

**T.C.**  
**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

**PILOT ÖLÇEKLİ BİYOREAKTÖRDEN ELDE EDİLEN BİYOKÜTLENİN**  
**TUZ STRESİ ALTINDA YETİŞTİRİLEN *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus***  
**MART ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS**

**Fida ÇİFTÇİ**

**KASIM-2021**  
**GÜMÜŞHANE**



T.C.

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

PILOT ÖLÇEKLİ BİYOREAKTÖRDEN ELDE EDİLEN BİYOKÜTLENİN  
TUZ STRESİ ALTINDA YETİŞTİRİLEN *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus*  
MART ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF BIOMASS OBTAINED FROM PILOT  
SCALE BIOREACTOR ON *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* MART PLANT  
GROWN UNDER SALT STRESS

YÜKSEK LİSANS

Fida ÇİFTÇİ

KASIM-2021  
GÜMÜŞHANE



T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**PILOT ÖLÇEKLİ BİYOREAKTÖRDEN ELDE EDİLEN BİYOKÜTLENİN  
TUZ STRESİ ALTINDA YETİŞTİRİLEN *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus*  
MART ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF BIOMASS OBTAINED FROM PILOT  
SCALE BIOREACTOR ON *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* MART PLANT  
GROWN UNDER SALT STRESS**

**YÜKSEK LİSANS**

**Fida ÇİFTÇİ**

**Danışman: Doç. Dr. Tuba ACET  
İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Oğuz Yunus SARIBIYIK**

**KASIM-2021  
GÜMÜŞHANE**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

**Yüksek Lisans tezi** olarak hazırlamış olduğum “**Pilot Ölçekli Biyoreaktörden Elde Edilen Biyokütlenin Tuz Stresi Altında Yetiştirilen *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart Üzerine Etkisinin Araştırılması**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmalarını kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğum intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

23/11/2021

**Fida ÇİFTÇİ**

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca maddi ve manevi desteklerinin yanı sıra böylesine zahmetli bir yolda engin bilgileri ile bana ışık olan, hem lisans hem de yüksek lisans eğitim hayatım boyunca yanımda olan danışmanlarım Doç. Dr. Tuba ACET ve Dr. Öğr. Üyesi Oğuz Yunus SARIBIYIK'a, tasarladığım kabinde engin bilgilerini hiç çekinmeden benimle paylaşan çok değerli Doç. Dr. Mehmet BAŞOĞLU hocama, deneysel çalışmalarını yaptığım fasulyelerin temini için yol gösteren ve yardımcı olan Yüksek Ziraat Mühendisi Deniz KOTİLOĞLU ve Kelkit Şeker Fasulyesi Üreticileri Derneği'ne, liseden beri beni hiç yalnız bırakmayan çok değerli kardeşim Mehmet Hakan ERKUŞ'a, lisans eğitimimde tanıştığım ve bir daha hiç kopmadığım canım kız kardeşim Eda ÇİV'e, yüksek lisansım boyunca bana çok iyi bir arkadaş olan ve tez çalışmamda desteğini üzerimden esirgemeyen arkadaşım Buğra BOZKIR'a, gerek okul gerekse sosyal hayatımda bana destek olan arkadaşım Münevver DARAK'a, bu stresli sürecimde yüzümü daima güldürmeye ve bana moral olmaya çalışan arkadaşlarım İlayda DİNÇER ve Havva BEKÇİ'ye, bu stresli dönemde her türlü güzellikleri ile yüzümü güldüren yeğenlerim; Zeynep DAZKIR, Süleyman DAZKIR, Ali İhsan ÖZYURT ve Elif Zeynep DEVECİ'ye, tüm ömrüm boyunca hep yanımda olan ablalarım ve çok kıymetli enişterim; Tuğba-İbrahim DAZKIR, Tuğçe-Gökhan DEVECİ, Gizem-Suat ÖZYURT'a, lisans eğitimimde tanıştığım, daha sonra da hayatıma giren ve üzerimden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen çok değerli nişanlım Güneş ŞEREF ve çok kıymetli ailesine, beni hep gururla büyüten, her günümde yanımda olan ve dualarını üzerimden hiç eksik etmeyen ilk öğretmenim bir tanecik annem Atike ÇİFTÇİ'ye, bu tez çalışmasına başladığım yıl kaybettiğim; masalımın ve hayatımın en büyük kahramanı rahmetli canım babam İhsan ÇİFTÇİ'ye çok çok teşekkür ederim. Bu çalışmamı anneme, babama ve bugüne gelmemde büyük emeği olan tüm öğretmenlerime ithaf ediyorum.

**Fida ÇİFTÇİ**  
**GÜMÜŞHANE-2021**

## ÖZET

Dünyadaki küresel ısınma, hızlı nüfus artışı, teknolojik gelişimler, vahşi sulama ve sentetik gübre kullanımı gibi etmenler toprağı kirleterek tuz miktarını artırmaktadır. Tuz miktarının kabul edilebilir sınırların üzerinde olması bitkiler için tuz stresi olarak adlandırılmaktadır. Birçok bitki türü strese karşı geliştirdikleri çeşitli tolerans mekanizmalarıyla hayatta kalmayı başarırken, *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart gibi bitki türleri strese karşı hassasiyetlerinden dolayı gelişimlerini sürdürememektedirler. Bu sebeple, küresel ısınmaya bağlı oluşan problemler göz önüne alındığında; bitkilerin strese karşı geliştirdikleri tolerans mekanizmalarını çözümlemek, doğal yöntemler kullanarak aktive etmek, bitki gelişimi ve verim kaybının önlenmesi için oldukça önem arz etmektedir. Bu çalışmada, kuşburnu atığı organik hammadde olarak kullanılmış pilot ölçekli biyoreaktörden biyogaz üretim prosesi sonucu oluşan biyokütlelerin tuz stresine maruz bırakılan *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart model bitkisinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin değişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tuz stresine maruz kalan bitkilerde büyümenin yavaşladığı görülmüştür. Atık kuşburnundan üretilmiş biyokütle uygulamalarının klorofil, fenolik, flavonoid, antosiyanin, toplam karbon, hümkik asit, fülvik asit, iletkenlik, prolin miktarlarını, katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitelerini arttırdığı ve hidrojen peroksit ile lipid peroksidasyonu miktarını ise azalttığı gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, organik atıklar kullanılarak biyokütle üretilip, bitkilere uygulanmasının bitkilerde tuz stresine karşı oluşturulan mekanizmayı aktive edebileceğı ve tuz stresine karşı tolerans oluşturabileceğı gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyokütle, *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart, Tolerans, Tuz Stresi

## SUMMARY

Factors such as global warming, rapid population growth, technological developments, wild irrigation, the use of synthetic fertilizers, pollute the soil and increase the amount of salt. If the amount of salt is above the acceptable limits, it is called salt stress for plants. While many plant species manage to survive with various tolerance mechanisms they have developed against stress, *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart plant species such as cannot continue their development due to their sensitivity to stress. For this reason, considering the problems caused by global warming; Analyzing the tolerance mechanisms developed by plants against stress, activating them using natural methods is very important for plant development and prevention of yield loss. In this study, *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart the effects on the change of morphological, physiological and biochemical properties of the model plant were investigated. According to the results obtained, it was observed that the growth of plants exposed to salt stress slowed down. Applications of biomass produced from waste rosehip increase chlorophyll, phenolic, flavonoid, anthocyanin, total carbon, humic acid, fulvic acid, conductivity, proline amounts, catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD), ascorbate peroxidase (APX) enzyme activities and increase the activity of hydrogen peroxide. It was observed that the amount of lipid peroxidation decreased. According to the findings, it has been observed that producing biomass using organic wastes and applying it to plants can activate the mechanism created against salt stress in plants and create tolerance against salt stress.

**Keywords:** Biomass, *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart, Tolerance, Salt Stress

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                        |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI .....                                                   | IV   |
| TEŞEKKÜR.....                                                                          | V    |
| ÖZET .....                                                                             | VI   |
| SUMMARY .....                                                                          | VII  |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                       | VIII |
| TABLolar DİZİNİ.....                                                                   | XI   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                                  | XII  |
| EKLER DİZİNİ.....                                                                      | XIII |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                                   | XIV  |
| 1. GİRİŞ .....                                                                         | 1    |
| 1.1. Bitkilerde Stres Nedir?.....                                                      | 4    |
| 1.2. Biyogaz .....                                                                     | 10   |
| 1.3. Biyokütle .....                                                                   | 11   |
| 1.3.1. Biyokütle Kullanımının Sağladığı Avantajlar .....                               | 12   |
| 1.3.2. Biyokütle Kullanımının Toprak Yapısına Katkısı .....                            | 12   |
| 1.3.3. Biyokütle Kullanımının Dezavantajları .....                                     | 12   |
| 1.3.4. Biyokütlenin Fermantasyona Uğratarak İşlenmesi.....                             | 12   |
| 1.3.5. Biyokütle Üretiminde Organik Atık Olarak Kuşburnu .....                         | 13   |
| 1.4. Fasulye Bitkisi .....                                                             | 13   |
| 1.4.1. Model Bitki <i>Phaseolus vulgaris</i> L. var. <i>ellipticus</i> Mart.....       | 14   |
| 2. MATERYAL ve YÖNTEM.....                                                             | 16   |
| 2.1. Materyal .....                                                                    | 16   |
| 2.1.1. Kullanılan Cihazlar .....                                                       | 16   |
| 2.1.2. Kullanılan Kimyasallar .....                                                    | 16   |
| 2.2. Araştırma Materyali .....                                                         | 17   |
| 2.2.1. <i>Phaseolus vulgaris</i> L. var. <i>ellipticus</i> Mart Bitkisinin Eldesi..... | 17   |
| 2.3. Araştırma Yöntemi .....                                                           | 17   |
| 2.3.1. Fasulye Tohumlarının Çimlendirilmesi .....                                      | 18   |
| 2.3.2. Bitki Besin Çözeltilerinin Hazırlanması .....                                   | 18   |
| 2.3.3. Deney Setlerinin Hazırlanması .....                                             | 18   |
| 2.3.4. Deney Grupları ve Kısaltmaları.....                                             | 19   |

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.5. Organik Biyokütlenin Eldesi .....                                                | 19 |
| 2.3.5.1. Kullanılan Organik Biyokütle.....                                              | 19 |
| 2.3.5.2. Kullanılan Organik Biyokütlenin Analizi .....                                  | 20 |
| 2.4. Yöntem.....                                                                        | 20 |
| 2.4.1. Çözeltilerin Hazırlanması.....                                                   | 20 |
| 2.4.2. Bitki Ekstraksiyonu.....                                                         | 22 |
| 2.4.3. Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi için Bitki Ekstraksiyonu .....                | 22 |
| 2.4.4. Büyüme Parametrelerinin Belirlenmesi .....                                       | 23 |
| 2.4.5. Bağlı Su İçeriğinin (%RWC) Belirlenmesi .....                                    | 23 |
| 2.4.6. Fotosentetik Pigment Analizlerinin Belirlenmesi.....                             | 23 |
| 2.4.7. Total Fenolik Miktarının Belirlenmesi.....                                       | 23 |
| 2.4.8. Toplam Flavonoid Miktarının Belirlenmesi.....                                    | 24 |
| 2.4.9. Antosiyanin Miktarının Belirlenmesi.....                                         | 25 |
| 2.4.10. Prolin Miktarının Belirlenmesi .....                                            | 25 |
| 2.4.11. Hidrojen Peroksit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) Miktarının Belirlenmesi..... | 26 |
| 2.4.12. Lipit Peroksidasyonu (MDA) Miktarının Belirlenmesi .....                        | 27 |
| 2.4.13. Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi .....                            | 27 |
| 2.4.13.1. Katalaz (CAT) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi .....                        | 27 |
| 2.4.13.2. Süperoksit Dismutaz (SOD) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi .....            | 27 |
| 2.4.13.3. Askorbat Peroksidaz (APX) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi .....            | 28 |
| 2.4.14. İstatistiksel Analizler.....                                                    | 28 |
| 3. BULGULAR .....                                                                       | 29 |
| 3.1. Büyüme Parametrelerinin Analiz Sonuçları.....                                      | 29 |
| 3.1.1. Tuz Stresinin Kök Büyümesi Üzerine Etkisi.....                                   | 29 |
| 3.1.2. Tuz Stresinin Gövde Büyümesi Üzerine Etkisi .....                                | 30 |
| 3.1.3. Tuz Stresinin Yaprak Büyümesi Üzerine Etkisi .....                               | 31 |
| 3.2. Bağlı Su İçeriğinin Belirlenmesi (%RWC) .....                                      | 32 |
| 3.3. Fotosentetik Pigment Analiz Sonuçları.....                                         | 33 |
| 3.3.1. Klorofil-a Miktarının Belirlenmesi .....                                         | 33 |
| 3.3.2. Klorofil-b Miktarının Belirlenmesi.....                                          | 34 |
| 3.3.3. Toplam Klorofil Miktarının Belirlenmesi .....                                    | 35 |
| 3.3.4. Toplam Karotenoid Miktarının Belirlenmesi .....                                  | 36 |
| 3.4. Total Fenolik Miktarının Belirlenmesi .....                                        | 37 |
| 3.5. Toplam Flavonoid Miktarının Belirlenmesi.....                                      | 38 |
| 3.6. Antosiyanin Miktarının Belirlenmesi .....                                          | 39 |

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.7. Prolin Miktarının Belirlenmesi.....                                              | 40 |
| 3.8. Hidrojen Peroksit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) Miktarının Belirlenmesi ..... | 41 |
| 3.9. Lipit Peroksidasyonu (MDA) Miktarının Belirlenmesi .....                         | 42 |
| 3.10. Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi .....                            | 43 |
| 3.10.1. Katalaz (CAT) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi .....                        | 43 |
| 3.10.2. Süperoksit Dismutaz (SOD) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi .....            | 44 |
| 3.10.3. Askorbat Peroksidaz (APX) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi .....            | 45 |
| 3.11. Organik Biyokütle İçeriğinin Belirlenmesi .....                                 | 46 |
| 4. TARTIŞMA .....                                                                     | 47 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....                                                         | 59 |
| KAYNAKÇA .....                                                                        | 62 |
| EKLER.....                                                                            | 80 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                        | 87 |

## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1. Reaktif oksijen türleri ile ilgili enzimler ve antioksidanlar .....                                      | 9  |
| Tablo 2. <i>Phaseolus vulgaris</i> L. var. <i>ellipticus</i> Mart ve sistematigi .....                            | 15 |
| Tablo 3. Kullanılan cihaz, alet ve malzemeler .....                                                               | 16 |
| Tablo 4. Kullanılan kimyasallar .....                                                                             | 17 |
| Tablo 5. Bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılan maddeler ve miktarları.....                                      | 18 |
| Tablo 6. Deney gruplarına uygulanacak çözeltiler .....                                                            | 19 |
| Tablo 7. Deney grupları ve kısaltmaları.....                                                                      | 19 |
| Tablo 8. Reaktör veri değerleri.....                                                                              | 20 |
| Tablo 9. Katalaz (CAT) aktivitesinin belirlenmesindeki işlemler.....                                              | 27 |
| Tablo 10. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin belirlenmesindeki işlemler .....                                | 27 |
| Tablo 11. Askorbat peroksidaz (APX) aktivitesinin belirlenmesindeki işlemler .....                                | 28 |
| Tablo 12. Bitki kök uzunluklarının kontrole değişimi.....                                                         | 29 |
| Tablo 13. Bitki gövde uzunluklarının kontrole değişimi .....                                                      | 31 |
| Tablo 14. Bitki yaprak uzunluklarının kontrole göre değişimi .....                                                | 31 |
| Tablo 15. Bitkilerde bağıl su içeriğinin kontrole göre değişimi.....                                              | 33 |
| Tablo 16. Bitkilerdeki klorofil-a miktarının kontrole göre değişimi .....                                         | 34 |
| Tablo 17. Bitkilerdeki klorofil-b miktarının kontrole göre değişimi.....                                          | 34 |
| Tablo 18. Bitkilerdeki toplam klorofil miktarının kontrole göre değişimi .....                                    | 35 |
| Tablo 19. Bitkilerdeki karotenoid miktarının kontrole göre değişimi .....                                         | 37 |
| Tablo 20. Bitkilerde total fenolik miktarının kontrole göre değişimi.....                                         | 38 |
| Tablo 21. Bitkilerde toplam flavonoid miktarının kontrole göre değişimi .....                                     | 38 |
| Tablo 22. Antosiyanin miktarının kontrole göre değişimi .....                                                     | 40 |
| Tablo 23. Bitkilerdeki prolin miktarının kontrole göre değişimi .....                                             | 41 |
| Tablo 24. Bitkilerdeki hidrojen peroksit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) miktarının kontrole göre değişimi ..... | 42 |
| Tablo 25. Bitkilerde lipit peroksidasyonu (MDA) miktarının kontrole göre değişimi...                              | 43 |
| Tablo 26. Bitkilerin katalaz (CAT) enzim aktivitesinin kontrole göre değişimi.....                                | 44 |
| Tablo 27. Bitkilerin SOD enzim aktivitesinin kontrole göre değişimi .....                                         | 45 |
| Tablo 28. Bitkilerin APX enzim aktivitesinin kontrole göre değişimi .....                                         | 46 |
| Tablo 29. Organik biyokütle içeriği.....                                                                          | 46 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Abiyotik ve biyotik stres faktörleri .....                                                  | 5  |
| Şekil 2. Abiyotik stres sinyal yolları için model .....                                              | 6  |
| Şekil 3. Tuz stresine karşı geliştirilen adaptasyon faktörleri .....                                 | 8  |
| Şekil 4. Biyogaz üretim tesisi .....                                                                 | 10 |
| Şekil 5. Biyogaz üretimi ve ürün olarak biyokütle eldesi. ....                                       | 13 |
| Şekil 6. Türkiye’de fasulye bitkisinin üretim oranı. ....                                            | 14 |
| Şekil 7. <i>Phaseolus vulgaris</i> L. var. <i>ellipticus</i> Mart bitkisi ve Coğrafi Tescili. ....   | 15 |
| Şekil 8. Pembegöz olarak adlandırılan Kelkit Şeker fasulyesinden bir görünüm. ....                   | 15 |
| Şekil 9. Toplam fenolik tayini gallik asit standart grafiği.....                                     | 24 |
| Şekil 10. Toplam flavonoid tayini için kuarsetin standart grafiği .....                              | 25 |
| Şekil 11. Prolin tayini prolin standart grafiği .....                                                | 26 |
| Şekil 12. Hidrojen Peroksit tayini (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) standart grafiği.....            | 26 |
| Şekil 13. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin kök uzunluklarına etkisi .....              | 29 |
| Şekil 14. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin gövde uzunluklarına etkisi ...              | 30 |
| Şekil 15. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin yaprak uzunluklarına etkisi ..              | 31 |
| Şekil 16. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin bağıl su içeriğine etkisi .....             | 32 |
| Şekil 17. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin klorofil a miktarına etkisi .....           | 33 |
| Şekil 18. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin klorofil b miktarına etkisi .....           | 34 |
| Şekil 19. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin toplam klorofil<br>miktarına etkisi .....   | 35 |
| Şekil 20. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin karotenoid miktarına etkisi ...             | 36 |
| Şekil 21. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin total fenolik miktarına etkisi..            | 37 |
| Şekil 22. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin flavonoid miktarına etkisi ....             | 38 |
| Şekil 23. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin antosiyanin miktarına etkisi..              | 39 |
| Şekil 24. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin prolin miktarına etkisi .....               | 40 |
| Şekil 25. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin hidrojen peroksit<br>miktarına etkisi ..... | 41 |
| Şekil 26. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin MDA miktarına etkisi .....                  | 42 |
| Şekil 27. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin CAT aktivitesine etkisi.....                | 43 |
| Şekil 28. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin SOD aktivitesine etkisi.....                | 44 |
| Şekil 29. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin APX aktivitesine etkisi.....                | 45 |

## EKLER

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ek 1. Tuz stresi altında KF uygulamalarının bitki morfolojisi üzerine etkisinin<br>kıyaslanması..... | 80 |
| Ek 2. Magenta Kaplarında çimlendirilen Fasulye Tohumları .....                                       | 81 |
| Ek 3. Tasarlanan Bitki Büyütme Kabininde yetiştirilen Bitki grupları .....                           | 82 |
| Ek 4. Tasarlanan Protatip Bitki büyütme Kabini.....                                                  | 83 |
| Ek 5. Tasarlanan Bitki Büyütme Kabininin Kalibrasyon Belgesi .....                                   | 84 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                                                      |                                                                                      |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{AlCl}_3$                                      | : Alüminyum Klorür                                                                   |
| $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$                           | : Alüminyum Nitrat                                                                   |
| APX                                                  | : Askorbat Peroksidaz                                                                |
| $^{\circ}\text{C}$                                   | : Santigrat                                                                          |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | : Kalsiyum Nitrat Tetrahidrat                                                        |
| CAT                                                  | : Katalaz                                                                            |
| cm                                                   | : Santimetre                                                                         |
| dk                                                   | : Dakika                                                                             |
| Gr                                                   | : Gram                                                                               |
| HCl                                                  | : Hidroklorik Asit                                                                   |
| $\text{H}_2\text{O}_2$                               | : Hidrojen Peroksit                                                                  |
| $\text{KCH}_3\text{COO}$                             | : Potasyum Asetat                                                                    |
| Kg                                                   | : Kilogram                                                                           |
| $\text{KH}_2\text{PO}_4$                             | : Potasyum Fosfat Monobazik                                                          |
| KI                                                   | : Potasyum İyodür                                                                    |
| $\text{KNO}_3$                                       | : Potasyum Nitrat                                                                    |
| L                                                    | : Litre                                                                              |
| M                                                    | : Molar                                                                              |
| MDA                                                  | : Malondialdehit                                                                     |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$            | : Magnezyum Sülfat Heptahidrat                                                       |
| mg                                                   | : Miligram                                                                           |
| mL                                                   | : Mililitre                                                                          |
| mM                                                   | : Milimolar                                                                          |
| MB                                                   | : Model Bitki                                                                        |
| NaCl                                                 | : Sodyum Klorür                                                                      |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$                             | : Sodyum Karbonat                                                                    |
| Na-EDTA                                              | : Disodyum Etilendiamintetraasetik Asit                                              |
| $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  | : Sodyum Fosfat dibazik Dihidrat                                                     |
| nm                                                   | : Nanomol                                                                            |
| N-P-K                                                | : Azot-Fosfat-Potasyum                                                               |
| $\text{OH}^{\cdot}$                                  | : Hidroksil radikali                                                                 |
| pH                                                   | : Hidrojen iyonu $\text{H}^+$ ile hidroksit iyonu $\text{OH}^-$ derişimlerinin oranı |

|               |                                                   |
|---------------|---------------------------------------------------|
| ppm           | : Parts per million (milyonda bir)                |
| ROS           | : Reaktif oksijen türleri                         |
| rpm           | : Revolution per minute (dakikadaki dönüş sayısı) |
| RWC           | : Bağlı Su İçeriği                                |
| SA            | : Sülfosalisilik Asit                             |
| SOD           | : Süperoksit dismutaz                             |
| TBA           | : Tiyoarbütirik Asit                              |
| TCA           | : Trikloro asetik asit                            |
| var.          | : Türler                                          |
| $\mu\text{M}$ | : Mikromolar                                      |
| $\mu\text{L}$ | : Mikrolitre                                      |
| %             | : Yüzde                                           |

## 1.GİRİŞ

Dünyada sanayileşmeye bağlı olarak ortaya çıkan enerji ihtiyacı, günlük yaşantıdaki konfor arayışları ve nüfus artışına paralel olarak tüketimi artan fosil kaynakların ortaya çıkardığı karbondioksit miktarında artış devam etmektedir. Atmosfer tabakasında meydana gelen bu artış güneş sisteminden dünya üzerine gelen ışınların dünya yüzeyine çarparak tekrar uzaya dönmesine engel olmaktadır (Etminan vd., 2016). Küresel ısınma, dünyanın küresel olarak sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Yapılan araştırma sonuçlarına göre 1900 yılında atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarı 290 ppm iken 2021 yılı ölçümleri 410 ppm olarak belirlenmiştir (Lindsey, 2021). Bu artışın yanında çürükçül bakteriler ve sanayi kaynaklı kaçak salınımlar tarafından doğaya salınan metan (CH<sub>4</sub>) gazının varlığındaki artış bu hızla devam ederse 20 yıl içerisinde karbondioksitten 84 kat daha yüksek seviyede küresel ısınmaya sebep olacağı hesaplanmaktadır (Chukeaw vd., 2021). Küresel ısınma, iklim değişikliğine sebep olarak; kuraklık, sel, buzullarının hızla erimesi ve okyanuslardaki su seviyelerinin artması ile sonuçlanmaktadır. Bütün bu değişiklikler günümüzde gözle görülür hale gelmiştir (NASA, 2021; Zandalinas vd., 2021). Küresel ısınmaya ek olarak dünya nüfusunun artışına bağlı ihtiyaçların artması, tüketim çılgınlığı ve artan tarım arazilerinin oluşturduğu metan oluşumu gibi etmenler dünyanın çevre dengesini bozarak küresel ısınma etkilerinin daha da hızlanmasına sebep olmaktadır. Dünyanın günümüzde oluşturduğu toplam atık miktarı 6 milyar ton/yıl olarak hesaplanmaktadır ve kişi başı atık üretim miktarı 165-225 kg/yıl olarak hesaplanmaktadır (Ferreira vd., 2019). Bunlara ek olarak ortaya çıkan metanın %59 oranında zirai kökenli olduğu ortaya çıkmaktadır (Pochwatka vd., 2020). Küresel ısınmanın etkileri sonucu yetersiz yağış yıllık üretim veriminin düşmesine sebep olmaktadır. Düşük yağış miktarına bağlı verim kayıplarını önlemek için ek sulama ve gübreleme yapılması gerekmektedir (Ye vd., 2020). Ek sulama için kullanılan sularda eser miktarda bulunan kimyasallar bu suların buharlaşması sebebiyle tarım arazilerinde birikmektedirler. Buna benzer olarak, sentetik gübreleme işlemleri sonucu zaman içerisinde toprakta ağır metaller ve diğer farklı kimyasalların kabul edilebilir seviyelerin üzerine çıkması doğal dengenin bozulmasına sebep olmakta ve toprak kirliliği olarak adlandırılmaktadır (Amor vd., 2020).

Ayrıca, bilinçsiz açılan sulama kuyuları deniz suyu seviyesinin yükselmesi vahşi sulama yönteminin kullanılması toprak kirliliği sürecinin daha da hızlanmasına sebep olmaktadır. Toprak kirliliği aynı zamanda tuzluluğun da artarak tarım arazilerindeki bitkilerin strese girmesine sebep olarak böylece verimin düşmesine sebep olmaktadır (Kumar vd., 2020). Sonuçta tüketim kaynaklı sera gazı miktarının artması oluşan atıkların uygun yönetiminin başırlamaması tarımda meydana gelen verim düşmesi birbirini tetikleyen kısır döngünün oluşmasına sebep olmaktadır. Belirtilen bütün problemlerin çözümü için sürdürülebilir uygun alternatif yöntemler araştırılmaya devam etmektedir. Bu sebeple öncelikle enerji alanında fosil kaynaklı oluşan karbon salınımının azaltılması için alternatif yakıtlar araştırılmaktadır. Bu kapsamda biyodizel, dalga enerjisi, güneş enerjisi, hidro elektrik enerji, rüzgar enerjisi, biyogaz gibi alternatif yakıt üretim yöntemleri birçok dünya devleti tarafından zorunlu hale getirilmiştir (Sarıbyık vd., 2010; Ahamed vd., 2020; Stewart, 2021; Gil vd., 2021; Sadorsky, 2021; Sarıbyık vd., 2021).

Biyodizel üretimi bitkisel ve hayvansal yağlar kullanılarak gerçekleştirilmektedir fakat gıda amaçlı tüketilen yağların yakıt olarak kullanılması gıda arzında sıkıntılarının oluşmasına ve gıda fiyatlarının artmasına sebep olmaktadır (Sarıbyık vd., 2010). Güneş enerjisinin eldesi için yıllık güneşli gün sayısı, hidro elektrik enerji için yeterli yağış miktarının sağlanması, rüzgâr enerjisi için bölgesel iklimin ve tabiat şartlarının uygun olması gibi sebepler bu alternatif enerji üretim yöntemlerinin kısıtlanmasına sebep olmaktadır. Alternatif enerji üretim yöntemlerinde biyogaz, üretiminde çeşitli hammadde kullanım olanağı, uygulanabilirliği, atıkların bu amaçla kullanımı ile hastalık kötü görüntü ve koku oluşumunu engellemesi, çürükçül bakteriler ile doğaya salınan metan gazının karbondioksite dönüştürülerek tekrar kullanımını sağlayabilmesi ve üretim prosesi sonucu oluşan biyokütlenin farklı amaçlar için kullanılabilir olması diğer alternatif yöntemlerle kıyaslandığında biraz daha ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Vahşi sulama yöntemleri toprakta bulunan mineral ve besleyici organik moleküllerin topraktan uzaklaşmasına ve belirli bölgelerde toplanması ile doğal olarak verimde dengesizliğe sebep olmaktadır (Dastranj vd., 2021). Ayrıca, belirli bir su rejimi akışına bağlı olduğundan sürekli olarak belirli oranlarda tuz içeriğini de beraberinde taşıyarak buharlaşmaya bağlı toprak kirliliği ve tuzlanmasına sebep olmaktadır (Naz vd., 2021).

Bu sebeple ortaya çıkan tuzluluk miktarı ve aşırı su kullanımının azaltılabilmesi için damla sulama yöntemleri, geçirgen film teknikleri, spreyleme gibi farklı yöntemler kullanılarak su kaynaklarının ihtiyatlı kullanımı ve tarım arazilerinin uygun şekilde sulanarak verimin artırılması üzerine araştırmalar devam etmektedir (Quiroz vd., 2021).

Toprak kirliliğine sebep olan bir diğer konu ise sentetik gübreleme kullanımı sonucu ortaya çıkan ağır metal kirliliği, atık kaynaklarının tarım arazilerinde kullanılması ve gübre içerisinde eser miktarda bulunan tuzun zaman içerisinde birikerek tarım arazilerinde ağır metal kirliliğine sebep olması ve tuzluluk miktarını artırmaktadır (Naz vd., 2021). Bu problemin sürdürülebilir şekilde çözümünde ise organik kökenli biyokütle uygulamaları yapılmaktadır. Biyokütle, bitki besin elementlerinin yanı sıra organik madde ve içerdikleri mikroorganizmalar sayesinde çok yönlü etkiye sahip gübreler olarak da bilinmektedirler ve tarım topraklarının gelişimi ve iyileşmesi üzerine olumlu bir etki yapmaktadırlar (Stolarski vd., 2020). Çevre bilincinin giderek yaygınlaşıp gelişmesiyle biyokütleyle olan ilgi artmaktadır (Taylor vd., 2021). Bunun temel nedeni ise, biyokütlenin çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden tarımsal ürünlerin nitel ve nicel özelliklerini artırmasıdır (Yağmur vd., 2017). Birçok bitki türü farklı ortam şartlarına bağlı ortaya çıkan stres ile geliştirdikleri tolerans mekanizması sayesinde gelişimini sürdürebilmektedir. Fakat bazı bitki türleri ise tuzluluk stresi karşısında gelişimini sürdüremezler ve böylece verim kaybına uğramaktadırlar. Bu türlere örnek olarak *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitkisi baklagiller familyası içerisinde yer alan fasulye türü verilebilir. Bu türlerin tuzluluk stresine karşı tolerans geliştirmesi için dışardan antioksidan, askorbat, karotenoid, fenolik gibi moleküller uygulanarak bu ve benzer bitkilerin tuz stresine karşı tolerans mekanizmaları anlaşılmaya çalışılmaktadır (Hell, 2017; Rahal, 2014; Hassan, 2017; Kasote vd., 2015).

Önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde şöyle bir hipotez ortaya çıkartılmıştır “Biyogaz üretim prosesi sonucu elde edilen biyokütlenin organik molekül içeriğinin yüksek olması gerekmektedir. Organik içeriği yüksek biyokütle tuz stresine uğratılmış bitkiye dışardan uygulandığında bitkinin tolerans mekanizmasını aktive edebilir”. Ortaya atılan hipoteze göre biyogaz üretim prosesi, model bitki büyütme ve tuz stresine maruz bırakma işlemlerini kapsadığından yapılan bu çalışma farklı biyoteknolojik aşamalar kullanılarak gerçekleştirilmiş ve daha önce literatürde benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır. İlk aşamada, pilot ölçekli biyoreaktör kullanılarak öncelikle büyükbaş hayvandan alınan gübre saf şekilde kullanılarak biyogaz üretimi yapılmış ve bu biyoproses sonucu biyokütle elde edilmiştir.

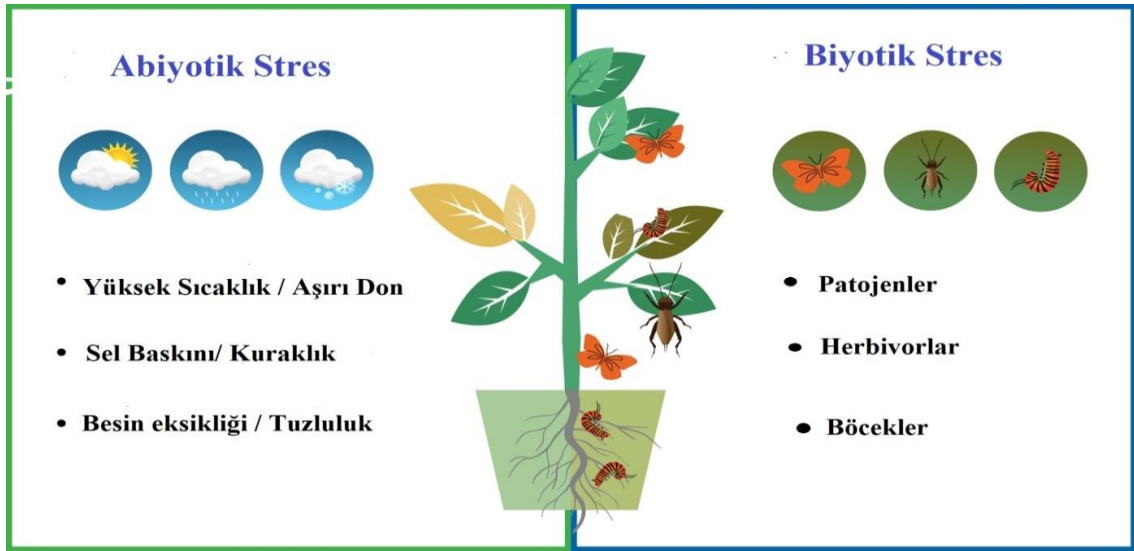
Aynı işlem, kıyas örneğini oluşturmak için saf gübrenin yanında bölgede bol bulunan kuşburnu atığı kullanılarak atık kuşburnu katkılı biyokütle elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise bitki büyütme kabini üretimi ve kurulumu gerçekleştirilip, optimizasyon çalışmaları tamamlandıktan sonra model bitki fidelerinin uygun şartlarda yetiştirilmesi sağlanmıştır.

Çalışmanın son kısmında ise, tuz stresine maruz bırakılan fidelere ilk aşamada üretilen, örnek ve kıyas biyokütle numuneleri dışardan uygulanarak bitkinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre; küresel ısınmaya sebep olan fosil kaynaklı yakıtların yerine sürdürülebilir biyoteknolojik doğal kaynaklı çözümlerin üretilebileceği görülmüştür. Bu kapsamda, alternatif, yenilenebilir, çevre dostu biyogaz elde edilebileceği gibi bu esnada bölgesel organik atıkların kullanılarak verimin artırılabilmesi, bu atıklar sebebiyle doğada oluşacak kötü koku-görüntünün giderilebileceği ve atmosfere salınacak metan gazının azaltılabileceği görülmüştür. Ayrıca, model bitki üzerinde yapılan incelemelerde elde edilen sonuçlara göre bitkinin tuz stresine karşı toleransının aktive edilebileceği görülmüştür. Böylece biyogaz üretimi sonucu elde edilen biyokütlenin toprak kirliliği oluşan bölgelerde toprak iyileştirmesi amacıyla kullanılabileceği, normal topraklarda doğal kaynaklı biyokütle olarak sentetik gübre yerine uygulanabileceği, böylece çiftçilerin üretim maliyetlerinin azaltılabileceği, verimin sürdürülebilir şekilde artırılabilmesi düşünülmektedir. Sonuçta, yapılan çalışmada elde edilen verilere göre, küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği sebebiyle tarım arazilerinin çoraklaşıp çölleşerek gıda arzı ve enerji problemlerinin biyoteknolojik yöntemler kullanılarak sürdürülebilir şekilde çözülebileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda, biyogaz üretim prosesi sonucu oluşan biyokütlenin organik madde içeriğinin arttığı ve tuz stresine uğramış model bitkiye dışardan uygulandığında bitkinin tolerans mekanizmasını aktive edebilmiş ve ortaya atılan hipotez büyük oranda doğrulanmıştır.

### **1.1 Bitkilerde Stres Nedir?**

Bir bitkinin büyümesini, gelişmesini, tohum verimini, yaşam süresini olumsuz yönde etkileyen her türlü etmene genel olarak stres denilmektedir. Bitkilerde stres biyotik ve abiyotik olmak üzere iki farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Biyotik stres, patojenler, bakteriler, virüsler gibi organizmaların sebep olduğu stres çeşididir. Abiyotik stres ise, biyotik stresin aksine Şekil 1'de gösterildiği gibi cansız faktörlerin sebep olduğu stres çeşididir (Gull vd., 2019; Stoller, 2020).



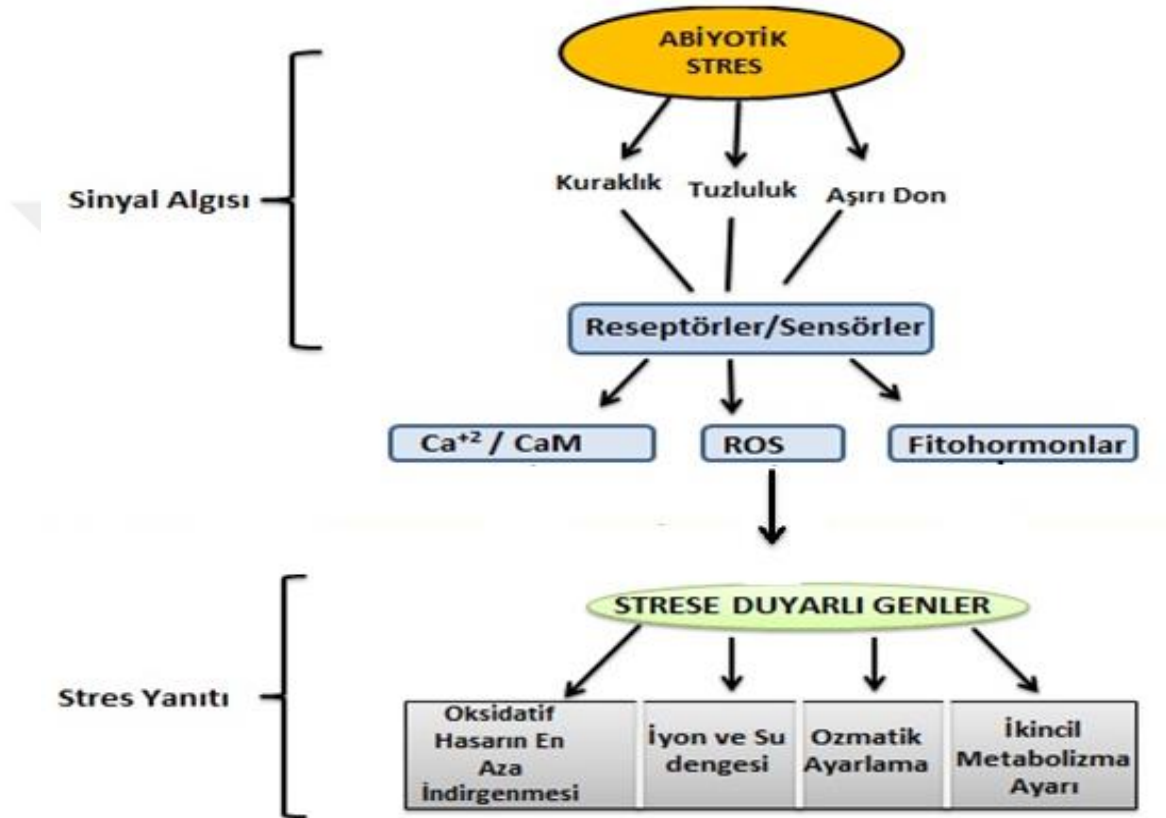
Şekil 1. Abiyotik ve biyotik stres faktörleri (Stoller, 2020).

Bitkiler hareket kabiliyeti kısıtlı olan organizmalardır, bu yüzden de çevresel etmenlerden çok sık etkilenmektedirler (Hassan, 2017). Son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında bitkilerin maruz kaldıkları stresi hatırlayabildikleri ve mitoz bölünmeler sayesinde stres hafızaları oluşturdıkları gözlemlenmiştir (Kinoshita ve Seki, 2014). Küresel ısınmanın etkisi ile iklim koşullarının değişmesi ve dünya nüfusunun artışı göz önüne alındığında 2050’li yıllarda dünya üzerindeki ekilebilir arazilerin büyük çoğunluğunda çoraklaşma ve çölleşme oluşabileceği öngörülmektedir (Abubaker vd., 2012). Popülasyonun artışına bağlı olarak tüketimin artması, tarım arazilerinin çoraklaşmasına ve bu koşullarda yetişen bitkilerde ürün verimsizliğine neden olmaktadır ve bu şartlar ile mücadele edebilmek için sürdürülebilir doğal yöntemlerin belirlenerek doğal yaşamın dengeli şekilde devam etmesi önemli bir hal almaktadır (Boreka ve Romaniuk, 2020). Bu sebeple bitkilerin belirtilen stres koşullarına karşı geliştirdiği direnç mekanizmalarının aydınlatılması oldukça önemli görülmektedir (Kinoshita ve Seki, 2014). Genel olarak strese verilebilecek yanıtlar sinyal algısı, sinyal iletimi ve stres yanıtı olmak üzere üç farklı kademedede gerçekleşir. Bu basamakların detaylı olarak anlaşılması değişen çevresel faktörlere karşı hazırlıklı olunabilmesi, bitkilerde oluşacak olan verim kaybının engellenmesidir (Valentinuzzi vd., 2020).

### 1.1.1 Abiyotik Stres

Bitkilerin büyümesinde, gelişmesinde, tohum vermesinde, verimliliğinde azalmaya sebebiyet veren her türlü çevresel durum abiyotik stres olarak adlandırılmaktadır. Bu durumlara örnek olarak tuzluluk, kuraklık, metal kaynaklı toksisite ya da uygun olmayan sıcaklık ve nem koşulları sayılabilir (Khan vd., 2018).

Herhangi bir stres faktörü için sinyal iletimindeki ilk aşama, stres sinyalinin bitki hücresinin zarında bulunan reseptörler aracılığıyla tanınmasıdır (Anaya vd., 2018). Sinyalin tanınmasının ardından bu sensörler  $Ca^{+2}$  ve ROS (Reaktif oksijen türleri) gibi ikinci haberciler ve fitohormonlar aracılığıyla sinyal iletimi sağlanmaktadır (Jini ve Joseph, 2017). Ardından protein kinazlar ve protein fosfatazlar vasıtası ile gelen stres bilgisini aşağı yönlü ileterek defosforilasyon yolunu tetiklemektedirler (Şekil 2). Böylece bitkisel savunmada rol alan streslerin iletimi sağlanmış olur (Khan vd., 2018).



Şekil 2. Abiyotik stres sinyal yolları için model (Khan vd., 2018).

#### 1.1.1.1. Tuzluluk Stresi

Tuzluluk, genel olarak bakıldığında toprak içerisinde çözünen fazla tuz miktarı olarak tanımlanmaktadır (Abobatta, 2020). Topraktaki tuz ve tuzluluk oranının artışı bitkilerin kökleri aracılığı ile toprakta bulunan suyu almalarına engel teşkil ederek tuzluluk stresine maruz kalmalarına sebep olmaktadır. Bununla birlikte toprak tuzluluğu, düşük yağış, şiddetli rüzgâr sonucu kayaların ayrışması gibi uzun zaman alan doğa olayları sonucunda da artış gösterebilmektedir (Alonso vd., 2019). Tuzluluğa neden olan etmenler: bilinçsiz kimyasal gübre kullanımı, sulama sularının neden olduğu tuzluluk, bölgedeki su seviyesini normal aralıklar içinde tutan vejetasyonun ortadan kaldırılması ve aşırı otlatma olarak sıralanabilir (Azevedo vd., 2005).

Tuzluluk sadece bir stres faktörü olarak değil, aynı zamanda toprak verimini etkileyen ve üretilen besin miktarlarında değişikliklere sebep olabilecek bir unsurdur (Yadav vd., 2011). Tuzluluğun tarımsal arazilerdeki verimliliği azaltmasının yanı sıra sağlık sorunlarına da sebebiyet verdiği de bilinmektedir (Qadir vd., 2014).

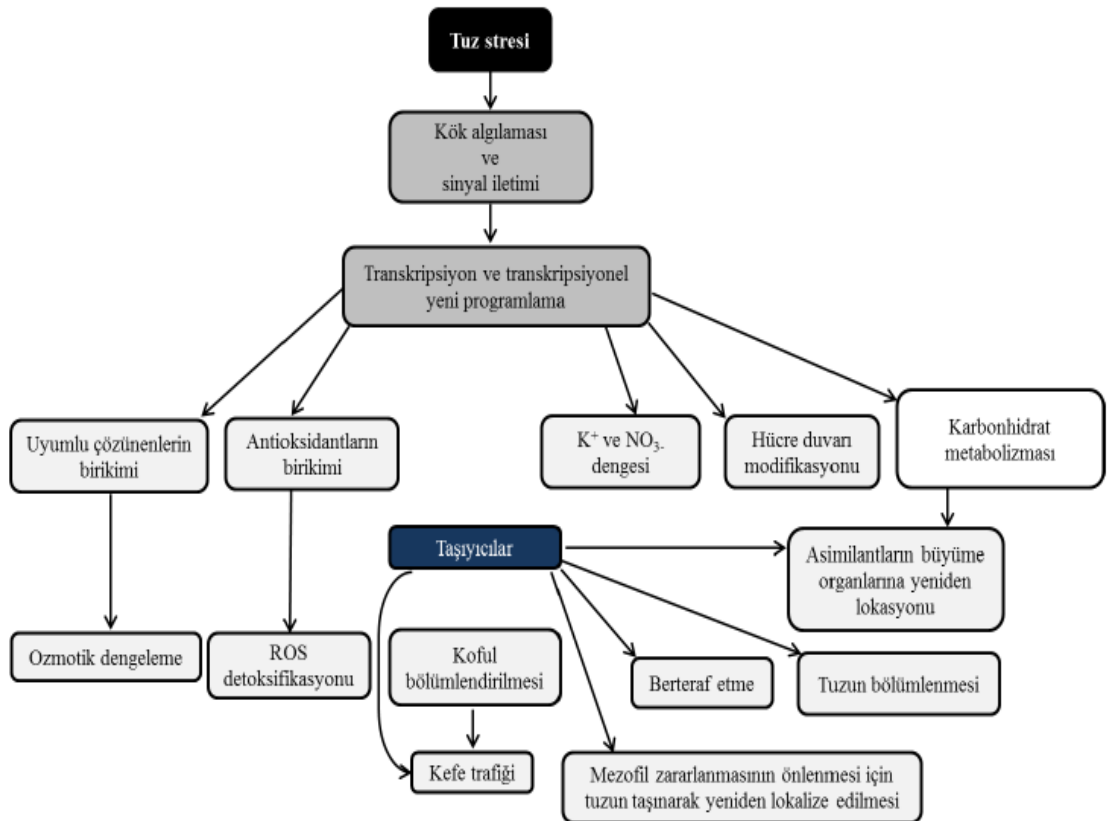
Yazılı kaynaklarda Sümerlerin yıkılmasının nedenlerinden biri olarak toprak tuzluluğunda meydana gelen artış gösterilmektedir (Jacobsen ve Adams, 1998; Dajic, 2006).

#### **1.1.1.1.1. Tuzluluğun Bitkiler Üzerindeki Etkileri**

Tuz stresi bitkilere çeşitli yollarla etki etmektedir. Öncelikle, ozmotik basıncın artırılmasına neden olarak gerekli suyun ve besinsel kaynakların alımına engel olmaktadır (Fiziksel etki), ardından gerekli besin kaynaklarının alınamamasına bağlı olarak metabolizmanın bozulmasına (kimyasal etki) ve sodyum tuzlarının toprakta meydana getirdiği bir dizi değişiklik sonucunda fizyolojik bir kuraklık etkisi yaratarak ürün verimliliği ve büyüme parametrelerinin zarar görmesine neden olmaktadır (dolaylı etki) (Wu vd., 2015). Bu bakımdan, özellikle düşük toleransa sahip bitkilerin tuz stresine olan toleranslarını arttırmak, sürdürülebilir tarımın devamlılığı açısından oldukça önem arz etmektedir (Jacobsen ve Adams, 1998; Ortega vd., 2014; Ashraf vd., 2012; Marschner ve Çakmak, 1992; Smethurst vd., 2008). Tuz stresi membran geçirgenliği üzerine etki etmektedir. Hücrelerin zar geçirgenliği, su ve çözünen maddelerin zardan geçişlerinin bir ifadesidir. Tuz stresi, reaktif oksijen türleri üretimine neden olmaktadır ve hücredeki nükleik asitlere, membran kalınlıklarına zarar vermektedir (Simaei vd., 2011). Farklı tuz toleransları gösteren bitki genotiplerinde membran geçirgenliği, aynı tuzlu koşullar altında dahi değişiklik gösterebilmektedir (Mansour, 2013). Tuz stresi, bitkilerde en çok yaprak yüzey alanının azalmasına neden olmakta ve kök, gövde, yaprak ağırlıklarını düşürmektedir (Munns, 2005). Aşırı tuz varlığı, bitkide mitoz bölünme ile hücre bölünmesini ve bitki uzunluklarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bitkide epidermal kalınlık, mezofil kalınlığı gibi hücrelerin uzunluk ve çapının artması ile birlikte hücresel alanın daralmasına neden olmaktadır (Simaei vd., 2011). Bu yüzden başta tohum verimliliği olmak üzere, yapraklar ve kökler de olumsuz etkilenmektedir (Munns vd., 2015; Wang ve Nii, 2000; Hernandez vd., 1999). Tuz stresi, osmotik işleyişi etkileyerek, su içeriğinin kullanımını azaltmaktadır. (Ortega vd., 2014). Tuz stresi fotosentetik enzimlerin yapısında değişmelere neden olmaktadır ve elektron taşınımını etkilemektedir (Munns vd., 2008).

#### 1.1.1.1.2. Tuz Stresine Karşı Geliştirilen Tolerans Mekanizmaları

Bitkiler, tuz stresi ile başa çıkabilmek için morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal düzeylerde farklı savunma mekanizmaları geliştirmektedirler (Parida ve Das, 2005; Jansen ve Potters, 2017; Tanveer ve Ahmed, 2020). Bu mekanizmalar Şekil 3'te gösterildiği gibi gerçekleşmektedir (Munns ve Gilliam, 2015; Onaga ve Wydra, 2016). Tuz stresi bitkilerde sekonder metabolitlerin üretimini uyarmaktadır (Jan vd., 2021). Bunlardan, fenolik bileşikler antioksidan etki göstererek ROS'ları süpürmektedir (Es-Safi vd., 2007). Fenoliklerin bir alt grubu olan flavonoidler de stres altında içerdikleri yapısal ve elektrokimyasal özellikleri ile lipid peroksidasyonunu baskılamakta ve membranların yapısını korumaktadırlar (Eryılmaz, 2007). Flavonoidlerin bir alt dalı olan antosiyaninler ise bitkilerde çevresel stres etmenlerine karşı direncin yükseltilmesini sağlamaktadır (Ortega vd., 2014; Gould ve Lister, 2006). Bu yüzden, antosiyanin birikimi fazla olan bitkilerde tuza karşı dayanıklılık fazladır (Chalker ve Scott, 1999). Prolin, strese maruz kalan bitkilerde osmotik dengenin sağlanmasında temel rol oynamaktadır ve diğer amino asitlere oranla daha fazla miktarda bulunmaktadır (Abrahám vd., 2003; Grace, 2005; Miller vd., 2010).



Şekil 3. Tuz stresine karşı geliştirilen adaptasyon faktörleri (Munns ve Gilliam, 2015; Onaga ve Wydra, 2016).

Bitkilerde oksidatif zararın yol açtığı yıkıcı etkilerle mücadele etmek için, bahsedilen mekanizmaların yanı sıra strese bağlı oluşan ROS'ları temizleyen antioksidan enzim sistemleri de mevcuttur. Bunlardan, tetramerik yapıya sahip olan katalaz (CAT), ilk keşfedilen ve işlevsel olarak karakterize edilen antioksidan bir enzimdir (Sharma vd., 2012). Katalaz,  $H_2O_2$ 'nin  $H_2O$  ve  $O_2$ 'ye ayrıştırılmasından ve hücre içi detoksifikasyonundan sorumludur (Gill ve Tuteja, 2010; Weydert ve Cullen, 2010). Diğer taraftan süperoksit dismutaz (SOD), oksidatif strese karşı ilk enzimatik savunma hattı olarak kabul edilen ve yapısında metal iyonu bulunduran bir enzimdir (Gratão, 2015).

Süperoksit radikalının bir dismutasyon reaksiyonu ile  $H_2O_2$ 'ye dönüşümünü sağlayan reaksiyonu katalizlemektedir. Bu nedenle SOD, hem  $O_2^{\cdot-}$  hem de  $H_2O_2$ 'nin hücrel seviyesini etkilemektedir ve  $O_2^{\cdot-}$  ile ilişkili toksisiteyi önleyerek ROS'ların detoksifikasyonunda önemli bir role sahip olmaktadır (Abouzari vd., 2015). Bununla birlikte askorbat peroksidaz (APX), askorbik asitten (AsA) aldığı elektronu indirgeyici güç olarak kullanmakta ve  $H_2O_2$ 'yi su ve oksijene dönüştürmektedir. Bu arada askorbik asit de monodehidroaskorbik aside (MDHA) dönüşmektedir (Sharma vd., 2012). Katalazdan farklı olarak APX,  $H_2O_2$  için yüksek bir afiniteye sahiptir ve bu yüzden düşük ROS seviyelerinde de işlevini yerine getirebilmektedir (Shgieoka, 2002).

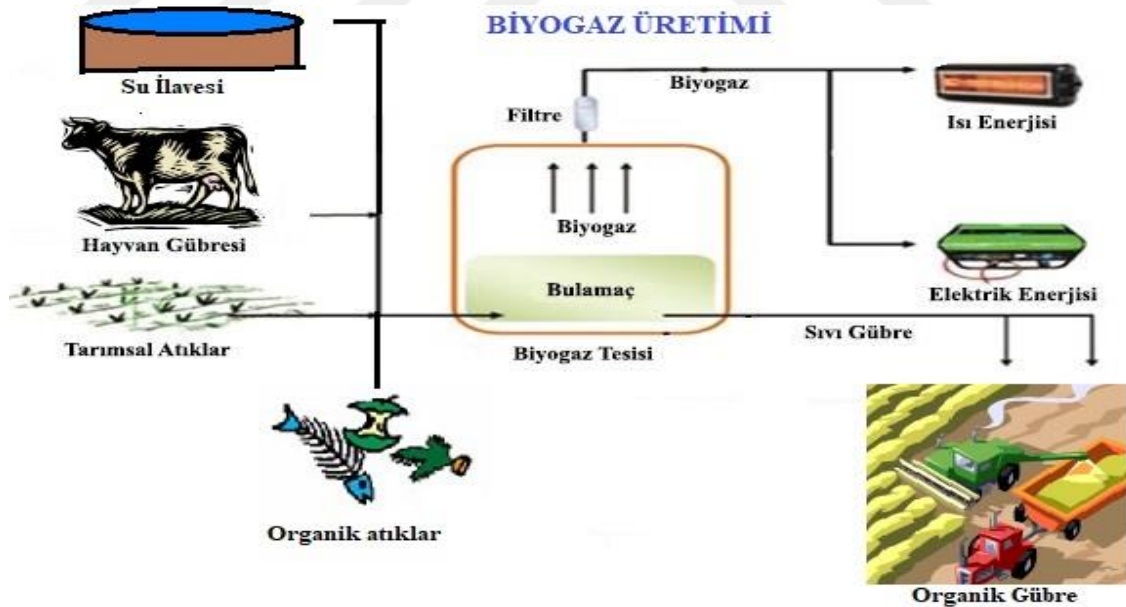
Tablo 1'de tanımlandığı gibi APX'in bu özelliği,  $H_2O_2$ 'nin neden olduğu oksidatif hasarın önlenmesini sağlamaktadır. Öncelikle bitki hücrelerindeki  $H_2O_2$  seviyesini kontrol altında tutarak, gerekli sinyal iletim olaylarının fonksiyon göstermesine yardımcı olmaktadır (Mittler, 2002).

Tablo 1. Reaktif oksijen türleri ile ilgili enzimler ve antioksidanlar (Gechev vd., 2006).

| Enzimler/Antioksidanlar | Fonksiyon                                                                                          |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Askorbat                | APX'in substratıdır. $H_2O_2$ 'i detoksifiye etmektedir.                                           |
| APX                     | İndirgeyici olarak askorbat ile $H_2O_2$ detoksifikasyonu sağlamaktadır.                           |
| CAT                     | İndirgeyiciye gereksinim duymadan $H_2O_2$ 'i detoksifiye etmektedir.                              |
| Flavonoidler            | Direk olarak $H_2O_2$ 'i temizlemektedir.                                                          |
| Karotenoidler           | $O_2$ serbest oksijen miktarını azaltmaktadır. ABA'nın haberci molekülüdür. Fotosentezde etkindir. |
| SOD                     | $O_2$ 'nin dismutasyonu ile $H_2O_2$ oluşumunu sağlamaktadır.                                      |

## 1.2. Biyogaz

Biyogaz terimi, doğal atıklardan kullanılabilir gaz üretilmesi anlamına gelir. Diğer bir ifade ile oksijensiz ortamda, mikroorganizmalar aracılığı ile selüloz, lignin, şeker gibi doğal maddelerin karbondioksit ve metan gazına dönüştürülmesidir. Biyogaz üretimi Şekil 4'te gösterildiği gibi, basit olarak doğal maddelerin ayrıştırılması temelli olduğu için ana madde olarak bitkisel atıklar, evsel atıklar ya da hayvansal gübreler kullanılabilir. Kullanılan hayvansal gübrelerin biyogaza çevrilmesi sırasında ayrışırken daha kullanışlı hale gelmesinden dolayı, dünyada ana bileşen olarak kullanılmaktadır (Yin vd., 2017). Biyogaz oluşumu esnasında; metanojen bakterileri bozunma işlemlerinin kullanılması ile büyük organik molekülleri uygun koşullarda hidroliz ederek daha küçük moleküllere dönüştürmektedir (Zhoua vd., 2021). Daha küçük moleküllere parçalanmış doğal maddeler tekrar moleküler olarak parçalanarak karbondioksit ve metan gazını oluşturmaktadır. Oluşan gaz karışımının içerisinde metan, karbondioksit ve eser miktarda hidrojen sülfür, karbonmonooksit gibi gazlarda bulunmaktadır (Havrysh vd., 2020). Bataklık gazı gibi isimlendirilmeleri mevcuttur. Biyogaz üretiminde çalışılan organik madde miktarının %40-60 kadarı biyogaz haline getirilmektedir (Ferreira vd., 2019).



Şekil 4. Biyogaz üretim tesisi (Tsigkou vd., 2021).

### 1.3. Biyokütle

Organik madde; toprak verimliliği ve sürdürülebilir tarım açısından son derece önemlidir. Tarımsal toprakların tamamına yakınında organik madde içeriği yetersiz gelmektedir (Quintanar vd., 2018). Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için organik biyoküteller kullanılmaktadır (Panuccio vd., 2016). Organik biyoküteller, bitkiler için gereken besin maddelerinin temini için mikroorganizmalar aracılığı ile üretilen ticari temelli kaynaklardır. Organik biyokütellerin; biyolojik, bio-fertilizer, bakteriyel, mikrobiyal gibi çeşitleri mevcuttur (Anonim, 2010).

Biyokütle kullanımının genel amacı topraktaki besin maddelerinin ve buna bağlı olarak tarımsal ürünlerinin kalitesinde artış sağlamaktır (Montingelli vd., 2015). Biyoküteller, bitki kök miktarlarının artmasını sağlayarak fidan tutma ve dayanıklılıklarını arttırmaktadır (Quiroz vd., 2021). Topraktan gelen zararlı patojenleri baskılayarak, faydalı bakterileri aktif hale getirmektedir (Quiroz vd., 2021). Buna bağlı olarak da bitkilerin biyokütlesinde önemli derecede artış sağlamaktadır. Biyoküteller faydalarına ve fonksiyonlarına göre; azot bağlayanlar, fosfatı çözenler, potasyumu çözenler, sülfürü okside edenler, silikatı çözenler, dekompoze kültürler olarak çeşitlendirilmektedir (Halilova vd., 1996; Lukehurst vd., 2010).

#### 1.3.1. Biyokütle Kullanımının Sağladığı Avantajlar

- Toprağın fiziksel ve kimyasal yapılarının düzelmesine yardımcı olmaktadır,
- Toprağa organik madde ve azot kaynağı oluşturmaktadır,
- Toprakta humus birikimi sağlamaktadır,
- Mikrobiyal faaliyetleri artırarak toprağın biyolojik özelliklerinin düzenler,
- Organik maddenin ayrışmasını ve humusun parçalanmasını hızlandırmaktadır,
- Topraktaki hava ve su sirkülasyonunu düzenlemektedir,
- Su tutma kapasitesini yükseltmektedir,
- Havalanma özelliğini artırmaktadır,
- Bitki besin maddelerinin tutulmasını sağlamaktadır,
- Tuzluluk ve pH düzenlemeye katkı sağlamaktadır,
- Besin maddelerini toprağın üst katmanlarına taşımaktadır,
- Bitkilerin köklerinin daha iyi gelişmesini sağlar,
- Killi toprakların tava gelmesini kolaylaştırmaktadır (Cestonaro vd., 2015).

### **1.3.2. Biyokütle Kullanımının Toprak Yapısına Katkısı**

Organik maddeler, topraklarda bitki besin elementlerinin kaynağıdır. Bitkiler için önemli olan azot, fosfor ve kükürdün büyük bölümü topraktaki organik maddelerden alınmaktadır (Cestonaro vd., 2015). Organik maddelerin toprakta ayrışması ve parçalanması sırasında açığa çıkan asitler toprağın kimyasal yapısının değişmesine neden olmaktadır. Bu organik maddelerin bitkide bulunmasını biyokütller sağlamaktadır (Kaçar ve Katkat, 2007).

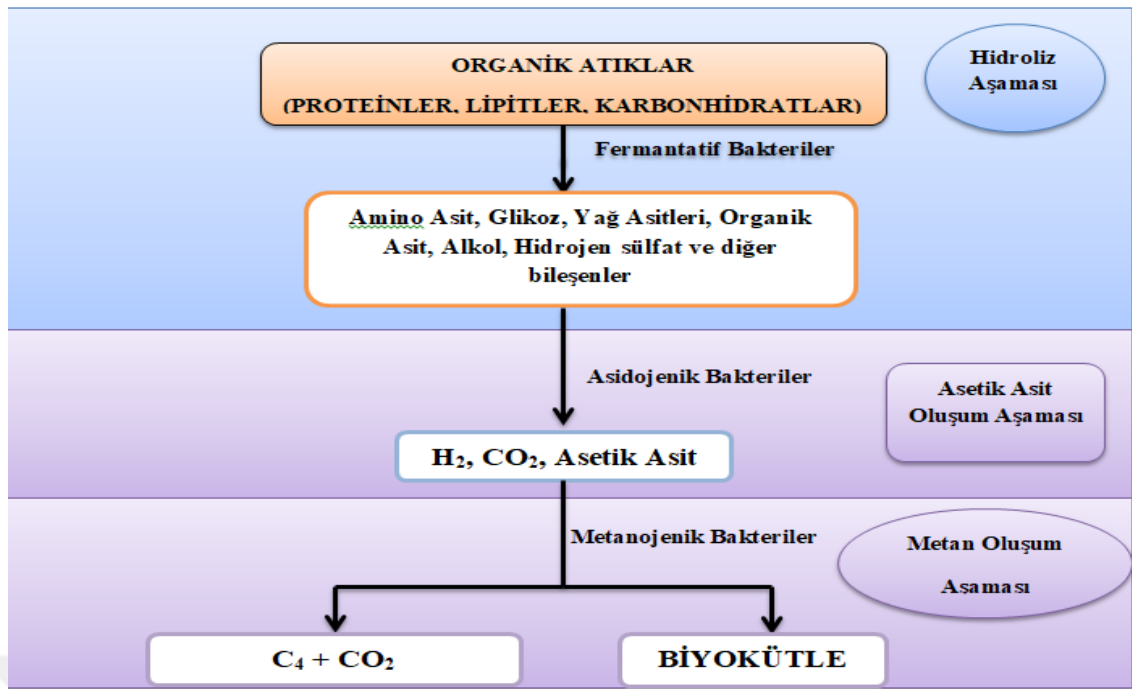
### **1.3.3. Biyokütle Kullanımının Dezavantajları**

Organik biyokütllerin içeriğinde tuzların-elementlerin oranları değişkenlik göstermektedir. Genellikle yoğun bir yapıdadır ve bilinçsiz kullanımda toprağın tuzlanmasına az da olsa etkisi olmaktadır (Lukehurst vd., 2010). Toprakta tuzluluğun oluşmaması için biyokütlenin işlenmiş yani fermentasyon işlemi ile bitki köklerinin yararlanabileceği forma dönüşmesi gerekmektedir (Quiroz vd., 2021).

### **1.3.4. Biyokütlenin Fermantasyona Uğratarak İşlenmesi**

Biyokütlerde fermentasyon, büyük moleküllü organik maddelerin mikroorganizmalar yardımıyla oksijensiz ortamda farklı ürünlere dönüştürülmesi veya çürümesi olayıdır (Sarıbiyık vd., 2021). Fermantasyon işlemi Şekil 5'te gösterildiği gibi 3 aşamada gerçekleşmektedir;

- Hidroliz ve fermentasyon
- Asetik asidin oluşumu
- Metan gazının oluşumu ve ürün olarak biyokütlenin eldesi



Şekil 5. Biyogaz üretimi ve ürün olarak biyokütle eldesi (Çoşkun vd., 2010).

### 1.3.5. Biyokütle Üretiminde Organik Atık Olarak Kuşburnu

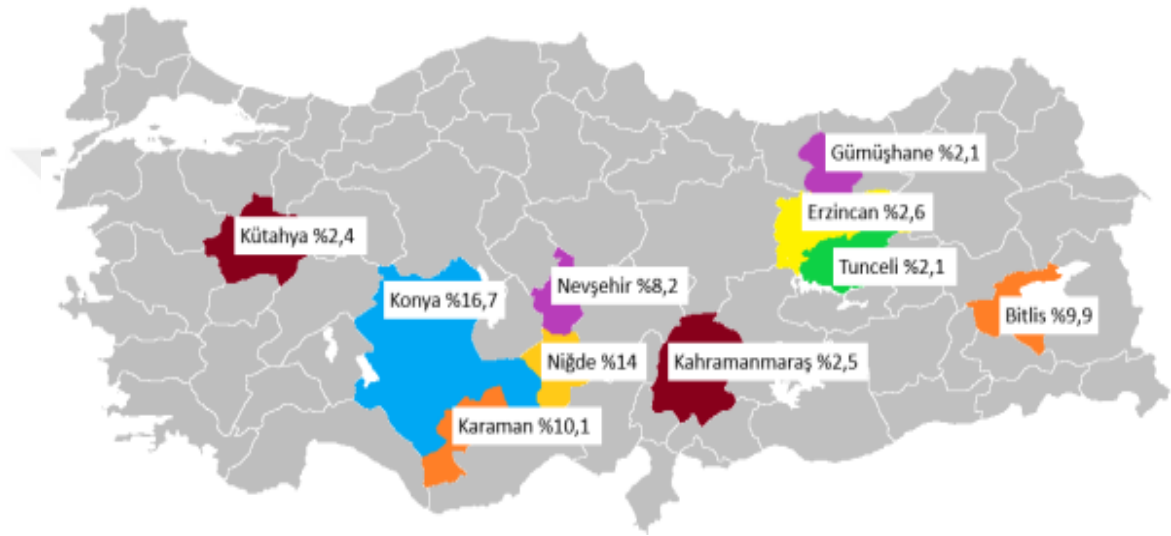
Kuşburnu Rosaceae familyasından Rosa cinsine ait çalı formunda olan ve kışın yaprağını döken bir bitki türüdür. Batı Asya, Anadolu, Kuzey ve Orta Avrupa'da yetişmektedir. Gümüşhane ilinde ise doğal 11 türü bulunmaktadır (Öz, 2016). Kuşburnu, çay ve pekmez yapımında en çok kullanılan türdür (Kutbay ve Kılınç, 1996). Kuşburnu besin değeri yüksek olan ve insan sağlığı açısından oldukça faydalı bir gıdadır. Kuşburnu, farklı hastalıkların tedavisinde ilaç (drog) olarak en fazla kullanılan bitkilerdendir (Demir vd., 2014).

Kuşburnu meyvelerinde C, P, A, B1, B2, E ve K vitaminleri bulunmaktadır. Kuşburnu anti inflamatuvar olmasının yanı sıra, C vitamini ve likopen de içeren iyi bir bitkisel besin kaynağıdır (Doğan vd., 2006). Gümüşhane ilinde üretilen pekmez, marmelat ve meyve suyunda hammadde olarak kullanılan kuşburnu bitkisi, bölgede en fazla miktarda organik atığı oluşturmaktadır (Deniz vd., 2018).

### 1.4. Fasulye Bitkisi

Fasulye baklagiller familyasında yer almaktadır. Yaklaşık olarak 230 adet farklı türü bulunmakta ve bunların 20'si insanların beslenmesinde kullanılmaktadır. Bu türler içerisinde dünyada ve Türkiye'de en çok tarımı yapılan *Phaseolus vulgaris* L. türüdür. Üretim miktarları son 10 yılda yaklaşık %12 oranında artış göstermiştir (Şekil 6). Dünya genelinde 2017 yılı itibariyle 31 milyon ton fasulye üretimi sağlanmaktadır.

Fasulye bitkisi yetiştirme koşulları ve toprak isteği açısından fazla seçici olmayan ve yetiştiriciliği kolay olan bir bitkidir. Buna karşın organik madde bakımından bol, yumuşak, iyi havalandan ve su tutma yetisi yüksek olan topraklarda daha çok verim alınabilmektedir (Dalkılıç ve Önder, 2011). Fasulyeler fazla asit karakterli topraklarda yetişmezler. Toprak pH değerinin 5.5-6.7 olduğu durumlarda üretilen üründen başarılı sonuçlar alınmaktadır (Gentry, 1969). Fasulye, ılıman iklimi seven bir bitkidir ve sıcaklık değeri sıfırın altına indiğinde bitki zarar görmektedir. Sıcaklığın 15.5-24°C derece olduğu yerlerde rahat bir gelişme göstermektedir (Alonso vd., 2019).



Şekil 6. Türkiye’de fasulye bitkisinin üretim oranı (Yıldız, 2020).

#### 1.4.1. Model Bitki *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart

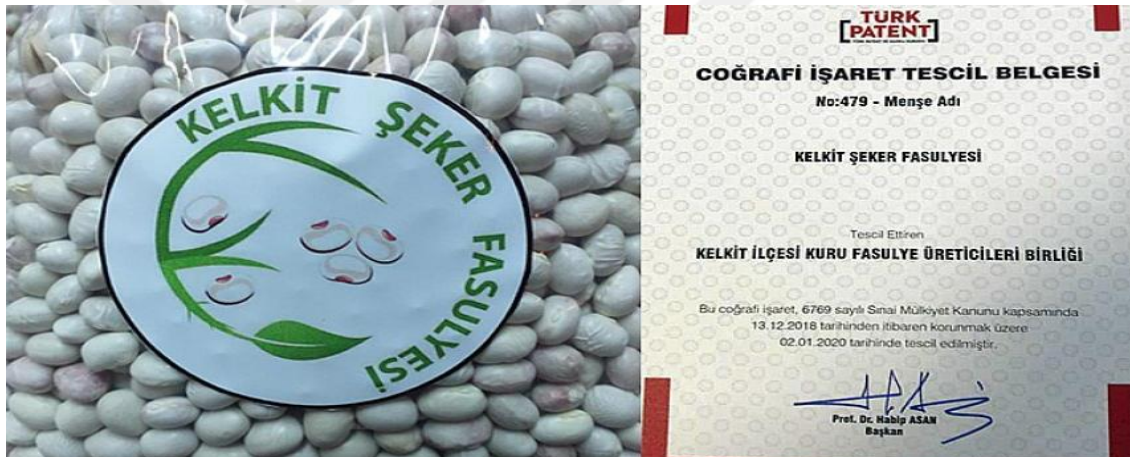
Kelkit şeker fasulyesi, Kelkit ilçe merkezi ve ilçe merkezine bağlı belde/köylerde yetiştirilen, beyaz tohum rengi ile beyaz tohum rengi üzerinde pembe lekeleri bulunan bir popülasyon ürünüdür. Popülasyon içerisinde, halk arasında “pembe göz” olarak tabir edilen hilumun burun ucunda pembemsi bir renk farklılığı ile bazılarında da damarlanma görülmektedir (Şekil 7).

Bunun yanında yetiştiriciliği yapılan Kelkit şeker fasulyesinin bazı tohumları, popülasyon içinde tek renk olan beyaz tohum rengine sahiptir. Her ikisinin de tane şekli ve yapısı *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart alt sınıfında yer alıp, tohumları elips şeklindedir. Morfolojik özellikleri; büyüme tip 2 yarı sarıcı, sarılma eğilimi olan, bitki renklenmesi orta seviyede olan, orta seviye mızrağa sahip, kısa tüylü, yaprakları açık yeşil renkte, yaprak ayaları kalınlığı orta düzeyde, hafif kıvrık ve koyu saman sarısı renkte baklalara sahip, tohumları eliptik oval olan bir türdür (Şekil 8). Bakla uzunlukları 8.2 – 11 cm arasında olup bakla genişlikleri 0.9 – 1.2 cm arasındadır.

Tohum uzunlukları 6–11 mm arasında tohum genişliği ise 5–7 mm arasındadır. Her baklasında 4.8 ile 6.6 adet arası lokus görülür. Fenotipik özellikleri; %50 çiçeklenme süresi 50 gün iken, %50 bakla bağlanma süresi ise 65 gündür. Vejetasyon süresi ise 138 gün sürmektedir. Kuru ağırlığı 61.08 gram, yaş ağırlığı 122.14 gramdır. Kuru hacmi 149 mL, ıslak hacmi ise 259 mL’dir. Şeker fasulyesinin sistematigi Tablo 2’de belirtildiği gibidir (Özçelik ve Kotiloğlu, 2018).

Tablo 2. *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart ve sistematigi (Özçelik vd., 2018).

| Sınıflandırma | İsimlendirme                                             |
|---------------|----------------------------------------------------------|
| Alem:         | Plantae                                                  |
| Bölüm:        | Magnoliophyta                                            |
| Sınıf:        | Magnoliopsida                                            |
| Takım:        | Fabales                                                  |
| Familya:      | Fabaceae                                                 |
| Cins:         | Phaseolus                                                |
| Tür:          | <i>Phaseolus vulgaris</i> L. var. <i>ellipticus</i> Mart |



Şekil 7. *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitkisi ve Coğrafi Tescili (Özçelik ve Kotiloğlu,2018).



Şekil 8. Pembegöz olarak adlandırılan Kelkit Şeker fasulyesinden bir görünüm (Özçelik ve Kotiloğlu, 2018).

## 2. MATERYAL ve YÖNTEMLER

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Kullanılan Cihazlar

Deney aşamasında laboratuvarında kullanılan cihaz, alet ve malzemeler Tablo 3.'te belirtilmiştir.

Tablo 3. Kullanılan cihaz, alet ve malzemeler

| KULLANILAN CİHAZ, ALET VE MALZEMELER      | MARKA/MODEL        |
|-------------------------------------------|--------------------|
| Buzdolabı                                 | Beko               |
| Cam malzemeler (beher, erlen, balon joje) | ISO Lab            |
| Çalkalayıcı İnkübatör                     | Shel Lab           |
| Çeşitli hacimlerde otomatik pipetler      | Eppendorf Research |
| Eppendorf tüp                             | ISO Lab            |
| Etüv                                      | Memmert            |
| Hassas Terazî                             | Shimadzu           |
| Havan                                     | ISO Lab            |
| Manyetik karıştırıcı                      | IKA RH Basic 2     |
| Mikropleyt okuyucu                        | Thermo Scientific  |
| pH-metre                                  | Hanna Instruments  |
| Santrifüj                                 | Allegra X-30R      |
| Spektrofotometre Cihazı                   | Thermo Scientific  |
| Vorteks                                   | Heidolph           |
| 96 kuyucuklu mikropleyt                   | Lp Italiana Spa    |
| 15 mL ve 50 mL'lik steril falkon tüpleri  | ISO Lab            |

### 2.1.2. Kullanılan Kimyasallar

Deney aşamasında laboratuvarında kullanılan kimyasal malzemeler Tablo 4.'te belirtilmiştir.

Tablo 4. Kullanılan kimyasallar

| Kullanılan Kimyasal Maddeler                       | Satın Alınan Firma     |
|----------------------------------------------------|------------------------|
| Alüminyum nitrat                                   | Merck 101063ISO        |
| Aseton                                             | Sigma Aldrich 67641    |
| Etanol                                             | Sigma Aldrich 32205    |
| Folin-Ciocalteu reaktifi                           | Merck 1.09001.0100     |
| Fosfat tampon                                      | Sigma Aldrich P4417    |
| Gallik asit                                        | Sigma Aldrich G7384    |
| Glasial asetik asit                                | Lab 901.013            |
| Hidroklorik Asit (HCl)                             | Sigma Aldrich          |
| Hidrojen peroksit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) | Tekkim 7722841         |
| Kuersetin                                          | Merck 1592409          |
| Metanol                                            | Merck 106009           |
| Ninhidrin                                          | Merck 487472           |
| Orto Fosforik asit                                 | Honeywell-Seelze 04107 |
| Potasyum asetat (KCH <sub>3</sub> COO)             | Merck 2048222          |
| Potasyum iyodid (KI)                               | Sigma Alrich           |
| Prolin                                             | Multicell 550032       |
| Sodyum karbonat                                    | Merck 106392           |
| Sodyum klorür                                      | Merck 100317           |
| Toluen                                             | Merck 108323           |
| Tiyobarbütürik Asit (TBA)                          | Merck 108180           |
| Trikloroasetik Asit (TCA)                          | Merck 76039            |

### 2.2. Araştırma Materyali

#### 2.2.1. *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart Bitkisinin Eldesi

Tuz stresinin vermiş olduğu olası etki

leri tespit etmek ve meydana getirdiği olumsuz etkileri organik biyokütle uygulaması ile iyileştirmek amacıyla gerçekleştirdiğimiz yüksek lisans tez çalışmasında, Kelkit Kuru Fasulye Üreticileri Birliği tarafından üretilmiş olan; organik Kelkit şeker fasulyesi tohumları materyal olarak tercih edilmiştir.

### 2.3. Araştırma Yöntemi

Tez çalışmasında Kelkit şeker fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart) tohumlarının çimlendirilmesiyle elde edilen fidelerinden morfolojik ve biyokimyasal yöntemler kullanılarak tuz stresine karşı organik biyokütle uygulanmasının, büyüme ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisi incelenmiştir.

### 2.3.1. Fasulye Tohumlarının Çimlendirilmesi

Ticari olarak satın alınan şeker fasulyesi tohumları, distile su ile hazırlanmış olan %15'lik ticari çamaşır suyu ile 20 dakika boyunca çalkalanarak steril edildi. Bunun ardından, sterilize kabin içerisinde aseptik koşullarda sodyum hipoklorit süzöldükten sonra, tohumlar 3 defa 5'er dakika steril distile su ile çalkalanarak durulandı. Distile su içerisinde bir gece bekletilerek çimlendirilmeye hazır hale getirildi. Tohumlar, steril magenta kapları içerisinde çimlendirildi. Ardından 7 günlük fideler, torf-perlit içeren saksılarda, hazırlanan çözeltiler ile muamele edilerek 14 günlük sürede laboratuvarında tasarlanan protatip bitki büyütme kabininde yetiştirildi.

### 2.3.2. Bitki Besin Çözeltilerinin Hazırlanması

Hoagland-Arnon Solüsyonu ticari bitki yetiştirme besin seti olarak satın alındı ve stok çözeltiler Tablo 5'te belirtildiği gibi hazırlandı.

Tablo 5. Bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılan maddeler ve miktarları (Hoagland-Arnon, 1950).

| Kullanılan Kimyasal Maddenin Adı                     | Kullanılacak Miktar (g) | Stok Çözeltinin Hacmi (mL) | Hoagland'a Eklenecek Miktar (mL) | Hoagland'a Eklenme Sırası |
|------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O | 23.6                    | 100                        | 5                                | 1.                        |
| KNO <sub>3</sub>                                     | 10.1                    | 100                        | 5                                | 2.                        |
| MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O                 | 24.6                    | 100                        | 2                                | 3.                        |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                      | 23.6                    | 100                        | 1                                | 4.                        |
| FeEDTA                                               | 9.26                    | 200                        | 2                                | 5.                        |
| Mikroelement                                         | 0.606                   | 100                        | 1                                | 6.                        |

### 2.3.3. Deney Setlerinin Hazırlanması

Yeterli kök ve gövde büyüklüğündeki fideler, perlit+çözelti olarak hazırlanan deney kaplarına aktarıldı. Deney setleri Tablo 6'da belirtildiği gibi hazırlandı. Her bir deney seti, içerisinde üçer adet replikasyona sahiptir. Deney grupları 23±2 °C'de, 4000-4200 lux ışık şiddetindeki protatip olarak tasarlanan bitki büyütme kabininde 14 saat gündüz, 10 saat gece periyodunda yetiştirildi. Hoagland solüsyonu, haftada 2 kez değiştirildi. 14 gün boyunca bütün deney setlerinde büyümekte olan bitkiler fotoğraflandırıldı. 14 gün sonra deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere hasat edildi.

Tablo 6. Deney gruplarına uygulanacak çözeltiler

| DENEY GRUPLARI                    | KULLANILAN ÇÖZELTİNİN İÇERİĞİ                                                                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kontrol (C)                       | Tablo 5'te yer alan maddeler belirtildiği miktar ve sıraya göre konularak Hoagland solüsyonu hazırlandı.       |
| 100 mM NaCl (S)                   | Solüsyon hazırlandı ve içerisine 1 litre için 5.844 g NaCl tartılarak, pH 6'ya ayarlandı.                      |
| NaCl+Fermente edilen Biyokütle    | Solüsyon, 100 mM NaCl solüsyon içerisinde hazırlandı ve içerisine 50 mL biyokütle konularak pH 6'ya ayarlandı. |
| NaCl+Fermente edilmeyen Biyokütle | Solüsyon, 100 mM NaCl solüsyon içerisinde hazırlandı ve içerisine 50 mL biyokütle konularak pH 6'ya ayarlandı. |
| Fermente Biyokütle                | Solüsyon içeriğine fermente edilen biyokütleden 50 mL konularak pH 6'ya ayarlandı.                             |
| Fermente edilmeyen Biyokütle      | Yukarıda anlatıldığı gibi solüsyon hazırlandı ve içerisine biyokütleden 50 mL konularak pH 6'ya ayarlandı.     |

#### 2.3.4. Deney Grupları ve Kısaltmaları

Tablo 7. Deney grupları ve kısaltmaları

| DENEY GRUPLARI                             | KISALTMALAR   |                                            |                          |
|--------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------|--------------------------|
|                                            | Kontrol Grubu | DENEY GRUPLARI                             | Stres Grubu (100mM NaCl) |
| Kontrol                                    | C             | Stres                                      | S                        |
| Fermente Edilen Gübre                      | CF            | Fermente edilen gübre                      | SF                       |
| Fermente edilmeyen gübre                   | CN            | Fermente edilmeyen gübre                   | SN                       |
| Kuşburnu içerikli fermente gübre           | CKF           | Kuşburnu içerikli fermente gübre           | SKF                      |
| Kuşburnu içerikli fermente edilmeyen gübre | CKN           | Kuşburnu içerikli fermente edilmeyen gübre | SKN                      |

#### 2.3.5. Organik Biyokütlenin Eldesi

##### 2.3.5.1. Kullanılan Organik Biyokütle

Biyokütle üretimi Sarıbyık (2021), referans alınarak yapılmıştır. Organik biyokütle biyogaz üretiminin bir ürünüdür. Biyogaz ve organik biyokütle üretimi için hayvansal, bölgesel ve tarımsal biyokütle kaynaklarından yararlanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan biyokütle, Gümüşhane Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik bölümü laboratuvarında üretildi.

Biyogaz ve biyokütle üretimi için kullanılan reaktör; 50 litrelik laboratuvar tipi 316 paslanmaz çelik metalden üretilmiş, sızdırmaz, elektrik ısıtıcılı ve mekanik karıştırıcılı (dip süpürmeli) pilot biyoreaktörden elde edilen sonuçlar ve önceki çalışma sonuçları temel alınarak hesaplandı. Biyogaz ve organik biyokütle üretiminde %60 kaba ve %40 yoğunlaştırılmış yemle beslenen 3 yaşında dişi (Simental) büyükbaş hayvanlardan temin edilen biyokütle günlük olarak temin edildi.

Fermantasyon 37 °C’de 5 devir/dk karıştırma hızıyla 15 gün sürede gerçekleştirildi. Fermantasyonda 13 kg biyokütle, 13 kg saf su ve 4 kg substrat kaynağı (bölgesel atıklar) reaktörde 50 dk/devir ile 5 dk 275 devir/dk ön karıştırma uygulanıp (biyokütle: su oranları 1:1 olacak şekilde) yapıldı. Elde edilen sonuçlara göre 0.3 m<sup>3</sup> /ton biyogaz ve sıvı biyokütle üretildi. Elde edilen biyokütle süzgeç kâğıdından süzülerek sıvı formda kullanıldı. Sıvı biyokütle, katı halde bulunan hayvan biyokütlesinin biyoreaktörde fiziksel ve kimyasal yollar ile işlenerek çözelti haline getirilmiş bir üründür. Reaktörde ekstra besi ilavesi ve bakteri aşılması kullanılmadı.

Tablo 8. Reaktör veri değerleri

| REAKTÖRDE KULLANILAN MALZEME               | KULLANILAN MİKTAR |
|--------------------------------------------|-------------------|
| Hayvansal Biyokütle                        | 13 kg             |
| Su                                         | 13 kg             |
| Kuşburnu Atığı / Dut atığı / Evsel Atıklar | 4 kg              |

#### 2.3.5.2. Kullanılan Organik Biyokütlenin Analizi

Organik biyokütlenin analizi için S.T.A Kalite Kontrol Laboratuvar A.Ş firmasından hizmet alımı yapıldı. Organik madde analizi, humik+fulvik asit analizi, Azot+Fosfat+Potasyum analizleri, pH ve iletkenlik analizleri yapıldı. Kullanılan analitik yöntemler aşağıda belirtildi. pH ve iletkenlik analizleri herhangi bir ek sulandırma yapılmadan ana çözeltiden yapıldı.

- O.M analizi; TS 8336/Nisan 1990 Topraklar-Organik Madde Tayini
- Hümik+Fulvik Asit analizi; TS 5869 ISO 5073 Ocak 2003 Kahverengi Kömürler ve Linyitler-Hümik Asitlerin Tayini

### 2.4. Yöntem

#### 2.4.1. Çözeltilerin Hazırlanması

##### 1. Stok çözeltilerin hazırlanması;

- 1000 µg/mL Gallik asit çözeltisi: Analitik hassas terazide 10 mg gallik asit tartıldı ve volumetrik flaskta etanolde çözdürülüp hacmi 10 mL’ye tamamlandı. 1000 µg/mL’lik stok çözelti +4 °C’de saklandı.

- 1000 µg/mL Kuersetin çözeltisi: Analitik hassas terazide tartılan 10 mg’lık kuersetin, 10 mL’lik volumetrik flask içerisinde bir miktar etanol ile çözdürüldü ve hacmi 10 mL’ye etanol ile tamamlandı. Hazırlanan kuersetin stok çözeltisi karanlıkta oda şartlarında muhafaza edildi.

- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Stok çözeltisi: 87 µL %35’lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> çözeltisi, ultra saf su ile hacmi 100 mL’ye tamamlandı.

- 10 mM stok Prolin çözeltisi; Analitik hassas terazide 57.56 mg prolin tartıldı ve 50 mL %3'lük sülfosalisilik asit içerisinde hazırlandı.

2. Fotosentetik Pigment Analizi için gerekli olan kimyasalların hazırlanması;

- %80'lik Aseton çözeltisi: 80 mL saf aseton volümetrik flaska alındı ve ultra saf su ile hacmi 100 mL'ye tamamlandı.

3. Total Fenolik Tayini için gerekli olan çözeltilerin hazırlanması;

- 1/10 (v/v) Folin-Ciocalteu fenol reaktifi: 1 mL Folin-Ciocalteu fenol reaktifi bir miktar ultra saf su içerisinde çözüldükten sonra 10 mL'ye ultra saf su ile tamamlandı. Işık almayacak şekilde oda şartlarında saklandı.

- %20 (w/v) Sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) çözeltisi: Analitik hassas terazide 2 g sodyum karbonat tartıldı ve ultra saf su ile çözülüp 10 mL'ye tamamlandı.

4. Toplam Flavonoid Tayini için gerekli olan çözeltilerin hazırlanması;

- %10'luk Alüminyum klorür ( $\text{AlCl}_3$ ) çözeltisi: Analitik hassas terazide 1 g alüminyum klorür tartıldı ve üzerine ultra saf su yavaş bir şekilde ilave edilerek hacmi 10 mL'ye tamamlandı.

- 1 mol/L Potasyum asetat ( $\text{CH}_3\text{COOK}$ ) çözeltisi: Analitik hassas terazide 0.9815 g potasyum asetat tartıldı ve ultra saf su ile hacmi 10 mL'ye tamamlandı.

5. Antosiyanin Tayini için gerekli olan çözeltilerin hazırlanması;

- Asidik Metanol çözücüsü: 99 mL Metanol ve 1 mL HCl ile çözelti hazırlandı.

6. Lipit Peroksidasyonu için gerekli olan çözeltilerin hazırlanması;

- %0.1'lik TCA çözeltisi: Analitik hassas terazide 50 mg TCA (Trikloro asetik asit) tartıldı ve 50 mL ultra saf suda çözdürülerek hazırlandı.

- %20'lik TCA çözeltisi: Analitik hassas terazide 10 g TCA (Trikloro asetik asit) tartıldı ve 50 mL ultra saf suda çözdürülerek hazırlandı.

- %0.5'lik TBA çözeltisi: Analitik hassas terazide 0.25 g TBA tartıldı ve 50 mL %20'lik TCA içerisinde çözdürülerek hazırlandı.

7. Prolin Tayini için gerekli olan çözeltiler;

- %3'lük Sülfosalisilik asit çözeltisi: Analitik hassas terazide 3 g Sülfosalisilik asit tartıldı ve 100 mL ultra saf suda çözdürülerek hazırlandı.

- Asit Ninhidrin solüsyonu: Analitik hassas terazide 1.25 g ninhidrin tartıldı ve 20 mL glasiyal asetik asit ile 30 mL 6M ortofosforik asit içerisinde çözdürülerek hazırlandı.

#### 8. Hidrojen Peroksit tayini için gerekli olan çözeltiler;

- *10 mM Fosfat tampon çözeltisi:* Analitik hassas terazide 0.680 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  tartılmış ve 500 mL saf suda çözdürüldü. 0.89 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  tartıldı ve 500 mL saf suda çözdürüldü. Çözelti 1:1.5 oranında karışım yapılarak hazırlandı.
- *%1'lik TCA çözeltisi:* Analitik hassas terazide 0.5 g TCA tartıldı ve 50 mL saf su içerisinde hazırlandı.
- *1 M Potasyum İyodür çözeltisi:* Analitik hassas terazide 8.3 g potasyum iyodür tartıldı ve 50 mL saf su içerisinde çözdürülerek hazırlandı.

#### 2.4.2. Bitki Ekstraksiyonu

Bitki yaprak örneklerinin ekstraksiyonu için bazı uyarlamalar yapıldı (Sánchez-Salcedo vd., 2015). Ekstraksiyon çözeltisi olarak asidik etanol [Hidroklorik asit/Etanol/Su (1/80/19)] çözeltisi kullanıldı. Ekstraksiyona başlanmadan önce -20 °C'de saklanan yaş bitki örnekleri oda şartlarına getirildi ve örneklerin çözünmesinin ardından homojenizatör cihazı kullanılarak homojenizasyonu yapıldı. 2.5 g homojenize edilmiş yaprak örnekleri tartılarak falkon tüplerine ilave edildi. Örneklerin üzerine 10 mL asidik etanol eklendi ve örnekler 1 saat boyunca 25±5 °C'de ultrasonik su banyosunda sonike edildi. Daha sonra karışım, oda sıcaklığında 5 dakika boyunca 2500 rpm'de santrifüjlendi ve süpernatant kısmı alındı. Pellet kısım üzerine 5 mL asidik etanol ilave edildi ve bu işlem iki kez daha tekrarlandı. Son ekstraksiyon öncesi asidik etanol eklenen pellet kısmı bir gece boyunca +4 °C'de soğutucuda bekletilip tekrar santrifüjlendi. Toplanan üç süpernatant kısım 25 mL hacimdeki volümetrik flaskaya alındı ve hacim çizgisine kadar asidik etanol ile tamamlandı (Rakhimzhanova vd., 2018).

#### 2.4.3. Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi için Bitki Ekstraksiyonu

Bitki örneklerinin ekstraksiyonu Çakmak (1992) ve Marschner (1992)'nin yöntemine uygun hazırlandı. Buna göre 0.5 gram taze yaprak dokusu sıvı azotta ezildi.

İçerisinde 0.1 mM Na-EDTA bulunan 10 mL 50 mM (pH 7.6) tampon çözeltisi ile homojenize edildi. Örnekler daha sonra 4500 rpm'de ve +4 °C'de 15 dk santrifüj edildi ve elde edilen süpernatantlar enzim aktivitelerinin belirlenmesinde kullanıldı.

#### 2.4.4. Büyüme Parametrelerinin Belirlenmesi

14 günlük sürede ve 100 mM NaCl konsantrasyonlarında yetiştirilen bitkiler ile aynı süreç boyunca sadece organik biyokütle / hoagland solüsyonu ile büyütülen kontrol bitkilerinin, toprak üzerinde kalan vejetatif kısımları tartılarak, yaş ağırlık değerleri ve cetvel vasıtasıyla ölçülen kök, gövde ve yaprak uzunlukları fotoğraflandırıldı.

#### 2.4.5. Bağlı Su İçeriğinin (%RWC) Belirlenmesi

Her deney grubundan ayrı ayrı 3'er tekrarlı olmak üzere bitki yapraklarından 20 'şer disk alınıp tartıldı ve yaş ağırlıkları (YA) saptanarak cam petri kaplarına yerleştirildi. Disklerin turgorlu hale gelmeleri için saf suda yüzecek şekilde 4 saat petri kaplarında bırakıldı ve 4 saat sonra turgor ağırlıkları (TA) tartılarak belirlendi. Daha sonra 70 °C' de 24 saat süreyle etüvde kurutularak kuru ağırlığı (KA) belirlendi. Aşağıda verilen formül yardımıyla %RWC değeri hesaplandı (Smart vd., 1974; Barr vd., 1962).

$$[ ( Y.A.- K.A.) / ( T.A. - K.A. ) ] \times 100$$

(Y.A: Yaş ağırlık, K.A: Kuru Ağırlık, T.A: Turgorlu Ağırlık)

#### 2.4.6. Fotosentetik Pigment Analizlerinin Belirlenmesi

Fotosentetik pigment analizleri Arnon (1949)'a göre belirlendi. Bitkilerin yapraklarından 0.4 g tartılıp bir havanda 5 mL %80'lik aseton çözücüsü içerisinde homojenize edildi. Homojenat 3000 rpm' de oda sıcaklığında 5 dakika santrifüj edildi. Süpernatant kısmı alındı ve 663, 645 ve 450 nm'de spektrofotometre cihazında ölçüldü. Pigment içeriklerinin belirlenmesi için Lichtenthaler (1987) tarafından geliştirilen aşağıdaki formüller kullanıldı. Aşağıda hesaplanan kl a ve kl b miktarları aşağıdaki formülde yerine konularak karotenoid miktarı mg/1000 mL cinsinden hesaplanmıştır.

$$Klorofil\ a = 12.7 \times A_{663} - 2.69 \times A_{645} \qquad Klorofil\ b = 22.9 \times A_{645} - 4.68 \times A_{663}$$

$$Toplam\ Klorofil = 20.2 \times A_{645} + 8.02 \times A_{663}$$

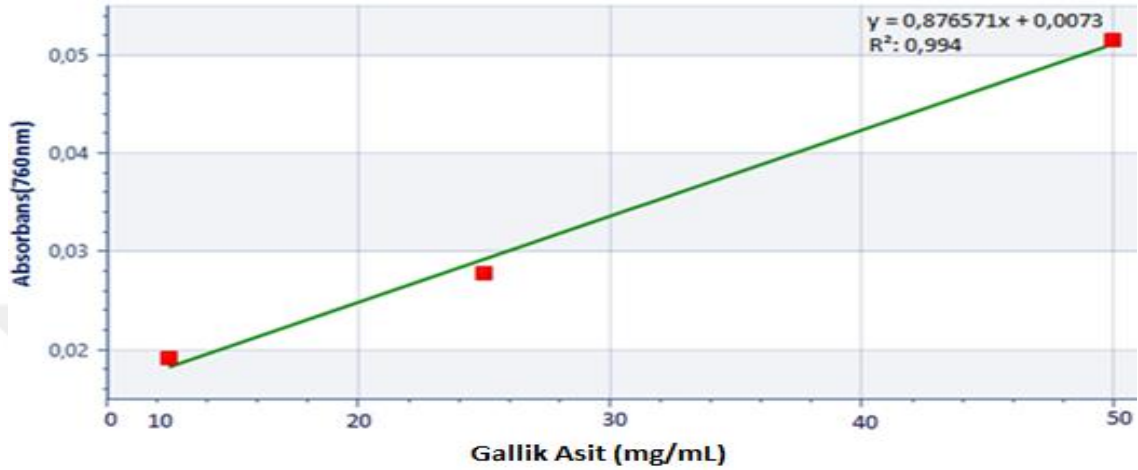
$$Toplam\ Karotenoid = 4.07 \times A_{450} - (0.0435 \times kl\ a\ miktarı + 0.3367 \times kl\ b\ miktarı)$$

#### 2.4.7. Total Fenolik Miktarının Belirlenmesi

Total fenolik madde analizi gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra Folin-Ciocalteu yönteminin 96 kuyucuklu plaka uyarlamasına göre yapıldı (Beara vd., 2014).

Bitki ekstraktı ve standartlardan 25 µL alınıp üzerine 1:10 Folin-Ciocalteu reaktifinden 125 µL ile 100 µL %20'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> eklenerek karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübe edildi.

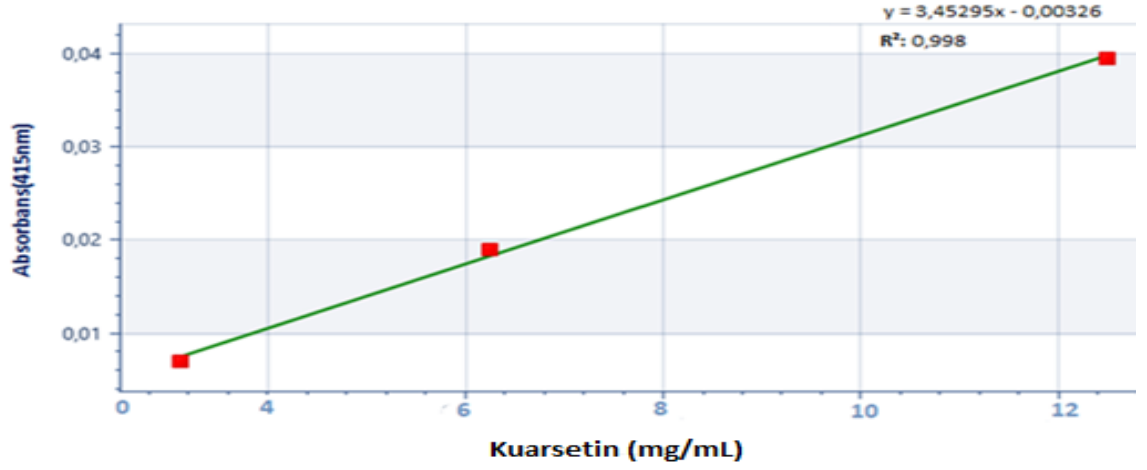
Hazırlanan 1000 µg/mL’lik stok gallik asitten 100, 50, 25, 12.5, 6.5 ve 3.25 µg/mL’lik gallik asit standartları elde edildi. 760 nm dalga boyunda köre karşı örnekler okundu. Standart eğri grafiği 7 noktada çizildi (Şekil 9). Sonuçlar gallik asit eşdeğeri/taze ağırlık (GAE/TA) olarak hesaplandı ve 3 tekrarlı çalışıldı (Slinkard vd., 1977).



Şekil 9. Toplam fenolik tayini gallik asit standart grafiği

#### 2.4.8. Toplam Flavonoid Miktarının Belirlenmesi

Bitki ekstraktlarının toplam flavonoid içeriğini belirlemek amacıyla 96 kuyucuklu plakaya uyarlanan alüminyum klorür kalorimetrik yöntem kullanıldı (Beara vd., 2014). Bitki ekstraktı ve standartlardan 25 µL alındı ve üzerlerine 215 µL %80’lik etanol ilave edildi. Ardından hazırlanan %10’luk Al (NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> ve 1M KCH<sub>3</sub>COO çözeltilerinden 6 µL karışımlara ilave edildi ve oda sıcaklığında karanlıkta 40 dk inkübe edildi. İnkübasyon sonrası 415 nm’de mikroparka okuyucu cihazında absorbans değerleri ölçüldü. Elde edilen 1000 µg/mL’lik stoktan 50, 25, 12.5, 6.5, 3.25 ve 1.5625 µg/mL’lik kuersetin standartları elde edildi. Kör olarak saf etanol kullanıldı. Sonuçlar hesaplandı ve kuersetin eşdeğeri/taze ağırlık (QE/TA) olarak verildi (Şekil 10). Standartlar ve örnek 3 tekrarlı olarak çalışıldı (Moreno vd., 2000).



Şekil 10. Toplam flavonoid tayini için kuarsetin standart grafiği

#### 2.4.9. Antosiyanin Miktarının Belirlenmesi

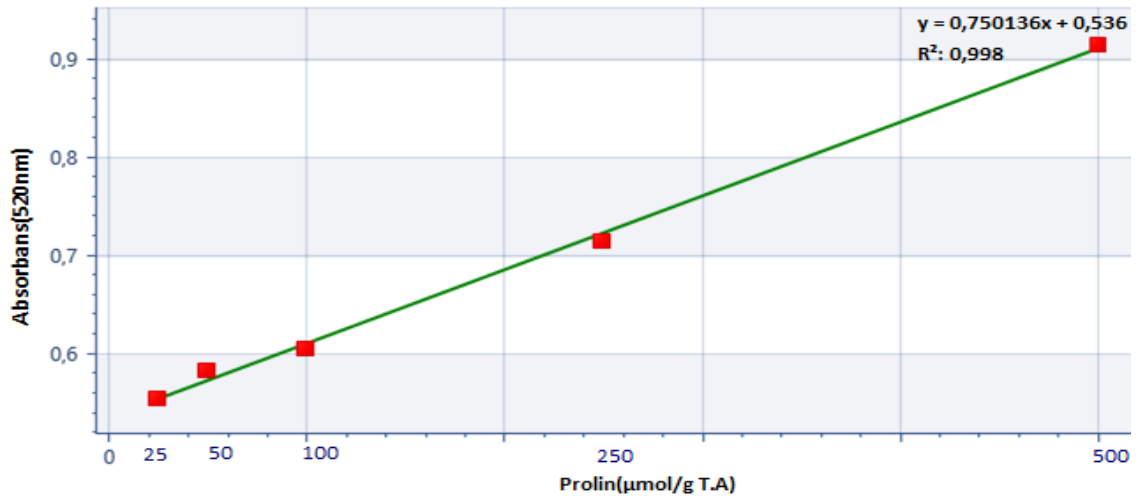
Antosiyaninler, 50 mg bitki yaprakları 1 mL asidik metanol (99:1) içerisinde homojenize edildi ve 1 gece 4 °C'de 50 devir/dk çalkalayıcı inkübatörde ekstrakte edildi. 5 dakika, 4.000 rpm'de santrifüjlendi. Süpernatant kısmı 530 nm ve 657 nm'de ölçüldü (Solfanelli vd., 2006; İorizzo vd., 2020).

*Toplam antosiyanin miktarı* =  $(A_{530} - (0.25 * A_{657}))$  mg/L formülü ile hesaplandı.

#### 2.4.10. Prolin Miktarının Belirlenmesi

Bitki ekstrakt örneklerinde prolin miktarının belirlenmesinde Bates (1973)'nın yöntemi kullanıldı. Öncelikle 10 mM stok prolin çözeltisi hazırlandı ve stok çözeltiden 5, 10, 25, 50, 100 ve 200 µM stok çözeltileri elde edildi. 0.6 g yaprak örneği analitik hassas terazide tartılarak 10 mL %3'lük sülfosalisilik asit solüsyonunda ekstrakte edildi ve homojenat 3000 rpm'de santrifüjlendi. 1 mL süpernatant, 1 mL asit-ninhidrin çözeltisi ve 1 mL glasiyal asetik asit çözeltisi 1 saat 100 °C'de inkübe edildi ve reaksiyon buz banyosunda sonlandırıldı. Pembe rengi alan reaksiyon karışım 3 mL tolüenle 15-20 saniye vortekslenerek karıştırıldı. Üst fazda kalan süpernatant karışım absorbans değeri ölçülmek üzere ayrıldı. Kör tüpe tolüen eklenerek 520 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçüldü.

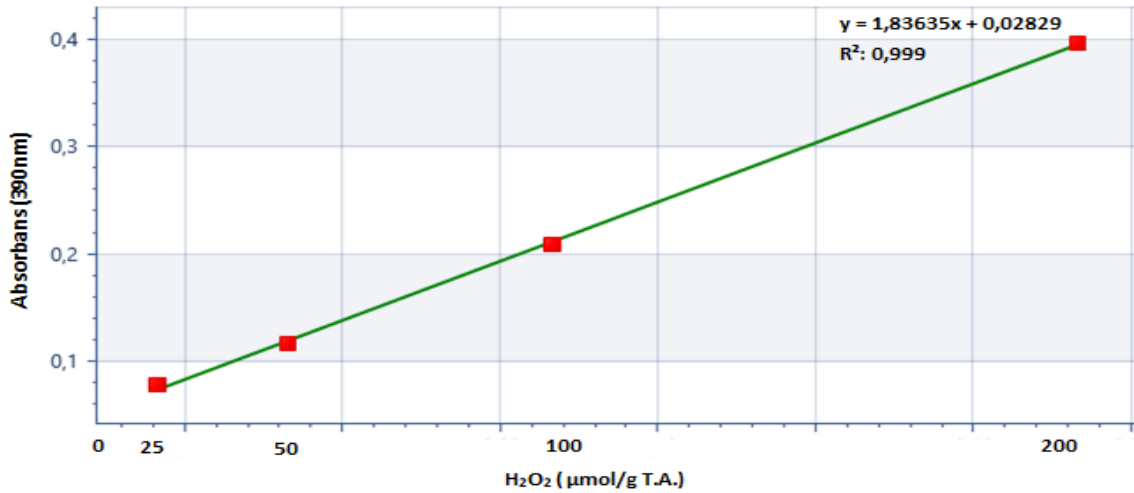
*Prolin miktarı* =  $[(\mu\text{g prolin/mL} \times \text{mL tolüen}) / 115.5 \mu\text{g}/\mu\text{mol}] / [(g \text{ örnek}) / 5] = \text{prolin } \mu\text{mol/g T.A.}$  formülü ile hesaplandı (Şekil 11).



Şekil 11. Prolin tayini prolin standart grafiği

#### 2.4.11. Hidrojen Peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) Miktarının Belirlenmesi

Bitki ekstraktlarındaki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarı Velikova (2000)'nin spektrofotometrik yöntemine göre tayin edildi. Buna göre, 10 mM stok H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> çözeltisi hazırlanmış ve stok çözeltiden 10, 25, 50, 100, 150 ve 200 µM stok çözeltiler elde edildi. 0.3 g tartılan bitki örnekleri 3 mL %1'lik TCA ile homojenize edildi. Süpernatant kısmından 0.5 mL, 0.5 mL 10 mM potasyum fosfat tamponu (pH:7.0) ve 1 mL 1 M potasyum iyodür (KI) eklendi. Süpernatantın absorbans değeri 390 nm'de ölçüldü ve sonuçlar standart grafiklerle karşılaştırılarak µmol/g T.A. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> olarak hesaplandı (Şekil 12).



Şekil 12. Hidrojen Peroksit tayini (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) standart grafiği

#### 2.4.12. Lipit Peroksidasyonu (MDA) Miktarının Belirlenmesi

MDA miktarı Heath (1968)'nin spektrofotometrik yöntemine göre belirlendi. Fasulye bitkisinin yaprak örneklerinden 0.5 g alınarak 5 mL %0.1'lik TCA ile homojenize edildi. Daha sonra homojenize edilen bitki örnekleri 4500 rpm'de 20 dakika santrifüj edildi. Süpernatanttan 0.5 mL alınarak üzerine %0.5'lik TBA çözeltisinden 0.5 mL ilave edildi. 95 °C'de 25 dakika inkübe edildikten sonra buz banyosunda 5 dk soğutuldu. Kör olarak %0.1'lik TCA kullanıldı. Her bir numunenin spektrofotometre cihazı ile 532 nm ve 600 nm'de absorbans değerleri ölçüldü.

*MDA miktarı*=[ $((A_{532} - A_{600}) / 155000) \times 10^6$ ] formülü ile  $\mu\text{mol} / \text{g T.A.}$  olarak hesaplandı.

#### 2.4.13. Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

##### 2.4.13.1. Katalaz (CAT) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Bitki serum ve doku örneklerinin CAT seviyeleri, üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda Bioassay Technology Laboratory Catalase Assay Kit (CAT) kullanılarak belirlendi. Bunun için Tablo 9'da yer alan işlemler sırasıyla kuvarz küvet içerisinde hazırlandı ve 405 nm'de ölçüldü. Katalaz aktivitesi  $\mu\text{mol/dk/g T.A}$  olarak hesaplandı.

- *Bitki ekstraktları için CAT aktivitesi;*

CAT aktiviteleri üretici firmanın talimatları doğrultusunda hesaplandı.

Tablo 9. Katalaz (CAT) aktivitesinin belirlenmesindeki işlemler

| REAKTİFLER                                                   | ÖRNEK              | KONTROL            |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Örnek                                                        | 100 $\mu\text{L}$  | -                  |
| Ultra Distile su                                             | -                  | 100 $\mu\text{L}$  |
| Reaktif-1                                                    | 1000 $\mu\text{L}$ | 1000 $\mu\text{L}$ |
| Reaktif-2                                                    | 100 $\mu\text{L}$  | 100 $\mu\text{L}$  |
| Doğru ve tam reaksiyon için 37 °C'de 1 dk inkübe edildi.     |                    |                    |
| Reaktif-3                                                    | 1000 $\mu\text{L}$ | 1000 $\mu\text{L}$ |
| Reaktif-4                                                    | 100 $\mu\text{L}$  | 100 $\mu\text{L}$  |
| Kuvarz küvet 450 nm dalga boyunda spektrofotometrede okundu. |                    |                    |

##### 2.4.13.2. Süperoksit Dismutaz (SOD) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Bitki serum ve doku örneklerinin SOD seviyeleri, üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda Bioassay Technology Laboratory Superoxide Dismutase Assay Kit (SOD) kullanılarak belirlendi. Bunun için Tablo 10'da yer alan işlemler sırasıyla 96'lık elisa pleyt içerisinde hazırlandı ve 450 nm'de gerçekleştirildi. Süperoksit dismutaz aktivitesi  $\mu\text{mol/dk/g T.A}$  olarak hesaplandı.

- *Bitki ekstraktları için SOD aktivitesi;*

SOD aktiviteleri, üretici firmanın belirttiği talimatlar doğrultusunda hesaplanmıştır.

Tablo 10. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin belirlenmesindeki işlemler

| REAKTİFLER                                                                                            | K      | BLANK <sub>K</sub> | Ö      | BLANK <sub>Ö</sub> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|
| Örnek                                                                                                 | -      | -                  | 20 µL  | 20 µL              |
| Ultra distile su                                                                                      | 20 µL  | 20 µL              | -      | -                  |
| Enzim çalışma S.                                                                                      | 20 µL  | -                  | 20 µL  | -                  |
| Enzim seyreltme S.                                                                                    | -      | 20 µL              | -      | 20 µL              |
| Substrat uygulama S.                                                                                  | 200 µL | 200 µL             | 200 µL | 200 µL             |
| 37 °C’de 20 dakika inkübe edildi. 96’lık mikropleytte 450 nm dalga boyunda spektrofotometrede okundu. |        |                    |        |                    |

#### 2.4.13.3. Askorbat Peroksidaz (APX) Enzim Aktivitelerinin

##### Belirlenmesi

Bitki serum ve doku örneklerinin APX seviyeleri, üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda Bioassay Tecnology Laboratory Ascorbate Peroxidase Assay Kit (APX) kullanılarak belirlendi. Bunun için Tablo 11’de yer alan işlemler sırasıyla Kuvarz Küvet içerisinde hazırlandı ve 290 nm’de gerçekleştirildi. Askorbat peroksidaz aktivitesi µmol/dk/g T.A olarak hesaplandı.

- *Bitki ekstraktları için APX aktivitesi*

APX aktivitesi, üretici firmanın belirttiği talimatlar doğrultusunda hesaplanmıştır.

Tablo 11. Askorbat peroksidaz (APX) aktivitesinin belirlenmesindeki işlemler

| REAKTİFLER                                                                      | ÖRNEK   | KONTROL |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| Örnek                                                                           | 100 µL  | -       |
| Ultra Distile Su                                                                | -       | 100 µL  |
| Reaktif-1                                                                       | 700 µL  | 700 µL  |
| Reaktif-2                                                                       | 100 µL  | 100 µL  |
| Reaktif-3                                                                       | 1000 µL | 1000 µL |
| Kuvarz küvette 10. saniye ve 130. saniyede 290 nm’de spektrofotometrede okundu. |         |         |

#### 2.4.14. İstatistiksel Analizler

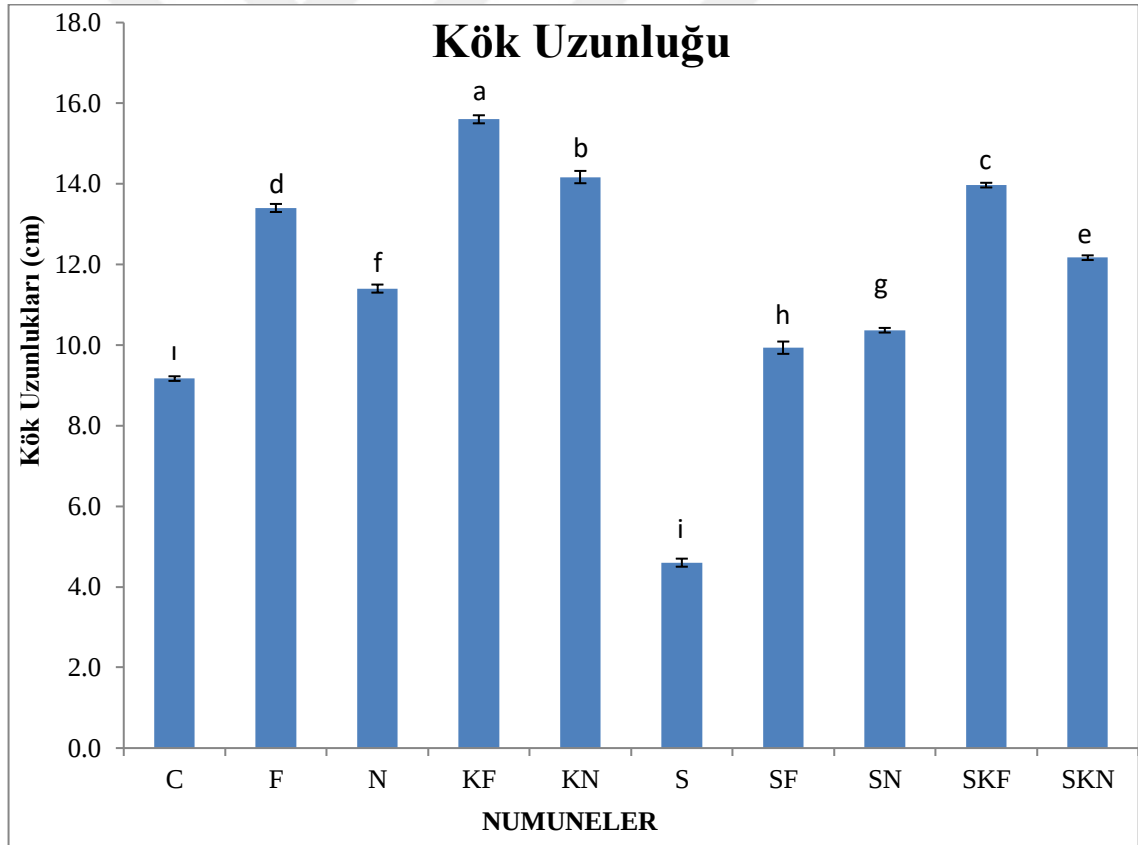
En az 3 tekerrürlü olarak tasarlanmış olan deneylerin sonuçları Windows tabanlı, lisanslı bir paket program olan Statistic Package for Social Sciences (SPSS) ile bilgisayar ortamında ANOVA varyans analiz testleri ile değerlendirildi. Önemli farklılıklar Duncan’ın çoklu sıra testleri ile tespit edilip  $p < 0.05$  değer aralığı anlamlı olarak kabul edildi.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Büyüme Parametrelerinin Analiz Sonuçları

##### 3.1.1. Tuz Stresinin Kök Büyümesi Üzerine Etkisi

Rastgele seçilip kök, gövde ve yaprak uzunluk ölçümleri yapılan model bitki örneklerine ait kök uzunluk ölçümleri Şekil 13 ve Tablo 12’de gösterildi. Tuz uygulanan gruplar, kontrol grupları ile karşılaştırıldığında kök uzunlukları en çok 100 mM NaCl uygulanan grupta %57.80 oranında anlamlı bir şekilde azaldı. Biyokütle uygulanan gruplar, kontrol grupları ile karşılaştırıldığında en çok kuşburnu içerikli biyokütleli bitki gruplarında %48.50 ve %35 oranında anlamlı bir şekilde arttı. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 13. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin kök uzunluklarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

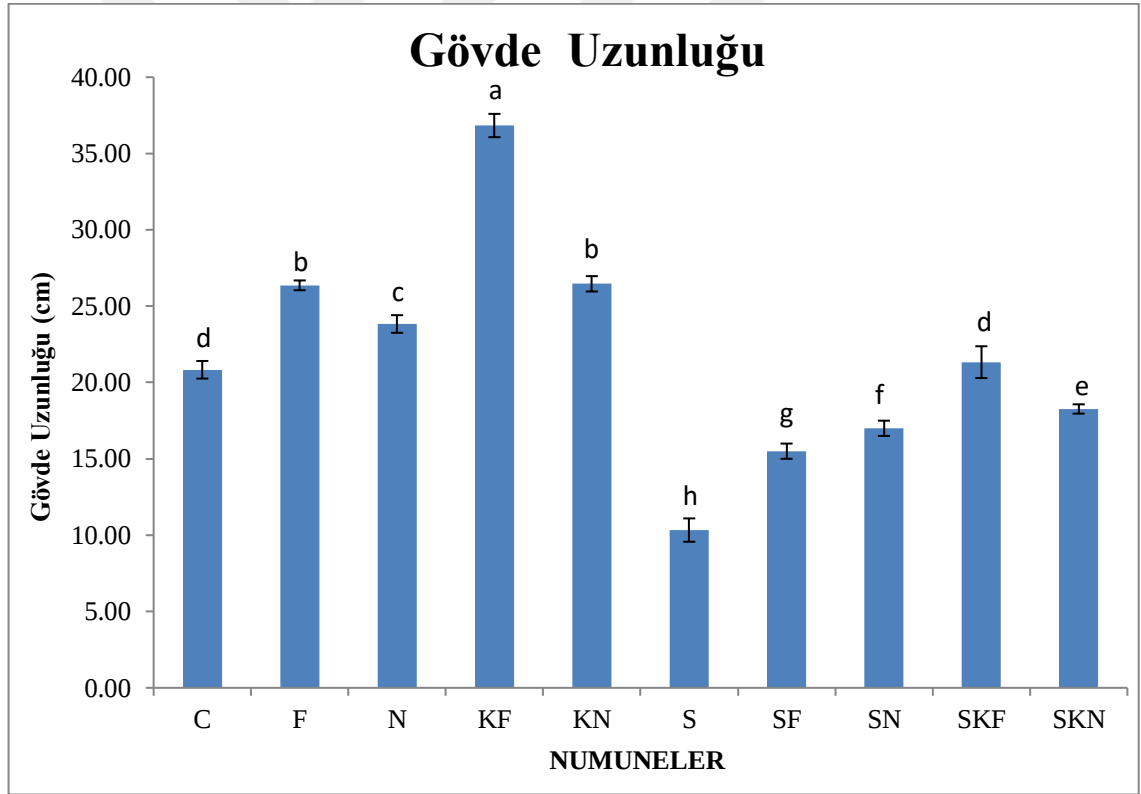
Tablo 12. Bitki kök uzunluklarının kontrole değişimi

| Kök Uzunluğu(cm) |                        |           |                |                        |           |
|------------------|------------------------|-----------|----------------|------------------------|-----------|
| Uygulama grubu   | Kök uzunluğu           | % Değişim | Uygulama grubu | Kök uzunluğu           | % Değişim |
| C                | 9.16±0.05 <sup>i</sup> |           | S              | 4.16±0.1 <sup>i</sup>  |           |
| CF               | 13.4±0.1 <sup>d</sup>  | (+)46.3   | SF             | 9.93±0.15 <sup>h</sup> | (+)115    |
| CN               | 11.4±0.1 <sup>f</sup>  | (+)24.4   | SN             | 10.4±0.05 <sup>g</sup> | (+)126    |
| CKF              | 15.6±0.1 <sup>a</sup>  | (+)70.3   | SKF            | 14.2±0.05 <sup>c</sup> | (+)208    |
| CKN              | 14.2±0.1 <sup>b</sup>  | (+)55     | SKN            | 12.2±0.05 <sup>e</sup> | (+)165    |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.1.2. Tuz Stresinin Gövde Büyümesi Üzerine Etkisi

Rastgele seçilip kök, gövde ve yaprak uzunluk ölçümleri yapılan *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitki örneklerine ait gövde uzunluk ölçümleri Şekil 14 ve Tablo 13'te gösterildi. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 14. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin gövde uzunluklarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

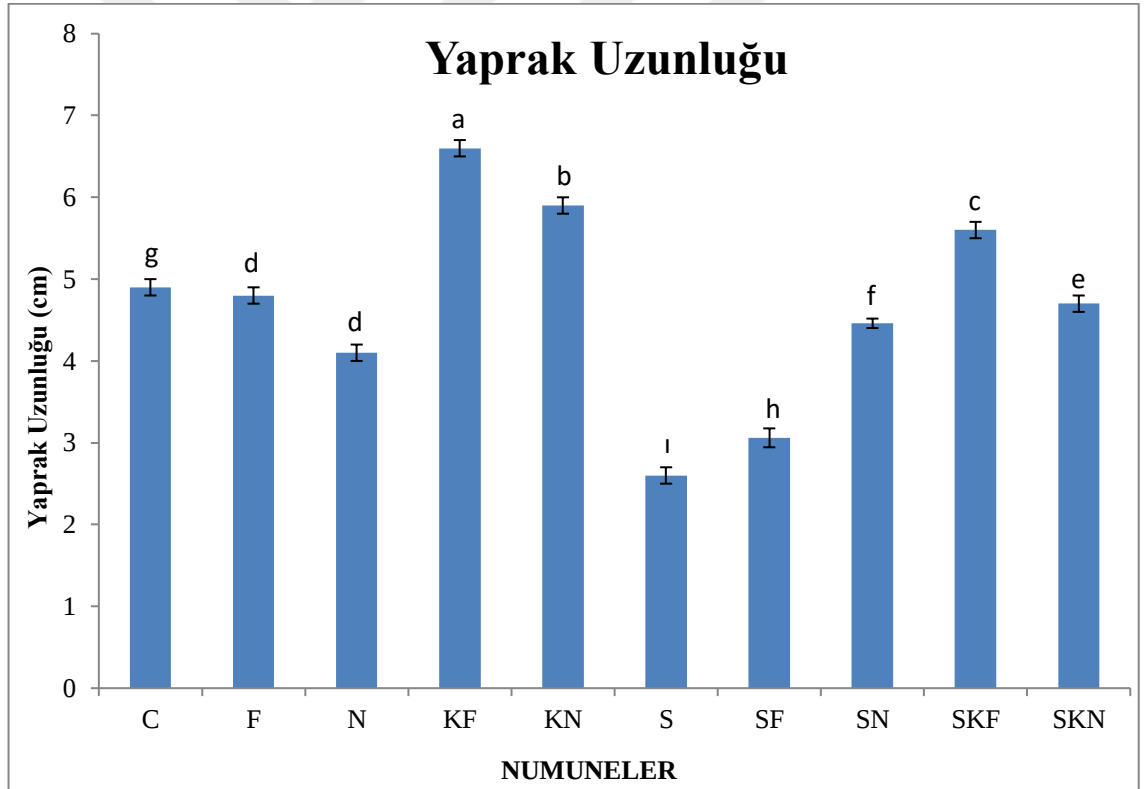
Tablo 13. Bitki gövde uzunluklarının kontrole değişimi

| Gövde Uzunluğu (cm) |                         |           |                |                        |           |
|---------------------|-------------------------|-----------|----------------|------------------------|-----------|
| Uygulama grubu      | Gövde uzunluğu          | % Değişim | Uygulama grubu | Gövde uzunluğu         | % Değişim |
| C                   | 20.83±0.58 <sup>d</sup> |           | S              | 10.33±0.7 <sup>h</sup> |           |
| CF                  | 26.37±0.32 <sup>b</sup> | (+)26.5   | SF             | 15.5±0.50 <sup>g</sup> | (+)50     |
| CN                  | 23.83±0.58 <sup>c</sup> | (+)14.4   | SN             | 17±0.50 <sup>f</sup>   | (+)64.5   |
| CKF                 | 36.83±0.76 <sup>a</sup> | (+)77     | SKF            | 21.33±1.0 <sup>d</sup> | (+)106    |
| CKN                 | 26.47±0.50 <sup>b</sup> | (+)27     | SKN            | 18.27±0.3 <sup>e</sup> | (+)77     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.1.3. Tuz Stresinin Yaprak Büyümesi Üzerine Etkisi

Rastgele seçilip kök, gövde ve yaprak uzunluk ölçümleri yapılan *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitki örneklerine ait yaprak uzunluk ölçümleri Şekil 15 ve Tablo 14 'te gösterildi. Sonuçlar ortalama ± standart sapma ile gösterildi (p<0.05).



Şekil 15. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin yaprak uzunluklarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir (p≤0.05). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Tablo 14. Bitki yaprak uzunluklarının kontrole göre değişimi

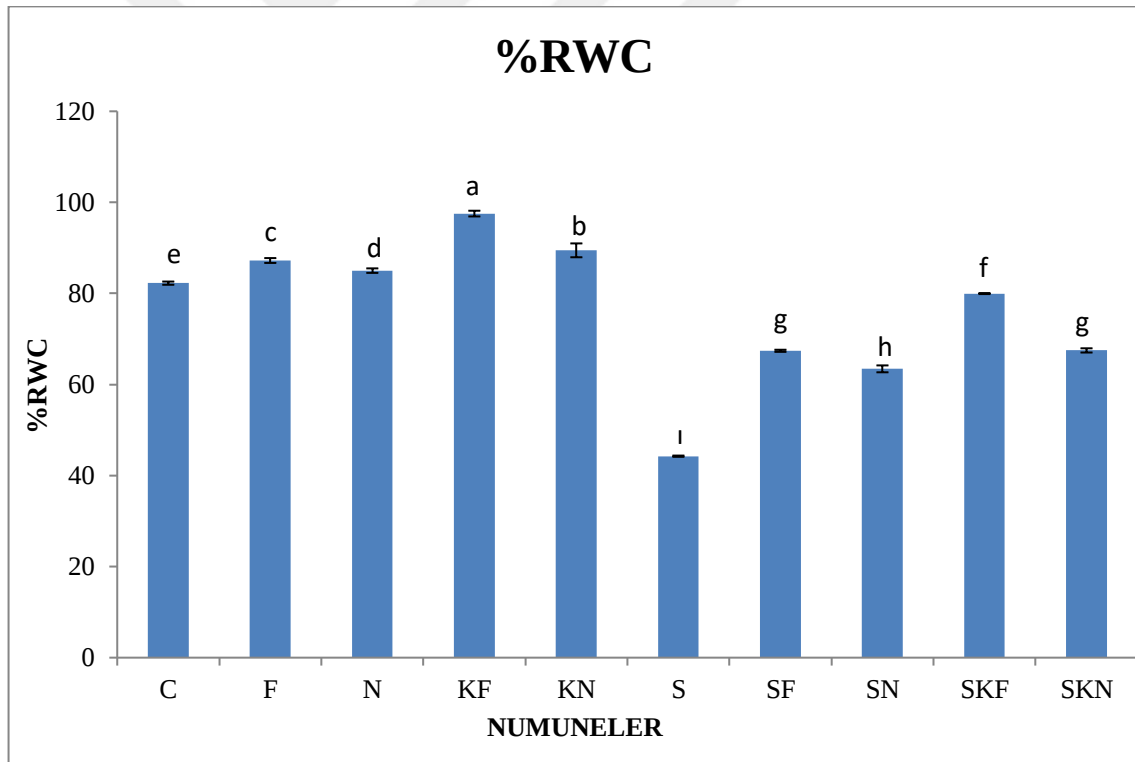
| Yaprak Uzunluğu (cm) |                       |           |                |                        |           |
|----------------------|-----------------------|-----------|----------------|------------------------|-----------|
| Uygulama grubu       | Yaprak Uzunluğu       | % Değişim | Uygulama grubu | Yaprak Uzunluğu        | % Değişim |
| C                    | 4±0.05 <sup>g</sup>   |           | S              | 2.6±0.10 <sup>i</sup>  |           |
| CF                   | 4.8±0.10 <sup>d</sup> | (+)21     | SF             | 3.06±0.12 <sup>h</sup> | (+)18     |
| CN                   | 4.9±0.10 <sup>d</sup> | (+)22     | SN             | 4.46±0.06 <sup>f</sup> | (+)71.5   |
| CKF                  | 6.6±0.10 <sup>a</sup> | (+)65     | SKF            | 5.6±0.10 <sup>c</sup>  | (+)115    |
| CKN                  | 5.9±0.10 <sup>b</sup> | (+)47.5   | SKN            | 4.7±0.10 <sup>e</sup>  | (+)81     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B.

S: 100 mM NaCl

### 3.2. Bağlı Su İçeriğinin Belirlenmesi (%RWC)

*Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitki örneklerine ait bağlı su içeriğindeki değişimler Şekil 16 ve Tablo 15'te gösterildi. Sonuçlar ortalama ± standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 16. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin bağlı su içeriğine etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Tablo 15. Bitkilerde bağıl su içeriğinin kontrole göre değişimi

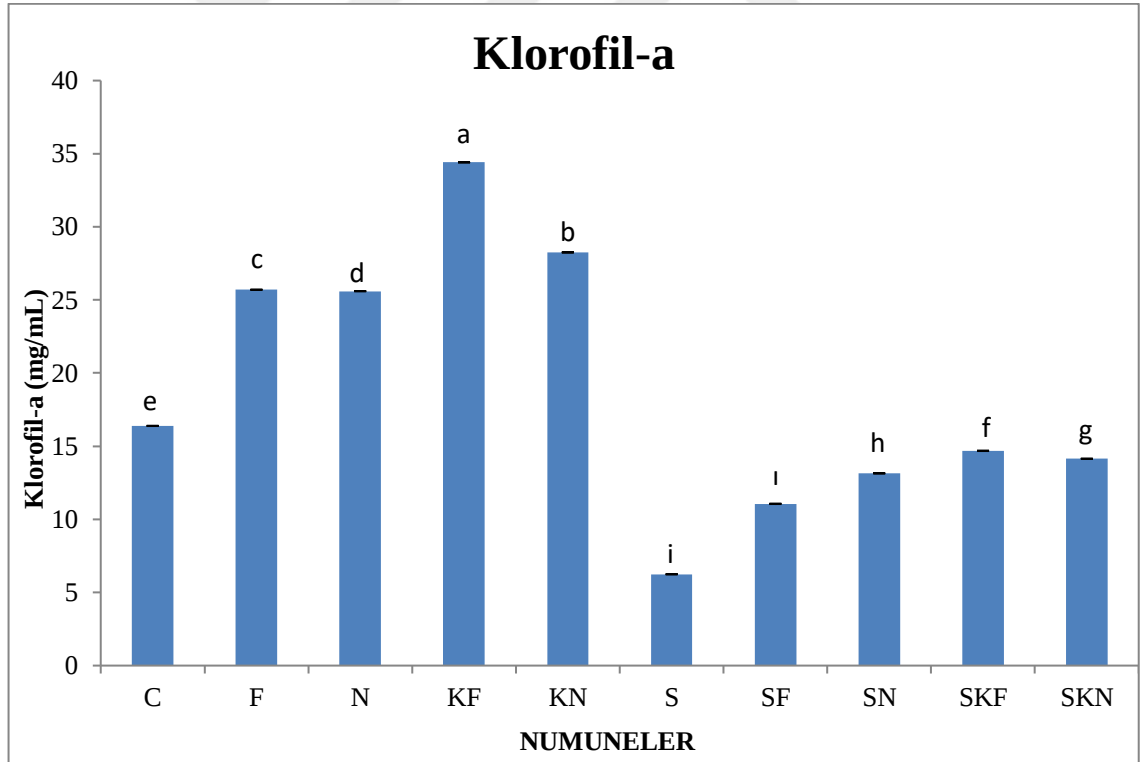
| %RWC           |                          |           |                |                         |           |
|----------------|--------------------------|-----------|----------------|-------------------------|-----------|
| Uygulama grubu | %RWC                     | % Değişim | Uygulama grubu | %RWC                    | % Değişim |
| C              | 82.25 ±0.35 <sup>e</sup> |           | S              | 44.25±0.13 <sup>d</sup> |           |
| CF             | 87.23 ±0.53 <sup>c</sup> | (+)6      | SF             | 67.4±0.232 <sup>g</sup> | (+)52     |
| CN             | 85 ± 0.495 <sup>d</sup>  | (+)3      | SN             | 63.43±0.76 <sup>h</sup> | (+)43     |
| CKF            | 97.537±0.6 <sup>a</sup>  | (+)19     | SKF            | 79.97±0.11 <sup>f</sup> | (+)80     |
| CKN            | 89.465±0.1 <sup>b</sup>  | (+)9      | SKN            | 67.48±0.47 <sup>g</sup> | (+)53     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.3. Fotosentetik Pigment Analiz Sonuçları

#### 3.3.1. Klorofil-a Miktarının Belirlenmesi

*Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitki örneklerine ait klorofil a miktarındaki değişimler Şekil 17 ve Tablo 16'da gösterildi. Sonuçlar ortalama ± standart sapma ile gösterildi (p<0.05).



Şekil 17. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin klorofil a miktarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir (p≤0.05). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

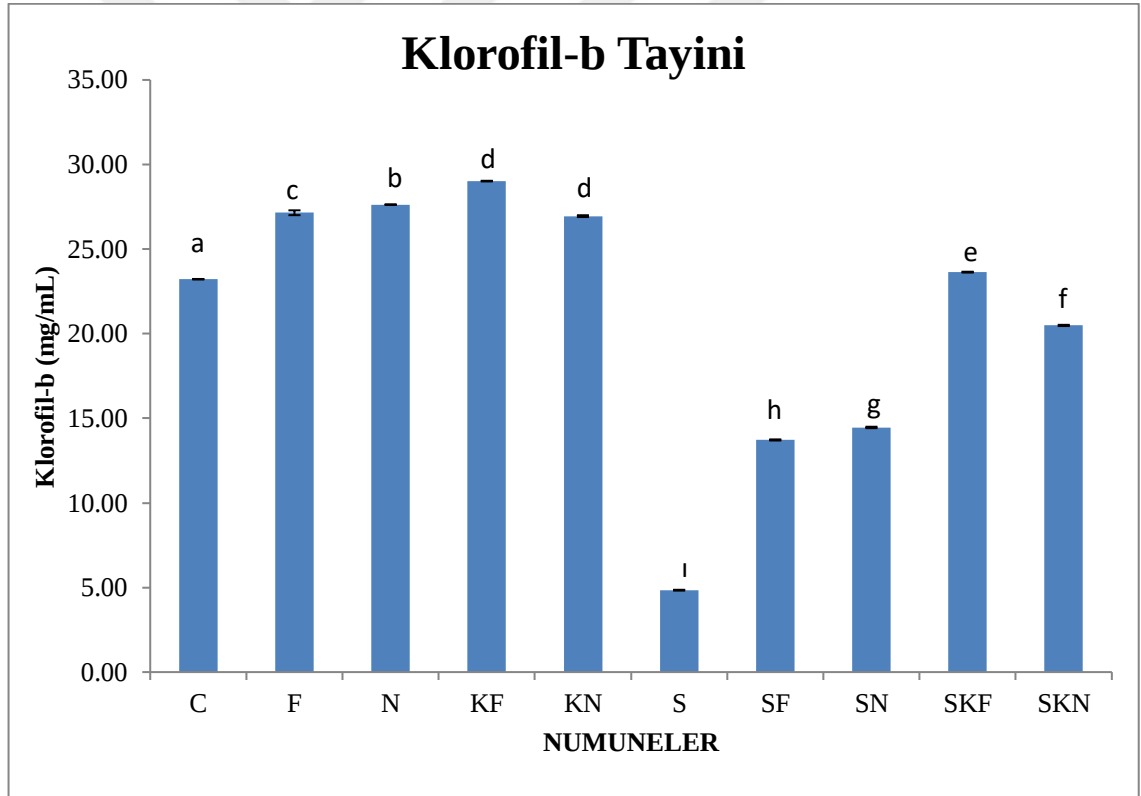
Tablo 16. Bitkilerdeki klorofil-a miktarının kontrole göre değişimi

| Klorofil-a Tayini |                         |           |                |                          |           |
|-------------------|-------------------------|-----------|----------------|--------------------------|-----------|
| Uygulama grubu    | Klorofil-a Miktarı      | % Değişim | Uygulama grubu | Klorofil-a Miktarı       | % Değişim |
| C                 | 16.39±0.10 <sup>e</sup> |           | S              | 6.246±0.015 <sup>i</sup> |           |
| CF                | 25.7±0 <sup>c</sup>     | (+)57     | SF             | 11.063±0.01 <sup>i</sup> | (+)86     |
| CN                | 25.6±0.006 <sup>d</sup> | (+)56     | SN             | 13.15±0.015 <sup>h</sup> | (+)110    |
| CKF               | 34.41±0.01 <sup>a</sup> | (+)109    | SKF            | 14.69±0.015 <sup>f</sup> | (+)135    |
| CKN               | 28.2±0.015 <sup>b</sup> | (+)72     | SKN            | 14.143±0.01 <sup>g</sup> | (+)126    |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.3.2. Klorofil-b Miktarının Belirlenmesi

*Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitki örneklerine ait klorofil b miktarındaki değişimler Şekil 18 ve Tablo 17’de gösterildi. Sonuçlar ortalama ± standart sapma ile gösterildi (p<0.05).



Şekil 18. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin klorofil b miktarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir (p≤0.05). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

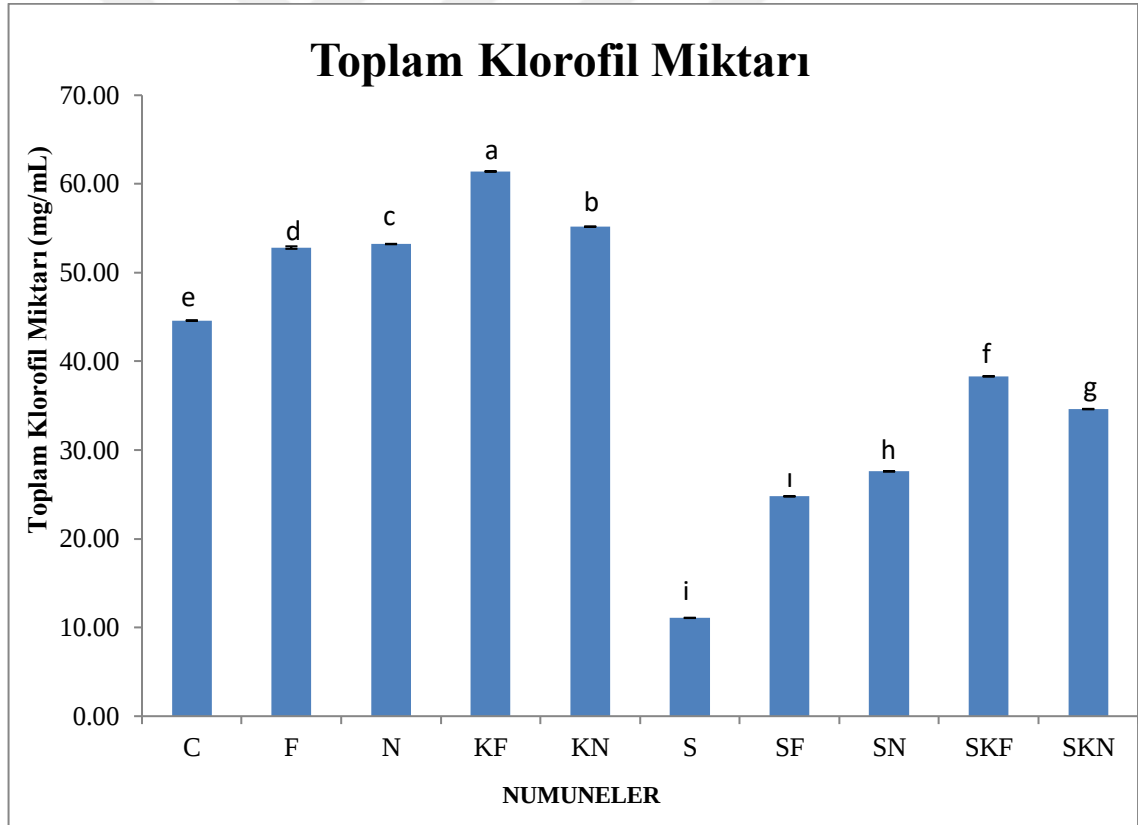
Tablo 17. Bitkilerdeki klorofil-b miktarının kontrole göre değişimi

| Klorofil-b Tayini |                          |           |                |                          |           |
|-------------------|--------------------------|-----------|----------------|--------------------------|-----------|
| Uygulama grubu    | Klorofil-b Miktarı       | % Değişim | Uygulama grubu | Klorofil-b Miktarı       | % Değişim |
| C                 | 23.22±0.015 <sup>f</sup> |           | S              | 4.84±0.025 <sup>i</sup>  |           |
| CF                | 27.15±0.143 <sup>c</sup> | (+)17     | SF             | 13.72±0.032 <sup>i</sup> | (+)183    |
| CN                | 27.63±0.020 <sup>b</sup> | (+)19     | SN             | 14.46±0.04 <sup>h</sup>  | (+)199    |
| CKF               | 29.02±0.020 <sup>a</sup> | (+)25     | SKF            | 23.64±0.02 <sup>e</sup>  | (+)388    |
| CKN               | 26.95±0.053 <sup>d</sup> | (+)16     | SKN            | 20.49±0.03 <sup>g</sup>  | (+)323    |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.3.3. Toplam Klorofil Miktarının Belirlenmesi

*Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitki örneklerine ait toplam klorofil miktarındaki değişimler Şekil 19 ve Tablo 18'de gösterildi. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 19. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin toplam klorofil miktarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

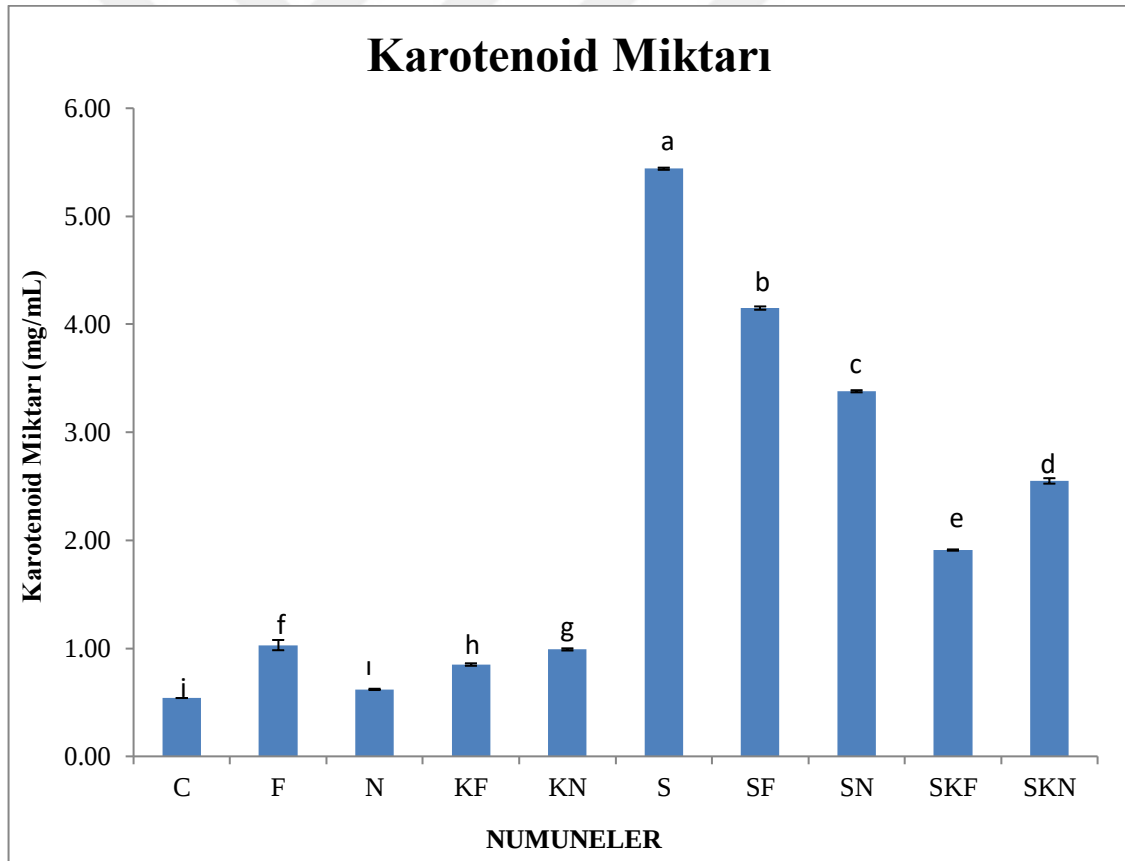
Tablo 18. Bitkilerdeki toplam klorofil miktarının kontrole göre değişimi

| Toplam Klorofil Tayini |                         |           |                |                         |           |
|------------------------|-------------------------|-----------|----------------|-------------------------|-----------|
| Uygulama grubu         | Toplam Klorofil Miktarı | % değişim | Uygulama grubu | Toplam Klorofil Miktarı | % değişim |
| C                      | 44.6±0.03 <sup>e</sup>  |           | S              | 11.08±0.02 <sup>i</sup> |           |
| CF                     | 52.83±0.14 <sup>d</sup> | (+)18     | SF             | 24.78±0.04 <sup>i</sup> | (+)123    |
| CN                     | 53.23±0.03 <sup>c</sup> | (+)19     | SN             | 27.6±0.03 <sup>h</sup>  | (+)149    |
| CKF                    | 61.41±0.03 <sup>a</sup> | (+)38     | SKF            | 38.31±0.02 <sup>f</sup> | (+)245    |
| CKN                    | 55.19±0.04 <sup>b</sup> | (+)24     | SKN            | 34.62±0.03 <sup>g</sup> | (+)224    |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.3.4. Toplam Karotenoid Miktarının Belirlenmesi

*Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitki örneklerine ait toplam karotenoid miktarındaki değişimler Şekil 20 ve Tablo 19’da gösterildi. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 20. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin karotenoid miktarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

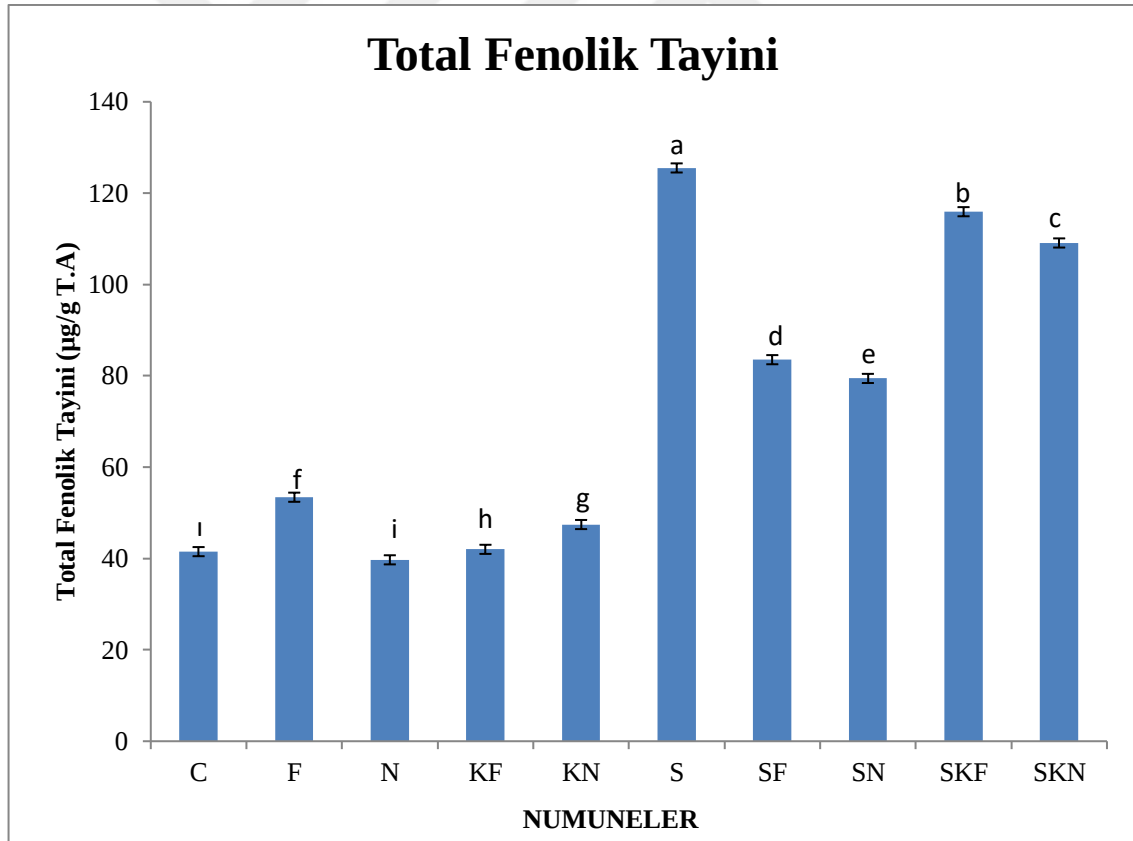
Tablo 19. Bitkilerdeki karotenoid miktarının kontrole göre değişimi

| Karotenoid Tayini |                         |           |                |                         |           |
|-------------------|-------------------------|-----------|----------------|-------------------------|-----------|
| Uygulama grubu    | Karotenoid Miktarı      | % Değişim | Uygulama grubu | Karotenoid Miktarı      | % Değişim |
| C                 | 0.54±0.00 <sup>i</sup>  |           | S              | 5.44±0.01 <sup>a</sup>  |           |
| CF                | 1.03±0.047 <sup>f</sup> | (+)90     | SF             | 4.15±0.015 <sup>b</sup> | (-)24     |
| CN                | 0.62±0.006 <sup>i</sup> | (+)15     | SN             | 3.38±0.01 <sup>c</sup>  | (-)38     |
| CKF               | 0.85±0.012 <sup>h</sup> | (+)57     | SKF            | 1.91±0.006 <sup>e</sup> | (-)65     |
| CKN               | 0.99±0.01 <sup>g</sup>  | (+)83     | SKN            | 2.55±0.025 <sup>d</sup> | (-)53     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.4. Total Fenolik Miktarının Belirlenmesi

*Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitki örnekleri asidik etanolle ekstrakte edildi ve Folin-Ciocalteu yöntemiyle analiz edildi. Sonuçlar gallik asit standart grafik eğrisinden yararlanılarak Şekil 21 ve Tablo 20’de gösterildi. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 21. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin total fenolik miktarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

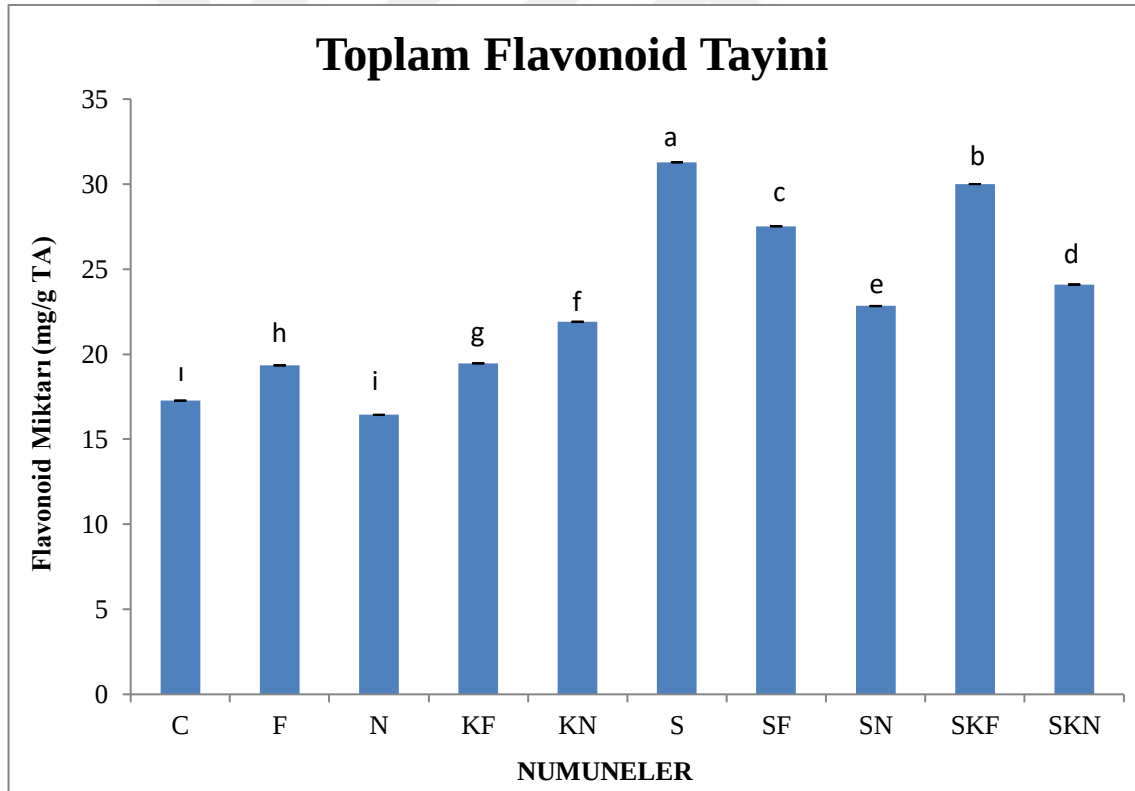
Tablo 20. Bitkilerde total fenolik miktarının kontrole göre değişimi

| Total Fenolik Tayini |                          |           |                |                          |           |
|----------------------|--------------------------|-----------|----------------|--------------------------|-----------|
| Uygulama grubu       | Total Fenolik Miktarı    | % Değişim | Uygulama grubu | Total Fenolik Miktarı    | % Değişim |
| C                    | 41.51±0.05 <sup>i</sup>  |           | S              | 115.93±0.05 <sup>a</sup> |           |
| CF                   | 53.42±0.05 <sup>f</sup>  | (+)29     | SF             | 83.53±0.05 <sup>d</sup>  | (-)33     |
| CN                   | 39.71±0.053 <sup>i</sup> | (-)4      | SN             | 79.43±0.05 <sup>e</sup>  | (-)37     |
| CKF                  | 42.01±0.05 <sup>h</sup>  | (+)2      | SKF            | 125.51±0.04 <sup>b</sup> | (-)8      |
| CKN                  | 47.44±0.05 <sup>g</sup>  | (+)14     | SKN            | 109.09±0.04 <sup>c</sup> | (-)13     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.5. Toplam Flavonoid Miktarının Belirlenmesi

*Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitki örneklerinin flavonoid miktarları alüminyum klorür kalorimetrik yöntemi kullanılarak belirlendi. Sonuçlar kuarsetin standart grafik eğrisinden yararlanılarak Şekil 22 ve Tablo 21’de gösterildi. Sonuçlar ortalama ± standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 22. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin toplam flavonoid miktarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

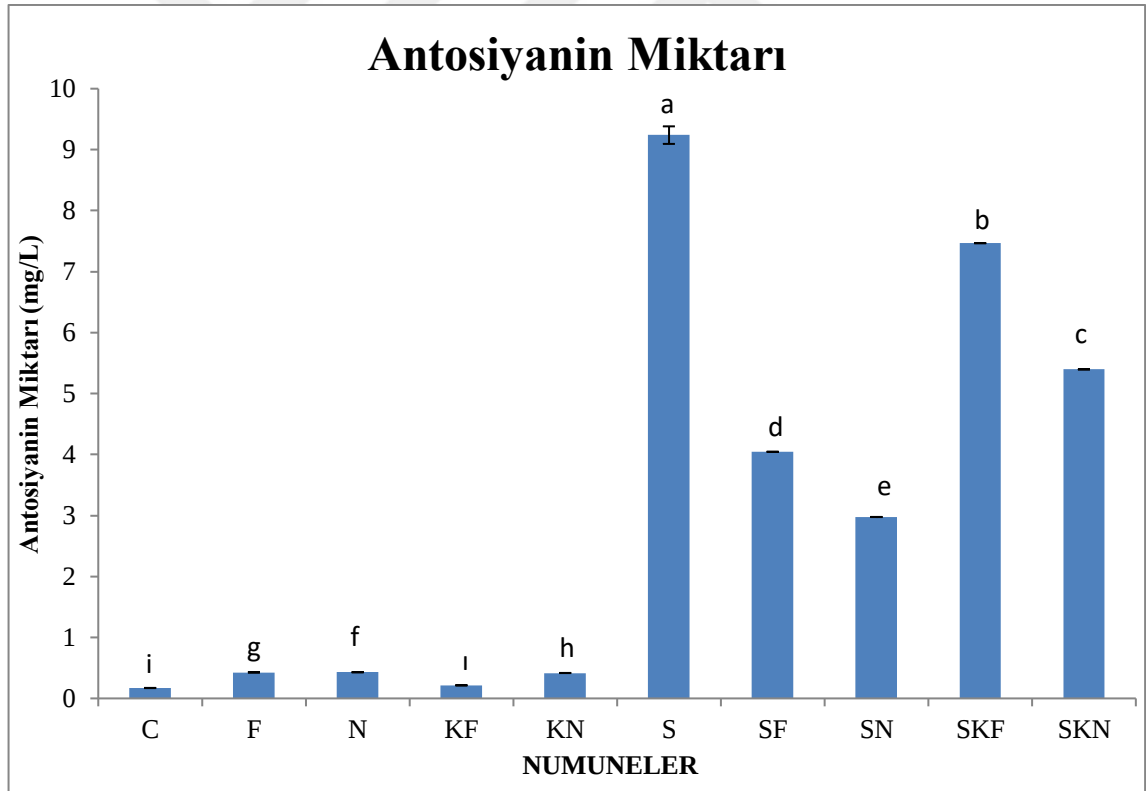
Tablo 21. Bitkilerde toplam flavonoid miktarının kontrole göre değişimi

| Toplam Flavonoid Tayini |                          |           |                |                          |           |
|-------------------------|--------------------------|-----------|----------------|--------------------------|-----------|
| Uygulama grubu          | Flavonoid Miktarı        | % Değişim | Uygulama grubu | Flavonoid Miktarı        | % Değişim |
| C                       | 17.27±0.012 <sup>i</sup> |           | S              | 31.29±0.013 <sup>a</sup> |           |
| CF                      | 19.34±0 <sup>h</sup>     | (+)12     | SF             | 27.52±0.012 <sup>c</sup> | (-)12     |
| CN                      | 16.43±0.012 <sup>i</sup> | (-)5      | SN             | 22.83±0.012 <sup>e</sup> | (-)27     |
| CKF                     | 19.46±0.006 <sup>g</sup> | (+)13     | SKF            | 30.03±0.007 <sup>b</sup> | (-)4      |
| CKN                     | 21.9±0.018 <sup>f</sup>  | (+)27     | SKN            | 24.09±0.007 <sup>d</sup> | (-)23     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.6. Antosiyanin Miktarının Belirlenmesi

Tez çalışması kapsamında fasulye bitki örneklerinin antioksidan savunma kapasitesinin belirlenmesi amacıyla liteartürde sıkça kullanılan bir analiz yöntemi olan antosiyanin analizinin sonuçları Şekil 23 ve Tablo 22’de gösterildi. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 23. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin antosiyanin miktarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

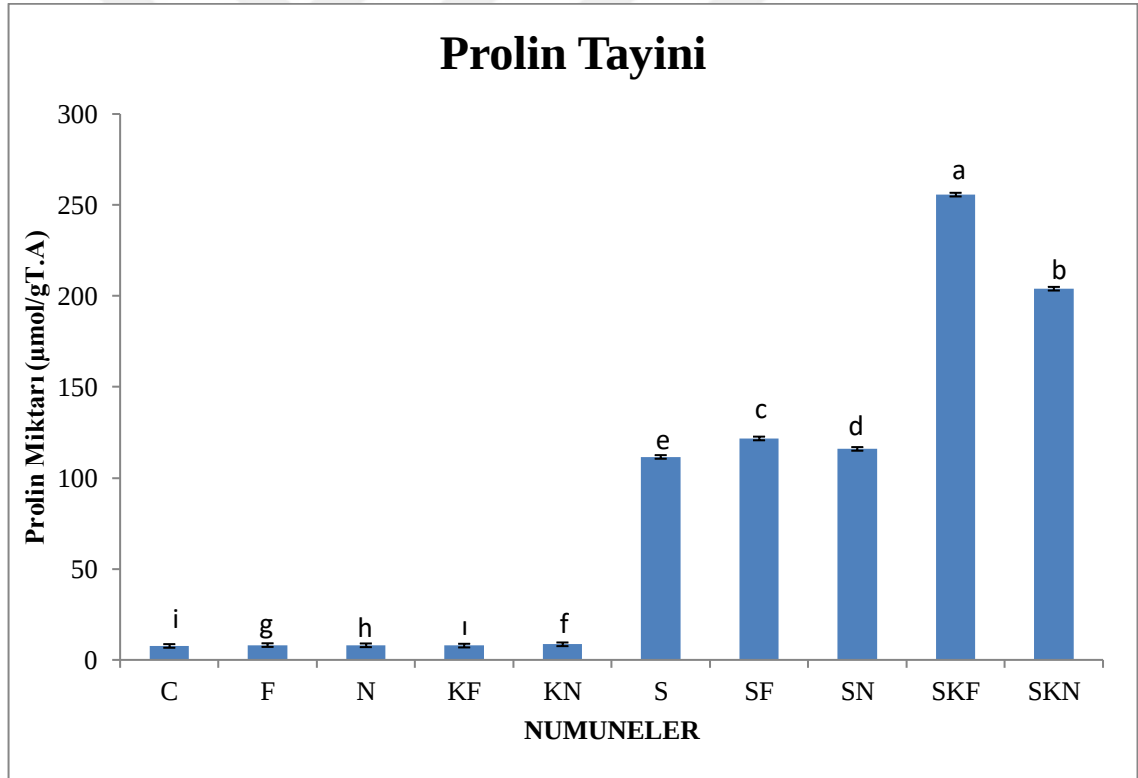
Tablo 22. Antosiyanin miktarının kontrole göre değişimi

| Antosiyanin Tayini |                        |           |                |                         |           |
|--------------------|------------------------|-----------|----------------|-------------------------|-----------|
| Uygulama grubu     | Antosiyanin Miktarı    | % Değişim | Uygulama grubu | Antosiyanin Miktarı     | % Değişim |
| C                  | 0.17±0.02 <sup>i</sup> |           | S              | 9.24±0.144 <sup>a</sup> |           |
| CF                 | 0.427±0 <sup>g</sup>   | (-)95     | SF             | 4.04±0.02 <sup>d</sup>  | (-)56     |
| CN                 | 0.43±0.01 <sup>f</sup> | (-)96     | SN             | 2.98±0.01 <sup>e</sup>  | (-)67     |
| CKF                | 0.21±0.01 <sup>1</sup> | (-)98     | SKF            | 7.46±0.01 <sup>b</sup>  | (-)20     |
| CKN                | 0.42±0.01 <sup>h</sup> | (-)94     | SKN            | 5.40±0.01 <sup>c</sup>  | (-)41     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.7. Prolin Miktarının Belirlenmesi

Fasulye bitki ekstraktlarından prolin tayini analiz sonuçları prolin standart grafik eğrisinden yararlanılarak Şekil 24 ve Tablo 23'te gösterildi. Sonuçlar ortalama ± standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 24. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin prolin miktarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

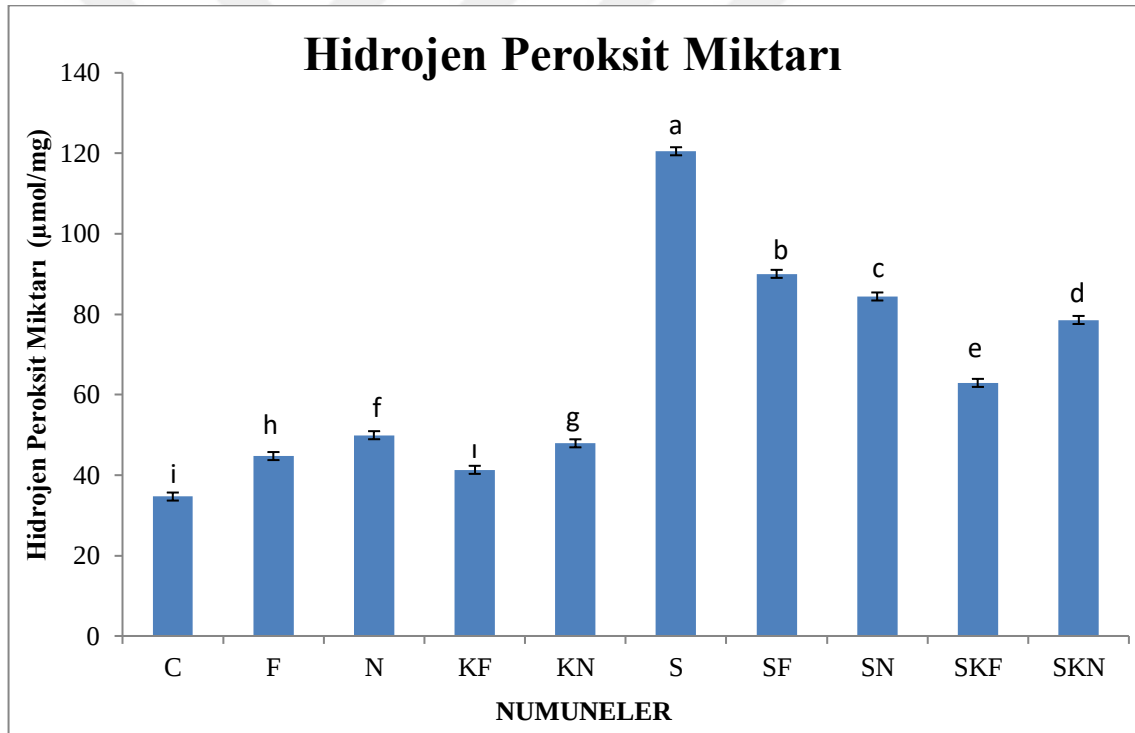
Tablo 23. Bitkilerdeki prolin miktarının kontrole göre değişimi

| Prolin Tayini  |                         |           |                |                           |           |
|----------------|-------------------------|-----------|----------------|---------------------------|-----------|
| Uygulama grubu | Prolin Miktarı          | % Değişim | Uygulama grubu | Prolin Miktarı            | % Değişim |
| C              | 7.67±0.01 <sup>i</sup>  |           | S              | 111.54±0.01 <sup>e</sup>  |           |
| CF             | 8.14±0.006 <sup>g</sup> | (+)6      | SF             | 121.69±0 <sup>c</sup>     | (+)10     |
| CN             | 8.03±0.01 <sup>h</sup>  | (+)5      | SN             | 115.95±0.015 <sup>d</sup> | (+)4      |
| CKF            | 7.85±0 <sup>i</sup>     | (+)3      | SKF            | 255.69±0.01 <sup>a</sup>  | (+)129    |
| CKN            | 8.57±0 <sup>f</sup>     | (+)12     | SKN            | 203.99±0.01 <sup>b</sup>  | (+)83     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.8. Hidrojen Peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) Miktarının Belirlenmesi

Fasulye bitkilerinin hidrojen peroksit miktarı analiz sonuçları hidrojen peroksit standart grafik eğrisinden yararlanılarak Şekil 25 ve Tablo 24'te gösterildi. Sonuçlar ortalama ± standart sapma ile gösterildi (p<0.05).



Şekil 25. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin hidrojen peroksit miktarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir (p≤0.05). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

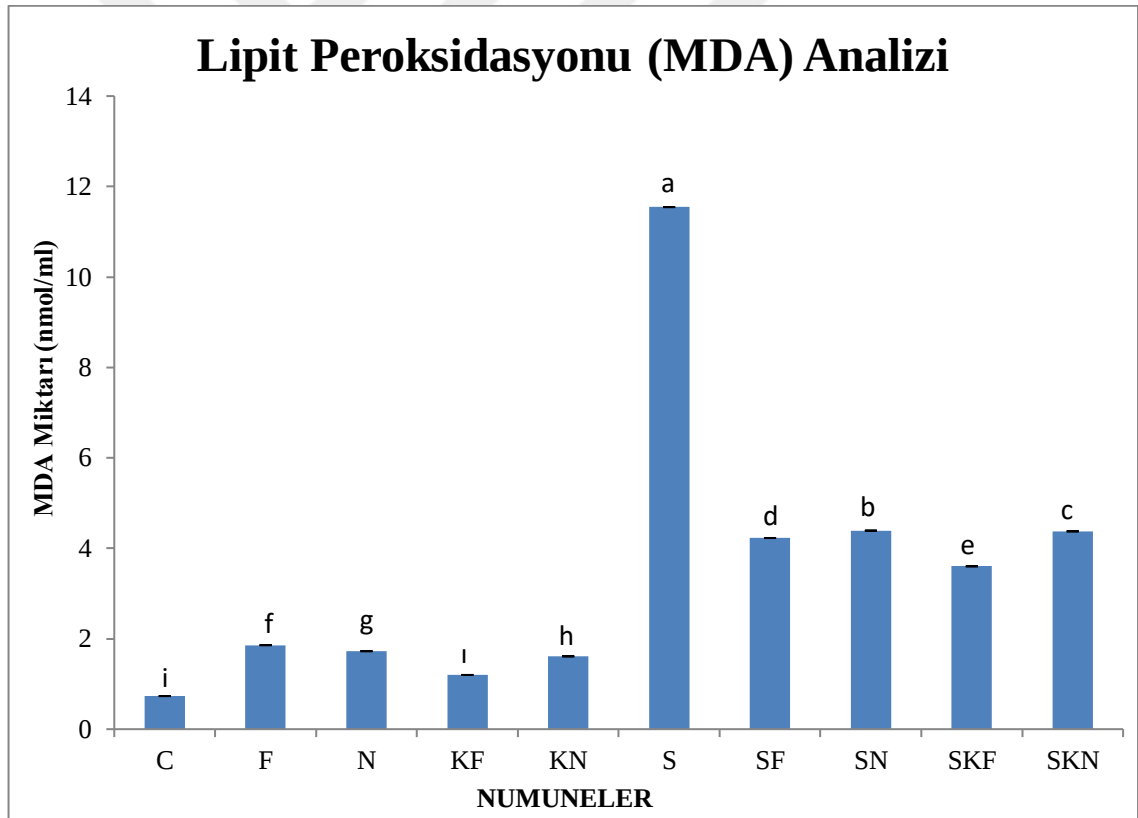
Tablo 24. Bitkilerdeki hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) miktarının kontrole göre değişimi

| Hidrojen Peroksit Tayini |                           |           |                |                           |           |
|--------------------------|---------------------------|-----------|----------------|---------------------------|-----------|
| Uygulama grubu           | Hidrojen Peroksit Miktarı | % Değişim | Uygulama grubu | Hidrojen Peroksit Miktarı | % Değişim |
| C                        | 34.66±0.002 <sup>i</sup>  |           | S              | 120.5±0.001 <sup>a</sup>  |           |
| CF                       | 44.73±0.001 <sup>h</sup>  | (+)29     | SF             | 90.02±0.001 <sup>b</sup>  | (-)25     |
| CN                       | 49.92±0.001 <sup>f</sup>  | (+)44     | SN             | 84.4±0.001 <sup>c</sup>   | (-)30     |
| CKF                      | 41.30±0.001 <sup>l</sup>  | (+)19     | SKF            | 62.91±0.001 <sup>e</sup>  | (-)48     |
| CKN                      | 47.90±0.001 <sup>g</sup>  | (+)38     | SKN            | 78.56±0.001 <sup>d</sup>  | (-)35     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.9. Lipit Peroksidasyonu (MDA) Miktarının Belirlenmesi

Reaktif oksijen türlerinin meydana getirdiği ürünlerden biri olan MDA miktarı Şekil 26 ve Tablo 25'te gösterildi. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 26. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin MDA miktarına etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Tablo 25. Bitkilerde lipid peroksidasyonu miktarının kontrole göre değişimi

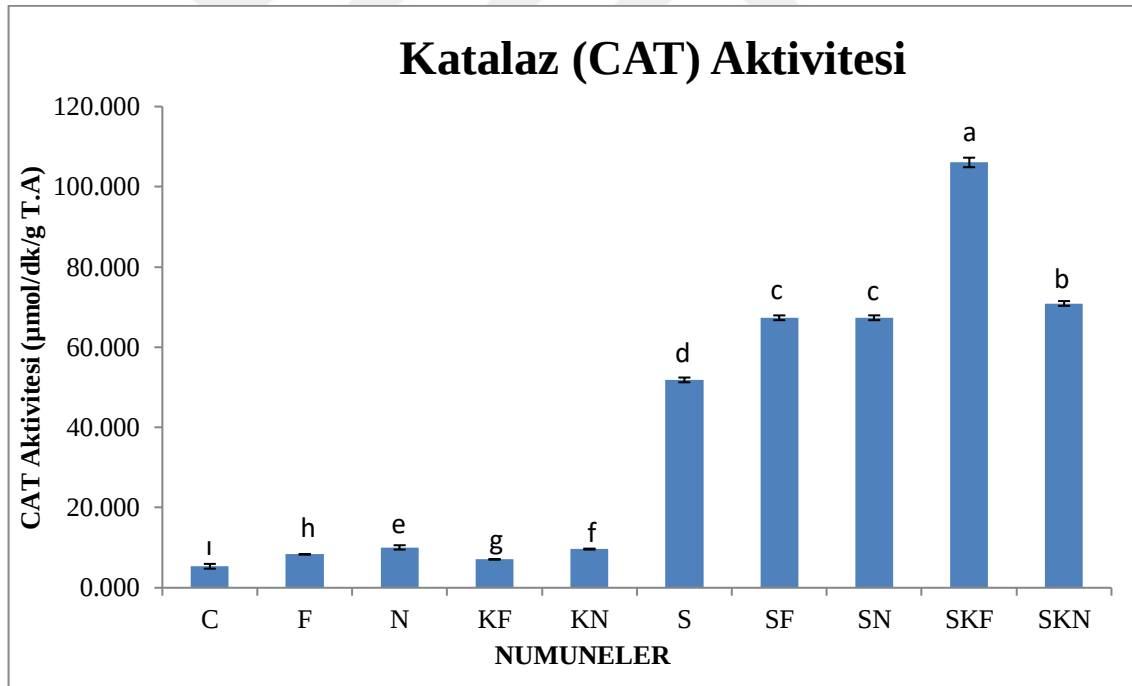
| Lipit Peroksidasyonu(MDA) |                        |           |                |                        |           |
|---------------------------|------------------------|-----------|----------------|------------------------|-----------|
| Uygulama grubu            | MDA Miktarı            | % Değişim | Uygulama grubu | MDA Miktarı            | % Değişim |
| C                         | 0.73±0.01 <sup>i</sup> |           | S              | 11.5±0.01 <sup>a</sup> |           |
| CF                        | 1.86±0.01 <sup>f</sup> | (+)153    | SF             | 4.23±0.06 <sup>d</sup> | (-) 65    |
| CN                        | 1.72±0.06 <sup>g</sup> | (+)135    | SN             | 4.4±0.01 <sup>b</sup>  | (-) 63    |
| CKF                       | 1.20±0.06 <sup>i</sup> | (+)64     | SKF            | 3.60±0.01 <sup>e</sup> | (-) 74    |
| CKN                       | 1.61±0.01 <sup>h</sup> | (+)120    | SKN            | 4.38±0.01 <sup>c</sup> | (-) 62    |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.10. Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

#### 3.10.1. Katalaz (CAT) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Ticari olarak satın alınan enzim kitleri ile katalaz (CAT) enzim aktivitesi belirlendi. Sonuçlar Şekil 27 ve Tablo 26'da gösterildi. Sonuçlar ortalama ± standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 27. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin CAT aktivitesine etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

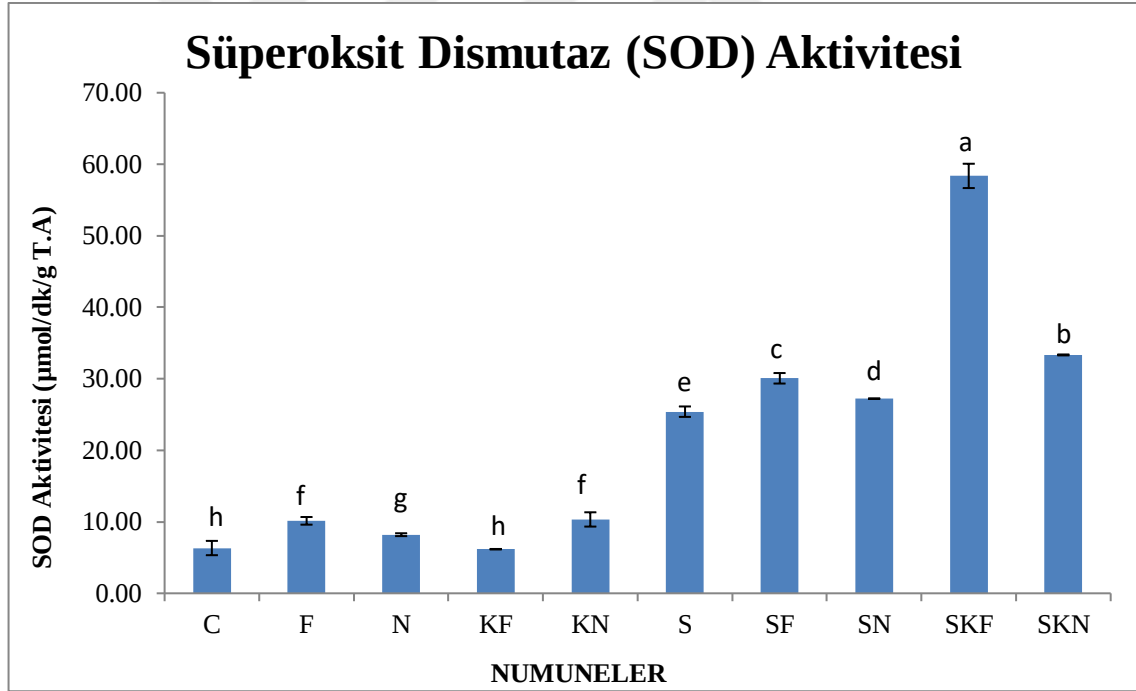
Tablo 26. Bitkilerin katalaz (CAT) enzim aktivitesinin kontrole göre değişimi

| Katalaz (CAT) Aktivitesi |                          |           |                |                           |           |
|--------------------------|--------------------------|-----------|----------------|---------------------------|-----------|
| Uygulama grubu           | Katalaz Aktivitesi       | % Değişim | Uygulama grubu | Katalaz Aktivitesi        | % Değişim |
| C                        | 5.363±0.595 <sup>1</sup> |           | S              | 51.83±0.595 <sup>d</sup>  |           |
| CF                       | 8.34±0 <sup>g</sup>      | (+)55     | SF             | 67.327±0.595 <sup>c</sup> | (+)30     |
| CN                       | 10.07±0.540 <sup>e</sup> | (+)88     | SN             | 67.33±0.600 <sup>c</sup>  | (+)30     |
| CKF                      | 7.09±0.06 <sup>h</sup>   | (+)32     | SKF            | 106.06±1.19 <sup>a</sup>  | (+)104    |
| CKN                      | 9.65±0.120 <sup>f</sup>  | (+)80     | SKN            | 70.9±0.595 <sup>b</sup>   | (+)37     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.10.2. Süperoksit Dismutaz (SOD) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktiviteleri, ticari olarak satın alınan kitler ile belirlendi. Sonuçlar Şekil 28 ve Tablo 27’de gösterildi. Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma ile gösterildi ( $p < 0.05$ ).



Şekil 28. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin SOD aktivitesine etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p \leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

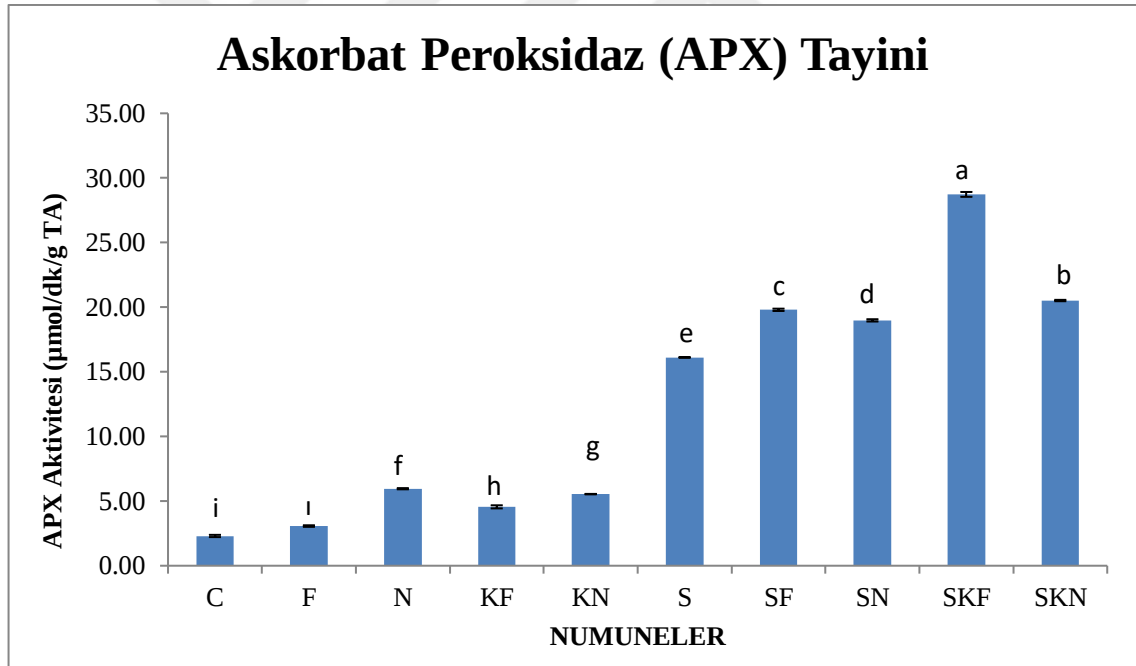
Tablo 27. Bitkilerin SOD enzim aktivitesinin kontrole göre değişimi

| Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesi |                         |           |                |                          |           |
|--------------------------------------|-------------------------|-----------|----------------|--------------------------|-----------|
| Uygulama grubu                       | SOD Aktivitesi          | % Değişim | Uygulama grubu | SOD Aktivitesi           | % Değişim |
| C                                    | 6.33±1.00 <sup>h</sup>  |           | S              | 25.4±0.73 <sup>e</sup>   |           |
| CF                                   | 10.13±0.54 <sup>f</sup> | (+)60     | SF             | 30.07±0.74 <sup>c</sup>  | (+)18     |
| CN                                   | 8.2±0.20 <sup>g</sup>   | (+)30     | SN             | 27.22±0.02 <sup>d</sup>  | (+)7      |
| CKF                                  | 6.17±0.04 <sup>h</sup>  | (-)3      | SKF            | 58.37±1.7 <sup>a</sup>   | (+)130    |
| CKN                                  | 10.33±1.00 <sup>f</sup> | (+)63     | SKN            | 33.33±0.595 <sup>b</sup> | (+)31     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.10.3. Askorbat Peroksidaz (APX) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Ticari olarak satın alınan kitler ile askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesi belirlendi. Sonuçlar şekil 29 ve Tablo 28’de gösterildi. Sonuçlar ortalama ± standart sapma ile gösterildi ( $p<0.05$ ).



şekil 29. Tuz stresi koşullarında uygulanan biyokütlenin APX aktivitesine etkisi

\*\*Kolonların üzerinde belirtilen barlar 3 tekrarlı olarak yapılan ölçümlerin standart sapmasını ifade etmektedir. Küçük harfler ise sütunlar arasındaki farkı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $p\leq 0.05$ ). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Tablo 28. Bitkilerin askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesinin kontrole göre değişimi

| Askorbat Peroksidaz (APX) Aktivitesi |                        |           |                |                         |           |
|--------------------------------------|------------------------|-----------|----------------|-------------------------|-----------|
| Uygulama grubu                       | APX Aktivitesi         | % Değişim | Uygulama grubu | APX Aktivitesi          | % Değişim |
| C                                    | 2.3±0.09 <sup>i</sup>  |           | S              | 16.11±0.01 <sup>e</sup> |           |
| CF                                   | 3.07±0.06 <sup>i</sup> | (+)33     | SF             | 19.8±0.09 <sup>c</sup>  | (+)23     |
| CN                                   | 5.96±0.05 <sup>f</sup> | (+)159    | SN             | 18.98±0.09 <sup>d</sup> | (+)18     |
| CKF                                  | 4.56±0.12 <sup>h</sup> | (+)98     | SKF            | 28.73±0.19 <sup>a</sup> | (+)78     |
| CKN                                  | 5.54±0.02 <sup>g</sup> | (+)140    | SKN            | 20.52±0.05 <sup>b</sup> | (+)27     |

\*\*C: Kontrol F: Fermente B. N: Fermentesiz B. KF: Kuşburnulu Fermente B. KN: Kuşburnulu Fermentesiz B. S: 100 mM NaCl

### 3.13. Organik Biyokütle İeriğinin Belirlenmesi

S.T.A Kalite Kontrol Laboratuvarı A.ř. tarafından alınan hizmet karşılığı yapılan analizlerin sonucu Tablo 29.'da verildi.

Tablo 29. Organik biyokütle ieriği

| Yapılan Analizler | Fermente Edilen Gübre (CF) | Fermente Edilmeyen Gübre (CN) | Kuşburnu İeriğikli Fermente Edilen Gübre (CKF) | Kuşburnu İeriğikli F. Edilmeyen Gübre (CKN) |
|-------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Fenolik           | 7.7                        | 6.9                           | 5.6                                            | 5.0                                         |
| İletkenlik (mS)   | 9.79                       | 5.37                          | 7.48                                           | 5.15                                        |
| %O.C              | 1.21                       | 0.86                          | 2.04                                           | 1.52                                        |
| %O.M              | 2.71                       | 1.93                          | 4.57                                           | 3.41                                        |
| %H+F Asit         | 1.82                       | 1.42                          | 3.16                                           | 1.97                                        |

#### 4. TARTIşMA

Bu çalışmada ile tuz stresi altında yetiştirilen *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart bitkisine pilot ölçekli biyoreaktörden elde edilen biyokütlenin olası iyileştirici etkileri araştırılmıştır. Yapılan analizlerden elde edilen bulgular, literatür ışığında tartışılarak özgünlüğü ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Tuzluluk toleransını taramak için kullanılan özelliklerden birisi tuz stresine tepki olarak kök gelişimidir. Kökler sadece su ve besin alımı için gerekli değildir, aynı zamanda genellikle tuzluluk stresine maruz kalan ilk bitki organıdır (Li vd., 2021). Bu yüzden, mevcut çalışmada bitkinin tuz stresinden etkilenme durumu ve üretilen biyokütlenin söz konusu iyileştirme etkisi olup olmadığının anlaşılabilmesi için ilk parametre olarak ele alınmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, 100 mM NaCl stresi altında *Phaseolus vulgaris* L. var. *ellipticus* Mart (Model Bitki: MB) türünde kök uzunluğu kontrolle kıyaslandığında en yüksek 15.6 cm ve %70.3 oranında artış ile kuşburnu içerikli fermente biyokütle (KF) uygulanan grupta ve en düşük ise 4.16 cm uzunluğunda 100 mM NaCl (S) uygulanan grupta tespit edildi. Benzer bir çalışmada, Koltuk (2021)'de maş fasulyesi ile yapmış olduğu çalışmada 100 mM NaCl stresi altındaki bitkinin kök uzunluğunun kontrole göre oldukça kısaldığı (0.82 cm) tespit edilmiştir (Koltuk, 2021). Diğer bir çalışmada ise, tuz stresi altında yetiştirilen fasulyeye arıtma çamurundan elde edilen biyokütle uygulanmış ve kök uzunluğunun sadece strese göre (6.46 cm) daha uzun olduğu (11.54 cm) rapor edilmiştir (Başdin, 2020). Buna göre, mevcut çalışmadan elde edilen bulguların bitki kök gelişimine daha olumlu bir etki yaptığı söylenebilir.

Tuz stresinin olumsuz etkilerinden biri de bitkilerdeki gövde gelişimini inhibe etmesidir (Akıncı vd., 2000; Alsafari vd., 2019; Kurt, 2020; Liu, 2020; Yetişir vd., 2009). Bu çalışmada da gövde uzunluğunun stres altında 10.33 cm olduğu ve KF uygulaması ile 36.83 cm'ye çıktığı gözlemlendi. Fermente biyokütlelerin humik asit bakımından zengin olduğu bilinmektedir (Orsi, 2014). Bu bağlamda yapılan bazı çalışmalarda tuz stresi altında dışarıdan humik asit uygulamasının gövde uzunluğunu artırdığı bildirilmiştir (Ural, 2020). Bu durum mevcut çalışmada elde edilen biyokütlenin gövde uzunluğunu artırıcı etkisinin humik asitten kaynaklanabileceğini işaret etmektedir. Yine, literatürde bitkilere stres altında çeşitli uyarılar verildiğinde toleransın artabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Atış vd., 2011; Kadioğlu vd., 2011).

Mevcut çalışmada da tuz stresi altında dışarıdan uygulanan biyokütle ile stresin yıkıcı etkilerinin hafiflediği gözlemlendi. Bu manada bulguların literatür çalışmaları ile paralel olduğu söylenebilir. Bağlı su içeriği bitkilerin fizyolojik su durumunu değerlendirmek için faydalı değişkenlerden birisidir (Gonzales ve Gonzales, 2001). Bu çalışmada bağlı su içeriği (%RWC), kontrolle kıyaslandığında en yüksek %97.5 değeriyle KF uygulanan grupta ve en düşük %44.2 değeriyle S uygulanan grupta gözlemlendi. Bağlı su içeriği, kontrolle karşılaştırıldığında biyokütle uygulanan gruplarda anlamlı farklılıklar gözlemlendi ( $p < 0.05$ ).

Benzer şekilde, ıspanakta vermikompost ve su yosununun tuz stresi üzerine etkisini araştırdığı bir çalışmada, %RWC'nin %79.34 ile en yüksek kontrol grubunda ve %45.27 ile en düşük değerin 100 mM NaCl uygulanan grupta tespit edildiği rapor edilmiştir (Başdinç, 2019). Diğer taraftan, Eroğlu (2007)'nin tuz stresinin bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) kültür çeşitlerinde tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında, %RWC'nin NaCl uygulanan grupta %56 olduğunu tespit etmiştir (Eroğlu, 2007). Yine benzer bir çalışmada, araştırmacıların şeker pancarı bitkisine uyguladıkları tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitki yaprak dokularında bağlı su içeriği % değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir (Katerji vd., 1997). Bu araştırmalardan alınan bulgular bu çalışmayı destekler niteliktedir.

Fotosentez bitkilerin en önemli fizyolojik süreçlerinden biridir (Parida ve Das, 2005). Yüksek tuzluluk altında, bitkilerin büyümesi azalır ve net fotosentetik oranlarında ve klorofil içeriğinde önemli bir düşüş olur (ElSayed vd., 2021). Bu yüzden bitkilerin stres altında fotosentez mekanizmasını güçlendirmek hayati önem taşımaktadır. Mevcut çalışmada, fotosentetik pigment analizlerinin sonuçları incelendiğinde; klorofil-a miktarı, kontrol ve stres grupları ile kıyaslandığında sırasıyla en yüksek 34.41 ve 14.7 mg/mL KF uygulanan gruplarda ve en düşük ise 6.2 mg/mL S uygulanan grupta tespit edildi. Fasulye üzerine yapılan benzer bir çalışmada klorofil a miktarını ortalama en yüksek 10.76 mg/mL kontrol grubunda ve en düşük ortalama 7.77 mg/mL NaCl uygulanan grupta gözlemlenmiştir (Eroğlu, 2007). Yine, Torlak (2019)'ın, tuz stresi altındaki mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde askorbik asit etkisini araştırdığı çalışmasında, klorofil a miktarı en yüksek 16 mg/mL 75 mM NaCl + 100 ppm Askorbik asit uygulanan grupta ve en düşük 8 mg/mL 100 mM NaCl uygulanan grupta tespit edilmiştir (Torlak, 2019). Tuz stresi altındaki biber bitkisinde bazı organik ve inorganik bileşiklerin antioksidatif sisteme etkilerini araştırdıkları bir başka çalışmada ise, klorofil a miktarında en yüksek 30.56 mg/mL NaCl + Askorbik asit uygulanan grupta ve en düşük 15.34 mg/mL NaCl uygulanan grupta gözlemlenmiştir (Tuna vd., 2016).

Bu veriler ışığında, mevcut çalışmada stres altında KF uygulamasının kl a miktarındaki artışa neden olduğu görülmektedir. Bu artış biyokütlenin içinde yer alan kuşburnunun içeriğindeki askorbik asitten kaynaklanıyor olabilir. Bu çalışmada klorofil b miktarına bakıldığında, kontrol ve stres grupları ile kıyaslandığında sırasıyla en yüksek 29.02 ve 23.64 mg/mL KF gruplarında ve en düşük 6.2 mg/mL S uygulanan grupta gözlemlendi. Fasulye üzerine yapılan benzer bir çalışmada, klorofil b miktarı en yüksek kontrol grubunda 14.11 mg/mL ve en düşük 3.40 mg/mL 100 mM NaCl uygulanan grupta tespit edilmiştir (Eroğlu 2007).

Torlak (2019)'ın, tuz stresi altındaki mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde askorbik asit etkisini araştırdığı çalışmasında klorofil b miktarı en yüksek 8 mg/mL 75 mM NaCl + 100 ppm Askorbik asit uygulanan grupta ve en düşük 3 mg/mL 100 mM NaCl uygulanan grupta tespit etmiştir (Torlak, 2019). Başka bir çalışmada ise, klorofil b miktarı en yüksek 21.1 mg/mL NaCl + Askorbik asit uygulanan grupta ve en düşük 11.3 mg/mL NaCl uygulanan grupta tespit edilmiştir (Tuna vd., 2016). Literatüre bakıldığında, mevcut çalışmanın kl b bakımından KF uyarımıyla daha fazla üretildiği söylenebilir.

Bu çalışmada toplam klorofil miktarı, kontrol ve stres grupları ile kıyaslandığında en yüksek KF uygulanan gruplarda sırasıyla 61.41- 38.31 mg/mL ve en düşük 11.08 mg/mL tuz stresi uygulanan grupta gözlemlendi. Ural (2020)'ın, domates bitkisinde farklı dozlarda NaCl ve Humik asit uygulayarak hazırladığı çalışmada toplam klorofil miktarı en yüksek 43.97 mg/mL humik asit uygulanan grupta ve en düşük 33.65 mg/mL NaCl uygulanan grupta gözlemlenmiştir (Ural, 2020). Mevcut çalışmadaki toplam kl miktarındaki artış KF içeriğindeki humik asitten kaynaklanıyor olabilir.

Karotenoidler sadece bitkisel pigmentlerden biri değil aynı zamanda oksidatif stres toleransında rol oynayan ve bitkileri reaktif oksijen türlerinin etkilerinden arındırma potansiyeline sahip olan önemli antioksidanlardır (Kalefetoğlu vd., 2005; Verma ve Mishra, 2005). Bu yüzden bitkilerin stres durumlarını anlamada önemli bir parametre olarak düşünülebilir. Mevcut çalışmada toplam karotenoid miktarına bakıldığında, ortalama en yüksek 5.44 mg/mL S uygulanan grupta tespit edildi. Stres altında KF uygulaması ile ise büyük oranda 1.91 mg/mL düştüğü görüldü. Araştırmacıların, tuz stresi altında yetiştirilen biberde bazı organik ve inorganik bileşiklerin antioksidatif sisteme etkilerini araştırdıkları çalışmada, toplam karotenoid miktarı en yüksek 3.05 mg/mL NaCl uygulanan grupta ve en düşük 1.81 mg/mL askorbik asit uygulanan grupta gözlemlenmiştir (Tuna vd., 2016).

Tuz stresine maruz kalan bitkilerde fotosentetik pigment miktarlarında azalmalar, klorofili parçalayan klorofilaz enziminin aktivite artışına bağlı olarak açıklanmıştır (Ortega vd., 2014). Tuz stresinin meydana getirdiği fotosentetik pigment miktarlarındaki düşüşlerin, organik biyokütle uygulaması ile tersine çevrildiği gözlemlendi. Stres altında karotenoid miktarındaki artış ise strese karşı oluşturulan tolerans mekanizmalarının uyarılmasına işaret etmektedir. Bulguların literatür çalışmalarıyla paralel olduğu tespit edilmiştir.

Bitkisel ürünlerin antioksidan aktivitelerinin temel olarak fenolik bileşiklerden kaynaklandığı bilinmektedir (Lee vd., 2004). Bu maddelerin sentezi ve birikimi genellikle tuz stresine yanıt olarak uyarılmaktadır (Valifard vd.,2014). Yani, bitkilerin stres altında toplam fenolik madde içeriğini artırması, onun tolerans mekanizması hakkında önemli bir göstergedir. Bu bileşiklerin, fotosentez mekanizmasına zarar veren reaktif oksijen türlerini temizlemede önemli rolleri olduğu kabul edilmektedir (Fini vd., 2011). Bahsedilen bu tolerans dışarıdan bazı uygulamalar ile artırılabilirse bitkilerin normalden daha fazla direnç kazanmaları söz konusu olabilir. Bu bağlamda mevcut çalışmada, S koşullarında dışarıdan KF uygulaması ile toplam fenolik içeriğindeki değişimlerin gözlenmesi amaçlanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, total fenolik madde miktarı, 39.7 – 125.5 (mg GAE/ g TA) değerleri arasında tespit edilmiştir. Beklenen şekilde stres gruplarında kontrollere oranda toplam fenolik içeriğin arttığı gözlenmiştir. En yüksek artışın ise stres altında KF uygulanan bitkide olduğu görülmüştür. Bu durum söz konusu toleransla yakından ilişkili olabilir. Birgin (2021), tuz ve kuraklık stresi altında fenolik madde miktarının arttığını rapor etmiştir (Birgin, 2021). Benzer bir çalışmada, *Phaseolus vulgaris* L.'nin tuz stresine bağlı olarak fenolik içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Khaled vd., 2016). Benzer şekilde literatürde tuz stresi altında özellikle dirençli çeşitlerde daha fazla fenolik madde biriktiği ile ilgili pek çok çalışma söz konusudur (Neves vd., 2010; Noreen vd.,2009). Yine, *Phaseolus vulgaris* filizlerinde dışardan çeşitli uyarılarla (elisitör) fenolik içeriğin artırılması suretiyle antioksidan kapasitenin uyarıldığı gösterilmiştir (Josephine ve Michael, 2021). Bu bakımdan mevcut çalışmadan elde edilen bulguların literatürle uyumlu olduğu görülmektedir. Yani, üretilen biyokütle içerik bakımından bir elisitör gibi davranmıştır.

Flavonoidler, serbest radikalleri süpürmek suretiyle oksidasyondan koruyan bitki sekonder metabolitlerinden biridir (Warner vd., 2021). Nukleuslarda bulunan kuersetin türevleri, yüksek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonlarında bile OH<sup>-</sup> üretimini engelleyebilmekte, böylece oksidatif hasarı giderebilmektedir (Brown vd., 1999).

Yapılan çalışmada toplam flavonoid madde miktarı 16.43-31.29 mg/g (QE/T.A) değerleri arasında tespit edildi. En yüksek flavonoid madde miktarı stres; en düşük ise stres içermeyen kontrol gruplarında belirlendi. Stres altında KF uygulamasının S ile flavonoid içerik bakımından yakın olduğu görüldü. Bu durumda ek bir tolerans sağladığı düşünülemez. Yapılan çalışmalara bakıldığında, tuz stresi altında yetiştirilen çeşitli bitkilerde toplam flavonoid içeriğinin kontrole göre önemli ölçüde arttığı görülmüştür (Birgin, 2021; Chutipaijit vd., 2009; Hancıoğlu, 2012). Bu bakımdan, elde edilen bulguların literatür ile uyumlu olduğu söylenebilir.

Antosiyaninler, PH değişimlerine bağlı olarak kırmızı, mor veya mavi gibi farklı renklerde olabilen, suda çözünebilir fenol gruplarına ait pigmentlerdir. Bu yapılar bitkilerin kök, gövde ve meyve gibi çeşitli dokularında bulunabilirler (Khoo vd., 2017). Bu yapıların bitkileri biyotik veya abiyotik stres koşullarının yarattığı olumsuz etkilerden koruduğu bilinmektedir (Mazhoudi vd., 1997; Winkel Shirley, 2001). Bu çalışmada antosiyanin miktarı, en yüksek S grubunda (9.23 mg/L) tespit edilmiş olup; stres altında KF uygulaması ile kısmen düştüğü (7.46 mg/L) görüldü. Ancak, yine de stres altında uygulanan normal (fermenteye uğramamış) gübrelere oranla anlamlı biçimde yüksek kaldığı anlaşıldı. Yani, stres esnasında oluşan serbest radikaller antosiyanin vasıtalı bir antioksidan uyarımla süpürülmeye çalışılmış olabilir.

Antosiyanin ve tuz stresi ilişkisi üzerine yapılan literatür çalışmalarına bakıldığında, Toksöz (2017)'nin yapmış olduğu çalışmasında da, *P. vulgaris* L. bitkisinde en yüksek antosiyanin miktarını tuz stresine maruz bırakılan grupta tespit etmiştir (Toksöz, 2017). Benzer olarak, tuz stresinin *Pisum sativum* L. bitkisinde de kontrol grubuna göre kıyaslandığında tuz stresine maruz kalan grubun antosiyanin miktarında önemli artışlar olduğu rapor edilmiştir (Tetiktabanlar vd., 2020). Tuz stresi altında antosiyanin miktarının artması bitkinin antioksidan sistemi uyararak tolerans mekanizmalarını harekete geçirdiğini göstermektedir (Eryılmaz, 2006). Neticede, elde edilen bulguların literatürle uyumlu olduğu görülmektedir. Bitki hücreleri tuz stresinin zararlı etkilerinden kendilerini korumak ve ozmotik potansiyellerini ayarlamak için çeşitli ozmolitler biriktirirler.

Bu metabolitlerin birikimi, bitki hücrelerinde su durumunun kontrol edilmesi dahil olmak üzere ozmoregülasyonda ve şelatlama  $\text{Na}^+$  karbon depolama ve reaktif oksijen türleri temizlenmesi yoluyla detoksifikasyonda önemli bir rol oynar (Gupta ve Huang, 2014; Kanai vd., 2007; Nounjan vd., 2018). Bitkilerde yüksek miktarlarda biriken prolin çevresel streslere karşı bir adaptasyon cevabı olarak kabul edilir (Rai, 2002).

Mevcut çalışmada, stres altında biyokütle uygulamalarının prolin aracılı bir tolerans sağlaması söz konusudur. Elde edilen bulgulara göre, 7.67 – 255.69  $\mu\text{mol/g}$  T.A değerleri arasında prolin tespit edildi. En yüksek prolin birikiminin stres altında KF uygulaması ile olduğu gözlemlendi. Diğer taraftan, biyokütle uygulanan tüm gruplarda kontrole göre anlamlı ölçüde artışlar kaydedildi. Sonuçlar literatürle kıyaslandığında, tuz stresi altında *Zea mays* L. bitkisinde prolin miktarının 75 mM NaCl ve askorbik asitin birlikte kullanıldığı grupta, sadece 75 mM NaCl olan kontrole (12  $\mu\text{mol/g}$  T.A) kıyasla daha yüksek bir değerde (40  $\mu\text{mol/g}$  T.A) olduğu rapor edilmiştir (Torlak, 2019). Diğer taraftan, domates bitkisinde farklı dozlarda NaCl ve humik asit uygulayarak yapılan çalışmada, serbest prolin miktarında en yüksek değer 474.08  $\mu\text{mol/g}$  T.A tuz stresi ve humik asitin birlikte uygulandığı grupta ve en düşük kontrol gruplarında tespit edilmiştir (Ural, 2020).

Özel (2019)'ın, tuz stresinin yetiştirilen ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) fidelerindeki etkisini araştırdığı çalışmada, serbest prolin miktarındaki en yüksek değer 160  $\mu\text{mol/g}$  T.A tuz stresi ve hoagland solüsyonun birlikte kullanıldığı grupta ve en düşük ise kontrol grubunda tespit etmiştir (Özel, 2019). Benzer durum asmada (Çetin vd., 2011; Singh vd., 2000), mısırdaki (Yakit vd., 2006), tütünde (Çelik vd., 2012), patatesteki (Sobieh vd., 2019) ve domatesteki (Al Khateeb vd., 2019) rapor edilmiştir. Tuz stresine toleranslı olan *Phaseolus vulgaris* Tema genotipinde 100 mM NaCl stresi altında prolin miktarının arttığı belirtilmiştir (Khaled vd., 2021). Tüm bu bilgiler ışığında, özellikle stres altında KF uygulamasının içerdiği askorbik asit ve humik asit ile ilişkili olarak prolin birikimini artırmış olabileceği düşünülebilir. Literatürle uyumlu olarak, dışardan kuşburnu içerikli fermente biyokütle uygulamasının tuz stresine karşı bitkiyi, prolin ilişkili antioksidan sistemi uyarmak suretiyle toleranslı hale getirdiği görülmektedir.

Hidrojen peroksit ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) hücre metabolizması sırasında düşük seviyelerde üretilen reaktif oksijen türlerinden (ROS) biridir, bir sinyal ajanı olarak işlev görür ancak fazlası bitki hücrelerinde genellikle şiddetli çevresel stresler altında oluşan oksidatif stres oluşturur (Sing vd., 2019). Özellikle tuz stresi altında bitkiler, hücre yapısına zarar verebilecek  $\text{H}_2\text{O}_2$  miktarını artırır ve bu da membran lipidlerinin peroksidasyonuna neden olarak hücre hasarına yol açar (Acet ve Kadioğlu, 2020). Söz konusu bu hasarın derecesini anlayabilmek ve dışardan müdahalelerle zararlı etkisini azaltabilmek oldukça önem arz etmektedir. Mevcut çalışmada, içsel hidrojen peroksit ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) miktarları ölçüldü ve 34.6-120.5  $\mu\text{mol/mg}$  arasında değişimler gözlemlendi.

Beklenen şekilde, 100 mM NaCl stresi altında en yüksek değer (120.5 µmol/mg) görülürken, stres altında KF uygulamasının H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarını önemli ölçüde azalttığı (62.91 µmol/mg) tespit edildi. Çeşitli bitkiler üzerine yapılan çalışmalarda, benzer şekilde tuz stresi altında H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarının kontrole göre önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir (Canavar 2018; Gyedre vd., 2021; Tetiktabanlar vd., 2020). Diğer taraftan, *Phaseolus vulgaris* L.'in tuz stresi altında dışarıdan askorbik asit uygulaması ile H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarını önemli ölçüde azalttığı ve buna bağlı olarak MDA'yı da düşürdüğü rapor edilmiştir (Saedi-Sar vd., 2013). Yine, Torlak (2019)'ın yapmış olduğu çalışmada, tuz stresi altındaki mısır (*Zea mays* l.) bitkisinde askorbik asitin H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarını önemli ölçüde azalttığını gözlemlemiştir (Torlak, 2019).

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarının yüksek olması dokularda oksidatif hasarın meydana geldiğini göstermektedir ve bunun da en önemli göstergesi lipit peroksidasyonu sonucu ortaya çıkan malondialdehit (MDA) birikimidir. Dolayısıyla, MDA seviyesi, membran hasarının güvenilir bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Liu vd., 2010; Gharibi vd., 2016). Elde edilen bu veriler, MDA sonuçları ile karşılaştırıldığında, S altında en yüksek lipit peroksidasyonunun olması ve stres altında KF uygulamasının MDA miktarının önemli ölçüde azaltması da H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriğindeki değişimle açıklanabilir. Sonuç olarak, elde edilen bulguların kendi içinde tutarlı ve mevcut literatürle uyumlu olduğu görülmektedir. Özellikle tuz stresinin bitkilerde MDA seviyesinde önemli ölçüde artışa neden olduğu rapor edilmiştir (Rim vd., 2021). Bu nedenle mevcut çalışmada elde edilen biyokütlenin tuz stresi altındaki fasulye bitkisinde söz konusu iyileştirici etkisini anlayabilmek için lipit peroksidasyonu seviyesi ölçümü yapıldı.

Elde edilen bulgularına bakıldığında, S altında 11.5 nmol/mL ile en yüksek MDA değeri tespit edildi. Stres altında KF uygulaması ile MDA içeriği 3.6 nmol/mL seviyesine düştü. Bu sonuç, biyokütlenin stres altında bitki hücre zarlarının korunmasına yol açtığını göstermektedir. Benzer şekilde başka bir çalışmada, tuz stresinin bezelyede (*Pisum sativum* l.) fenolik bileşikler üzerine etkisini araştırdıklarında, 100 mM NaCl stres altında 50 nmol/mL ile kontrol grubuna göre yüksek bir MDA içeriği kaydetmişlerdir (Tetiktabanlar vd., 2020). Benzer şekilde bu konuda yapılmış pek çok çalışmaya rastlanmaktadır. Örneğin, Torlak (2019), tuz stresi altındaki mısır (*Zea mays* l.) bitkisinde askorbik asitin etkisini araştırdığı çalışmada, lipit peroksidasyonu miktarında en yüksek değer 170 nmol/mL 100 mM NaCl uygulanan grupta ve en düşük değer 9 nmol/mL askorbik asit uygulanan grupta tespit edilmiştir (Torlak, 2019).

Diğer taraftan, Ural (2020), domates bitkisinde farklı dozlarda NaCl ve Humik asit uyguladığı çalışmada, lipid peroksidasyonu miktarında en yüksek değer 270 nmol/mL tuz stresi uygulanan grupta ve en düşük değer kontrol grubunda tespit edilmiştir (Ural, 2020). Ayrıca, Duman (2013), pepino (*Solanum muricatum* Ait.) bitkisinde kuraklık stresinin etkisini araştırdığı çalışmada, lipid peroksidasyonunda en yüksek değer 60 nmol/mL %100 kuraklık stresi uygulanan grupta ve en düşük değer kontrol grubunda tespit edilmiştir (Duman, 2013). Bununla birlikte, tuza toleranslı bitkilerde stres faktörleri altında MDA miktarının düşük, tuza toleransı az olan bitkilerde ise yüksek olduğu belirtilmiştir (Güneş vd., 2007). Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, üretilen biyokütlenin askorbik asit ve humik asit gibi maddeleri barındırabileceği ve söz konusu toleransı literatürle uyumlu şekilde sağlamış olabileceği söylenebilir.

Oksidatif strese ve tuz stresinin neden olduğu fizyolojik kuraklığa verilen metabolik tepki, normalden daha fazla antioksidan ve ozmoprotektan bileşiklerin sentezini içerir ve özellikle antioksidan enzim sistemleri bitkilerin stres koşullarındaki toleransında önemli rol oynar (Kadioğlu vd., 2011). Katalaz (CAT) enzimi hidrojen peroksidin ( $H_2O_2$ ), su ve  $O_2$ 'ne parçalanmasını katalizler (Havir vd., 1987). Süperoksit dismutaz (SOD), süperoksit radikalının hidrojen peroksit ve oksijene dönüşümünü katalizleyerek, organizmalara oksijen varlığında hayatta kalma imkânı veren bir enzimdir (Creighton, 1999). Askorbat peroksidaz (APX) ise, hücrelerde oluşan serbest oksijen radikallerinin temizlenmesi sağlayan bir enzimdir (Yaşar vd., 2020). Böylece ROS'lar süpürülerek zararlı etkileri bertaraf edilmeye çalışılır.

Bu çalışmada, tuz stresi altında normal koşullardakine kıyasla katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitelerinde artışlar olurken; stres altında dışarıdan KF uygulaması ile tüm enzim aktivitelerinde önemli ölçüde artış kaydedildi. Benzer şekilde, *Phaseolus vulgaris* bitkilerinin tuz stresinin olumsuz etkilerine kısmen dayanmasını sağlamak için dışardan uygulanan biyolojik kökenli uyaranlarla (biyositimulant: bitkisel biyokütle) CAT, SOD ve APX enzim aktivitelerinde önemli artışlar olduğu rapor edilmiştir (Mahmoud vd., 2020). Literatürde, tuz stresine bağlı olarak bitkilerdeki CAT aktivitesindeki artışı gösteren pek çok çalışmaya rastlanmaktadır (Ashraf vd., 2012; Comba vd., 1998; Eyidoğan vd., 2005; Kukreja 2005; Lechno vd., 1997; Sudhakar vd., 2001). Bununla birlikte stres altında dışarıdan yapılan müdahaleler de antioksidan enzimlerin aktivitesine etki edebilir.

Bununla ilgili olarak, Tiryaki (2015), fasulye genotipleri üzerinde soğuk ve tuz stresinin gidermede bakteri izolatının etkilerini araştırdığı çalışmada, CAT enzim aktivitesinde en yüksek değer 90  $\mu\text{mol/dk/g}$  T.A stres ve bakteri izolatı uygulanan grupta ve en düşük kontrol grubunda tespit etmiştir (Tiryaki, 2015). Yine, Akgül (2010), etiyole fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) fidelerinde antioksidan enzim aktivitelerinin etkisini incelediği çalışmada, CAT enzim aktivitesinde en yüksek değer 256  $\mu\text{mol/dk/g}$  T.A stres uygulanan grupta ve en düşük kontrol grubunda tespit etmiştir (Akgül, 2010). Bununla birlikte, Ural (2020)'nin domates bitkisinde farklı dozlarda NaCl ve humik asit uygulayarak hazırladığı çalışmada, CAT enzim aktivitesinde en yüksek değer 178  $\mu\text{mol/dk/g}$  T.A tuz stresi ve humik asitin birlikte uygulandığı grupta ve en düşük kontrol grubunda tespit etmiştir (Ural, 2020).

Süperoksit dismutaz enzim aktivite değerlerine bakıldığında; 6.1 – 58.3  $\mu\text{mol/dk/g}$  T.A değerleri arasında değişim gösterirken, en yüksek değer stres altında KF uygulanan grupta ve en düşük değer kuşburnu içerikli biyokütle uygulanan grupta tespit edildi. Süperoksit SOD enzim aktivite seviyesi kontrolle karşılaştırıldığında, stres altında biyokütle uygulanan gruplarda anlamlı farklılıklar olduğu gözlemlendi ( $p<0.05$ ). SOD enzim aktivitesinin çeşitli bitkilerde tuz stresine bağlı olarak arttığını gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır (Adam vd., 2019; Amjad vd., 2019; Ekinci vd., 2019; Kaya vd., 2018). Bununla birlikte, Canavar (2018)'nin, bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) genotiplerinde tuz toleransını araştırdığı çalışmada, SOD enzim aktivitesinde en yüksek değer 100  $\text{u/dk/g}$  T.A 120 mM NaCl uygulanan grupta ve en düşük kontrol grubunda tespit edilmiştir (Canavar, 2018).

Ural (2020), domates bitkisinde farklı dozlarda NaCl ve humik asit uygulayarak hazırladığı çalışmada, süperoksit dismutaz enzim aktivitesinde en yüksek değer 160  $\text{u/dk/g}$  T.A tuz stresi ile humik asitin birlikte uygulandığı grup ve en düşük değer kontrol gruplarında tespit edilmiştir (Ural, 2020). Benzer şekilde araştırmacıların, tuz stresi altındaki biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde bazı organik ve inorganik bileşiklerin antioksidatif sisteme etkilerini araştırdıkları çalışmada, süperoksit dismutaz enzim aktivitesinde en yüksek değer 21.68  $\text{u/dk/g}$  T.A NaCl ile askorbik asitin birlikte uygulandığı grupta ve en düşük kontrol grubunda tespit etmiştir (Tuna vd., 2016). Askorbat Peroksidaz enzim aktivite değerlerine bakıldığında; 2.3 – 28.7  $\mu\text{mol/dk/g}$  T.A değerleri arasında değişim gösterirken, en yüksek değer stres altında KF uygulanan grupta ve en düşük değer kontrol grubunda tespit edildi. Askorbat Peroksidaz (APX) enzim aktivite seviyesi kontrolle karşılaştırıldığında, stres altında biyokütle uygulanan gruplarda anlamlı farklılıklar gözlemlendi ( $p<0.05$ ).

APX enzim aktivitesinin çeşitli bitkilerde tuz stresine bağlı olarak arttığını gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır (Canavar, 2018; Durukan, 2011; Gossett vd., 1996; Rahnema vd., 2003; Samira vd., 2021; Yaşar vd., 2006). Bununla birlikte, Akgül (2010), etiyole fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) fidelerinde antioksidan enzim aktivitelerinin etkisini incelediği çalışmada, askorbat peroksidaz 15 µmol/dk/g T.A stres uygulanan grupta ve en düşük kontrol grubunda tespit etmiştir (Akgül, 2010). Ural (2020), domates bitkisinde farklı dozlarda NaCl ve humik asit uyguladığı çalışmada, APX enzim aktivitesinde en yüksek değer 190 µmol/dk/ g T.A tuz stresi ile humik asitin birlikte uygulandığı grupta ve en düşük değer kontrol gruplarında tespit etmiştir (Ural, 2020).

Mevcut çalışmada elde edilen bulgular birlikte ele alındığında, literatürle uyumlu olduğu görülmektedir. Stres altında KF uygulamasının bitkideki antioksidan enzim sistemlerini uyarmak suretiyle, ROS'ları süpürdüğü ve böylece söz konusu oksidatif hasarı azalttığı düşünülebilir. Yine, elde edilen biyokütlenin içeriğindeki kuşburnundan kaynaklı askorbik asitin ve biyo dönüşüm sonucu açığa çıkan humik asitin antioksidan enzimlerin daha fazla indüklenmesine sebep olduğu ortaya çıkmaktadır. Askorbik asitin tuz stresi altında bitkilere uygulanmasının strese karşı toleransı artırdığı zaten bilinmektedir (Agami, 2014). Çalışmadaki söz konusu iyileştirici etkilerin literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.

Biyogaz üretim şartları ve kullanılan materyaller metan oluşum miktarını, proses sonucu oluşan organik maddeyi, bakteri gelişimini ve C/N oranını etkilemektedir (Amodeo vd., 2021; Theaker vd., 2021; Wei vd., 2018). Önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre sakatat gibi yağ içeriği yüksek maddeler kullanıldığında biyogaz üretimi gerçekleşmemiştir. Ancak selüloz içeriği yüksek maddeler kullanıldığında biyogaz veriminin arttığı gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra oligo ve poli fenolik içeriği yüksek çay atığı gibi atıkların kullanımında biyogaz üretim miktarlarının düştüğü gözlemlenmiştir (Sarıbyık vd., 2021). Genel olarak elde edilen sonuçlar, organik içeriğin artması oluşan biyogaz miktarının da arttığını göstermektedir (Amodeo vd., 2021). Biyoprosesin son aşamasında oluşan asetik asit vb. organik asitler sebebiyle oluşan ürünlerden dolayı pH düşerek asidik ortam oluşmaya başlamaktadır (pH 5-6.5). Önceki çalışmalara göre elde edilen sonuçlarda *E. Coli* bakterilerinin yaşamlarının asetik asit ve sodyum klorür varlığında incelendiğinde, ortamda tuz olması durumunda bakterilerin çoğalmalarını gerçekleştirmese de hayatta kalmaya devam ettiklerini göstermektedir (Hosein vd., 2010).

Hatta bazı çalışmalara göre asetik asit, propiyonik asit ve laktik asit gibi organik asitlere maruz bırakılan bakteriler ortama NaCl ilave edildiğinde gelişimlerini daha da artırmaktadır (Bae ve Lee, 2015). Bunların dışında bir diğer çalışmada ise tuz stresine maruz bırakılmış soya bitkisine dışardan salisilik asit uygulandığında gelişimini devam ettirebildiği görülmüştür (Abriz vd., 2018). Yapılan çalışmada biyoproses sonucu oluşan organik asitler sebebiyle pH'nın düşmesine rağmen hümik asit ve fülvik asit seviyelerinin arttığı görülmüştür. Hümik asitle ilgili yapılan çalışmalar hümik asit varlığının toprak pH'sını artırmasının yanı sıra organik içerik miktarının ve katyon değişim kapasitesinin iyileştiği görülmüştür (Rekaby vd., 2019; Rahimi, 2019; Othman, 2021). Yine çalışmadan elde edilen sonuçlara göre özellikle kuşburnu katkılı biyoproses sonucu oluşan biyokütlerde organik madde miktarının arttığı görülmüştür.

Hümik, Fülvik gibi organik asitlerin varlığının ve organik madde içeriğinin kuşburnu katkılı çalışmada artmasına ilaveten iletkenlik testi sonuçlarına göre kuşburnu katkılı biyoprosesin iletkenlik değerlerinde de artış gözlemlenmiştir (Tablo 29). İletkenlik testi sonuçlarının daha yüksek çıkması, hidroliz/asidogenik/asetogenik/metanogenik gibi biyoproses aşamalarında büyük moleküllerin parçalanması sonucu ortaya çıkan suda çözünebilir iyonik karakterli elektrolitik moleküller sonucu meydana gelmektedir. Bunların yanında pH'nın biyoproses sonrası düşmesi ortamda karboksilik gibi asidik karakterli organik maddelerin miktarının arttığını göstermektedir.

Biyoproses sonucu oluşan karboksilik asitler zayıf asitlerdir şelat karakterli moleküllerdir ve suda çözünürlükleri düşüktür. Önceki çalışmalar incelendiğinde, Fe, Zn gibi sentetik gübrelerde kullanılan moleküllerde, etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) vb. organik şelatlayıcı moleküller ile kompleks oluşturduktan sonra kullanılmaktadır (Lazo vd., 2017). Buradaki temel amaç metal salınım hızını yavaşlatarak bitkinin besin ihtiyacını uzun süre karşılamayı hedeflemektedir (Lazo vd., 2017). Buna benzer olarak diğer çalışmada ise sitrik asit ve tartarik asit gibi düşük molekül kütleli ligand karakterli organik asitlerin Zn salınımına katkı sağladığı görülmüştür. Bu işlemlerde pH'nın ve ortamdaki diğer katyonların etkin rol oynadığı bulunmuştur (Shafigh vd., 2019). Kuşburnu atığı katkılı çalışmayı diğer çalışmalarla kıyasladığımızda, toplam organik madde içeriğinin, hümik ve fülvik asit değerlerinin ve iletkenliklerinin artmasına rağmen biyoproses sonucu elde edilen sıvı örnekte N, P ve K'nın değerinde artış görülmemektedir.

Bu sonuçlar ve önceki çalışmalar göz önüne alındığında; iletkenlik artışı elektrolitik moleküllerin artışının gerçekleştiğini gösterdiğinden, elektrolitik moleküllerin  $\text{Na}^+$  ile yük dengesini sağlamasına bağlı olarak derişimini azaltabileceği düşünülmektedir. Bir diğer öngörü ise, önceki çalışmalara kıyasla bitkinin daha yüksek tuz miktarı kullanılarak tuz stresine maruz bırakılmasına rağmen gelişimini sürdürmesi, ortamda biyoproses sonucu oluşan organik maddelerin katkısına ek olarak, organik asitler ile tuz stresi sebebiyle aynı ortamda bulunan tuzun etkileşimiyle alakalı olabileceğini göstermektedir.

Bu etkileşime göre; sodyum ile organik asitler arasında meydana gelecek konjuge asit-baz çifti sodyum asetat organik asit tamponları vb. gibi tampon oluşumunu sağlayarak bitki kök hücrelerinin maruz kaldığı stresi azaltarak (Askorbik asit) sodyum asetatın hücreye taşınışını gerçekleştirebileceği düşünülmektedir. Le Châtelier prensibine göre konjuge asit-baz çiftinin oluşturduğu organik tuzun azalması eşitliğin sürekli sağa doğru kaymasına sebep olmaktadır. Bu işlem gerçekleştiğinde ortamda bulunan  $\text{Na}^+$  miktarı azalacağı için bitki köklerine uygulanan  $\text{NaCl}$  azaltılmış olacaktır. Böylece bitki büyüme ve gelişimini devam ettirerek tuz stresine bağlı etkileri kısmen tolere etmiş olacaktır.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma sonucunda;

- Büyüme parametreleri tayininde kök, gövde ve yaprak büyümesinde ortalama en yüksek değerin tuz stresi altındaki kuşburnu içerikli fermente biyokütle uygulanan grupta olduğu ve diğer bitki gruplarına göre anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

- Bağıl su içeriği tayininde en yüksek değerin stres ve kontrol gruplarının her ikisinde de Kuşburnu içeren fermente biyokütlede olduğu ve diğer bitki gruplarına göre anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

- Klorofil a ve klorofil b tayininde stres ve kontrol grupları ile kıyaslandığında en yüksek değerin Kuşburnu içerikli biyokütle gruplarının her ikisinde de olduğu ve diğer bitki gruplarına göre anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

- Toplam klorofil tayininde stres ve kontrol grupları ile kıyaslandığında en yüksek değerin Kuşburnu içerikli fermente biyokütle gruplarında olduğu ve diğer bitki gruplarına göre anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

- Karotenoid tayininde stres ve kontrol grupları ile kıyaslandığında en yüksek değerin 100 mM NaCl stresi altında yetiştirilen grupta olduğu ve diğer bitki gruplarına göre anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

- Total fenolik tayininde stres ve kontrol grupları ile kıyaslandığında en yüksek değerin, 100 mM NaCl stresine maruz kalmış bitki grubu ve tuz stresi altında kuşburnu içerikli fermente biyokütle uygulanan grupta olduğu ve diğer bitki gruplarına göre anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

- Toplam flavonoid tayininde kontrol ve stres grupları ile kıyaslandığında en yüksek değerin, 100 mM NaCl stresine maruz kalmış bitki grubu ve tuz stresi altında kuşburnu içerikli fermente biyokütle uygulanan grupta olduğu ve anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

- Antosiyanin miktarı tayininde kontrol ve stres grupları ile kıyaslandığında en yüksek değerin, 100 mM NaCl stresine maruz kalmış grupta olduğu ve anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

- Prolin miktarı tayininde kontrol ve stres grupları ile kıyaslandığında, en yüksek değerin stres altında kuşburnu fermente biyokütle uygulanan grupta olduğu ve anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

- Hidrojen peroksit miktarı tayininde kontrol ve stres grupları ile kıyaslandığında en yüksek değerin 100 mM NaCl stresine maruz kalmış grupta, en az değerin ise stres altındaki kuşburnu fermente biyokütle uygulanan grupta olduğu ve değerlerin anlamlı bir düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

- Lipit peroksidasyonu miktarı tayininde en yüksek değerin 100 mM NaCl stresine maruz kalmış grupta, en az değerin ise stres altındaki kuşburnu fermente biyokütle uygulanan grupta olduğu ve değerlerin anlamlı bir düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

- Antioksidan enzim aktivite tayinlerinde; katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve askorbat peroksidaz (APX) enzim aktiviteleri, ayrı ayrı kontrol ve stres grupları ile kıyaslandığında en yüksek değerlerin 100 mM strese maruz kalmış ve kuşburnu fermente biyokütle uygulanmış grupta olduğu ve değerlerin anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda, Prolin, klorofil miktarı MDA miktarı vb. sonuçlardan elde edilen verilere göre tuz stresi altında sıvı organik biyokütle uygulanan bitkiler, sadece 100 mM tuz stresine maruz kalan bitkilere oranla, gelişimlerini %50-%75 oranlarında daha toleranslı hale getirmişlerdir.

Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda;

- Doğaya salınan ve karbondioksitten daha fazla küresel ısınmaya sebep olan metan gazının uygun amaçlar için kullanılarak bitkilerin fotosentezde kullanabileceği forma dönüştürerek atmosfere salınmasıyla küresel ısınmanın önüne geçilebileceği ayrıca havanın daha temiz ve geri dönüşüme müsait halde gazlardan oluşabileceği,

- Şehirlerde vahşi depolama yöntemleri ile bir araya getirilen atıkların, bu yöntemle uygun şekilde geri dönüşümüne kazandırılması ile ortaya çıkan kötü koku ve görüntülerin giderilebileceği,

- Yurtdışından alınan fosil kökenli yakıtlara alternatif yakıtların elde edilebileceği ve biyoreaktörden elde edilen biyogazın ülke ekonomisine katkı sağlayabileceği,

- Organik sanayi/evsel atıkların biyogaz üretiminde kullanılabileceği,

- Biyoproses sonucu elde edilen biyogazın kırsal alanda kullanılabilmesi ile kırsal kalkınmaya destek sağlanabileceği, böylece şehirlere göçün engellenebileceği,

- Biyoproses sonucu elde edilen biyogübrenin hem bitki gelişiminde kullanılarak yıllık rekoltanın artırılabilmesi hem de tuz stresine bağlı verim düşmesinin önüne geçilebileceği,

- Çorak halde bulunan ekilip biçilmeyen alanların elde edilen biyokütle ile tarım/orman arazisi olarak kullanımına olanak sağlayabileceği,

- Sentetik gübre kullanımının azaltılarak bunun yerine daha düşük maliyetli doğal yöntemlerden elde edilen biyogbrenin kullanılması ile çiftçilere destek sağlanabileceği, sentetik gübre kullanımına bağlı oluşan tuzluluğun ve ağır metal içeriklerinin azaltılarak toprak kirliliğinin önüne geçilebileceği öngörülmektedir.

Elde edilen bulgulara göre, geliştirilen sıvı organik biyokütle, organik atıkların kullanılmasına imkn vererek, biyogübre ve alternatif enerji üretimine öncülük edebilecek, bölgesel kalkınmayı destekleyecek, çevreye dost, biyoteknolojik bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.



## KAYNAKÇA

- Abobatta, W. F. (2020). Plant responses and tolerance to extreme salinity: learning from halophyte tolerance to extreme salinity, in salt and drought stress tolerance in plants. Chapter 7, Springer, ISSN: 1867-9056, 177- 210.
- Abubaker, J., Risberg, K. ve Pell, M. (2012). Biogas residues as fertilisers – Effects on wheat growth and soil microbial activities. Applied energy, 99.
- Abouzari, A ve Kakheri, B. A. (2015). Reactive oxygen species: generation, oxidative damage and signal transduction. Int. J. Life Sci., pp. 3-17.
- Abrahám, E., Rigó, G. ve Székely, G. (2003). Light-dependent induction of proline biosynthesis by abscisic acid and salt stress is inhibited by brassinosteroid in *Arabidopsis thaliana*. Plant Molecular Biology, 51:363–372.
- Abriz, S. F ve Golezani, K. (2018). How can salicylic acid and jasmonic acid mitigate salt toxicity in soybean plants, Ecotoxicology and Environmental Safety, Volume 147, Pages 1010-1016, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.09.070>.
- Acet, T ve Kadioğlu, A. (2020). SOS5 gene-abscisic acid cross talk and their interaction with antioxidant system in *Arabidopsis thaliana* under salt stress. Physiol Mol Biol Plants 26, 1831–1845 <https://doi.org/10.1007/s12298-020-00873-4>.
- Adam, Y.A.A., Ibrahim, M.E.H., Zhou, G., Nimir, E.A.N., Jiao, X., Zhu, G., ... Lu H. (2019). Ameliorative effects of jasmonic acid and humic acid on antioxidant enzymes and salt tolerance of forage sorghum under salinity conditions. Agronomy Journal, 111, 3099–3108. <https://doi.org/10.2134/agronj2019.05.0347>.
- Agami, R.A. (2014). Applications of ascorbic acid or proline increase resistance to salt stress in barley seedlings. Bio Plant 58, 341–347. <https://doi.org/10.1007/s10535-014-0392-y>.
- Ahamed, R., McKee, K. ve Howard, I. (2020). Advancements of wave energy converters based on power take off (PTO) systems: A review, Ocean Engineering Volume 204, 107248, <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107248>.
- Akgül, B. (2010). *Etiyole Fasulye (Phaseolus Vulgaris L.) Fidelerinde Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Ve Total Fenolik Bileşiklerin İncelenmesi*, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Akıncı, S ve Akıncı, İ. E. (2000). Bazı patlıcan (*Solanum melongena* L.) çeşitlerinin çimlenme döneminde tuza tepkileri. Fen ve Mühendislik Dergisi, 3(1), 58-64.

- Al Khateeb, W., Basahi, R.A. ve Al-Qwasemeh, H. (2019). Effect of salt stress on in vitro grown *Solanum nigrum* L. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 25 (1), 72-78.
- Alonso, C., Ramos-Cruz, D. ve Becker, C. (2019). The role of plant epigenetics in biotic interactions, New Phytologist, 221(2), 731-737.
- Alsafari, S. A., Galal, H. K.ve Bafeel, S. O. (2019). Growth and anatomy of the tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) Cultivars marmande and oria under salinity stress. Pakistan Journal Of Botany, 51(4), 1199-1207. [http://doi.org/10.30848/PJB2019-4\(16\)](http://doi.org/10.30848/PJB2019-4(16)).
- Amjad, M., Ameen, N., Murtaza, B., Imran, M., Shahid, M., Abbas G., ... Jacobsen S.E. (2019). Comparative physiological and biochemical evaluation of salt and nickel tolerance mechanisms in two contrasting tomato genotypes. Scandinavian Plant Physiology Society, ISSN 0031-9317.
- Amor, Z. H., Acharjee, T. K., Dhaouadi, L. ve Bouri, S. (2020). Impacts of climate change on irrigation water requirement of date palms under future salinity trend in coastal aquifer of Tunisian oasis, Agricultural Water Management Volume 228, 105843, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105843>.
- Amodeo, C., Hattou, S., Buffiere, P. ve Benbelkacem, H. (2021). Temperature phased anaerobic digestion (TPAD) of organic fraction of municipal solid waste (OFMSW) and digested sludge (DS): Effect of different hydrolysis conditions. Waste Management, Volume 126, Pages 21-29, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.049>.
- Anaya, F., Fghire, R., Wahbi, S. ve Loutfi, K. (2018). Influence of salicylic acid on seed germination of vicia faba l. under salt stress. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 17 (1):1-8.
- Anonim, (2010). Tarımda kullanılan organik, organomineral gübreler ve toprak düzenleyiciler ile mikrobiyal, enzim içerikli ve diğer ürünlerin üretimi, ithalatı ve piyasaya arzına dair yönetmelik. 4 Haziran 2010 tarih ve 27601 sayılı Resmî Gazete.
- Arnon, D. I. (1949). Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta Vulgaris, Plant Physiol., 24, 1–15.
- Ashraf, M., Ahmad, P., Hakeem, K. R., Kumar, A. ve Akram, N.A. (2012). Salt-induced changes in photosynthetic activity and oxidative defense system of three cultivars of mustard (*Brassica juncea* L.). Afr. J. Biotechnol., 11(11), 2694– 2703.

- Atış, İ. (2011). Bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(2), 58-67.
- De Azevedo Neto, A. D., Prisco, J. T. ve Enéas-Filho, J. (2005). Hydrogen peroxide pre- treatment induces salt-stress acclimation in maize plants, Journal of Plant Physiology, 162:1114–1122.
- Bae, Y. M ve Lee, S. Y. (2015). Combined effects of organic acids and salt depending on type of acids and pathogens in laboratory media and acidified pickle. J Appl Microbiol;119(2):455-64. doi: 10.1111/jam.12845.
- Başdınç, T. (2020). *Kentsel arıtma çamurunun fasulyede (Phaseolus vulgaris L.) çıkış oranı ve fide gelişimi üzerine etkileri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Başdınç, M. A. (2019). *Ispanakta vermikompost ve su yosununun tuz stresi üzerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Yüzüncü yıl Üniversitesi, Van.
- Bates, L. S., Waldren, R. P. ve Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil., 39, 205-207 pp.
- Beara, I. N., Lesjak, M. M., Cetojevic-Simin, D. D., Marjanovic, Z. S., Ristic, J. D., Mrkonjic, Z. O. ve Mimica-Dukic, N. M. (2014). Phenolic profile, antioxidant, antiinflammatory and cytotoxic activities of black (*Tuber aestivum Vittad.*) and white (*Tuber magnatum Pico*) truffles, Food Chemistry,165, pp. 460–466.
- Birgin, Ö. (2021). *Sera koşullarında kuraklık stresi altında yetiştirilen domates bitkisinde yapraktan kalsiyum uygulamasının etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Şırnak Üniversitesi, Şırnak.
- Boreka, K ve Romaniuk, W. (2020). Biogas installation for harvesting energy and unitlization of natural fertilisers. Sciendo agricultural engineering, 24(1), 1-14. doi:10.1515/agriceng-2020-0001.
- Brown, L., Rosner, B., Willett, W. W. ve Sacks, F. M. (1999). Cholesterol-lowering effects of dietary: a meta analysis. American Journal of Clinical Nutrition, 69(1), 30-42.
- Canavar, S. (2018). *Bazı arpa (Hordeum vulgare L.) genotiplerinde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal olarak araştırılması*, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

- Cestonaro, T., Costa, M. S. S. D. M., Costa, L. A. D. M., Rozatti, M. A. T., Pereira, D. C., Lorin, H. E. F. ve Carneiro, L. J. (2015). The anaerobic co-digestion of sheep bedding and %50 cattle manure increases biogas production and improves biofertilizer quality. *Waste Management*, 46,612-618.
- Chalker Scott, L. (1999). Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochemistry and Photobiology*, 70(1): 1–9.
- Chutipaijit, S., Chaum, S. ve Sompornpailin, K. (2011). High contents of proline and anthocyanin increase protective response to salinity in *Oryza sativa* L. spp. *Indica*. *Aust. J. Crop Sci.*, 5, 1191–1198.
- Creighton, T. E. (1999). *Encyclopedia of Molecular Biology*, 1(4), 631-632.
- Comba, M. E., Benavides, M. P. ve Tomaro, M. L. (1998). Effect of salt stress on antioxidant defence system in soybean root nodules. *Aust. J. Plant Physiol.* 25, 665–671.
- Chukeaw, T., Tiyyathaa, W., Jaroenpanona, K., Witoon, T., Kongkachuichay, P., Chareonpanich, M. ve Seubsai, A. (2021). Synthesis of value-added hydrocarbons via oxidative coupling of methane over MnTiO<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>/SBA-15 catalysts. *Process Safety and Environmental Protection*, 148, 1110–1122. doi:<https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.02.030>.
- Çelik, Ö ve Atak, C. (2012). The effect of salt stress on antioxidative enzymes and proline content of two Turkish tobacco varieties. *Turkish Journal of Biology*, 36(3), 339. <http://doi.org/10.3906/biy-1108-11>.
- Çetin, E. S., Toy, D., Adar, M. ve Göktürk, B. N. (2011). Tuz stresinin in vitro koşullarda bazı Amerikan asma anaçlarında sürgün gelişimi ve prolin miktarları üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 1-7.
- Çoşkun, T., Manav, N., Debik, E., Binici, M. S., Tosun, C., Mehmetli, E. ve Baban, A. (2010). Anaerobic digestion of cattle manure. *Samsun Üniversitesi, Samsun, Türkiye*.
- Dajic Z., Madhava, R. K., Raghavendra, A. ve Janardhan R. K. (2006). *Salt Stress. Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/14020422563>.
- Dalkılıç, M ve Önder, M. (2011). Konya ekolojik şartlarında farklı zamanlarda ekilen maş fasulyesi (*Vigna Radiata* L. wilczek) genotiplerinin verim ve bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi*, 12-15 Eylül, Bursa.

- Dastranj, M ve Sepaskhah, A. R. (2021). Effect of irrigation water salinity and deficit irrigation on soil ions variation and uptake by saffron (*Crocus sativus* L.) under two planting methods. *Plant Growth Regul.* <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10291-1>.
- Demir, N., Yildiz, O., Alpaslan, M. ve Hayaloglu, A. A. (2014). Evaluation of volatiles, phenolic compounds and antioxidant activities of rose hip (*Rosa* L.) fruits in Turkey. *LWT - Food Science and Technology*, 57, 126-133.
- Deniz, İ., Öz, M. ve Baltacı, C. (2018). Gümüşhane yöresi kuşburnu (*Rosa canina* L.) ve siyah kuşburnu (*Rosa pimpinellifolia* L.) meyvelerinin c vitamini ve şeker analizleri. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 8: 284-292.
- Doğan, A., Kazankaya, A., Çelik, F. ve Uyak, C. (2006). Kuşburnunun Halk Hekimliğindeki Yeri ve Bünyesindeki Bileşenler Açısından Yararları. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Tokat, Türkiye, s.45-53.
- Duman, S. (2013). *Pepino (Solanum muricatum Ait.) Bitkisinin Kuraklık Stresine Karşı Bazı Fizyolojik Değişimlerinin İncelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.
- Durukan, A. (2011). *Tescilli Haşhaş (Papaver somniferum L.) Çeşitlerinde Tuz Stresinin Antioksidant Enzimler Üzerine Etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Ekinci, M., Yıldırım, E., Dursun, A. ve Mohamedsrajen, N. S. (2019). Putrescine, Spermine and Spermidine Mitigated the Salt Stress Damage on Pepper (*Capsicum annum* L.) Seedling. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2). <https://doi.org/10.29133/yyutbd.562482>.
- ElSayed, A. I., Rafudeen, M. S., Gomaa, A. M. ve Hasanuzzaman, M. (2021). Exogenous melatonin enhances the reactive oxygen species metabolism, antioxidant defense-related gene expression, and photosynthetic capacity of *Phaseolus vulgaris* L. to confer salt stress tolerance. *Physiologia Plantarum*. 1–13. <https://doi.org/10.1111/ppl.13372>.
- Eroğlu, İ. (2007). *Tuz Stresinin Bazı Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Kültür Çeşitlerinde Tohum Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Ege Üniversitesi, İzmir.
- Eryılmaz, F. (2007). *Bakır (Cu) uygulanmış mısır (Zea mays L.) fidelerindeki antioksidan aktivitelerin fizyolojik ve anatomik yönden incelenmesi*. Yayımlanmamış doktora tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

- Eryılmaz, F. (2006). The relationships between salt stress and anthocyanin content in higher plants. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 20:1, 47-52, Doi: 10.1080/13102818.2006.10817303
- Es-Safi, N. E., Kollman, A., Khelifi, S. ve Ducrot, P. H. (2007). Antioxidative effect of compounds isolated from *Globularia alypum* L. structure activity relationship. *LWT*, 40, 1246–1252.
- Etminan, M., Myhre, G. ve Highwood, E. J. (2016). Shine Radiative forcing of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide: a significant revision of the methane radiative forcing, *Geophys. Res. Lett* 43, pp. 12,614-12,623, Doi:10.1002/2016GL071930.
- Eyidoğan, F ve Oz, M. T. (2005). Effect of salinity on antioxidant responses of chickpea seedlings. *Acta Plant Physiol.* 29,485-493.
- Ferreira, S. F., Buller, L. S., Berni, M. ve Forster-Carneiro, T. (2019). Environmental impact assessment of end-uses of biomethane. *Journal of Cleaner Production* 230, 613e621.
- Fini, A. (2011). Stress-induced flavonoid biosynthesis and the antioxidant machinery of plants. *Plant Signal. Behav.* pp. 709-711.
- Gechev, T. S., Breusegem, F. V., Stone, J. M., Denev, I. ve Laloi, C. (2006). “Reactive Oxygen Species as Signals that Modulate Plant Stress Responses and Programmed Cell Death”, *BioEssays*, 28: 1091- 1101.
- Gentry, S. H. (1969). Origin of the Common Bean, *Phaseolus vulgaris* L. *Economic Botany*, 23, 55-69.
- Gharibi, S., Ebrahim, B., Tabatabaei, S., Saeidi, G., Amir, S. ve Goli, H. (2016). Effect of drought stress on total phenolic, lipid peroxidation, and antioxidant activity of *Achillea species*. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 178:796–809.
- Gil, E., Morales, Y. ve Ochoa, T. (2021). Addressing the Effects of Climate Change on Modeling Future Hydroelectric Energy Production in Chile, *Energies* 14, 241. <https://doi.org/10.3390/en14010241>
- Gill, S. S ve Tuteja, N. (2010). Reactive Oxygen Species and Antioxidant Machinery in Abiotic Stress Tolerance in Crop Plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 48, 909–930.
- Gossett, D. R., Banks, S. W., Millhollon, E. P. ve Lucas, M. C. (1996). Antioxidant response to NaCl stress in a control and NaCl tolerant cotton cell line grown in the presence of paraquat, buthionine, sulfoximine, and exogenous glutathione. *Plant Physiol.*, 112(2), 803-809.

- Gould, S. K ve Lister, C. (2006). Flavonoid Functions in Plants. Flavonoids: chemistry, biochemistry, and applications, Edited by Andersen, M. Ø., Markham, R. K. Taylor & Francis Group, Boca Raton, 397–441.
- Gonzales, L ve Gonzales-Vilar, M. (2001). Determination of relative water content. In: Reigosa MJ (ed) Handbook of plant ecophysiology techniques. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 207–212.
- Grace, S. C. (2005). Phenolic as Antioxidants, Antioxidants and Reactive Oxygen Species in Plants, ISBN: 978-1-4051-2529-1, Oxford, Britain, 302p.
- Gratão, P. L. (2015). Cadmium Stress Antioxidant Responses And Root-To-Shoot Communication In Grafted Tomato Plants. Biometals., pp. 803-816.
- Gull, A., Lone, A. A. ve Wani, N. U. I. (2019). Biotic and Abiotic Stresses in Plants, Abiotic and Biotic Stress in Plants, IN: De Oliveira, A.(ed), IntechOpen, ISBN: 978-1-78923-812-9.
- Gupta, B ve Huang, B. (2014). Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. Int. J. Genom. 2014, 701596
- Güneş, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Guneri-Bagci, E. ve Cicek, N. (2007). Salicylic Acid Induced Changes on Some Physiological Parameters Symptomatic for Oxidative Stress and Mineral Nutrition in Maize (*Zea mays* L.) Grown under Salinity, Journal of Plant Physiology, 164, 728–736.
- Gyedre, S. A., Stelamaris, O. P. M., Sergimar, K. P. P., Emílio, C. M., Lineker, S. L., Elton, C. M., ... Enéas, G.F. (2021). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> priming promotes salt tolerance in maize by protecting chloroplasts ultrastructure and primary metabolites modulation. Plant Science, Volume 303, 2021, 110774, ISSN 0168-9452, <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110774>.
- Halilova, H. (1996). Mikroelementlerin Biyokimyası. Tarım ve Köy Dergisi, 11:52-53. Eylül-Ekim, Ankara.
- Hancıoğlu, N. E. (2012). *Farklı Sulama Suyu Kalitesi Ve Sulama Düzeylerinin Kekik Bitkisinde (Origanum onites L.) Verim ve Kalite Parametrelerine Etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Hassan, W. (2017). Oxidative stress and antioxidant potential of one hundred medicinal plants. Current Topics in Medicinal Chemistry. pp. 1336-1370.
- Havir, E. A ve Mchale, N. A. (1987). Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. Plant Physiol, 84, 450-455.
- Havrysh, V., Kalinichenko, A., Mentel, G. ve Olejarz, T. (2020). Commercial Biogas Plants: Lessons for Ukraine. mdpi energies, 13, 2668. doi:10.3390/en13102668.

- Hell, L. (2017). Antioxidants maintain cellular redox homeostasis by elimination of reactive oxygen species. *cellular physiology and biochemistry*. pp. 532- 553.
- Heath, R. L ve Packer, L. (1968). Photoperoxidation in Isolated Chloroplasts. I. Kinetics and Stoichiometry of Fatty Acid Peroxidation. *Archives in Biochemistry and Biophysics* 125, 189–198.
- Hernandez, J., A., Campillo, A., Jiménez, A., Alarcón, J. J. ve Sevilla, F. (1999). Response of Antioxidant Systems and Leaf Water Relations to NaCl Stress in Pea Plants, *New Phytologist*, 141, 2, 241-251.
- Hoagland, D. R ve Arnon, D. I. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. Circular. California Agricultural Experiment Station, 347(2nd edit).
- Hosein, A. M., Breidt, F. ve Smith, C. E. (2011). Modeling the effects of sodium chloride, acetic acid, and intracellular pH on survival of *Escherichia coli* O157:H7. *Appl Environ Microbiol.* 77(3):889-895. doi:10.1128/AEM.02136-10.
- Jacobsen, T ve Adams, R. M. (1998). Salt and Salt in Ancient Mesopotamian Agriculture. *Science*, 128, 1251-1258.
- Jan, R., Asaf, S., Numan, M. ve Kim, K. (2021). Plant Secondary Metabolite Biosynthesis and Transcriptional Regulation in Response to Biotic and Abiotic Stress Conditions. *Agronomy*, 11, 968. <https://doi.org/10.3390>.
- Jansen, M ve Potters, G. (2017). Stress: The way of life. CAB International, Plant Stress Physiology, 2nd Edition (ed. S. Shabala).
- Jini, D ve Joseph, B. (2017). Physiological Mechanism of Salicylic Acid for Alleviation of Salt Stress in Rice. *Rice Science*, 24 (2): 97-108.
- Josephine, A ve Michael, N. (2021). Stimulation of the phenylpropanoid pathway and antioxidant capacities by biotic and abiotic elicitation strategies in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) sprouts, *Process Biochemistry*, Volume 100, Pages 98-106, ISSN 1359-5113, <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2020.09.027>.
- Kaçar, B ve Katkat, V. (2007). Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Yayın No: 1119. Fen Ve Biyoloji Yayın Dizisi:34 Isbn 978-9944-77-159-7.2. Basım, S.1-538 Ankara.
- Kadioğlu, A., Saruhan, N. ve Sağlam, A. (2011). Exogenous salicylic acid alleviates effects of long term drought stress and delays leaf rolling by inducing antioxidant system. *Plant Growth Regul* 64, 27–37 <https://doi.org/10.1007/s10725-010-95323>
- Kalefetoğlu, T ve Ekmekçi, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18(4) : 723-740.

- Kanai, M., Higuchi, K., Hagihara, T., Konishi, T., Ishii, T., Fujita, N., ... Tadano, T. (2007). Common reed produces starch granules at the shoot base in response to salt stress. *New Phytol.* 176 (3), 572–580.
- Kasote, D. M., Katyare, S. S., Hedge, M. V. ve Bae, H. (2015). Significance Of Antioxidant Potential Of Plants And Its Relevance To Therapeutic Applications. *International Journal of Biological Sciences.*, pp. 982-991.
- Katerji, N., Van-Hoorn, J. W., Hamdy, A. ve Mastrorilli, M. (1997). Response of tomatoes a crop of indeterminate growth to soil salinity, *Agricultural Water Management*, 38: 59-68.
- Kaya, A ve İnan, M. (2018). Kuraklık ve Tuz Streslerine Maruz Kalan Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Melatoninin Etkileri, *Tarım ve Doğa Dergisi*, Araştırma Makalesi.
- Khaled, T., Fadhila, T., Leila, A. A., Amel, E., Moulay, B. José. ve Miguel, M. (2016). Effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidant defence systems in *Phaseolus vulgaris* L., *South African Journal of Botany*, Volume 105, Pages 306-312, ISSN 0254-6299, <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.03.011>.
- Khaled, T., Abderrahim, L. A., Boussaid, M., Bissoli, G., Taïbi, F., Achir, M., ... Mulet J. M. (2021). Salt-tolerance of *Phaseolus vulgaris* L. is a function of the potentiation extent of antioxidant enzymes and the expression profiles of polyamine encoding genes. *South African Journal of Botany*, Volume 140, 2021, Pages 114-122, ISSN 0254-6299, <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.03.045>.
- Khan, S. A., Li, M. Z., Wang, S. M. ve Yin, H. J. (2018). Revisiting the Role of Plant Transcription Factors in the Battle Against Abiotic Stress, *International Journal of Molecular Sciences*, 19(6), 1634.
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T. ve Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food Nutr Res.* 2017;61(1):1361779. doi:10.1080/16546628.2017.1361779.
- Kinoshita, T ve Seki, M. (2014). Epigenetic Memory for Stress Response and Adaptation in Plants, *Plant and Cell Physiology*, 55(11), 1859-1863.
- Koltuk, G. (2021). *Tuz Stresi Altındaki Maş Fasulyesi Filizlerine (Vigna Radiata L. R. Wilczek) Selenyum Uygulamalarının Büyüme Ve Antioksidan Parametreleri Üzerine Etkileri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- Kukreja, S. Nandval, A. S., Kumar, N., Sharma, S. K., Unvi, V. ve Sharma, P. K. (2005). Plant water status, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> scavenging enzymes, ethylene evolution and membrane integrity of *Cicer arietinum* roots as affected by salinity. *Biol. Plant.*, 49, 305-308.
- Kumar, A., Singh, S., Gaurav, A. K., Srivastava, S. ve Verma, J. P. (2020). Plant growth-promoting bacteria: biological tools for the mitigation of salinity stress in plants, *frontiers in microbiology*. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01216>.
- Kurt, C. H. (2020). *Salisilik asit uygulamalarının tuz stresi koşullarında yetiştirilen soya (Glycine max. L.)'nın fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H. Y., Abak, K. ve Sarı, N. (2010). Screening and saving of local vegetables for their resistance to drought and salinity. UNDP Project MDGF-1680 UN Joint Programme on enhancing the capacity of Turkey to Adapt to climate change. Final Report.
- Kutbay, H. G ve Kılınç, M. (1996). Kuşburnu (*Rosa. L.*) Türlerinin Taksonomik Özellikleri ve Türkiye'deki Yayılışları. Kuşburnu Sempozyumu, 5-6 Eylül 1996, Gümüşhane, Türkiye, s.75-83.
- Lazo, D. E., Dyer, L. G. ve Alorro, R. D. (2017). Silicate, phosphate and carbonate mineral dissolution behaviour in the presence of organic acids: A review, *Miner. Eng* 100pp. 115-123, <http://dx.doi.org/10.1016/j.mineng.2016.10.013>.
- Lechno, S., Zamzki, E. ve Telor, E. (1997). Salt stress induced responses in cucumber plants. *J. Plant Physiol.*, 150, 206-211.
- Lee, J. C., Lee, K. Y., Kim, J., Na, C. S., Jung, N. C., Chung, G. H. ve Jang, Y. S. (2004). Extract from *Rhus verniciflua* stokes is capable of inhibiting the growth of human lymphoma cells. *Food and Chemical Toxicology* 42 (9), 1383–1388.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes, *Methods Enzymol.*, 148, 350-382.
- Li, P., Yang, X. ve Wang, H. (2021). Genetic control of root plasticity in response to salt stress in maize. *Theor Appl Genetic* 134, 1475–1492. <https://doi.org/10.1007/s00122-021-03784-4>.
- Lindsey, R. (2021). Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide. Retrieved from.
- Liu, S. P., Zheng, L. Q., Xue, Y. H., Zhang, Q. A., Wang, L. ve Shou, H. X. (2010). Overexpression of OsVP1 and OsNHX1 increases tolerance to drought and salinity in rice. *Journal of Plant Biology* 53, 444–452.

- Liu, C., Zhao, X., Yan, J., Yuan, Z. ve Gu, M. (2020). Effects of salt stress on growth, photosynthesis, and mineral nutrients of 18 pomegranate (*Punica granatum*) cultivars. *Agronomy*, 10, 27. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010027>.
- Lukehurst, C. T., Frost, P. ve Seadi, T. A. (2010). Utilisation of digestate from biogas plants as biofertiliser. IEA.
- Mahmoud, Z., Sitohy, S. M., Desoky, A. O. ve Mostafa, M. R. (2020). Pumpkin seed protein hydrolysate treatment alleviates salt stress effects on *Phaseolus vulgaris* L. by elevating antioxidant capacity and recovering ion homeostasis. *Scientia Horticulturae*, Volume 271, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109495>.
- Mammadov, R., Ili P., Vaizoğulları, E. H. ve Makascı, A. (2011). *Gagea Fibrosa* ve *Romulea Ramiflora*'nın Antioksidan Aktivitesi ve Toplam Fenolik İçeriği. *İran. J. Chem. Kimya Müh.* 30(3), 57-62.
- Mansour, M. M. F. (2013). Plasma membrane permeability as an indicator of salt tolerance in plants, *Biologia Plantarum*, 57:1–10.
- Marschner, H ve Çakmak, I. (1992). Magnesium Deficiency and High Light Intensity Enhance Activities of Superoxide Dismutase, Ascorbate Peroxidase, and Glutathione Reductase in Bean Leaves, *Plant Physiology*, 98:1222–1227.
- Mazhoudi, S., Chaoui, A., Ghorbal, M. H. ve El Ferjani, E. (1997). Response of antioxidant enzymes to excess copper in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Plant Science*, 127(2), 129-137.
- Miller, G. A. D., Suzuki, N. ve Ciftci, Y. S. (2010). Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. *Plant, Cell and Environment*, 33:453–467.
- Mittler, R. (2002). Oxidative stress antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plants Science*, pp. 405-410.
- Montingelli, M. E., Tedesco, S. ve Olabi, A. G. (2015). Biogas production from algal biomass: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 961–972.
- Moreno, M., Isla, M., Sampietro, A. ve Vattuone, M. (2000). Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol*, 71(1-2), 109-114.
- Munns, R. (2005). Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167, 3, 645-663.
- Munns, R ve Gilliham, M. (2015). Salinity tolerance of crops. *New Phytologist*, 208: 668-73.

- Munns, R ve Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu rev. Plant Biology.*, 59, 651-681.
- NASA, <https://climate.nasa.gov/effects/>
- Naz, S., Anjum, M. A., Ejaz, S., Sajid, A., Saddiq, B., Sardar, H. ve Haider, S. T. A. (2021). Sewage wastewater reclamation with sand column filter and reduction of heavy metal accumulation in tomato and okra. *Environ Sci Pollut Res* 28, 45962–45970 <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13976-6>.
- Neves, G. Y. S., Marchiosi, R., Ferrarese, M. L. L., Siqueira-Soares, R.C. ve Ferrarese-Filho, O. (2010). Root growth inhibition and lignification induced by salt stress in soybean. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196(6): 467–473.
- Noreen, Z ve Ashraf, M. (2009). Assessment of variation in antioxidative defense system in salt-treated pea (*Pisum sativum*) cultivars and its putative use as salinity tolerance markers. *Journal of Plant Physiology*, 166: 1764–1774.
- Onaga, G ve Wydra, K. (2016). Advances in Plant Tolerance to Abiotic Stresses. *Plant Genomics*, InTech: Ed. Abdurakhmonov, D.I.Y. 167-228.
- Orsi, M. (2014). Molecular dynamics simulation of humic substances. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 1, 10. <https://doi.org/10.1186/s40538-014-0010-4>.
- Ortega-Rod  s, P., Grimm, B. ve Ortega Evolutionary, E. (2014). Physiological and biotechnological aspects of ferrochelatase and heme in higher plants. *Biotechnolog  a Aplicada*.
- Othman, M. M. (2021). Effect of Organic Fertilizers and Foliar Application of some Stimulants on Barley Plants Under Saline Condition, *J. of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, Mansoura Univ., Vol. 12 (4):279-287.
-   z, M. (2016). *Rosa pimpinellifolia L. ve Rosa canina L. Kuşburnu T  rlerinin    ek, Yaprak, G  vde ve Meyvelerinde Uçucu Yağ Analizleri ve Biyolojik Aktiviteleri*. Yayınlanmamış doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 192s.
-   z  elik, H ve Kotiloğlu D. (2018). *Phaseolus vulgaris L. var. ellipticus* Mart alt türü Bilimsel Raporu, Türk Patent Kurumu.
- Özel, H. (2019). *Tuz Stresinde Yetiştirilen Ayçiçeği (Helianthus annuus L.) Fidelerinde Görülen Kotiledon Senesensi   zerine Gr24 Ve Oksin'in Etkileri*, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Qadir, M., Quillerou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R. J., Drechsel, P. ve Noble, A. D. (2014). Economics of salt-induced land degradation and restoration. *Natural Resources Forum* 38, 282–295.

- Quiroz, M., Varnero, M. T., Cuevas, J. G. ve Sierra, H. (2021). Cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) in areas with limited rainfall for the production of biogas and biofertilizer. *Journal of Cleaner Production* 289, 125839.
- Panuccio, M. R., Attina, E., Basile, C., Mallamaci, C. ve Muscolo, A. (2016). Use of Recalcitrant Agriculture Wastes to Produce European Journal of Science and Technology e-ISSN: 2148-2683 197 Biogas and Feasible Biofertilizer. 7, 267. doi:10.1007/s12649-015-9445-5
- Parida, A ve Das, A. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicol. Environ. Safe.* 60: 324–349.
- Pochwatka, P., Kowalczyk-Ju'sko, A., Sołowiej, P., Wawrzyniak, A. ve Dach, J. (2020). Biogas plant exploitation in a middlesized dairy farm in Poland: Energetic and Economic Aspects.
- Rahal, A. (2014). Oxidative stress, prooxidants, and antioxidants: the interplay. *BioMed Research International.* p.761264.
- Rahimi, A. (2019). Effects on Biological Fertilizer on Growth and Yield of Millet (*Panicum miliaceum*) under saline condition, *Journal of Crop Production*, olume 11, Issue 3, Pages 1-14.
- Rai, V. K. (2002). Role of amino acids in plant responses to stress. *Biologia Plantarum*, 45, 481–487.
- Rahnama, H., Ebrahimzadeh, H. ve Ghareyazie, B. (2003). Antioxidant enzymes responses to NaCl stress in calli of four potato cultivars. *Pak. J. Bot.*, 35(4), 579-586.
- Rakhimzhanova, A., Mammadov, R. ve Kılınçarslan, Ö. (2018). *Stellaria media* ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin belirlenmesi ve fenolik bileşenlerinin karakterizasyonu. *Bilim ve Teknoloji dergisi.* S; 165 – 173 Ordu.
- Rekaby, S. A., Mahrous, Y. M. A., Hegab, S. A. ve Eissa, M. A. (2020). Effect of some organic amendments on barley plants under saline condition, *Journal of Plant Nutrition*, 43:12, 1840-1851, Doi: 10.1080/01904167.2020.1750645.
- Rim, N. O., Ghassen, A., Chahine, K., Mariem, B. C., Oumaima, B., Henda, M., ... Abdelwahed, G. (2021). Evaluating the contribution of osmotic and oxidative stress components on barley growth under salt stress. *AoB PLANTS*, Volume 13, Issue 4, plab034, <https://doi.org/10.1093/aobpla/plab034>.
- Sadorsky, P. W. (2021). Energy for sustainable development: Driving factors and future Outlook, *Journal of Cleaner Production* Volume 289, 125779, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125779>.

- Samira, K., Narmila, N., Fatemeh, A. ve Farzad, R. (2021). "The response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to salinity and drought stresses and life table parameters of *Tetranychus urticae* Koch reared on it." *Systematic and Applied Acarology* 26(1), 62-74.<https://doi.org/10.11158/saa.26.1.4>.
- Sánchez-Salcedo, E. M., Mena, P., García-Viguera, C., Hernández, F. ve Martínez J. J. (2015). (Poly)phenolic compounds and antioxidant activity of white (*Morus alba*) and black (*Morus nigra*) mulberry leaves. Their Potential for New Products Rich in Phytochemicals, *Journal of Functional Foods*, 18, pp. 1039– 1047.
- Sarıbıyık, O. Y., Özcanlı, M., Serin, H., Serin, S. ve Aydın, K. (2010). Biodiesel production from *ricinus communis* oil and its blends with soybean biodiesel. *Strojniški vestnik Journal of Mechanical Engineering*, 56 (12), 811-816.
- Sarıbıyık, O. Y ve Kılıç, R. (2021). Alternatif yakıt biyogaz potansiyelinin model bir ilçe için araştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (25), 192-197.
- Shafigh, M., Hamidpour, M. ve Furrer, G. (2019). Zinc release from Zn-Mg-Fe(III)-LDH intercalated with nitrate, phosphate and carbonate: The effects of low molecular weight organic acids. *Applied Clay Science*, Volume 170, Pages 135-142, <https://doi.org/10.1016/j.clay.2019.01.016>.
- Sharma, P., Jha, A. B., Dubey, R. S. ve Pesarakli, M. (2012). Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *J. Bot.* Article ID, p. 26.
- Shgieoka, S. (2002). Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. *J. Exp. Bot.*, pp. 1305-1359.
- Simaei, M., Khavarinejad, R. A. ve Saadatmand, S. (2011). Interactive effects of salicylic acid and nitric oxide on soybean plants under NaCl salinity, *Russian Journal of Plant Physiology*, 58:783.
- Singh, S., Sharma, H., Goswami, A.M., Datta, S. P. ve Singh, S. P. (2000). In vitro growth and leaf composition of grapevine cultivars as affected by sodium chloride. *Biologia Plantarum*, 43, 283-286.
- Slinkard, K ve Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual method. s. 28, 49-55.
- Smart, R. E ve Bingham, G. E. (1974). Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiol.*, 53:258-260 pp.
- Smethurst, C. F., Rix, K., Garnett, T., Auricht, G., Bayart, A., Lane, P., ... Shabala, S. (2008). Multiple traits associated with salt tolerance in lucerne: revealing the underlying cellular mechanisms. *Functional Plant Biology* 35, 640–650.

- Solfanelli, C., Poggi, A., Loreti, E., Alpi, A. ve Perata, P. (2006). *Arabidopsis thaliana*'da antosiyanin biyosentetik yolunun sükroza özgü indüksiyonu. *Plant Physiol* 140 637–646.
- Sobieh, S. S., Mohamedi, T. R., Adam, Z. M., El-Fiki, A. ve Awad, A. S. (2019). Salt stress induces changes in genetic composition, proline content and subcellular organization in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Egypt.J. Bot*, 59(1), 269-282. <http://doi.org/10.21608/ejbo.2018.3358.1167>.
- Stewart, F. (2021). Can community energy help to overcome socioeconomic inequalities in low-carbon technology subsidies. *Energy Policy* Volume 157, 112512, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112512>
- Stoller, S. (2020). <https://stoller.com.au/get-your-crops-back-on-track/>
- Stolarski, M. J., Warminski, K., Krzyzaniak, M., Ziety, E. O. ve Stachowicz, P. (2020). Energy consumption and heating costs for a detached house over a 12-year period e Renewable fuels versus fossil fuels. *Energy*, 204, 117952.
- Sudhakar, C., Lakshmi, A. ve Giridarakumar, S. (2001). Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba*) under NaCl salinity *Plant Sci*, 161, pp. 613-619.
- Tanveer, M ve Ahmed, H. A. I. (2020). ROS signalling in modulating salinity stress tolerance in plants, salt and drought stress tolerance in plants. Springer Nature Switzerland AG, ISBN 978-3-030-40277-8, 299-314.
- Taylor, R. P., Clifford, L. W. J., Laubscher, R. K. (2021). Recovery of methane and adding value to the digestate of biomass produced by high rate algal ponds or waste activated sludge, used to treat brewery effluent. *Journal of Water Process Engineering*, Volume 40, 101797, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101797>.
- Tetiktabanlar, İ., Öztürk, L., Kısa, D. ve Genç, N. (2020). Tuz stresinin bezelye (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinde fenolik bileşikler üzerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, Araştırma Makalesi, Tokat.
- Theaker, H., Jensen, H., Walker, M. ve Pourkashanian, M. (2021). Effect of a variable organic loading rate on process kinetics and volatile solids destruction in synthetic food waste-fed anaerobic digesters. *Waste Management*, Volume 134, Pages 149-158, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.08.005>.
- Tiryaki, D. (2015). *Soğuğa Dirençli Bitkilerin Yaprak Apoplastından İzole Edilen Bakterilerin Fasulyede (Phaseolus vulgaris L.) Soğuk Stresi Torenası Üzerine Etkileri*. Yayımlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

- Toksöz, O. (2017). *Derin su kültüründe yetiştirilen fasulyede (Phaseolus vulgaris L.) alüminyum ve humik asitin büyüme parametreleri, anatomik ve embriyolojik gelişimleri üzerine etkilerinin belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Torlak, E. (2019). *Tuz stresi altındaki mısır (Zea mays L.) bitkisinde askorbik asit uygulamalarının fizyolojik ve biyokimyasal etkisinin araştırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Tsigkou, K., Zagklis, D., Tsafrakidou, P., Zapanti, P., Manthos, G., Karamitou, K. ve Kornaros, M. (2021). Expired Food Products and Used Disposable Adult Nappies Mesophilic Anaerobic Co-digestion: Biochemical Methane Potential, Feedstock Pretreatment and Two-Stage System Performance. *Renewable Energy*, 168, 309.
- Tuna, A. L ve Eroğlu B. (2016). Tuz stresi altındaki biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde bazı organik ve inorganik bileşiklerin antioksidatif sisteme etkileri, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, Araştırma makalesi.
- Ural, C. (2020). *Hümk asitin tuz stresi altındaki domateste (Solanum lycopersicum) bazı fizyolojik parametreler ve gen ifadeleri üzerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta.
- Wang, Y ve Nii, N. (2000). changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in amaranthus tricolor leaves during salt stress. *J. Hort. Sci. Biotech.*, 75, 623-627.
- Warner, R., Wu, BS., MacPherson, S. ve Lefsrud M. (2021). A review of strawberry photobiology and fruit flavonoids in controlled environments. *Front Plant Sci.* 2021; 12:611893. Doi:10.3389/fpls.2021.611893.
- Wei, L. K., Ding, J., Xue, M., Yang, C., Jiang, J. ve Zhao, Q. (2019). Optimization of the co-digestion of sewage sludge, maize straw and cow manure: microbial responses and effect of fractional organic characteristics. *Nature, Scientific Reports*, 9:2374, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38829-8>.
- Weydert, C. J ve Cullen, J. J. (2010). Measurement of superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase in cultured cells and tissue. *Nat. Prot.*, p. 51.
- WinkelShirley, B. (2001). Flavonoid biosynthesis. A colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology. *Plant physiology*, 126(2), 485-493.
- Wu, H. H., Shabala, L., Liu, X. H., Azzarello, E., Zhou, M., Pandolfi, C. ve Shabala, S. (2015). Linking salinity stress tolerance tissue-specific Na<sup>+</sup> sequestration in wheat roots. *Frontiers in Plant Science* 6.

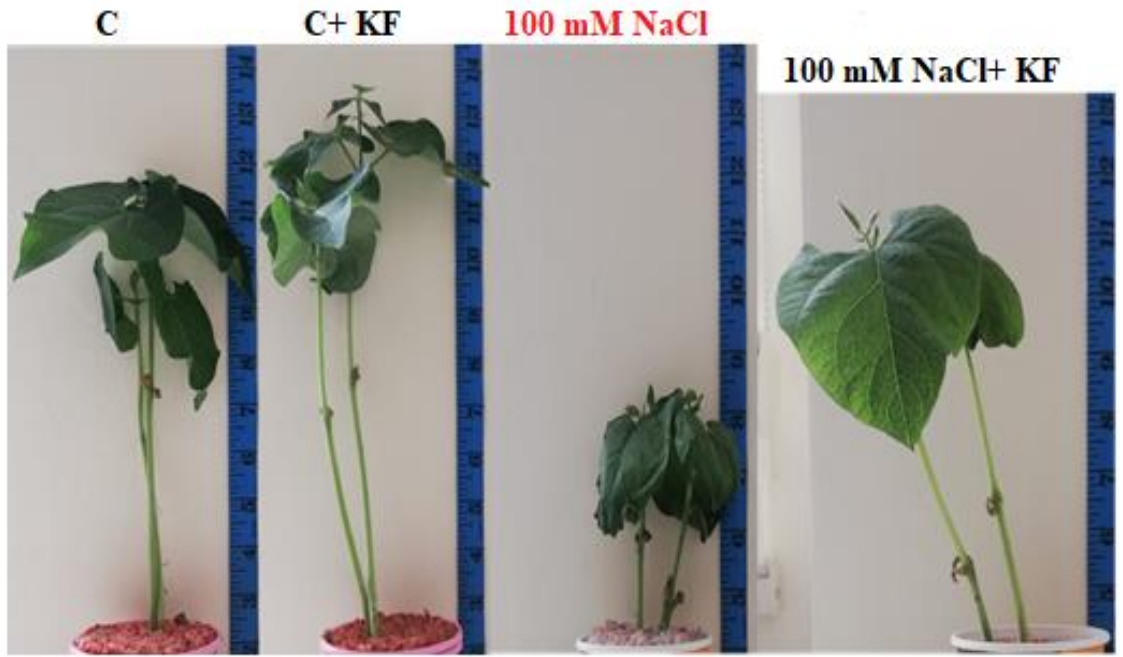
- Valentinuzzi, F., Cavani, L., Porfido, C., Terzano, R., Pii, Y., Cesco, S. ve Mimmo, T. (2020). The fertilising potential of manure-based biogas fermentation residues: pelleted vs. liquid digestate. *Heliyon*, 6, e03325.
- Valifard, M., Mohsenzadeh, S., Kholdebarin, B. ve Rowshan, V. (2014). Effects of salt stress on volatile compounds, total phenolic content and antioxidant activities of *Salvia mirzayanii*. *South African Journal of Botany*, Volume 93, Pages 92-97, ISSN 0254-6299, <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.04.002>.
- Velikova, V., Yordanov, I. ve Edreva, A. (2000). Oxidative Stress and Some Antioxidant Systems in Acid Rain-Treated Bean Plants: Protective Role of Exogenous Polyamines. *Plant Science*, 151, 59-66.
- Verma, S ve Mishra, S. N. (2005). Putrescine alleviation of growth in salt stressed *Brassica juncea* by inducing antioxidative defense system. *Journal of Plant Physiology* 162, 669–677.
- Yadav, S., Irfan, M., Ahmad, A. ve Hayat, S. (2011). Causes of salinity and plant manifestations to salt stress: a review. *Journal of Environmental Biology*, 32(5), 667.
- Yakıt, S ve Tuna, A. L. (2006). Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde ( *Zea mays* L. ) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1):59-67.
- Yağmur, B ve Okur, B. (2017). Kompost, Ahır Gübresi Ve Kükürt Uygulamalarının Kireçli Alkalın Toprakta Yetiştirilen Fasulye Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 13-25. Doi: 10.21657/topraksu.338302.
- Yaşar, F., Kuşvuran, S. ve Ellialtıoğlu, S. (2006). Determination of anti-oxidant activities in some melon (*Cucumis melo* L.) varieties and cultivars under salt stress. *Journal of Hort. Sci. And Biotech.*, 81(4), 627-630.
- Yaşar, F., Yıldırım, Ö. ve Üzal, Ö. (2020). Tuz stresi altındaki biber bitkisindeki kalsiyum uygulamalarının antioksidatif enzim aktivitelerine etkisinin araştırılması. *ISPEC Journal of Agr. Sciences*, 4(2), 346-357.
- Ye, L., Zhao, X., Bao, E., Li, J., Zou, Z. ve Cao, K. (2020). Bio-organic fertilizer with reduced rates of chemical fertilization improves soil fertility and enhances tomato yield and quality, *Sci Rep* 10, 177 <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56954-2>.
- Yetişir, H ve Uygur, V. (2009). Plant growth and mineral element content of different gourd species and watermelon under salinity stress. *Turk J. Agric. For*, 33, 65- 77. <http://doi.org/doi:10.3906/tar-0805-23>.

- Yıldız, S. (2020). *Fasulye Bitkisinde (Phaseolus vulgaris L.) Malat Dehidragenaz (MDH) Gen Ailesinin Biyoinformatik Karakterizasyonu ve Tuz Stresi ile Olan İlişkisinin Araştırılması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Yıldız, M ve Terzi, H. (2011). Determination of early seedling stage salt tolerance in some barley cultivars grown in Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*. 17: 1-9.
- Zandalinas, S. I., Fritschi, F. B. ve Mittler, R. (2021). Global warming, climate change, and environmental pollution: recipe for a multifactorial stress combination disaster. *Trend in Plant Science*, Volume 26, Issue 6, Pages 588-599, <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.02.011>.
- Zhoua, B., Or, S. W., Chan, K. W., Duan, H., Wu, Q., Wang, H. ve Meng, Y. (2021). Short-term prediction of wind power and its ramp events based on semisupervised generative adversarial network. *Electrical Power and Energy Systems* 125, 106411.

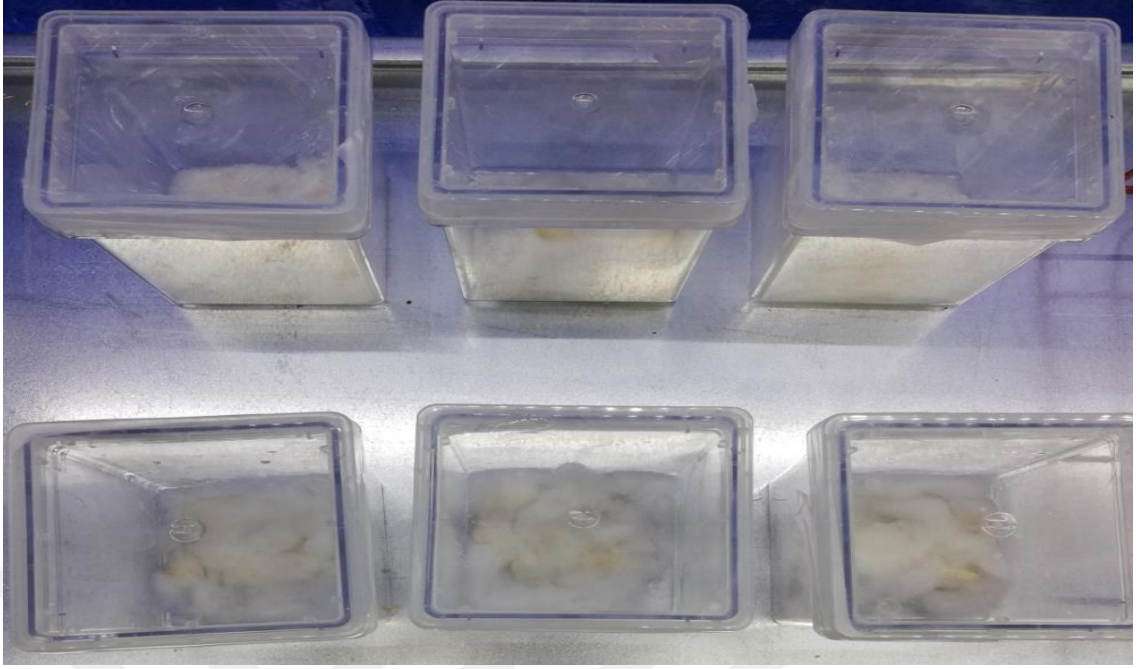
## EKLER

Fotograf çekimleri Huawei marka Mate 10 Lite model cep telefonu kullanılarak profesyonel fotoğraf modda çekildi. Kullanılan malzemelerde mesafe ve ışık sabit olarak ayarlandı. Işık olarak gün ışığından yararlanıldı.

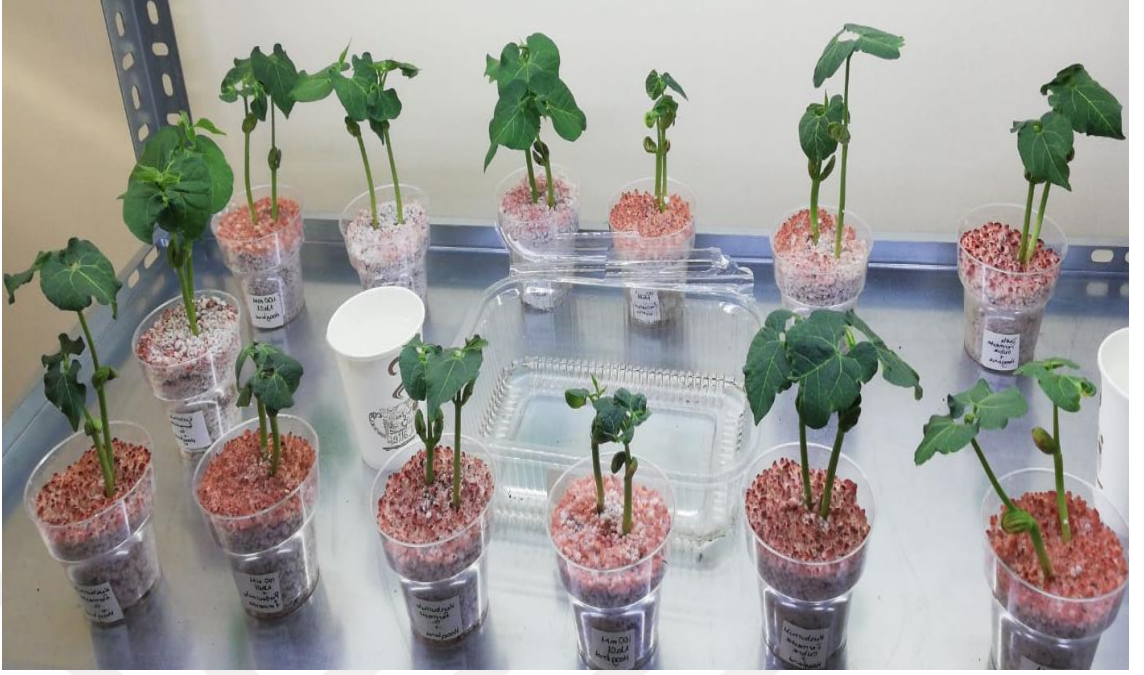
Ek 1. Tuz stresi altında KF uygulamalarının bitki morfolojisi üzerine etkisinin kıyaslanması



Ek 2. Magenta Kaplarında imlendirilen Fasulye Tohumları



Ek 3. Tasarlanan Bitki Büyütme Kabininde yetiştirilen Bitki grupları



Ek 4. Tasarlanan Protatip Bitki büyütm Kabini



Gümüşhane Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik bölümü laboratuvarında tasarlanan bitki büyütm kabini. Ortamın sıcaklığı 23-25°C, %70-%90 Bağıl nem ve 4000-4200 lux ışık şiddetine sahip 16-8 periyodunda çalışan rafları dışardan etkilenmeyen metal malzemeden yapılan bir kabin modelidir.

Tasarlanan prototip bitki büyütm kabininin dış kısmı oluşabilecek dışardan kontaminasyonlara karşı koruyucu kılıfla kaplanmıştır. Bitkilerin optimum koşullarda yetişebilmesi için raflar beyaz-gün ışığı ledlerle donatılmıştır. Hava girişi ve çıkışını sağlayacak fanlar yerleştirilmiştir. Sıcaklık ve nem sensörü ile ortamın optimum koşulları sağlanmıştır. Nemlendirme cihazı ile ortamın nem düzeyi sabitlenmiştir. Bitki büyütm kabinin kalibrasyonu PENTA OTOMASYON ve Endüstriyel Ürünler San. Tic. Ltd. Şti. tarafından hizmet alınarak yaptırılmıştır.

## Ek 5. Tasarlanan Bitki Büyütme Kabininin Kalibrasyon Belgesi



### PENTA OTOMASYON ve Endüstriyel Ürünler San. Tic. Ltd. Şti.

Kısıklı Mahallesi Ferah Cd. No:6 Pk:34692 Üsküdar – İSTANBUL  
Tel: 0216 523 63 47 - Fax: 0212 243 63 41  
e-posta: info@pentaotomasyon.com.tr  
web: www.pentaotomasyon.com.tr



#### Kalibrasyon Sertifikası

Certificate of Calibration

|                                                                               |                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cihazın Sahibi / Adresi</b><br><i>Customer / Address</i>                   | : AVD ENERJİ VERİMLİLİĞİ DANIŞMANLIK LTD.ŞTİ<br>CUMHURİYET MAH.SULTAN MEHMET BULVARI A BLOK-15 NO:41/A |
| <b>İstek Numarası</b><br><i>Order No</i>                                      | : 2006700                                                                                              |
| <b>Makine / Cihaz</b><br><i>Instrument / Device</i>                           | : Aydınlık Düzeyi Ölçer (Lüksmetre)                                                                    |
| <b>İmalatçı</b><br><i>Manufacturer</i>                                        | : TES                                                                                                  |
| <b>Tip</b><br><i>Type</i>                                                     | : 1336A                                                                                                |
| <b>Seri Numarası</b><br><i>Serial Number</i>                                  | : 130303320                                                                                            |
| <b>Penta Kodu</b><br><i>Penta Code</i>                                        | : 2006700/03                                                                                           |
| <b>Kalibrasyon Tarihi</b><br><i>Date of Calibration</i>                       | : 7.01.2021                                                                                            |
| <b>Sertifikanın Sayfa Sayısı</b><br><i>Number of pages of the certificate</i> | : 3                                                                                                    |

Bu kalibrasyon sertifikası, Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) tanımlanmış birimleri realize eden ulusal ölçüm standartlarına izlenebilirliği belgeler.  
This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the unit of measurement according to the International System of Units (SI).

Ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve kalibrasyon metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir.  
The measurements, the uncertainties with confidence probability and calibration methods are given on the following pages which are part of this certificate.

Kalibrasyon laboratuvarı olarak faaliyet gösteren Penta Otomasyon, TÜRKAK'tan AB-0113-K ile TS EN ISO / IEC 17025:2017 standardına göre akredite edilmiştir.  
Penta Otomasyon accredited by TÜRKAK under registration number AB-0113-K & TS EN ISO / IEC 17025:2017 as Calibration Laboratory"

Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) kalibrasyon sertifikalarının tanınması konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği (EA) ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği (ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşmasını imzalamıştır. /The Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK) is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for the Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation (ILAC) for the Mutual recognition of calibration certificates.



**Yayımlandığı Tarih**  
*Date*

7.01.2021

**Kalibrasyonu Yapan**  
*Calibrated by*

Kalibrasyon Sorumlusu

**Özkan POLAT**

SN: 37a1836312be12e8b751

**Onaylayan / Approval**  
*Tarih / Date*

Teknik Müdür

**Abdettin DUYSAK**

SN: 3796e9334cfaab75aaa9

## 1. Kalibre Edilen Cihaz / Device Under Calibration

**Makine / Cihaz** : Aydınlık Düzeyi Ölçer (Lüksmetre)

*Instrument / Device*

**İmalatçı** : TES

*Manufacturer*

**Seri No** : 130303320

*Serial Number*

**Kalibrasyon Yeri** : Laboratuvar

*Place of Calibration*

**Bulunduğu Yer** : "

*Place of Object*

**Lab. Kabul Tarihi** : 30.12.2020

*Date of Accept to Lab.*

**Model** : 1336A

*Model*

**Envanter No** : "

*Inventory Number*

**Çözünürlük (lux)** : 0,1 1

*Resolution*

**Kapasite (lux)** : 20000

*Range*

## 2. Görsel ve Fonksiyonel Kontroller / Visual and Functional Controls

Cihazın fiziksel ve fonksiyonel kontrolünde, ölçüm sonuçlarını etkileyebilecek herhangi bir eksiklik ve hasar gözlenmemiştir.

*No damage observed on the object that affects measurement results by physically and functionally control.*

## 3. Açıklamalar / Descriptions

"

## 4. Kalibrasyon Yöntemi ve Prosedürü / Calibration method and Procedures

Kalibrasyon, TL-14/02 ve TL-16/02 talimatlarına göre referans lüksmetre ve CCT=2856 K renk sıcaklığında çalışan CIE A tipi standart lamba kullanılarak yerine koyma metodu ile gerçekleştirilmiştir.

*Calibration was performed according to TL-14/02 ve TL-16/02 documents by using reference luxmeter and CIE A type standard lamp which works at CCT=2856 K color temperature.*

## 5. Ölçüm Belirsizliği / Measurement Uncertainty

Ölçüm belirsizliği, ölçüm sonuçları ile beraber verilmiştir. Beyan edilen genişletilmiş ölçüm belirsizliği, standart belirsizliğin, k=2 olarak alınan genişletme katsayısı ile çarpımı sonucunda bulunan değerdir ve %95 oranında güvenilirlik sağlamaktadır.

*The measurement uncertainty has been giving with the measurement results by the third page. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor k=2, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%.*

## 6. Çevre Şartları / Environmental Conditions

**Sıcaklık / Temperature** : 23 °C ± 5 °C

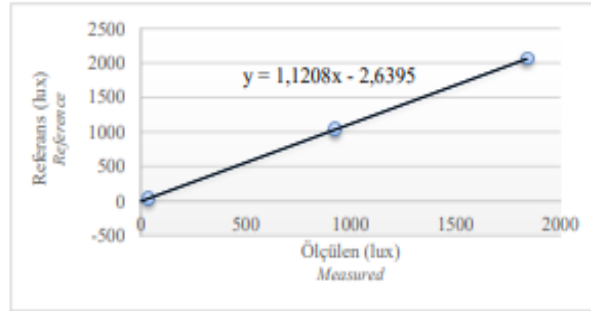
**Nem / Humidity** : 50 %rh ± 20 %rh

## 7. Kalibrasyonda Kullanılan Referans Cihazlar / Reference Devices Used in Calibration

| Cihaz Adı             | Cihaz Kodu         | İmalatçısı          | Seri No              | Sertifika No          | İzlenebilirlik      | Kalibrasyon Tarihi      |
|-----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|
| <i>Device Name</i>    | <i>Device Code</i> | <i>Manufacturer</i> | <i>Serial Number</i> | <i>Certificate No</i> | <i>Traceability</i> | <i>Calibration Date</i> |
| Aydınlik Düzeyi Ölçer | CN-87              | Delta OHM           | 15001911 / 12002944  | 14OP020               | AB-0078-K           | 30.06.2020              |
| Lamba                 | CN-88              | PRC Krochmann       | 130118               | 16751                 | AB-0163-K           | 22.01.2020              |

**8. Ölçüm Sonuçları / Measurement Results**

| Referans (lux)<br><i>Reference</i> | Ölçülen (lux)<br><i>Measured</i> | Sapma (lux)<br><i>Deviation</i> | Ölçüm Belirsizliği<br><i>Measurement Uncertainty</i> |
|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|
| 36,32                              | 32,4                             | -3,9                            | % 2,5                                                |
| 1.027,8                            | 924                              | -104                            | % 2,0                                                |
| 2.062                              | 1.840                            | -222                            | % 2,0                                                |



## ÖZGEÇMİŞ

2009-2013 yılları arasında Kütahya Ali Gral Anadolu Lisesi'nde eēitim gördü. 2013 yılında, Gümüşhane Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü'nde bařladıēı lisans eēitimini 2017 yılında tamamladı. 2017 yılında Gümüşhane Üniversitesi Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans eēitimine başlamıştır.

Çiftci, F., Acet, T. ve Sarıbyık, O.Y. (2021). IOCENS-21 Makale sunumu, Pilot lekli Biyoreaktörden Elde Edilen Biyokütlenin Tuz Stresi Altında Yetiştirilen *Phaseolus vulgaris* L.'nin Gelişimi zerine Etkisinin Araştırılması.

