisel materyal olarak Festival çilek çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşit, Florida Üniversitesinde Oso Grande X Rosa Linda'nın melezlenmesi sonucu 2000 yılında elde edilmiş bir kısa gün çeşididir. Konik meyve şekline sahip olup, meyve eti rengi açık kırmızı, meyve dış rengi ise koyu ve parlak kırmızıdır. Meyve eti renginin bir örnek kırmızı rengine sahip olması, dondurularak satılan ürünler piyasası için mükemmel bir aday olmasını sağlamıştır. Bitkinin açık yapıda olması tozlanmayı, meyve saplarının uzun olması meyve hasadını kolaylaştırmaktadır. Meyveleri tatlı, aroması Camarosa'dan yüksek, fakat Sweet Charlie çeşidinden düşük, meyveleri kaliteli, sert, raf ömrü Camarosa'ya benzeyen bir çeşittir. Erkencilik bakımından ise Camarosa'dan erkencidir. (Chandler ve ark., 2000).

3.1.2. Fide tipi ve özellikleri

Araştırmada fide materyali olarak taze fide kullanılmış olup, fidelerin gövde kalınlığının 10 mm ve üzerinde olmasına dikkat edilmiştir. Bu fideler, yaz boyu atan stolonlardan elde edilmiş ve çıplak köklü olarak direkt topraksız üretim parsellerine dikilmişlerdir.

3.1.3. Yetiştirme ortamı ve özellikleri

Araştırmada yetiştirme ortamı olarak kokopit (Hindistan cevizi lifi) kullanılmıştır. Sıkıştırılmış blok halindeki kokopit 1 metre uzunluğunda ve 13 bitki dikim kapasitesine sahip yetiştirme torbaları halinde kullanıma hazır hale getirilmiştir. Bu yetiştirme ortamlarının özellikleri aşağıda verilmiştir.

3.1.3.1. Kokopit

Kokopit, hindistan cevizi kabuğunun lif özlerinden meydana gelen, sıkıştırıldığında blok haline getirilebilen ve suyu absorbe edince şişme özelliği gösteren bir substrattır. Fiziksel ve kimyasal özellikleri lif içeriğine bağlı olarak değişmekte olup, kullanılan kokopit özellikleri şu şekildedir. pH'sı 6.0, EC'si 74.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, %1.4 kireç, %84 nem, %1169 su tutma kapasitesi (ağırlık esasına göre), %89 organik madde, %11 kül, % 0.082 toplam N, 70.1 ppm $\text{NO}_3\text{-N}$, 7.8 ppm $\text{NH}_4\text{-N}$, 1.82 ppm P, 76 ppm K, 53.4 ppm Ca, 12.48 ppm Mg, 227.6 ppm Na, 0.036 B, 70 ppm Cl, 5.42 ppm Fe.

3.1.4. Bioregülatörler ve özellikleri

Fitomare ve Comcat ruhsatlı bioregülatörler kullanılmıştır.

3.1.4.1. Fitomare

Araştırmada kullanılan Fitomare bioregülatör içeriği Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Fitomare bioregülatör içeriği

Fitomare İçeriği	
Deniz Yosunu Özü	% 15
Serbest Amino Asitler	% 2
Total Azot	% 5.5
Organik Azot	% 0.4
Nitrik Azot	% 2.3
Amonyum Azot	% 2.8
Fosfor Pentoksit suda çözünür	% 3
Potasyum Oksit suda çözünür	% 3.5
Bor suda çözünür	% 0.35
Molibden suda çözünür	% 0.2

3.1.4.2. Comcat

Araştırmada kullanılan Comcat bioregülatör içeriği Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Comcat bioregülatör içeriği

Comcat İçeriği	
Toplam Organik Madde	%65 w/w
Suda Çözünür Potasyum	%1.5
Alginik Asit	%18
Gibberellik Asit	250 ppm

3.2. Metot

3.2.1. Deneme alanının hazırlanması

Denemede 100 cm uzunluğunda, 20 cm genişliğinde ve 15 cm derinliğinde torbalar kullanılmış olup, bu torbalar genişliği 25 cm, uzunluğu 13.5 m ve yüksekliği 75 cm olan %1 eğimli tezgahlar üzerine yerleştirilmiştir. Tezgahlar arasında ise 75 cm’lik yürüme yolu bırakılmıştır.

3.2.2. Yetiştirme ortamlarının hazırlanması ve dikimlerin gerçekleştirilmesi

Yetiştirme ortamı olarak kokopit blokları, dikim öncesi su ve CaNO_3 ile şişirilerek dikime hazır hale getirilmişlerdir. Bu amaçla her bir metre küp kokopit bloğuna 3 kg CaNO_3 kullanılması suretiyle kokopitler yıkanarak dikime hazırlanmıştır. Denemede taze fidelerle 22 Ekim 2020 tarihinde dikim yapılmış olup, her torbaya 13 adet fide dikilmiştir. Şekil 3.2’de araştırma alanından genel görünüm verilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 3.2. a) Dikimlerin gerçekleştirilmesi b) Dikimden 2 hafta sonraki genel bitki görünümü

3.2.3. Sulama sistemi

Araştırmada, 8 litre/saat kapasitesindeki 4'lü spagetti dağıtıcı damla sulama sistemi kullanılmış olup, her iki bitkiye 1 adet damlatıcı (2 litre/saat) planlanmıştır. Denemede torbaların altına drenaj kanalı yerleştirilmiş olup, yetiştirme sezonu boyunca drenaj kontrolleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Gübreleme sistemi

Denemede zaman ayarlı injeksiyonlu sulama ve gübreleme otomasyon sistemi kullanılmış olup, bu sistemde ayrıca EC ve pH ölçer, agitator (karıştırıcı) ve iki farklı gübre tankı ile bir adet asit tankı ile otomasyon kontrolleri sağlanmıştır.

3.2.5. Besin çözeltisinin bileşimi

Denemede kullanılan bitki besleme çözeltileri Lieten (1999)'e göre hazırlanmıştır. Araştırmada makroelementlerden NO_3^- kaynağı olarak KNO_3 , NH_4NO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; H_2PO_4^- kaynağı olarak KH_2PO_4 ; SO_4^{--} kaynağı olarak $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; NH_4^+ kaynağı olarak NH_4NO_3 ; K^+ kaynağı olarak KNO_3 ; Ca^{++} kaynağı olarak $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; Mg^{++} kaynağı olarak $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ gübreleri kullanılmıştır. Mikroelementlerden ise Fe kaynağı olarak Fe EDDHA (%6 Fe); Mn kaynağı olarak $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (%32 Mn); Zn kaynağı olarak $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (%23 Zn); Cu kaynağı olarak $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (%25 Cu); B kaynağı olarak H_3BO_3 (%17 B); Mo kaynağı olarak $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (%39 Mo) gübreleri kullanılmıştır.

Denemede yetiştirme sezonu boyunca pH ve EC ayarları yapılmış olup, pH değeri 6.0, EC değeri ise 1.5 mS/cm olarak planlanmıştır (Lieten 1999, Cantliffe 2008). Bu uygulama tüm deneme konularında standart olarak gerçekleştirilmekle birlikte, kontrol uygulamasını da (T1) oluşturmuştur. Denemede vegetasyon boyunca tüm konulara besin solüsyonu pH'sı 6, EC'si ise 1.5 dS/m (T1-Kontrol) ve 2.25 dS/m (T2-Yüksek tuzluluk) olacak şekilde uygulanmıştır.

3.2.6. Tuzluluk uygulamaları

Çilek tuza hassas bitkiler kategorisinde yer almaktadır. Denemede aşağıda yer alan 2 (iki) farklı EC düzeyi kullanılmıştır.

T1 (kontrol) uygulaması: Kontrol uygulaması olup, EC düzeyi 1.5 dS/m'dir. Bu oran besin çözeltisinden sağlanmıştır. Dolayısıyla bu uygulamada herhangi bir NaCl uygulaması gerçekleştirilmemiştir.

T2 (yüksek tuzluluk) uygulaması: EC düzeyi 2.25 dS/m olarak planlanmış olup, tuz uygulaması NaCl stok solüsyonundan (5 kg NaCl 50 litre suda seyreltilerek stok solüsyon hazırlanmıştır) sağlanmıştır. Haftada 3 gün manuel uygulama ile EC değeri 2.25 dS/m olan NaCl stok solüsyonu T2 uygulamasında bitkilere gerçekleştirilmiştir.

3.2.7. Bioregülatör uygulamaları

Denemede aşağıda yer alan 3 (üç) farklı bioregülatör uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Tuzluluk uygulamaları ile bioregülatör uygulamaları da eş zamanda başlamıştır.

Kontrol: Herhangi bir bioregülatör uygulaması gerçekleşmemiş olup, bu uygulama yapraktan saf su uygulaması olarak gerçekleştirilmiştir.

Fitomare uygulaması: Tuzluluk uygulamasının başlamasına müteakiben haftada 1 (bir) uygulama olacak şekilde toplam 4 (dört) uygulama olarak gerçekleştirilmiştir. Konsantrasyon olarak ise 200 ml/100 lt ruhsatlı doz yapraktan uygulama olarak kullanılmıştır. Uygulama sabah erken saatte gerçekleştirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.3. a) Fitomare bioregülatörü b) Fitomare bioregülatörünün belirtilen dozda hazırlanması

ComCat uygulaması: Tuzluluk uygulamasının başlamasına müteakiben haftada 1 (bir) uygulama olacak şekilde toplam 4 (dört) uygulama olarak gerçekleştirilmiştir. Konsantrasyon olarak ise 20 g/15 lt ruhsatlı doz yapraktan uygulama olarak kullanılmıştır. Uygulama sabah erken saatte gerçekleştirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.4. a) Comcat bioregülatörü b) Comcat bioregülatörü yapraktan uygulaması

3.2.8. Tozlanma

Denemeler sırasında, tozlanmayı sağlamak amacıyla bombus arıları kullanılmıştır. Bu arıların ömrü 6 hafta olup, vegetasyon süresince takviye yapılarak tozlanma sağlanmıştır.

3.2.9. Fenolojik ve Morfo-fizyolojik gözlem ve analizler

3.2.9.1. İlk çiçeklenme zamanı

Deneme parsellerindeki bitkilerde meydana gelen çiçeklerin %5'inde çiçeğin taç yaprağının görüldüğü tarih ilk çiçeklenme zamanı olarak değerlendirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.5. a) Çiçeklenmelerin başlaması b) İlk çiçeklenme

3.2.9.2. İlk derim zamanı

Deneme parsellerindeki bitkilerde meyvelerin ilk deriminin yapıldığı tarih olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Derim

3.2.9.3. Gövde çapı (mm)

Kök ile taç gövdesinin birleştiği noktadan digital kumpas yardımıyla ölçülmüştür.



Şekil 3.7. Gövde çapı ölçümü

3.2.9.4. Kardeşlenme sayısı (adet/bitki)

Bitkilerde gelişen mevcut kardeşlerin tamamı sayılmış ve değerler ortalama olarak değerlendirilmiştir.

3.2.9.5. Yaprak sayısı (adet/bitki)

Bitkilerde gelişen mevcut trifoliolate yaprakların tamamı sayılmış ve değerler ortalama olarak değerlendirilmiştir.

3.2.9.6. Nekrotik yaprak sayısı (adet/bitki)

Tuzluluk semptonu gösteren kurumuş, kıvrılmış tüm yapraklar sayılmış ve değerler ortalama olarak değerlendirilmiştir.

3.2.9.7. Yaprak klorofil indeksi

Klorofil azalma oranı düşük olan bitkilerin, strese daha toleranslı oldukları yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Anju vd., 1994). Bu amaçla bitkilerde yaprak klorofil indeksleri klorofil metre (FieldScout CM1000) ile ölçülerek ortalama olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.8. Klorofil indeksi ölçer

3.2.9.8. Yaprak sıcaklığı (%)

Yaprak sıcaklığı infrared termometre (Spectrum Technologies, Inc), yardımıyla günün en sıcak dönemi olan 13.00-17.00 saatleri arasında her ay ölçülmüştür.



Şekil 3.9. Yaprak sıcaklığı ölçümü

3.2.9.9. Yaprak oransal su içeriği (%)

Çilek bitkisinin yaprak oransal su içeriği (yaprak bağıl nemi), saat 13.00–15.00 arasında alınan gelişimini tamamlamış yaprakta belirlenmiştir. Yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesinde öncelikle, taze ağırlıkları alınarak, daha sonra alınan yaprak dört saat saf su içerisinde bekletilerek turgor ağırlıkları saptanmıştır. Yaprak örneklerinin kuru ağırlıklarının tespiti için, turgor ağırlıklarının tespitinden sonra yapraklar 65 °C sıcaklıkta 48 saat tutulduktan sonra ağırlıkları tekrar ölçülmüştür. Veriler aylık olarak belirtilen formüle göre değerlendirilmiştir.

Yaprak Oransal Su İçeriği = (Taze Ağırlık- Kuru Ağırlık) / (Turgor Ağırlığı-Kuru Ağırlık) X 100 formül yardımıyla % olarak tespit edilmiştir (Smart ve Bingham, 1974).

3.2.9.10. Membran zararlanma indeksi

Hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır. Bitkilerin gelişmesini tamamlamış yapraklarından alınan diskler de-iyonize su içerisinde 4 saat bekletildikten sonra EC ölçülerek, aynı diskler 100 C’de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçümü gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir (Perveen ve vd., 2014).

$$\text{Membran Zararlanma İndeksi} = (Lt - Lc / 1-Lc) \times 100$$

Lt: Tuzluluk stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC

3.2.9.11. Yaprak alanı (cm²)

Bitkilerde trifoliate yaprak alanı değerleri her ay milimetrik kağıt ile ölçülerek belirlenmiştir.

3.2.9.12. Yaprak uç yanıklığı oranı (%)

Her parseldeki uç yanıklığı semptonu aşağıda belirtilen formüle göre değerlendirilmiştir. Uç Yanıklığı Zarar Oranı (%)= (Uç yanıklığı semptonu görülen bitki sayısı x 100) / Toplam bitki sayısı

3.2.9.13. Solgunluk skalası (1-5 skala)

Ayda bir kez olmak üzere yapılarak bu testte 0-5 skalası kullanılmıştır.

Skalada;

0= Yapraklarda tuzluluk kaynaklı hiçbir belirti yok,

1= Yapraklarda hafif solgunluk,

2= Yapraklarda orta düzeyde solgunluk,

3= Yapraklarda çok şiddetli solgunluk,

4= Yapraklarla birlikte gövdede solgunluk belirtileri mevcut,

5= Bitki tamamen solmuş,

olarak puanlama yapılmıştır.

3.2.10. Vegetasyon sonu gözlem ve analizler

3.2.10.1. Taç yaş ağırlığı (g/bitki)

Yetiştirme ortamından sökülen bitkilerde tüm yaprak, sürgün ve taç gövdesi kısımları tartılmış ve değerler ortalama olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.10. Vegetasyon sonu bitki sökümünün gerçekleştirilmesi

3.2.10.2. Taç kuru ağırlığı (g/bitki)

Yaş ağırlıkları belirlenen bitki kısımları 60 °C sıcaklık ayarlı etüvde 48 saat kurutmaya alınmıştır. Kuruyan bitki kısımları tartılarak ve değerler ortalama olarak belirlenmiştir.

3.2.10.3. Kök yaş ağırlığı (g/bitki)

Yetiştirme ortamından sökülen bitkilerde kök kısımları tartılmış ve değerler ortalama olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.11. Bitki taç ve kök kısımlarının ayrılması

3.2.10.4. Kök kuru ağırlığı (g/bitki)

Yaş ağırlıkları belirlenen kök kısmı 60 °C sıcaklık ayarlı etüvde 48 saat süreyle kurutmaya alınmış ve kuruyan bitki kısımları tartılmış ve değerler ortalama olarak belirlenmiştir.

3.2.11. Verim ve pomolojik gözlem ve analizler

3.2.11.1. Bitki başına toplam verim (g/bitki)

Yetiştirme sezonu boyunca her parselden alınan verim tartılmış ve parseldeki bitki sayısına bölünerek, bitki başına düşen verim hesaplanmıştır.



(a)



(b)

Şekil 3.12. a) Parsel verimlerinin gerçekleştirilmesi b) Derim

3.2.11.2. Meyve ağırlığı (g)

Her parselden alınan verim, meyve sayısına bölünerek ortalama meyve ağırlığı değerleri elde edilmiştir.

3.2.11.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) (%)

Meyvelerin SÇKM miktarı digital refraktometre (Model Number REF121, Atago, China) ile ölçülerek değerlendirilmiştir.



(a)

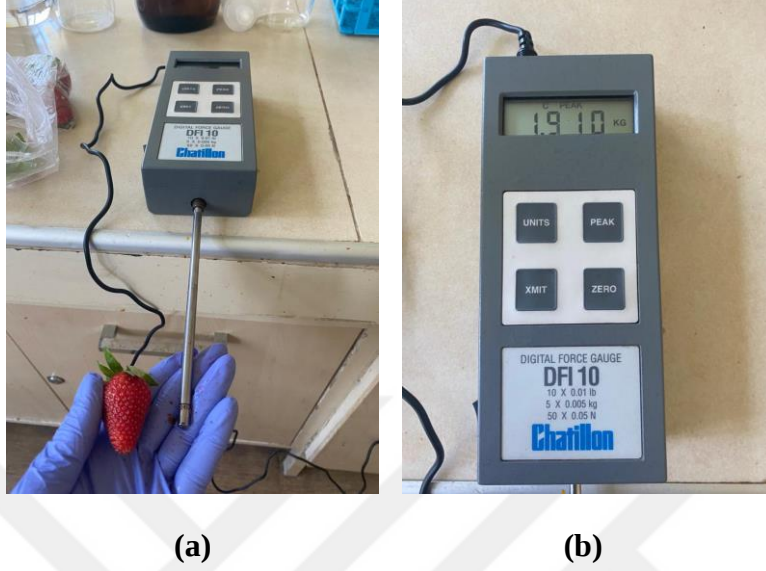


(b)

Şekil 3.13. a) SÇKM ölçümlerinin gerçekleştirilmesi b) SÇKM ölçüm cihazı (Model Number REF121, Atago)

3.2.11.4. Meyve eti sertliği (kg)

Chatillon DFI 10 Digital Force Gauge marka cihaz ile meyve ekseninden ölçüm gerçekleştirilmiş ve kg olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.14. a) Meyve eti sertliği ölçümlerinin gerçekleştirilmesi **b)** Meyve eti sertliği ölçüm cihazı (Chatillon DFI 10 Digital Force Gauge)

3.2.11.5. Meyve usare pH

Meyve usare pH'sı, el tipi pH metre ile ölçülerek değerlendirilmiştir.



Şekil 3.15. Meyve usare pH ölçümünün gerçekleştirilmesi

3.2.11.6. Meyve usare EC

Meyve usare EC'si, el tipi EC metre ile ölçülerek değerlendirilmiştir.

3.2.11.7. Meyve dış rengi (L, C*, h°)

Derimi yapılan meyvelerin dış renkleri, renk ölçme cihazı ile (3NH NR20XE Precision Colorimeter, Shenzhen Threenu Technology Co., Ltd.) “L”, “C*” ve “h°” değerleri cinsinden belirlenmiştir. L değeri parlaklığı, Kroma (C*) değeri ise rengin canlılığını ve matlığını sayısal olarak ifade ederken, sayının yüksek olması rengin daha canlı olduğunu göstermektedir. Hue (h°) değeri ise, rengin kırmızılığı ve sarılığını sayısal olarak ifade ederken, hue değerinin azalması rengin kırmızıya yaklaştığını; artması ise kırmızıdan uzaklaştığını göstermektedir.

3.3. İstatistiksel Analizler

Araştırmada, tüm uygulamalar tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre planlanmış olup, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 13 bitki kullanılmıştır. Araştırmada, ortalamaların karşılaştırılmasında LSD testi kullanılmış olup, istatistiksel analizler, SAS paket programında gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde Akdeniz Üniversitesi İstatistik Danışmanlık Uygulama ve Araştırma Merkezi’nden destek alınmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fenolojik ve Morfo-fizyolojik gözlem ve analizler

Araştırmada, dikimler 22 Ekim 2020 tarihinde gerçekleştirilmiş olup, tüm uygulamalara göre fenolojik gelişme aşamaları yetiştirme dönemi süresince izlenmiştir. Araştırmada, ilk çiçeklenme ve ilk derim tarihleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

4.1.1. İlk çiçeklenme tarihleri

Örtü altı şartlarında, kokopit ortamında yetiştirilen Festival çilek çeşidinde, ilk çiçeklenme tarihi, tuz ve bioregülatör uygulamasına göre, 01.12.2020 ile 06.12.2020 tarihleri arasında değişim göstermiştir. Nitekim en erken çiçeklenme, bioregülatör uygulanmayan T1 kontrol uygulamasında gerçekleşmiştir. En geç çiçeklenme ise 06.12.2020 tarihi ile bioregülatör uygulanan T2 tuzluluk uygulamalarında kaydedilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının ilk çiçeklenme ve ilk derim zamanı üzerine etkileri

Tuzluluk Uygulamaları	Bioregülatör Uygulamaları	İlk Çiçeklenme Zamanı	İlk Derim Zamanı
T1 (Kontrol)	Kontrol	01.12.2020	25.01.2021
	Fitomare	04.12.2020	20.01.2021
	Comcat	04.12.2020	20.01.2021
T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	04.12.2020	18.01.2021
	Fitomare	06.12.2020	20.01.2021
	Comcat	06.12.2020	21.01.2021

4.1.2. İlk derim tarihleri

Tuz ve bioregülatör uygulamalarına göre, Festival çilek çeşidinde ilk derim tarihleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Uygulamalara göre, ilk derim tarihleri 18.01.2021 ile 25.01.2021 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. T1 (kontrol) uygulamasında, bioregülatör uygulanmayan parsellerde, 25.01.2021 tarihinde ilk derim gerçekleşirken, Fitomare ve Comcat uygulamalarında, 20.01.2021 tarihinde gerçekleşmiştir. Yüksek tuzlulukta yetiştirilen bitkilerde ise kontrol uygulamasında 18.01.2021 tarihinde ilk derim gerçekleşirken, Fitomare ve Comcat uygulamalarında sırasıyla 20.01.2021 ve 21.01.2021 tarihlerinde kaydedilmiştir.

Araştırmada, vejetasyon süresi boyunca tuz ve bioregülatör uygulamalarına göre bazı morfo-fizyolojik kriterler (gövde çapı, kardeşlenme sayısı, yaprak sayısı, nekrotik yaprak sayısı, klorofil indeksi, yaprak sıcaklığı, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi, yaprak alanı, yaprak uç yanıklığı oranı ve solgunluk skalası) aylık olarak değerlendirilmiştir.

4.1.3. Gövde çapı (mm)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitkilerde bazı morfo-fizyolojik özellikler üzerine etkileri Çizelge 4.2’de aylık olarak verilmiştir.

Ocak ayı değerlerinde, T1 ve T2 tuzluluk uygulamalarına göre bioregülatör uygulamalarının gövde çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim en yüksek gövde çapı 14.41 mm ile T1 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 10.00 mm ile T2 / Fitomare uygulamasında belirlenmiştir. Şubat ayına bakıldığında, en yüksek değerler her iki tuzluluk uygulamasında Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük 13.79 mm ile T2 / Kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Mart ayı değerlerinde ise en yüksek gövde çapı 21.61 mm ile T1 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 15.33 mm ile T2 / Kontrol uygulamasında belirlenmiştir.

Nisan ayında tuzluluk x bioregülatör interaksyonu incelendiğinde en yüksek gövde çapı 33.9 mm ile T1 / Comcat uygulamasında belirlenmiştir. En düşük gövde çapı ise 9.2 mm ile T2 / Kontrol uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla nisan ayı içerisinde gövde çapı değerleri 9.2 mm ile 33.9 mm arasında değiştiği dikkati çekmiştir. Mayıs ayı değerlerinde, tuzluluk x bioregülatör interaksyonu incelendiğinde ise en yüksek gövde çapı 31.65 mm ile T1 / Kontrol uygulamasında belirlenmiştir. En düşük gövde çapı ise 11.21 mm ile T2 / Comcat uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla mayıs ayı içerisinde gövde çapı değerleri 31.65 mm ile 11.21 mm arasında değiştiği dikkati çekmiştir.

Araştırmalarımız, yüksek tuzluluk şartlarında yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının gövde çapı değerlerini kontrole göre artırabileceğini göstermiştir.

Çizelge 4.2. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının gövde çapı, kardeşlenme sayısı, yaprak sayısı ve nekrotik yaprak sayısı üzerine etkileri

Parametre	Tuzluluk Uygulamaları	Bioregülatör Uygulamaları	Aylar				
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Gövde Çapı (mm)	T1 (Kontrol)	Kontrol	13.31 A	17.23 AB	18.7 5 AB	33.08 A	31.65 A
		Fitomare	12.58 AB	18.55 A	18.2 2 AB	30.88 A	26.14 AB
		Comcat	14.41 A	17.65 AB	21.6 1 A	33.90 A	26.69 AB
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	12.83 AB	13.79 B	15.3 3 AB	9.2 C	12.94 C
		Fitomare	10.00 B	17.23 AB	20.8 9 A	17.06 C	21.89 B
		Comcat	13.25 A	19.50 A	20.6 2 A	13.91 B	11.21 C
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		2.845	4.034	3.92 2	3.656	5.994

(Devamı arkada)

Çizelge 4.2'nin devamı

Kardeşlenme sayısı (adet/bitki)	T1 (Kontrol)	Kontrol	2.00 A	2.33	2.33 AB	3.33A	3.00 A
		Fitomare	1.33A B	2.33	1.66 B	1.66 B	2.00 A
		Comcat	1.00 AB	2.00	2.66 A	1.66 B	2.00 A
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	1.33 AB	1.66	2.33 AB	1.00 B	0.66 B
		Fitomare	1.33A B	1.66	2.66 A	2.33 AB	0.50 B
		Comcat	0.33 B	1.66	2 AB	1.333 B	0.33 B
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		1.511	ÖD	0.93 7	1.39	1.104
Yaprak Sayısı (adet/bitki)	T1 (Kontrol)	Kontrol	7.33	9.66 A	10.5 0	9.33 AB	11.66 A
		Fitomare	7.33	9.00 AB	9.53	7.00 BC	10.00 AB
		Comcat	7.66	8.00 ABC	10.0 0	9.00 AB	8.66 B
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	6.66	6.66 BC	9.20	12.33 A	2.33 C
		Fitomare	6.00	6.00 C	9.66	8.00 BC	3.00 C
		Comcat	9.66	9.66 A	6.36	4.33 C	2.33 C
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		ÖD	2.812	ÖD	4.234	2.685
Nekrotik yaprak sayısı (adet/bitki)	T1 (Kontrol)	Kontrol	-	-	-	-	-
		Fitomare	-	-	-	-	-
		Comcat	-	-	-	-	-
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	-	-	-	5.00	1.33
		Fitomare	-	-	-	2.67	2.00
		Comcat	-	-	-	2.67	1.67
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör					ÖD	ÖD

4.1.4. Kardeşlenme sayısı (adet/bitki)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitkilerde kardeşlenme sayısı üzerine etkileri Çizelge 4.2'de aylık olarak verilmiştir. Araştırmada, ocak ayında bitkilerde gözlenen kardeşlenme sayısı değerleri, uygulamalara göre değişmekle birlikte, 0.33 adet/bitki ile 2.00 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. En yüksek T1 / Kontrol uygulamasında; en düşük T2 / Comcat uygulamasında gözlenmiştir. Şubat ayı değerlerinde ise tuzluluk uygulamalarının kardeşlenme sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna göre, en yüksek kardeşlenme sayısı değeri 2.00 adet ile T1/ Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 0.33 adet ile T2 / Comcat uygulamasında saptanmıştır.

Mart ayında da benzer olarak, tuzluluk uygulamalarının kardeşlenme sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna göre, en yüksek kardeşlenme sayısı değeri 2.66 adet ile T1/ Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 1.66 adet ile T1 / Fitomare uygulamasında saptanmıştır. Nisan ayı değerlerinde tuzluluk x bioregülatör interaksyonu incelendiğinde ise en yüksek kardeşlenme sayısı değeri 3.33 adet ile T1 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 1.00 adet ile T2 / Kontrol uygulamasında; mayıs ayında ise en yüksek kardeşlenme sayısı değeri 3.00 adet ile T1 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 0.33 adet ile T2 / Comcat uygulamasında saptanmıştır.

4.1.5. Yaprak sayısı (adet/bitki)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının, bitkilerde yaprak sayısı üzerine etkileri Çizelge 4.2’de aylık olarak verilmiştir. Ocak ayında, tuzluluk x bioregülatör uygulaması bakımından incelendiğinde, uygulamalar arasında istatistiksel farklılık belirlenmemiş olup, değerler aynı istatistiksel grupta yer almıştır.

Şubat ayında tuzluluk x bioregülatör interaksyonu bakımından, en yüksek yaprak sayısı 9.66 adet ile T1 / Kontrol ve T2 / Comcat uygulamasında belirlenmiştir. En düşük yaprak sayısı 6.00 adet ile T2 / Fitomare uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla şubat ayı içerisinde yaprak sayısı değerleri 6.00 adet ile 9.66 adet arasında değiştiği dikkati çekmiştir. Nisan ayı değerlerinde, tuzluluk x bioregülatör uygulamalarının yaprak sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim en yüksek yaprak sayısı 12.33 adet ile T2 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük yaprak sayısı 4.33 adet ile T2 / Comcat uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla nisan ayı içerisinde yaprak sayısı değerleri 12.33 adet ile 4.33 adet arasında değiştiği dikkati çekmiştir.

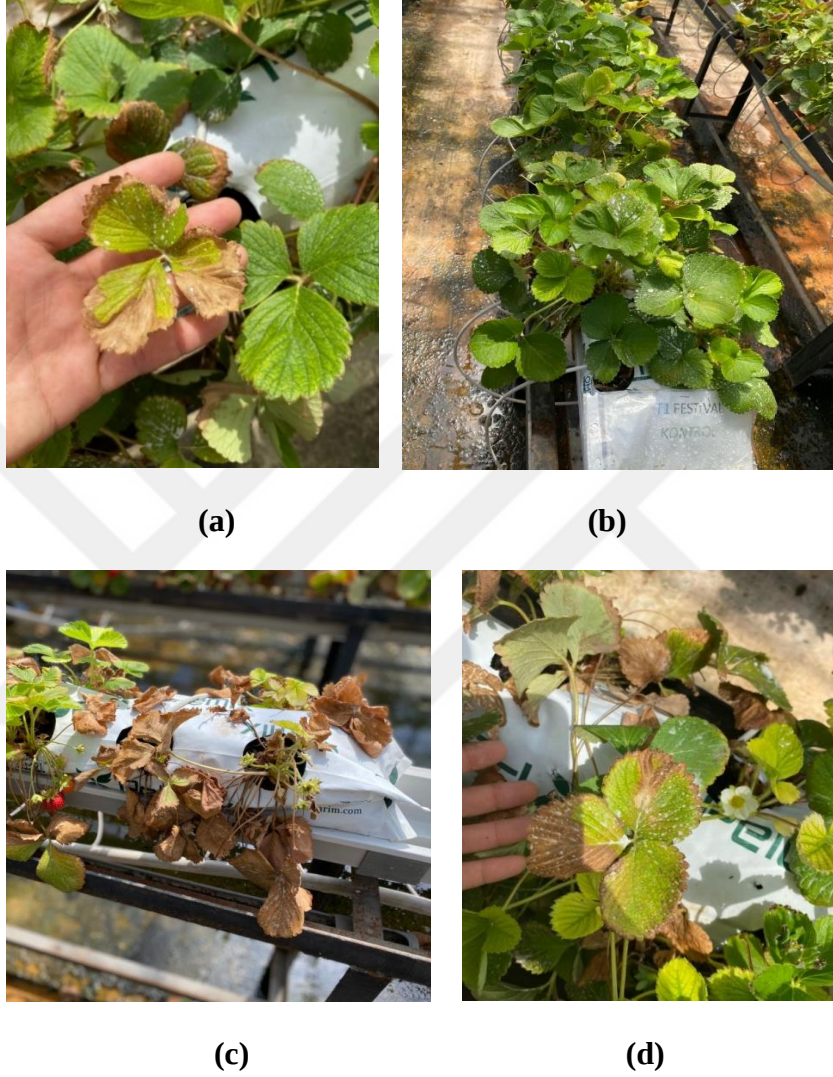
Mayıs ayında ise Ocak ve Mart aylarında olduğu gibi uygulamaların bitkilerde yaprak sayısı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Bulgularımız, yüksek tuzlulukta yetiştirilen çileklerde, comcat uygulamasının kardeşlenme sayısını önemli oranda artırdığını göstermiştir. Bulgularımız, farklı araştırmacıların bulguları ile benzer olsa da aynı bioregülatör üzerinde çalışmaya rastlanılmamıştır. Nitekim Saima vd., (2014) deniz yosunu özlerinin yaprak sayısını önemli oranda artırdığını belirtmişlerdir. El-Miniawy vd., (2013) çilekte yaprak kitosan uygulamasının yaprak sayısı bakımından olumlu etkiler yarattığını belirtmişlerdir. Dolayısıyla bu çalışmalarda, dışarıdan uygulanan benzer bioregülatör uygulamalarının yaprak sayısı üzerine etkili olduğu görülmektedir.

4.1.6. Nekrotik yaprak sayısı (adet/bitki)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitkilerde nekrotik yaprak sayısı üzerine etkileri Çizelge 4.2’de aylık olarak verilmiştir. Denemede nekrotik yaprak semptomları, nisan ve mayıs aylarında görülmeye başlanmış olup, ocak, şubat ve mart aylarında nekrotik lekeler rastlanılmamıştır.

Gerek nisan ve gerekse mayıs ayı değerlerinde, sadece T2 uygulamasında nekrotik yapraklara rastlanılmış olup, bu değerler bioregülatör uygulamalarına göre değişmekle birlikte, 1.33 adet/bitki ile 5.00 adet/bitki arasında değişim göstermiştir. Özellikle yüksek tuzluluk uygulamasında gerek Fitomare ve gerekse Comcat uygulamalarının, kontrole göre nekrotik yaprak sayısını düşürdüğü dikkat çekmiştir.



Şekil 4.1. a) Nisan ayında gözlenen nekrotik semptom **b)** Mart ayında nekrotik semptom başlangıcı **c)** Mayıs ayında gözlenen nekrotik yaprak görünümü **d)** T2 uygulamasında genel nekrotik lezyon

4.1.7. Yaprak klorofil indeksi

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitkilerde klorofil indeksi üzerine etkileri Çizelge 4.3’de aylık olarak verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, tuzluluk x bioregülatör interaksyonu bakımından, ocak ve şubat aylarında, uygulamaların klorofil indeksi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Mart ayında, uygulamalarının yaprak klorofil indeksi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim en yüksek klorofil indeksi değeri 254.67 ile T2 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 155.33 ile T2 / Fitomare uygulamasında saptanmıştır. (Çizelge 4.3).

Nisan ayında, uygulamaların yaprak klorofil indeksi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek klorofil indeksi değeri 242.33 ile T1 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 125.00 ile T2 / Fitomare uygulamasında saptanmıştır.

Mayıs ayında, uygulamaların yaprak klorofil indeksi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim en yüksek klorofil indeksi değeri 222.67 ile T1 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 121.67 ile T1 / Fitomare uygulamasında saptanmıştır.

Bulgularımız, Comcat uygulamasının gerek stressiz, gerekse stresli ortamlarda, klorofil indeksini artırabileceğini göstermiştir.

4.1.8. Yaprak sıcaklığı (°C)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitkilerde yaprak sıcaklığı üzerine etkileri Çizelge 4.3'te aylık olarak verilmiştir.

Ocak ayında, tuzluluk x bioregülatör interaksyonu bakımından değerlendirildiğinde, uygulamaların yaprak sıcaklığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim en yüksek yaprak sıcaklığı 17.93 °C ile T1 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 13.7 °C ile T1 / Comcat uygulamasında saptanmıştır. Şubat ve nisan aylarında da benzer durumlar gözlenmiş olup, tüm uygulamalara istatistiksel farklılık bulunmuştur. Mart ayında ise istatistiki olarak farklılık belirlenmemiştir. Stresin ilerleyen dönemlerinde, mayıs ayında, istatistiksel farklılık daha yüksek oranda gözlenmiştir. En yüksek yaprak sıcaklığı 29.53 °C ile T1 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 25.16 °C ile T2 / Comcat uygulamasında saptanmıştır.

Araştırma bulgularımıza göre, yüksek tuzluluk koşullarında yetiştirilen çileklerde, Comcat ve Fitomare uygulamalarının kontrol koşullarına göre yaprak sıcaklığını hemen hemen birçok incelenen ayda düşürdüğünü göstermiştir. Bu da stres şartlarında bioregülatör uygulamalarının, strese cevapta pozitif etkileri olabileceğini göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda, stressiz şartlarda bioregülatör uygulamalarının rakamsal olarak çok büyük farklılıklarda bulunmadığını göstermiştir. Bu konuda, Bora vd., (2015), biberde tuz stresi üzerine yaptıkları çalışmada, dört farklı konsantrasyonda tuz uygulaması yapmış olup, tuzluluk oranı arttıkça yaprak sıcaklığı ve yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının arttığını belirtmişlerdir. Bulgularımız ile benzer veya kısmen uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının klorofil indeksi ve yaprak sıcaklığı üzerine etkileri

Parametre	Tuzluluk Uygulamaları	Bioregülatör Uygulamaları	Aylar				
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Klorofil İndeksi	T1 (Kontrol)	Kontrol	229.67	234.33	243.67 AB	175.00 B	137.67 B
		Fitomare	233.33	240.67	181.00 DC	125.00 C	121.67 B
		Comcat	245.67	261.00	231.00 ABC	242.33 A	222.67 A
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	257.67	271.00	192.33 BCD	144.67 BC	126.67 B
		Fitomare	233.33	245.33	155.33 D	134.33 BC	192.50 A
		Comcat	230.00	229.33	254.67 A	155.67 BC	137.67 B
LSD%5 tuzluluk x bioregülatör			ÖD	ÖD	55.517	43.226	39.348
Yaprak Sıcaklığı (°C)	T1 (Kontrol)	Kontrol	17.93 A	21.36 AB	24.73	28.20 B	26.31 BC
		Fitomare	16.23 AB	17.73 A	22.56	30.10 AB	29.53 A
		Comcat	13.70 B	22.23 A	27.06	31.60 A	29.33 A
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	16.4 AB	21.06 AB	26.03	21.73 C	27.20 ABC
		Fitomare	14.60 B	21.90 AB	24.03	23.07 C	28.2 AB
		Comcat	14.46 B	21.60 AB	27.56	21.96 C	25.16 C
LSD%5 tuzluluk x bioregülatör			2.713	4.445	ÖD	2.886	2.871

4.1.9. Yaprak oransal su içeriği (%)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitkilerde yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.4'te aylık olarak verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi, tuzluluk x bioregülatör interaksyonu incelendiğinde, şubat ayında uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. İncelenen diğer tüm aylarda istatistiki farklılık görülmüştür.

Nisan ayında, en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri %85.67 ile T1 / Fitomare uygulamasında belirlenirken, en düşük değer %33.33 ile T2 / Fitomare uygulamasında saptanmıştır.

Mayıs ayında, en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri %85.67 ile T1 / Fitomare ve T1 / Comcat uygulamalarında belirlenirken, en düşük değer %21.33 ile T2 / Fitomare uygulamasında saptanmıştır.

Araştırma bulgularımıza bakıldığında, yaprak oransal su içeriği oranları stressiz şartlarda, stresli şartlara göre önemli oranda yüksek belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının yaprak oransal su içeriği (%) üzerine etkileri

Parametre	Tuzluluk Uygulamaları	Bioregülatör Uygulamaları	Aylar			
			Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Yaprak Oransal Su İçeriği (%)	T1 (Kontrol)	Kontrol	85.67	86.67 A	85.67 A	84.33 A
		Fitomare	85.67	86.67 A	87.67 A	85.67 A
		Comcat	85.67	86.67 A	87.67 A	84.67 A
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	82.33	65.00 B	40.00 B	24.33 B
		Fitomare	87.67	72.33 AB	33.33 C	21.33 C
		Comcat	86.67	73.33 A	43.67 A	27.67 A
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		ÖD	10.472	12.225	15.723

4.1.10. Membran zararlanma indeksi

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitkilerde membran zararlanma indeksi üzerine etkileri Çizelge 4.5'te aylık olarak verilmiştir.

Şubat, Mart ve Nisan aylarında bioregülatör uygulamalarının bitkilerde membran zararlanma indeksi değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Nitekim bu değerler şubat ayında, 10.20 ile 11.19; mart ayında 15.66 ile 18.67; nisan ayında 22.66 ile 29.76 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.5. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının yaprak hücrelerinde membran zararlanma indeksi üzerine etkileri

Parametre	Bioregülatör Uygulamaları	Aylar		
		Şubat	Mart	Nisan
Membran Zararlanma İndeksi	Kontrol	10.76	17.5	29.76
	Fitomare	11.19	15.66	22.66
	Comcat	10.20	18.67	22.89
LSD%5 bioregülatör		ÖD	ÖD	ÖD

4.1.11. Yaprak alanı (cm²)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitkilerde yaprak alanı üzerine etkileri Çizelge 4.6'da aylık olarak verilmiştir.

Nisan ayı değerlerinde, tuzluluk x bioregülatör interaksyonu bakımından incelendiğinde, uygulamaların yaprak alanı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim nisan ayında, en yüksek yaprak alanı değeri 90.32 cm² ile T2 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 52.39 cm² ile T2 / Kontrol uygulamasında saptanmıştır. Mayıs ayında ise uygulamaların yaprak alanı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli belirlenmemiştir.

Araştırma bulgularımız, gerek kontrol ve gerekse yüksek tuzluluk koşullarında, Comcat uygulamasının yaprak alanı bakımından en yüksek değerleri oluşturduğunu göstermiştir. Yüksek tuzluluk şartlarında da bioregülatör uygulamalarının yaprak alanı bakımından avantajlı olabileceğini göstermiştir. Bulgularımız Munns ve Tester., (2008) yaptığı çalışma ile benzer bulunmuştur. Bu bulgulara göre, tuzluluk stresi genç yapraklarda hücre genişlemesini etkilemekte ve genellikle yaprak alanında bir azalmaya neden olduğu gözlemlendiği belirtilmiştir. Benzer başka bir çalışmada ise Kapur vd., (2018) su stresinde çilekte yapılan çalışmada bioregülatör uygulamalarının yaprak alanını arttırdığını bildirmişlerdir.

4.1.12. Yaprak uç yanıklığı oranı (%)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitkilerde yaprak uç yanıklığı oranı üzerine etkileri Çizelge 4.6'da aylık olarak verilmiştir.

Mart ayında, uygulamaların yaprak uç yanıklığı oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim en yüksek yaprak uç yanıklığı oranı %51.28 ile T2 / Fitomare uygulamasında belirlenirken, en düşük %17.90 ile T1 / kontrol uygulamasında saptanmıştır.

Nisan ayı değerlerinde, uygulamalarının yaprak uç yanıklığı oranı üzerine etkisi de istatistiksel olarak önemli olmuştur. En yüksek yaprak uç yanıklığı oranı değeri %79.48 ile T2 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer %23.05 ile T1 / Fitomare uygulamasında saptanmıştır.

Mayıs ayı değerlerinde, diğer aylarda olduğu gibi, uygulamalarının yaprak uç yanıklığı oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. Nitekim en yüksek yaprak uç yanıklığı oranı %76.15 ile T2 / Fitomare uygulamasında belirlenirken, en düşük değer %20.49 ile T1/ Fitomare uygulamasında saptanmıştır.

Bulgularımız, yüksek tuzluluk şartlarında yaprak uç yanıklığı oranının, kontrol tuzluluk şartlarına göre önemli derecede arttığını göstermiştir. Ayrıca yüksek tuzluluk şartlarında bioregülatör uygulamalarının, yaprak uç yanıklığı zararını da azaltmıştır.

Çizelge 4.6. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının yaprak alanı, yaprak uç yanıklığı oranı ve solgunluk skalası üzerine etkileri

Parametre	Tuzluluk Uygulamaları	Bioregülatör Uygulamaları	Aylar		
			Mart	Nisan	Mayıs
Yaprak Alanı (cm ²)	T1 (Kontrol)	Kontrol	-	64.49 BC	79.96
		Fitomare	-	63.10 BC	84.90
		Comcat	-	90.32 A	85.43
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	-	52.39 C	61.22
		Fitomare	-	53.60 C	70.73
		Comcat	-	86.74 AB	75.73
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör			25.412	ÖD
Yaprak Uç Yanıklığı Oranı (%)	T1 (Kontrol)	Kontrol	17.90 A	33.28 CD	25.59 BC
		Fitomare	28.00 AB	23.05 D	20.49 C
		Comcat	28.20 AB	30.74 CD	34.56 BC
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	36.20 AB	79.48 A	68 AB
		Fitomare	51.28 A	46.11 BC	76.15 A
		Comcat	41.02 AB	53.837 B	69.74 A
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		28.218	17.37	47.488
Solgunluk Skalası	T1 (Kontrol)	Kontrol	1.33	1.00 C	1.66 B
		Fitomare	1.00	3.00 B	2.00 B
		Comcat	1.00	1.66 BC	2.00 B
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	1.66	4.66 A	5.00 A
		Fitomare	1.00	2.33 BC	2.00 AB
		Comcat	1.66	1.66 BC	3.00 AB
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		ÖD	1.511	1.478

4.1.13. Solgunluk skalası (1-5 skala)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitkilerde solgunluk skalası üzerine etkileri Çizelge 4.6'da aylık olarak verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, mart ayında uygulamaların etkisi, istatistiksel olarak önemli belirlenmemiştir.

Nisan ve mayıs aylarında ise uygulamaların, solgunluk skalası üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim nisan ayında en yüksek solgunluk skala değeri 4.66 ile T2 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 1.00 ile T1 / Kontrol uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla nisan ayı içerisinde solgunluk skalası değerleri 4.66 ile 1.00 arasında değişim göstermiştir. Mayıs ayında ise en yüksek değer 5.00 ile T2 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 1.66 ile T1 / Kontrol uygulamasında saptanmıştır.

4.2. Verim Ve Pomolojik Gözlem Ve Analizler

Vejetasyon süresi boyunca tuz ve bioregülatör uygulamalarının bitki başına düşen verim ve ortalama meyve ağırlığı değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitki başına düşen toplam verim ve ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri

Parametre	Tuzluluk uygulamaları	Bioregülatör uygulamaları	Aylar			Toplam verim
			Mart	Nisan	Mayıs	
Bitki Başına Düşen Toplam Verim (g/bitki)	T1 (Kontrol)	Kontrol	239.54 A	520.28 A	527.17 B	1287.00 A
		Fitomare	227.74 BA	442.00 BA	570.85 A	1240.59 A
		Comcat	252.60 A	474.48 BA	492.67 C	1219.76 AB
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	207.63 BC	343.34 B	81.04 D	632.01 C
		Fitomare	234.87 BA	345.04 B	68.07 D	647.97 C
		Comcat	196.53 C	355.31 B	73.92 D	637.43 C
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		29.761	134.88	34.164	55.023
Meyve Ağırlığı (g)	T1 (Kontrol)	Kontrol	15.39 A	13.41 A	14.66 A	
		Fitomare	13.90 BA	12.66 BA	13.12 A	
		Comcat	11.93 BC	12.32 BA	12.61 A	
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	10.79 C	9.12 C	8.18 B	
		Fitomare	12.37 BC	11.00 BC	7.12 B	
		Comcat	11.76 BC	9.12 C	6.11 B	
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		2.190	2.194	3.246	

4.2.1. Bitki başına düşen toplam verim (g/bitki)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitki başına düşen verim üzerine etkileri Çizelge 4.7’de aylık olarak verilmiştir. Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi, gerek mart, gerek nisan ve gerekse mayıs ayında uygulamaların bitki başına düşen toplam verim üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Nitekim mart ayında, en yüksek bitki başına toplam verim değeri 252.60 g/bitki ile T1 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 196.53 g/bitki T2 / Kontrol

uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla mart ayı içerisinde bitki başına toplam verim değerleri 252.6 g/bitki ile 196.53 g/bitki arasında değiştiği dikkati çekmiştir.

Nisan ayına bakıldığında ise en yüksek bitki başına toplam verim değeri 520.23 g/bitki ile T1 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 343.34 g/bitki T2 / Kontrol uygulamasında saptanmıştır.

Mayıs ayında, en yüksek bitki başına toplam verim değeri 570.85 g/bitki ile T1 / Fitomare uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 68.07 g/bitki T2 / Fitomare uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla mayıs ayı içerisinde bitki başına toplam verim değerleri, uygulamalara göre değişmekle birlikte, 570.85 g/bitki ile 68.07 g/bitki arasında değişim göstermiştir.

Vegetasyon süresince elde edilen toplam verim bakımından ise en yüksek bitki başına verim T1 uygulamalarında belirlenmiş ve bu değerler 1219.76 ile 1287.00 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Yüksek tuzluluk uygulamaları ise verimi önemli derecede düşürmüş olup, bu değerler de 632.01 g/bitki ile 647.97 g/bitki arasında değişmiştir.

Mufty vd., (2021) farklı çilek çeşitlerinde 0.2 ve 4 ml/L konsantrasyonlarında yaprakdan hümitik asit ve deniz yosunu özütleri uygulaması ile bitki başına verimin arttığını belirtmişlerdir. Eris vd., (1995) biberde *Ascophyllum nodosum* ırkı deniz yosunu özütünün 3 farklı doz uygulamalarının kontrole göre meyve verimini arttırdığını saptamışlardır. Araştırmamız mayıs ve nisan aylarında bioregülatör uygulamalarının verim bakımından kontrole göre avantajını göstermiştir.

4.2.2. Meyve ağırlığı (g)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının, bitkilerde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.7’de aylık olarak verilmiştir.

Mart ayında, tuzluluk uygulamalarının meyve ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. Nitekim en yüksek meyve ağırlığı değeri 15.39 g ile T1 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 10.79 g T2 / Kontrol uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla mart ayı içerisinde meyve ağırlığı değerleri 15.38 g ile 10.67 g arasında değiştiği dikkati çekmiştir. Yüksek tuzluluk şartlarında ortalama meyve ağırlığı önemli derecede düşüş göstermiştir.

Nisan ayında da, uygulamaların, meyve ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim en yüksek meyve ağırlığı değeri 13.41 g ile T1 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 9.12 g T2 / Kontrol uygulamasında saptanmıştır.

Araştırmamız bir çok çalışma bulguları ile de benzer bulunmuştur. Aydın ve Demirsoy, (2020) topraksız tarımda biber yetiştiriciliğinde, 2500 ppm deniz yosunu uygulamış olup, yosun uygulamasının meyve ağırlığını arttırdığını belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada El-Boray vd., (2015), 2 farklı doğal bioregülatör uygulamalarının, kontrole göre daha iri meyveler oluşturduklarını belirtmişlerdir. Hikâl (2015), artan deniz yosunu özü konsantrasyonlarının, meyve ağırlığını önemli ölçüde

arttırdığını belirtmiştir. Benzer olarak Nasir vd., (2016), Kinnow mandarininde Moringa yaprak özütü uygulaması sonucunda meyve ağırlığının arttığını bildirmişlerdir.

4.2.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) (%)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının meyvelerde suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.8’de aylık olarak verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere, tuzluluk x bioregülatör interaksyonunun, meyvelerde SÇKM üzerine etkileri, mart ayında istatistiksel olarak önemli bulunmazken, nisan ve mayıs aylarında önemli bulunmuştur. Nitekim nisan ayında, en yüksek suda çözünebilir kuru madde miktarı değeri %9.40 ile T2 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer %6.43 T1 / Kontrol uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla nisan ayı içerisinde suda çözünebilir kuru madde miktarı değerleri %9.40 ile %6.43 arasında değiştiği dikkati çekmiştir. Mayıs ayında ise en düşük SÇKM, yüksek tuzluluk şartlarında yetiştirilen bitkilerde ve bioregülatör uygulanmayan bitkilerde görülmüş olup, diğer uygulamalar aynı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır.

Bulgularımız, her iki tuzluluk uygulamasında da Comcat bioregülatörünün SÇKM bakımından daha dikkat çekici olduğunu göstermiştir. Bulgularımız birçok araştırmacının bulguları ile benzerlik göstermiştir. Kaur vd., (2006) yılında domateste deniz yosunu uygulamasının, meyvelerde SÇKM’ni arttırdığını bildirmişlerdir. El-Boray vd. (2015), bioregülatör uygulamalarının Washington Navel göbekli portakalında verim ve kaliteye etkisi ile ilgili çalışmada, uygulama dozunun artmasıyla birlikte, SÇKM miktarının da arttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.8. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarı ve meyve eti sertliği üzerine etkileri

Parametre	Tuzluluk Uygulamaları	Bioregülatör Uygulamaları	Aylar		
			Mart	Nisan	Mayıs
Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (%)	T1 (Kontrol)	Kontrol	8.73	6.43 C	8.60 A
		Fitomare	8.36	7.90 B	8.50 A
		Comcat	8.03	8.96 A	8.56 A
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	7.16	8.80 A	4.88 B
		Fitomare	8.00	7.36 B	8.53 A
		Comcat	8.36	9.40 A	8.33 AB
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		ÖD	0.868	3.461
Meyve Eti Sertliği (kg)	T1 (Kontrol)	Kontrol	1.40 C	0.72 AB	0.92
		Fitomare	1.69 BC	0.62 AB	0.74
		Comcat	1.89 AB	0.58 B	0.85
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	1.38 C	0.64 AB	0.89
		Fitomare	1.26 C	0.70 AB	0.80
		Comcat	1.99 A	0.88 A	1.11
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		0.426	0.299	ÖD

4.2.4. Meyve eti sertliği (kg)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının bitkilerde meyve eti sertliği üzerine etkileri Çizelge 4.8’de aylık olarak verilmiştir. Bu çizelgede de görüldüğü gibi, uygulamaların meyve eti sertliği üzerine istatistiki etkisi, mart ve nisan aylarında önemli bulunurken, mayıs ayında önemli bulunmamıştır.

Nitekim mart ayında, en yüksek meyve eti sertliği değeri 1.99 kg ile T2 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 1.26 kg T2 / Fitomare uygulamasında saptanmıştır. Nisan ayında da, yüksek tuzluluk şartlarında yetiştirilen bitkilerde, Comcat uygulamasının meyve sertliği (0.88 kg) bakımından diğer uygulamalardan daha avantajlı olduğu görülmüştür. Mayıs ayında ise uygulamalara göre değişmekle birlikte, meyve eti sertliği 0.74 kg ile 1.11 kg arasında değişim göstermiştir.

4.2.5. Meyve usare pH

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının meyve usare pH içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.9’da aylık olarak verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, mart ayında, tuzluluk x bioregülatör interaksiyonlarının meyve usare pH içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli belirlenmemiş olup, nisan ve mayıs ayları önemli bulunmuştur. Denemede gerek nisan ve gerekse mayıs ayında, özellikle yüksek tuzluluk şartlarında, bioregülatör uygulanmayan kontrol uygulamalarında, meyve usare pH’sı en yüksek olarak görülmektedir. Nitekim mayıs ayında, en yüksek meyve usare pH değeri 4.32 ile T2 / kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 3.16 ile T2 / Fitomare uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla mayıs ayı içerisinde meyve suyu pH değerleri 4.32 ile 3.16 arasında değiştiği dikkati çekmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının meyve usare pH ve EC üzerine etkileri

Parametre	Tuzluluk Uygulamaları	Bioregülatör Uygulamaları	Aylar		
			Mart	Nisan	Mayıs
pH	T1 (Kontrol)	Kontrol	3.43	3.18 A	3.45 BC
		Fitomare	3.55	3.26 A	3.62 BC
		Comcat	3.42	3.23 A	3.39 BC
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	3.62	3.30 A	4.32 A
		Fitomare	3.55	3.41 A	3.16 C
		Comcat	3.61	2.58 B	3.82 AB
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		ÖD	0.541	0.539
EC	T1 (Kontrol)	Kontrol	3.02	3.12 A	1.43
		Fitomare	2.79	2.28 B	1.94
		Comcat	3.11	1.64 C	2.58
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	2.12	2.78 AB	1.57
		Fitomare	2.28	2.77 AB	3.78
		Comcat	2.05	2.24 BC	3.82
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		ÖD	0.617	ÖD

4.2.6. Meyve usare EC

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının meyve usare EC içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.9'da aylık olarak verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, tuzluluk x bioregülatör uygulamalarının, meyve usare EC içeriği üzerine etkisi, mart ve mayıs aylarında istatistiksel olarak önemli belirlenmemiş olup, nisan ayında önemli belirlenmiştir. Nitekim nisan ayında, en yüksek meyve suyu EC miktarı değeri 3.12 ile T1 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 1.64 T1 / Comcat uygulamasında saptanmıştır. Her iki tuzluluk uygulamasında, Comcat uygulamasının EC değerinin kontrole göre düşürdüğü tespit edilmiştir.

4.2.7. Meyve üst rengi (L, C*, h°)

Araştırmada, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının meyve üst rengi L, C* ve h° değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.9'da aylık olarak verilmiştir.

Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi, meyve üst renk L değeri üzerine uygulamaların etkisi, mart ve mayıs aylarında önemli belirlenmemiş olup, sadece nisan ayında önemli bulunmuştur. Nitekim meyve parlaklığını ifade eden L değeri, nisan ayında, en düşük yüksek tuzluluk şartlarında yetiştirilen bitkilerde, Comcat uygulamasında belirlenirken, diğer uygulamalar aynı istatistiksel sınıfta yer almışlardır.

Çizelge 4.10'da renk doygunluğu C değeri de verilmiş olup, uygulamaların C değeri üzerine etkisi, mart ve nisan aylarında istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, mayıs ayında önemli bulunmamıştır. Nitekim mart ayında, en yüksek meyve rengi C değeri 20.88 ile T2 / Fitomare uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 16.61 T1 / Kontrol uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla mart ayı içerisinde meyve rengi C değerleri 20.88 ile 16.61 arasında değiştiği dikkati çekmiştir.

Çizelge 4.10'da h° renk açısı değeri verilmiş olup, tuzluluk x bioregülatör interaksyonu sadece mart ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim mart ayında, en yüksek h° değeri 39.17 ile T1 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük h° değeri 33.38 ile T2 / kontrol uygulamasında saptanmıştır.

Çizelge 4.10. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının meyve dış rengi (L, C*, h°) üzerine etkileri

Parametre	Tuzluluk Uygulamaları	Bioregülatör Uygulamaları	Aylar		
			Mart	Nisan	Mayıs
L	T1 (Kontrol)	Kontrol	33.31	34.53 AB	35.38
		Fitomare	32.89	36.86 A	33.01
		Comcat	31.04	34.40 AB	39.09
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	33.85	34.62 AB	33.60
		Fitomare	33.54	35.48 AB	34.45
		Comcat	34.15	31.72 B	35.21
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		ÖD	4.351	ÖD
C*	T1 (Kontrol)	Kontrol	16.61 C	27.96 B	34.04
		Fitomare	18.48 B	37.26 A	34.59
		Comcat	18.38 B	41.49 A	34.25
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	19.22 AB	37.86 A	36.08
		Fitomare	20.88 A	34.11 AB	37.45
		Comcat	20.66 A	35.10 AB	36.13
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		1.665	8.429	ÖD
h°	T1 (Kontrol)	Kontrol	33.44 C	28.41	30.80
		Fitomare	35.78 B	29.36	29.37
		Comcat	36.37 B	27.40	30.95
	T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	33.38 C	25.26	28.16
		Fitomare	35.26 B	27.51	29.23
		Comcat	39.17 A	29.80	31.59
	LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		1.777	ÖD	ÖD

4.3. Vejetasyon Sonu Analizleri

4.3.1. Taç yaş ağırlığı (g/bitki)

Vejetasyon sonu sökülen bitkilerden elde edilen taç yaş ve kuru ağırlık ile kök yaş ve kuru ağırlık değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre, farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, uygulamaların taç yaş ağırlığı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Özellikle stresli şartlarda taç yaş ağırlığının, stressiz şartlara göre önemli ölçüde düştüğü gözlenmiştir. İnteraksiyon bakımından incelendiğinde, en yüksek değerler 105.07 g/bitki ile T1 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük 38.64 g/bitki ile T2 / Comcat uygulamasında saptanmıştır.

4.3.2. Taç kuru ağırlığı (g/bitki)

Uygulamaların, taç kuru ağırlık üzerine etkisi Çizelge 4.11’de verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi, uygulamaların taç kuru ağırlığı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nitekim en yüksek taç kuru ağırlığı değeri 22.00 g/bitki ile T1 / Comcat uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 7.32 g/bitki ile T2 / Comcat uygulamasında saptanmıştır.

4.3.3. Kök yaş ağırlığı (g/bitki)

Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının vegetasyon sonu sökülen bitkilerde, kök yaş ağırlığı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. (Çizelge 4.11). Nitekim en yüksek kök yaş ağırlığı değeri 26.26 g/bitki ile T1 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 11.82 g/bitki ile T2 / Comcat uygulamasında saptanmıştır.

Çizelge 4.11. Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının toprak üstü yaş ağırlığı, toprak üstü kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı kök kuru ağırlığı üzerine etkileri

Tuzluluk uygulamaları	Bioregülatör uygulamaları	Taç Yaş Ağırlığı (g/bitki)	Taç Kuru Ağırlığı (g/bitki)	Kök Yaş Ağırlığı (g/bitki)	Kök Kuru Ağırlığı (g/bitki)
T1 (Kontrol)	Kontrol	83.23 A	17.22 A	26.26 A	15.14 A
	Fitomare	82.44 A	17.33 A	23.36 A	13.95 A
	Comcat	105.07 A	22.00 A	23.24 A	13.15 A
T2 (Yüksek Tuzluluk)	Kontrol	50.53 B	9.32 B	21.21 B	6.44 B
	Fitomare	39.28 B	7.56 B	14.19 C	7.39 B
	Comcat	38.64 B	7.32 B	11.82 C	6.08 B
LSD%5 tuzluluk x bioregülatör		23.783	5.930	3.149	2.255

4.3.4. Kök kuru ağırlığı (g/bitki)

Farklı tuzluluk düzeylerinde yetiştirilen çileklerde, bioregülatör uygulamalarının vegetasyon sonu sökülen bitkilerde, kök kuru ağırlığı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. (Çizelge 4.10). Çizelgede görüldüğü gibi, en yüksek kök kuru ağırlığı 15.14 g/bitki ile T1 / Kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 6.08 g/bitki kök kuru ağırlığı ile T2 / Comcat uygulamasında saptanmıştır. Dolayısıyla kök kuru ağırlığı değerleri 15.14 g/bitki ile 6.08 g/bitki arasında değiştiği dikkati çekmiştir.

5. SONUÇLAR

2020-2021 yılları arasında yürütülen bu araştırmada, topraksız şartlarda iki farklı tuzluluk uygulamasında (yüksek tuzluluk ve kontrol) yetiştirilen çileklerde, üç farklı bioregülatör uygulamasının (Kontrol, Fitomare ve Comcat) vegetasyon süresince gösterdikleri bitki büyüme ve gelişme ile verim ve kalite özellikleri ile dayanım mekanizmaları incelenmiştir.

Araştırmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmamızda yapraktan uygulanan bioregülatör uygulamaları çilek bitkisinde herhangi bir olumsuz etkiye sahip olmayıp, tuzluluk stresinin neden olduğu zararlanmayı morfo-fizyolojik olarak büyük ölçüde iyileştirdiği dikkat çekmiştir.

Tuz uygulamaları ve bioregülatör uygulamalarına göre aylara bağlı olarak bitkilerde morfo-fizyolojik değişimler incelenmiştir. En yüksek gövde çapı aylar bazında incelendiğinde kontrol uygulamasında Comcat bioregülatörü önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Yaprak sayısı incelendiğinde şubat ayında kontrol uygulamalarında yüksek gözlemlenirken, nisan ayı en yüksek değer yüksek tuzluluk uygulamasında belirlenmiştir. Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi parametresinde mart ayı değerlerinde tuzluluk uygulaması yüksek belirlenmiştir. Kardeşlenme sayılarında ise tuzluluk uygulamalarından etkilenmiş olup, kontrol uygulamasının verileri yüksek değerlerde olduğu ön plana çıkmıştır. Membran zararlanma endeksi ve nekrotik yaprak sayısı, kök kuru ağırlığı, toprak üstü yaş ağırlığı, toprak üstü kuru ağırlığı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Meyvelerde pomolojik özellikler bakımından değerlendirildiğinde ise mart ayında sadece meyve sertliği bakımından önemli farklılıklar olduğu belirlenmiş ve yüksek tuzlulukta bioregülatör uygulamasının meyve sertliğini arttırdığı belirlenmiştir. Meyve ağırlığında ise kontrol uygulamasının bioregülatör uygulamalarına göre yüksek değer belirlenmiştir. Bitki başına toplam verim olarak incelendiğinde mayıs ayında kontrol uygulamasının yüksek tuzluluk uygulamasına göre ön plana çıkmıştır. Nisan ayında SÇMK üzerine etkisine baktığımızda ise yüksek tuzlulukta Comcat bioregülatörünün kuru maddeyi ciddi oranda arttırdığı belirlenmiştir. Meyve rengi bakımından ise her parametrede L, C ve hue değerleri istatistiksel olarak gerek tuz uygulamaları gerekse bioregülatörler bakımından farklılık göstermemiştir.

Gerçekleştirilen tüm uygulamalar ve incelenen tüm parametreler dikkate alındığında, yüksek tuzluluğun bitki gelişimi üzerine önemli etkilere sahip olduğu ve artan stres koşullarına bağlı olarak bitki gelişiminde gerilemelerin ortaya çıktığı belirlenmiştir. Farklı bioregülatör uygulamalarının tuzluluk stresi koşullarında bitki toleransını arttırmada ve bitki gelişimi için olumlu etkiler gösterdiği tespit edilmiştir.

Kullanılan Festival çeşidinin yüksek tuzluluğa karşı tolerans düzeyinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Nitekim nisan sonu itibari ile tuzluluk uygulamalarına tepki verdiği gözlemlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Adak, N., Gübbük, H. Ve Pekmezci, M. 2003a. Bazı çilek çeşitlerinin Antalya koşullarında örtü altında yetiştirme olanakları üzerinde araştırmalar. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, 313-572.
- Al-Shatri, A. H. N., Pakyürek, M., and Yavic, A. 2020. Effect of seaweed application on the vegetative growth of strawberry cv. Albion grown under Iraq ecological conditions. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(1), 1211-1225.
- Asghar, R., Biglarifard, A., Mirdehghan, H., and Borghei, S. F. 2011. Influence of NaCl salinity on growth analysis of strawberry cv. Camarosa. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 7(4), 145-156.
- Awang, Y. B., Atherton, J. G., and Taylor, A. J. 1993. Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool. I. Growth and leaf water relations. *Journal of Horticultural Science*, 68(5), 783-790.
- Aydın, M., ve Demirsoy, M. 2020. Topraksız Biber (*Capsicum annuum* L.) Yetiştiriciliğinde Farklı Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 10(1), 66-72.
- Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., ve Prithiviraj, B. 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 39-48.
- Bora, M., and Deveci, M. (2015). Değişik vejetasyon dönemlerine kadar uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının biberde meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Mart, 2014, 72s.
- Botella, M. A., Rosado, A., Bressan, R. A., and Hasegawa, P. M. 2005. Plant adaptive responses to salinity stress. *Plant abiotic stress*, 21, 38-70.
- Calvo, P., Nelson, L., and Kloepper, J. W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and soil*, 383(1), 3-41.
- Chen, J. Y., Wen, P. F., Kong, W. F., Pan, Q. H., Zhan, J. C., Li, J. M., ... & Huang, W. D. (2006). Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine ammonia-lyase in harvested grape berries. *Postharvest Biology and Technology*, 40(1), 64-72.
- Chen, Y., Fang, J., Dai, B., Wei, H., Kou, J., and Lu, C. 2020. Seaweed bio-inspired ZnO piezoelectric cilia array applied in microreactors for enhanced photocatalytic performance. *Catalysis Science and Technology*, 10(8), 2337-2342.

- Colla, G., Rouphael, Y., Canaguier, R., Svecova, E., and Cardarelli, M. 2014. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. *Frontiers in Plant Science*, 5, 448.
- Çeliktöpez, E., Kapur, B., Sarıdaş, M. A., ve Kargı, S. P. 2018. Determining the yield and morpho-physiological responses of 'Fortuna' strawberry cv. of using different irrigation levels with bio-stimulant application. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(4), 368-374.
- Çeliktöpez, E., Ve Özekici, B. 2020. Çilek Meyve ve Yaprak Mikro Besin Elementlerinin Farklı Sulama Seviyeleri ile Biyo-aktivatör Uygulamasına Tepkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(1), 18-29.
- Dai, H., Li, H., Yang, H., & Zhang, Z. (2006, August). Detection of Strawberry Mottle Virus by RT-PCR. In *XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Plant Biotechnology: From Bench to 764* (pp. 127-136).
- DAJIC, Z. (2006). Salt stress. In *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants* (pp. 41-99). Springer, Dordrecht.
- Dasberg, S., Bielorai, H., Haimowitz, A., and Erner, Y. 1991. The effect of saline irrigation water on "Shamouti" orange trees. *Irrigation Science*, 12(4), 205-211.
- Di Stasio, E., Van Oosten, MJ, Silletti, S., Raimondi, G., Carillo, P., & Maggio, A. (2018). Ascophyllum nodosum bazlı alg özleri, tuzlu domates bitkilerinde büyüme, meyve kalitesi ve strese adaptasyon artırıcı olarak işlev görür. *Uygulamalı Psikoloji Dergisi*, 30 (4), 2675-2686.
- El-Boray, M. S., Mostafa, M. F. M., Salem, S. E., & El-Sawwah, O. A. O. (2015). IMPROVING YIELD AND FRUIT QUALITY OF WASHINGTON NAVEL ORANGE USING FOLIAR APPLICATIONS OF SOME NATURAL BIOSTIMULANTS. *Journal of Plant Production*, 6(8), 1317-1332.
- El-Miniawy, S. M., Ragab, M. E., Youssef, S. M., and Metwally, A. A. 2013. Response of strawberry plants to foliar spraying of chitosan. *Res. J. Agric. Biol. Sci*, 9(6), 366-372.
- Erel, R., T. Le, T., Eshel, A., Cohen, S., Offenbach, R., Strijker, T., and Shtein, I. 2019. Root development of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) as affected by water salinity and sink strength. *Plants*, 9(1), 35.
- Eris, A., Sivritepe, H. Ö., & Sivritepe, N. (1995, March). The effect of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract on yield and quality criteria in peppers. In *I International Symposium on Solanacea for Fresh Market* 412 (pp. 185-192).
- FAO, 2020. FAO Statistical bases <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 30.06.2022).

- Galli, V., da Silva Messias, R., Perin, E. C., Borowski, J. M., Bamberg, A. L., and Rombaldi, C. V. 2016. Mild salt stress improves strawberry fruit quality. *LWT*, 73, 693-699.
- Ghadakchiasl, A., Mozafari, A. A., and Ghaderi, N. 2017. Mitigation by sodium nitroprusside of the effects of salinity on the morpho-physiological and biochemical characteristics of *Rubus idaeus* under in vitro conditions. *Physiology and molecular biology of plants*, 23(1), 73-83.
- Ghaderi, N., Mozafari, A., and Siosehmardeh, A. 2018. Change in antioxidant enzymes activity and some morpho-physiological characteristics of strawberry under long-term salt stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 24(5), 833-843.
- Ghaderi, N., Normohammadi, S., and Javadi, T. 2015. Morpho-physiological responses of strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) to exogenous salicylic acid application under drought stress.
- Goñi, O., Quille, P. ve O'Connell, S. (2018). *Ascophyllum nodosum*, biyostimülanları ve domates bitkilerinde kuraklık stresine toleransı arttırmadaki rollerini özümser. *Bitki Fizyolojisi ve Biyokimyası* , 126 , 63-73.
- Hancock, J.F. 1999. *Strawberries crop production science in horticulture*. CABI publishing, Wallingford, Oxon, UK 237 p.
- Heidari, A., Younesi, H., & Mehraban, Z. (2009). Removal of Ni (II), Cd (II), and Pb (II) from a ternary aqueous solution by amino functionalized mesoporous and nano mesoporous silica. *Chemical Engineering Journal*, 153(1-3), 70-79.
- Hikal, A. (2015). Effect of foliar spraying with seaweeds concentrate on fruit set, yield, fruit quality and leaf chemical composition of Valencia and Washington Navel orange trees. *Journal of Plant Production*, 6(2), 175-187.
- Hong, C. Y., Chao, Y. Y., Yang, M. Y., Cheng, S. Y., Cho, S. C., and Kao, C. H. 2009. NaCl-induced expression of glutathione reductase in roots of rice (*Oryza sativa* L.) seedlings is mediated through hydrogen peroxide but not abscisic acid. *Plant and soil*, 320(1), 103-115.
- Hossain, M. A., Hasanuzzaman, M., and Fujita, M. 2010. Up-regulation of antioxidant and glyoxalase systems by exogenous glycinebetaine and proline in mung bean confer tolerance to cadmium stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 16(3), 259-272.
- Hu, Y., and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 541-549.

- Julkowska, M. M., and Testerink, C. 201). Tuning plant signaling and growth to survive salt. *Trends in plant science*, 20(9), 586-594.
- Kalefetoğlu, T., and Ekmekci, Y. 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science*, 18(4), 723-740.
- Kaska, N. (2000, July). Present and future projection of strawberry production in Turkey. In *IV International Strawberry Symposium 567* (pp. 539-541).
- Kauffman, C. A. (2007). Histoplasmosis: a clinical and laboratory update. *Clinical microbiology reviews*, 20(1), 115-132.
- Kaur, D., Sharma, R., Abas Wani, A., Singh Gill, B., and Sogi, D. S. 2006. Physicochemical changes in seven tomato (*Lycopersicon esculentum*) cultivars during ripening. *International Journal of Food Properties*, 9(4), 747-757.
- Kaya, A., and İnan, M. 2017. Tuz (NaCl) stresine maruz kalan reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinde bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine salisilik asidin etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(3), 332-342.
- Kaya, C., Ak, BE ve Higgs, D. 2003. Tuz stresli çilek bitkilerinin ek kalsiyum nitrat ve/veya potasyum nitrata tepkisi. *Bitki Besleme Dergisi* , 26 (3), 543-560.
- Keutgen, A., and Pawelzik, E. 2007. Modifications of taste-relevant compounds in strawberry fruit under NaCl salinity. *Food chemistry*, 105(4), 1487-1494.
- Kuşvuran, Ş. 2010. “Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar”, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Mart, 2010, 355s.
- LAHAYE, P. A., & Epstein, E. (1971). Calcium and salt toleration by bean plants. *Physiologia plantarum*, 25(2), 213-218.
- Li, C., Wang, P., Wei, Z., Liang, D., Liu, C., Yin, L., and Ma, F. 2012. The mitigation effects of exogenous melatonin on salinity-induced stress in *Malus hupehensis*. *Journal of pineal research*, 53(3), 298-306.
- Lieten, F. (1999, December). Guideline for nutrient solutions, peat substrate and leaf values of "Elsanta" Strawberries. Communication Cost Action 836 Integrated research in berries. In *2th meeting Wg4. Nutrition and soilless culture. Versailles* (pp. 16-18).
- Lisiecka, J., Knaflewski, M., Spizewski, T., Fraszczak, B., Kaluzewicz, A., and Krzesinski, W. 2011. The effect of animal protein hydrolysate on quantity and quality of strawberry daughter plants cv. 'Elsanta'. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 10(1), 31-40.

- Lucini, L., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Canaguier, R., Kumar, P., and Colla, G. 2015. The effect of a plant-derived biostimulant on metabolic profiling and crop performance of lettuce grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*, 182, 124-133.
- Matysik, J., Alia, Bhalu, B., and Mohanty, P. 2002. Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants. *Current Science*, 525-532.
- Moreira, R. A., Ramos, J. D., de Melo, P. C., Silva, F. D. R., and Costa, A. C. 2012. Calcified seaweed in production and fruit quality of Ponkan tangerine tree. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 2(11), 476-480.
- Mozafari, A. A., Rahimi, R., and Abdousi, V. 2017. Effects of Echinophora platyloba essential oil on quantitative and qualitative characteristics of two varieties of strawberries during shelf-life. *Journal of Food Research*, 27(4), 87-102.
- Mufty, R. K., and Taha, S. M. 2021. Response Two Strawberry Cultivars (*Fragaria X Ananassa* Duch.) for Foliar Application of Two Organic Fertilizers. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 910, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.
- Munns, R., & Termaat, A. (1986). Whole-plant responses to salinity. *Functional Plant Biology*, 13(1), 143-160.
- Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681.
- Nasir, M., Khan, A. S., Basra, S. A., & Malik, A. U. (2016). Foliar application of moringa leaf extract, potassium and zinc influence yield and fruit quality of 'Kinnow' mandarin. *Scientia Horticulturae*, 210, 227-235.
- Özenç, D. B., and Şen, O. 2017. Farklı gelişim dönemlerinde uygulanan deniz yosunu gübresinin domates bitkisinin gelişim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 235-242.
- Parida, A. K., & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 60(3), 324-349.
- Peleg, Z., and Blumwald, E. 2011. Hormone balance and abiotic stress tolerance in crop plants. *Current opinion in plant biology*, 14(3), 290-295.
- Perveen, S., Shahbaz M. ve Ashraf, M. 2014. "Triacantanol-induced changes in growth, yield, leaf water relations, oxidative defense system, minerals, and some key osmoprotectants in Triticum aestivum under saline conditions", *Turk J Bot.*, 38: 896-913.

- Qin, S., Hu, C., He, X., Dong, W., Cui, J., & Wang, Y. (2010). Soil organic carbon, nutrients and relevant enzyme activities in particle-size fractions under conservational versus traditional agricultural management. *Applied soil ecology*, 45(3), 152-159.
- Rahimi, K., Emberson, J., McGale, P., Majoni, W., Merhi, A., Asselbergs, F. W., ... & Macfarlane, P. W. (2011). Effect of statins on atrial fibrillation: collaborative meta-analysis of published and unpublished evidence from randomised controlled trials. *Bmj*, 342.
- Rajashekar, C. B., Zhou, H., Marcum, K. B., and Prakash, O. 1999. Glycine betaine accumulation and induction of cold tolerance in strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.) plants. *Plant Science*, 148(2), 175-183.
- Sadak, M. S., El-Hameid, A., Asmaa, R., Zaki, F. S., Dawood, M. G., and El-Awadi, M. E. 2020. Physiological and biochemical responses of soybean (*Glycine max* L.) to cysteine application under sea salt stress. *Bulletin of the National Research Centre*, 44(1), 1-10.
- Saima, Z., Sharma, A., Umar, I., and Wali, V. K. 2014. Effect of plant bio-regulators on vegetative growth, yield and quality of strawberry cv. Chandler. *African journal of agricultural research*, 9(22), 1694-1699.
- Shah, M. T., Zodape, S. T., Chaudhary, D. R., Eswaran, K., and Chikara, J. 2013. Seaweed sap as an alternative liquid fertilizer for yield and quality improvement of wheat. *Journal of plant Nutrition*, 36(2), 192-200.
- Shahid, S. A., Zaman, M., and Heng, L. 2018. Introduction to soil salinity, sodicity and diagnostics techniques. In *Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques* (pp. 1-42). Springer, Cham.
- Singh, A. K. A. T. H., and Singh, J. N. 2006. Studies on influence of biofertilizers and bioregulators on flowering, yield and fruit quality of strawberry cv. Sweet Charlie. *Annals of Agricultural Research*, 27(3).
- Smart, R. E., & Bingham, G. E. (1974). Rapid estimates of relative water content. *Plant physiology*, 53(2), 258-260.
- Soppelsa, S., Kelderer, M., Casera, C., Bassi, M., Robatscher, P., Matteazzi, A., and Andreotti, C. 2019. Foliar applications of biostimulants promote growth, yield and fruit quality of strawberry plants grown under nutrient limitation. *Agronomy*, 9(9), 483.
- Soppelsa, S., Kelderer, M., Casera, C., Bassi, M., Robatscher, P., and Andreotti, C. 2018. Use of biostimulants for organic apple production: effects on tree growth, yield, and fruit quality at harvest and during storage. *Frontiers in plant science*, 1342.

- Spinelli, F., Fiori, G., Noferini, M., Sprocatti, M., and Costa, G. 2010. A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. *Scientia horticulturae*, 125(3), 263-269.
- Stavridou, E., Hastings, A., Webster, R. J., and Robson, P. R. 2017. The impact of soil salinity on the yield, composition and physiology of the bioenergy grass *Miscanthus× giganteus*. *Gcb Bioenergy*, 9(1), 92-104.
- Thakur, A. S., Thakur, P. S., & Dwivedi, M. P. (1994). Rapid evaluation of apple varieties for drought tolerance. *Indian Journal of Horticulture*, 51(1), 16-21.
- TÜİK (2021). Türkiye İstatistik Kurumu, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı., <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim Tarihi: 15 Mart 2022).
- Tulipani, S., Mezzetti, B., Capocasa, F., Bompadre, S., Beekwilder, J., De Vos, C. R., and Battino, M. 2008. Antioxidants, phenolic compounds, and nutritional quality of different strawberry genotypes. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 56(3), 696-704.
- Tunçtürk, R., Tunçtürk, M., ve Bat, M. 2020. Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) bitkisinde kuraklık stresi ve deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(1), 99-107.
- Turhan, E., and Eris, A. 2005. Changes of micronutrients, dry weight, and chlorophyll contents in strawberry plants under salt stress conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(7-8), 1021-1028.
- Turhan, E., and Eris, A. 2009. Changes of growth, amino acids, and ionic composition in strawberry plants under salt stress conditions. *Communications in soil science and plant analysis*, 40(21-22), 3308-3322.
- Turhan, E., Gulen, H., and Eris, A. 2008. The activity of antioxidative enzymes in three strawberry cultivars related to salt-stress tolerance. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30(2), 201-208.
- Tuteja, N. 2007. Mechanisms of high salinity tolerance in plants. *Methods in enzymology*, 428, 419-438.
- Üzal, Ö., ve Yıldız, K. 2014. Bazı çilek (*Fragaria x ananassa* L.) çeşitlerinin tuz stresine tepkileri. *Yüüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(2), 159-167.
- Xu, Z., and Rothstein, S. J. 2018. ROS-Induced anthocyanin production provides feedback protection by scavenging ROS and maintaining photosynthetic capacity in Arabidopsis. *Plant signaling and behavior*, 13(3), 1364-77.

- Yıldırım, E., ve Güvenç, İ. 2005. Deniz yosunu özü uygulamalarının tuzlu koşullarda pırasada tohum çimlenmesi üzerine etkisi. *Bahçe*, 34(2), 83-89.
- Zhao, D., Liao, Y., and Zhang, Z. 2007. Toxicity of ionic liquids. *Clean-soil, air, water*, 35(1), 42-48.
- Zhu, J. K. 2001. Plant salt tolerance. *Trends in plant science*, 6(2), 66-71.



ÖZGEÇMİŞ

Serra KARADAL

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2019-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD, Antalya
Lisans 2012-2016	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Antalya