

**T.C  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TUZ STRESİNDE YETİŞEN DOMATES BİTKİSİNİN FİZYOLOJİK  
GELİŞİMİ ve TOPRAĞIN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE  
BİYOKÖMÜRÜN ETKİLERİ**

**Safiye BÜLBÜL**

**TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2020**



Prof. Dr. ABDULKADİR SÜRÜCÜ danışmanlığında Safiye BÜLBÜL ‘ün hazırladığı “**TUZ STRESİNDE YETİŞEN DOMATES BİTKİSİNİN FİZYOLOJİK GELİŞİMİ ve TOPRAĞIN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİYOKÖMÜRÜN ETKİLERİ**” konulu bu çalışma 17/08/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimler ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ

Üye : Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ

Üye : Prof.Dr. Hikmet GÜNAL

**Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylıyorum.**

**Doç. Dr. İsmail HİLALİ**  
**Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.**

**Proje No: 19179**

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

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET .....	Vi
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR.....	Vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	Vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	İx
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	Xi
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
3.1. MATERYAL.....	8
3.1.1. Toprak.....	8
3.1.2. Biyokömür .....	8
3.1.3. Bitki Materyali.....	9
3.2 YÖNTEM.....	10
3.2.1. Biyokömürün Elde Edilmesi.....	10
3.2.2. Saksı Denemesinin Kurulması .....	13
3.2.3. İnkübasyon Çalışması .....	19
3.2.4. Toprak ve Bitki Analizleri .....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	30
4.1. İNKÜBASYON SÜRESİNCE BİYOKÖMÜR VE TUZ UYGULAMALARININ TOPRAĞIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ .....	30
4.1.1. Toprak pH'sı üzerine etkisi.....	30
4.1.2. Toprak Elektriksel İletkenliği Üzerine Etkisi .....	30
4.1.3. Toprak Organik Maddesi Üzerine Etkisi .....	33
4.1.4. Yarıyışlı Fosfor Üzerine Etkisi .....	35
4.1.5. Kireç Miktarı (%CaCO <sub>3</sub> ) Üzerine Etkisi .....	38
4.1.6. Katyon Değişim Kapasitesi Üzerine Etkisi .....	39
4.1.7. Potasyum (K) Üzerine Etkisi .....	41
4.1.8. Mangan (Mn) Üzerine Etkisi .....	44
4.1.9. Çinko (Zn) Üzerine Etkisi.....	46
4.1.10. Demir (Fe) Üzerine Etkisi.....	48
4.1.11. Bakır (Cu) Üzerine Etkisi .....	50
4.2. ÇALIŞMADA YAPILAN BİTKİ ÖLÇÜM VE ANALİZLERİ.....	52
4.2.1. Bitki boyu .....	52
4.2.2. Toplam Ağırlık .....	55
4.2.3. Kök Ağırlığı.....	57
4.2.4. Yeşil Aksam Ağırlığı .....	59
4.2.5. Kök Uzunluğu.....	62
4.2.6. Bitkide Azot (N) İçeriği.....	64
4.2.7. Bitkide Bakır (Cu) İçeriği .....	66
4.2.8. Bitkide Kalsiyum (Ca) İçeriği.....	69
4.2.9. Bitkide Demir (Fe) İçeriği .....	71
4.2.10. Bitkide Bor (B) İçeriği.....	73
4.2.11. Bitkide Mangan (Mn) İçeriği .....	76
4.2.12. Bitkide Çinko (Zn) İçeriği .....	76
4.2.13. Bitkide Magnezyum (Mg) İçeriği .....	79

4.2.14. Bitkide Potasyum (K) İçeriği.....	79
4.2.15. Bitkide Fosfor (P) İçeriği.....	82
4.2.16. Bitkide Sodyum (Na) İçeriği.....	84
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR.....	90
ÖZGEÇMİŞ.....	97
EKLER.....	98



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### TUZ STRESİNDE YETİŞEN DOMATES BİTKİSİNİN FİZYOLOJİK GELİŞİMİ ve TOPRAĞIN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİYOKÖMÜRÜN ETKİLERİ

Safiye BÜLBÜL

Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. ABDULKADİR SÜRÜCÜ  
Yıl: 2020, Sayfa:107

Karbonca zengin olan biyokömür, biyokütlenin yüksek sıcaklıkta, çok az oksijenle veya oksijensiz ortamda termokimyasal olarak bozulması ile elde edilmektedir. Biyokömür, ekonomik olarak başka şekilde kullanımları mümkün olmayan organik artıkların değerlendirilebilmesini sağlamaktadır. Tuzluluk bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktöründen biridir. Bu çalışmanın amacı, Güneydoğu Anadolu bölgesinde üretimi yaygın olan antepfıstığının fabrika atığından elde edilen biyokömürün farklı tuz dozlarının altında yetiştirilen Sun 6216 domates çeşidinin gelişimi, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisini araştırmaktır. Çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi sera koşullarında 2019-2020 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışma, sera ve inkübasyon olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Sera çalışması, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Biyokömür uygulamaları, B0 (kontrol), B1(%0.25 biyokömür), B2 (%0.50 biyokömür) ve B3 (%1 biyokömür) şeklindedir. Tuz uygulamaları ise; T0 (0 dS/m), T1 (5 dS/m) ve T2 (10 dS/m) şeklindedir. İnkübasyon denemesi, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrür olarak kurulmuştur. İnkübasyon çalışmasında, saksı denemesindeki ilave bir tuz dozu (2.5 dS/m) ile deneme yürütülmüştür. Uygulanan biyokömür miktarının artması ile toprağın organik madde içeriği, EC, fosfor (P), kation değişim kapasitesi (KDK), potasyum (K), mangan (Mn) ve demir (Fe) içeriklerini arttırmıştır. pH değeri ise etkilememiştir. Tuz dozlarının artmasıyla pH değeri, organik madde (OM) içeriği ve KDK etkilememiş, ancak EC değeri, Mn, çinko (Zn) ve bakır (Cu) içeriğinde bir artış olduğu belirlenmiştir. Biyokömür miktarının artması, domates bitkisinin boyu, toplam ağırlık, kök ağırlığı, yeşil aksam ağırlıklarına olumlu etki yapmıştır. Bitkideki azot (N), Cu ve bor (B) içeriği artmış, buna karşılık kalsiyum (Ca), Zn ve K içeriği azalmıştır. Biyokömür artışı, bitkinin Fe, Mn, magnezyum (Mg), P ve sodyum (Na) içeriklerini ise etkilememiştir. Artan tuz konsantrasyonları bitkinin N, Cu, Ca, B ve P içeriğinin azalmasına, Fe, Zn, K ve Na içeriğinin artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte, bitkinin Mn ve Mg içeriği etkilenmemiştir. Fıstık fabrika artıklarından elde edilen biyokömür materyalinin toprağa uygulanması toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileşmesine neden olmuştur. Ayrıca, test bitkisi olarak kullanılan domates bitkisinin gelişim parametreleri üzerine de olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. Sonuçlar, toprağın kalitesinin iyileşmesi ile verimliliğinin artmasına katkı sağlayacağından dolayı, biyokömür uygulamalarının bölgede tercih edilebileceğini göstermektedir. Çalışmamız, kumlu-tınlı toprak bünyesinde domates yetiştiriciliği için en iyi sonucu %1 biyokömür dozu ile elde edilebileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler: Biyokömür, Tuzluluk, Domates, Verimlilik, Stres**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### PHYSIOLOGICAL DEVELOPMENT of THE TOMATO PLANT WHICH GROWS in the SALT STRESSED SOIL and BIOCHAR'S EFFECTS ON THE QUALITIES OF SOIL

Safiye BÜLBÜL

Harran University

Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. ABDULKADİR SÜRÜCÜ  
Year: 2020, Page:107

Biochar, which is rich in carbon, is obtained by thermochemical degradation of biomass at high temperatures, with little or no oxygen. Biochar enables the utilization of organic residues that cannot be used economically otherwise. Salinity is one of the most important abiotic stress factors limiting plant production. This study, which was carried out between 2019 and 2020 in the greenhouses of Harran University, Faculty of Agriculture. The aim of this study was to investigate the effects of biochar obtained from factory waste of pistachio, which is common in Southeastern Anatolia region, on the development of Sun 6216 tomato cultivar grown under different salt doses, and on the physical and chemical properties of the soil. The study was carried out in the greenhouse conditions of Harran University Faculty of Agriculture between 2019 and 2020. The study has a greenhouse cultivation and an incubation study. The greenhouse study was established in random blocks according to factorial experimental design with 3 replications. Biochar treatments were B0 (control), B1 (0.25% biochar), B2 (0.50% biochar) and B3 (1% biochar). Salt treatments were; T0 (0 dS m<sup>-1</sup>), T1 (5 dS m<sup>-1</sup>) and T2 (10 dS m<sup>-1</sup>). The incubation experiment was set up in 3 replicates according to the factorial experimental design in random blocks. An additional salt dose (T3, 2.5 dS m<sup>-1</sup>) was added to the incubation study in addition to the salt levels in the pot experiment. The increase in biochar application doses caused an increase in the soil organic matter (OM) content, electrical conductivity (EC), phosphorus (P) content, cation exchange capacity (CEC), potassium (K), manganese (Mn) and iron (Fe) contents. The pH value of soil did not change with the increasing biochar doses. The increase in salt doses did not affect the pH value, OM content and CEC, while increased the EC value, Mn, zinc (Zn) and copper (Cu) contents. The increase in biochar application to soil had a positive effect on the tomato plant height, total weight, root weight, and the weights of green parts. The nitrogen (N), Cu and boron (B) contents of plant increased, whereas calcium (Ca), Zn and K contents decreased. The increase in biochar application dose did not affect Fe, Mn, magnesium (Mg), P and sodium (Na) contents of tomatoe plants. Increasing salt concentrations caused a decrease in the N, Cu, Ca, B and P contents of tomatoe plants. In contrast, Fe, Zn, K and Na contents increased with increasing salt application doses. However, the Mn and Mg contents of the plant were not affected by the change in salt doses. Application of biochar material obtained from pistachio factory residues to the soil improved the physical and chemical properties of the soil. In addition, biochar application had positive effect on growth parameters of tomato plant used as a test plant. The results showed that biochar applications can be preferred in the region, as they will contribute to the improvement of soil quality and productivity. Our study revealed that the best result can be obtained with 1% biochar dose for tomato cultivation in sandy-loam soil.

**Keywords: Biochar, Salinity, Tomato, Productivity, Stress**

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın kurgusu, planlaması, uygulanması ve verilerin yorumlanmasında desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ' ye teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde destek ve yardımlarını esirgemeyen başta annem Emine BÜLBÜL' e ve babam Şahin BÜLBÜL' e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen yüksek lisans öğrencisi olan Nur NACAR' a, Zir. Yük. Müh. Eda Nur BAYDİLLİ' ye ve Zir. Yük. Müh. Abdullah Suat NACAR' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Diğer hocalarım ve bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan aileme tekrardan teşekkürlerimi sunarım.



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1:Fıstık Kabuğu ve Fıstığın Fabrikasyon Atığı .....	8
Şekil 3.2: Fıstık fabrikasyon atığının biyokömür formu .....	9
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan domates fideleri .....	9
Şekil 3.4. Kurutulan fabrikasyon atığı fıstık maddesinin 2 mm ‘lik elenmiş hali .....	11
Şekil 3.5. Galvanizli Sac Piroлиз Ünitesi .....	11
Şekil 3.6. Kül fırını.....	12
Şekil 3.7. Toprak örneklerinin elenmesi .....	13
Şekil 3.8. Saksılara yerleştirme .....	14
Şekil 3.9. Biyokömürlerin tartımı.....	15
Şekil 3.10. Biyokömür ile toprak örneğinin homojen olarak karıştırılması. ....	15
Şekil 3.11. Etiketli saksılara domates fideleri dikimi.....	16
Şekil 3.12. Tuz dozlarının belirlenmesi.....	16
Şekil 3.13. Tuzlu Sulama Sonucu Toprak Görünümünün Değişimi .....	18
Şekil 3.14. Çalışma sonlandırılmadan önce bitki gelişim durumu (Meyve Dönemi).....	19
Şekil 3.15. İnkübasyon çalışmasının kurulması .....	20
Şekil 3.16. pH ölçümleri .....	21
Şekil 3.17. Scheibler kalsimetresi ile toprakta kireç tayini .....	22
Şekil 3.18. Katyon Değişim Kapasitesi tayini aşamaları.....	23
Şekil 3.19. Filtre Edilen Süzükler .....	23
Şekil 3.20. Spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunması.....	24
Şekil 3.21. Hot-Pleyt Üzerinde Isınması .....	25
Şekil 3.22. Demir Sülfat (0.5N) ile Yeşil Renk Elde Edilmesi .....	25
Şekil 3.23: Alev Fotometresi.....	26
Şekil 3.24. Bitki kök boyu ölçümü.....	26
Şekil 3.25. Perklorit Asidin Beyaz Dumanı Erlenmayerin İçini Tamamen Kapladığı Hali .....	28
Şekil 3.26: OES ICP ile okuma .....	28
Şekil 3.27. Dumas Yöntemi ile Azot Tayini Belirleme Aşamaları .....	29
Şekil 4.1:Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Topraktaki EC Değeri .....	31
Şekil 4.2:Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Topraktaki EC Değeri .....	32
Şekil 4.3. Biyokömür Uygulama Dozları Organik Madde İçeriği.....	34
Şekil 4.4: Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Topraktaki P İçeriği .....	36
Şekil 4.5:Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Topraktaki P İçeriği .....	36
Şekil 4.6. Tuz Uygulama Dozlarının CaCO <sub>3</sub> içeriği .....	39
Şekil 4.7:Biyoömür Uygulama Dozunun KDK içeriği .....	40
Şekil 4.8:Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Toprakta Kİçeriği.....	42
Şekil 4.9. Biyokömür ve Tuz Uygulama Dozları K içeriği .....	43
Şekil 4.10:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Mangane (Mn) İçeriği .....	45
Şekil 4.11. Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Mangane (Mn) İçeriği.....	45
Şekil 4.12:Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Toprakta Çinko (Zn) İçeriği.....	47
Şekil 4.13:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Topraktaki Fe İçeriği.....	49
Şekil 4.14:Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Topraktaki Fe İçeriği.....	49
Şekil 4.15 :Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Toprakta Cu İçeriği.....	51
Şekil 4.16:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitki boyuna Etkisi .....	53
Şekil 4.17:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitki Boyuna Etkisi.....	54
Şekil 4.18:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Toplam Ağırlığına Etkisi.....	56
Şekil 4.19: Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkinin Toplam Ağırlığına Etkisi ...	56
Şekil 4.20:Domateste Farklı Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki Kök Ağırlığına Etkisi.....	58
Şekil 4.21. Domateste Farklı Tuz Uygulamalarının Bitkideki Kök Ağırlığına Etkisi.....	58
Şekil 4.22:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki Yeşil Aksam Ağırlığı .....	60
Şekil 4.23: Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki Yeşil Aksam Ağırlığı .....	61
Şekil 4.24:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Kök Uzunluğuna Etkisi.....	63
Şekil 4.25:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki N İçeriğine Etkisi .....	65
Şekil 4.26:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki N İçeriğine Etkisi .....	65

Şekil 4.27:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki Cu Elementine Etkisi	67
Şekil 4.28:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki Cu Elementine Etkisi .....	68
Şekil 4.29:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki Ca İçeriğine Etkisi .	70
Şekil 4.30:Domatesteki Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki Ca İçeriğine Etkisi.....	70
Şekil 4.31:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkinin Fe İçeriğine Etkisi .....	72
Şekil-4.32:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki B İçeriğine Etkisi .....	74
Şekil 4.33:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki B İçeriğine Etkisi.....	75
Şekil 4.34: Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki Çinko (Zn) İçeriğine Etkisi .....	77
Şekil 4.35:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki Çinko (Zn) İçeriğine Etkisi	78
Şekil 4.36:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki K İçeriğine Etkisi ...	81
Şekil 4.37:Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki K İçeriğine Etkisi .....	81
Şekil 4.38:Domatestye Farklı Dozlarda Uygulanan Tuz Uygulamalarının Bitkideki P İçeriğine Etkisi	83
Şekil 4.39:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki Sodyum (Na) İçeriği .....	85



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1 Biyokömür materyallerinin elde edilmeden önce ve elde edildikten sonra toplam C (%), N (%), H (%) ve S (%) içeriği.....	12
Çizelge 3.2 Saksı Deneme Kombinasyonları .....	17
Çizelge 3.3 İnkübasyon Deneme Kombinasyonları .....	20
Çizelge 4.1: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprak pH' sı değerlerine ait varyans analiz sonuçları .....	30
Çizelge 4.2: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprağın EC değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	31
Çizelge 4.3:Biyoömür Uygulamalarının Toprak EC' sinde Duncan Gruplandırması.....	32
Çizelge 4.4:Tuz Uygulamalarının Toprak EC' sinde Duncan Gruplandırması.....	33
Çizelge 4.5: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprağın Organik Madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	33
Çizelge 4.6:Tuz Uygulamalarının Toprak Organik Maddesine Duncan Gruplandırması .....	34
Çizelge 4.7: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprağın Yarıyışlı P değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	35
Çizelge 4.8:Biyoömür Uygulamalarının Toprak P Duncan Gruplandırması .....	37
Çizelge 4.9:Tuz Uygulamalarının Toprak P Duncan Gruplandırması .....	37
Çizelge 4.10: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprağın CaCO <sub>3</sub> değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	38
Çizelge 4.11. Tuz Uygulamalarının Toprak CaCO <sub>3</sub> İçeriği Duncan Gruplandırması .....	39
Çizelge 4.12. İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprağın KDK değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	40
Çizelge 4.13: Biyoömür Uygulamalarının Toprak KDK İçeriği Duncan Gruplandırması.....	41
Çizelge 4.14:İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında toprağın K değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	42
Çizelge 4.15: Biyoömür Uygulamalarının Toprak K İçeriği Duncan Gruplandırması.....	43
Çizelge 4.16:Tuz Uygulamalarının Toprak K İçeriği Duncan Gruplandırması .....	43
Çizelge 4.17: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında toprağın Mangan (Mn) değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	44
Çizelge 4.18:Biyoömür Uygulamalarının Toprak Mangan (Mn) İçeriği Duncan Gruplandırması ....	46
Çizelge 4.19:Biyoömür Uygulamalarının Toprak Mangan (Mn) İçeriği Duncan Gruplandırması ....	46
Çizelge 4.20: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında toprağın Çinko (Zn) değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	47
Çizelge 4.21: Tuz Uygulamalarının Toprak Çinko (Zn) İçeriği Duncan Gruplandırması.....	48
Çizelge 4.22: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında toprağın Demir (Fe) değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	48
Çizelge 4.23: Biyoömür Uygulamalarının Toprak Fe İçeriği Duncan Gruplandırması .....	50
Çizelge 4.24:Tuz Uygulamalarının Toprak Fe İçeriği Duncan Gruplandırması .....	50
Çizelge 4.25: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında toprağın Cu değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	51
Çizelge 4.26:Tuz Uygulamalarının Toprak Cu İçeriği Duncan Gruplandırması.....	52
Çizelge 4.27:Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitki boyuna etkisine ait varyans analizi sonuçları .....	53
Çizelge 4.28:Biyoömür Uygulamalarının Bitki Boyu için Duncan Gruplandırması .....	54
Çizelge 4.29:Tuz Uygulamalarının Bitki Boyu için Duncan Gruplandırması.....	54
Çizelge 4.30 Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının toplam ağırlığa etkisine ait varyans analizi sonuçları .....	55
Çizelge 4.31:Tuz Uygulamalarının Bitkinin Toplam Ağırlığı için Duncan Gruplandırması .....	56
Çizelge 4.32:Tuz Uygulamalarının Bitkinin Toplam Ağırlığı için Duncan Gruplandırması .....	57
Çizelge 4.33: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının kök ağırlığının etkisine ait varyans analizi sonuçları .....	57
Çizelge 4.34:Tuz Uygulamalarının Bitkinin Kök Ağırlığı için Duncan Gruplandırması.....	59
Çizelge 4.35: Tuz Uygulamalarının Bitkinin Kök Ağırlığı için Duncan Gruplandırması.....	59

Çizelge 4.36: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının yeşil aksam ağırlığının etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.37: Biyokömür Uygulamalarının Yeşil Aksam Ağırlığı için Duncan Gruplandırması .....	61
Çizelge 4.38: Tuz Uygulamalarının Yeşil Aksam Ağırlığı için Duncan Gruplandırması .....	62
Çizelge 4.39: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının kök uzunluğunun etkisine ait varyans analizi sonuçları .....	62
Çizelge 4.40: Tuz Uygulamalarının Kök Uzunluğu için Duncan Gruplandırması.....	63
Çizelge 4.41: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin N içeriğine ait varyans analizi sonuçları .....	64
Çizelge 4.42:Biyoömür Uygulamalarının Bitkide N İçeriği için Duncan Gruplandırması .....	66
Çizelge 4.43:Tuz Uygulamalarının Bitkide N İçeriği için Duncan Gruplandırması .....	66
Çizelge 4.44: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Cu içeriğine ait varyans analizi sonuçları .....	67
Çizelge 4.45:Biyoömür Uygulamalarının Bitkide Cu İçeriği için Duncan Gruplandırması.....	68
Çizelge 4.46:Tuz Uygulamalarının Bitkide Cu İçeriği için Duncan Gruplandırması .....	69
Çizelge 4.47: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Ca içeriğine ait varyans analizi sonuçları .....	69
Çizelge 4.48:Biyoömür Uygulamalarının Bitkide Ca İçeriği için Duncan Gruplandırması.....	71
Çizelge 4.49:Tuz Uygulamalarının Bitkide Ca İçeriği için Duncan Gruplandırması.....	71
Çizelge 4.50: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Fe içeriğine ait varyans analizi sonuçları .....	72
Çizelge 4.51:Tuz Uygulamalarının Bitkide Fe İçeriği için Duncan Gruplandırması .....	73
Çizelge 4.52: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Bor (B) içeriğine ait varyans analizi sonuçları .....	74
Çizelge 4.53:Biyoömür Uygulamalarının Bitkide Bor (B) İçeriği için Duncan Gruplandırması .....	75
Çizelge 4.54:Tuz Uygulamalarının Bitkide Bor (B) İçeriği için Duncan Gruplandırması .....	76
Çizelge 4.55: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Mangan (Mn) içeriğine ait varyans analizi sonuçları .....	76
Çizelge 4.56: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Çinko (Zn) içeriğine ait varyans analizi sonuçları .....	77
Çizelge 4.57:Tuz Uygulamalarının Bitkide Çinko (Zn) İçeriği için Duncan Gruplandırması .....	78
Çizelge 4.58:Tuz Uygulamalarının Bitkide Çinko (Zn) İçeriği için Duncan Gruplandırması .....	79
Çizelge 4.59: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Magnezyum (Mg) içeriğine ait varyans analizi sonuçları .....	79
Çizelge 4.60:Domateste Farklı Düzeylerdeki Biyoömür ve Tuz Uygulamalarının Bitki Potasyum İçeriğine Ait Varyans Analizi .....	80
Çizelge 4.61:Biyoömür Uygulamalarının Bitkide Kİçeriği için Duncan Gruplandırması .....	82
Çizelge 4.62: Tuz Uygulamalarının Bitkide Kİçeriği için Duncan Gruplandırması .....	82
Çizelge 4.63: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin P içeriğine ait varyans analizi sonuçları .....	83
Çizelge 4.64:Tuz Uygulamalarının Bitkide P İçeriği için Duncan Gruplandırması.....	84
Çizelge 4.65: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Sodyum (Na) içeriğine ait varyans analizi sonuçları .....	84
Çizelge 4.66:Tuz Uygulamalarının Bitkide Sodyum (Na) İçeriği için Duncan Gruplandırması.....	85

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

B:	Biyokömür
B:	Bor
C:	Karbon
Ca:	Kalsiyum
CaCl:	Kalsiyum Klorür
CaCO <sub>3</sub> :	Kireç
CO <sub>2</sub> :	Karbondioksit
Cu:	Bakır
EC:	Elektriksel İletkenlik
Fe:	Demir
FFA:	Fıstık Fabrikasyon Atığı
H:	Hidrojen
HCl:	Hidroklorik Asit
pH:	Toprak reaksiyonu
K:	Potasyum
KDK:	Kasyon Değişim Kapasitesi
KO	Kareler Ortalaması
K T	Kareler Toplamı
Mg:	Magnezyum
Mn:	Mangan
N:	Azot
Na:	Sodyum
OM:	Organik Madde
P:	Fosfor
S D	Serbestlik Derecesi
T:	Tuz
V K	Varyasyon Kaynağı
Zn:	Çinko

## 1. GİRİŞ

Organik atıkların (odun yongaları, mahsul kalıntısı veya artıklarının) düşük oksijenli veya oksijensiz bir ortamda yüksek ısıya maruz bırakılarak üretilen ve özellikle bir toprak iyileştirici olarak kullanılan kömür şekline biyokömür adı verilmektedir. Karbonca zengin olan biyokömürü, elde etmenin yöntemi karbonasyon ve piroliz işlemidir. Buda mevcut olan biyokütlenin yüksek sıcaklıkta çok az oksijenle ve oksijensiz ortamda karbonca zengin daha kararlı bir yapıya dönüşmesi olayıdır.

Biyokömürün toprak iyileştirici ve verim artırıcı, hatta bazı stres koşullarında toprak ve bitki üzerindeki etkisi sıkça araştırma konusu olmuştur. Günümüz çevre koşullarından, iklim değişikliğinden ve biz tüketicilerin etkisi ile günden güne yok olan verimli toprakların ıslahı için birçok materyal uygulanmış ve yöntem geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan biyokömürün popülerliği ise her geçen gün daha da artmaktadır. Tarımsal faaliyeti artırıcı ve üretkenliğin artırılması amacı ile biyokömür gibi toprak katkı maddelerinin kullanımı dikkatleri çekmiştir (Liu ve diğerleri, 2017).

Son yıllarda birçok araştırma biyokömürün toprak düzenleyici olarak kullanımına işaret etmiştir (Lehmann ve diğerleri, 2006; Laird ve diğerleri, 2010; Yuan ve Xu 2011). Yeni bir konu olmasına rağmen biyokömür, pek çok araştırmaya konu olmuştur. Biyokömür konusunda yapılan araştırmalarda olumlu etkiyi rapor eden ilk ülke Japonya olmuştur. Japonya'da 1984 yılında biyokömür, toprak düzenleyicisi olarak kabul edilmiştir. 2013 yılında biyokömürün tarımsal alanlarda kullanılmasını resmi olarak onaylayan ilk ülke İsviçre olmuştur. Toprağın verimliliğini arttırmak amacı ile biyokömür kullanımına ait ilk bulgular Amazonlarda keşfedilen Terra Preta'lar, Amazon ormanlarında yer alan koyu renkli ve verimli topraklardır (Kammann ve diğerleri, 2017).

Toprak kalitesinin iyileştirilmesi, verimliliğin ve bitkisel üretkenliğin artırılması amacı ile biyokömür benzeri toprak katkı maddeleri yaygın olarak

kullanılmaktadır (Liu ve diğerleri, 2017'a). Biyokömür; sorunlu topraklardan, tarım arazilerinin verimliliği, çevre kirliliği sorununa kadar birçok alanda uygulanmakta. Birçok ülkede “biyokömür araştırma merkezleri kurulmakta” ve inanılmaz derecede iyileştirici materyal olarak ifade edilmektedir (Verheijen ve diğerleri, 2010). Bu nedenle biyokömürün farklı topraklar, bitkiler ve farklı stres koşullarındaki etkileri araştırılmaları konu olmaktadır. Yüksek organik karbon içeriğine sahip, çok uzun sürede çözünen, ince yapılı, organik kaynaklı kömür olarak ifade edilen biyokömür, toprakta çok uzun yıllar karbonun depolanmasına neden olmaktadır. Biyokömür ilavesi, atmosferik karbondioksitin toprakta depolanmasının yollarından biri olarak görülmektedir (Lehmann ve diğerleri, 2006). Bu durumda karbon, hızla ekolojik döngüsünden ayrılıp, çok daha yavaş ilerleyen ve daha stabil biyokömür döngüsüne katılmaktadır (Lehmann, 2007).

Tuzluluk ve alkalilik ülkemizde özellikle kurak ve yarı-kurak bölgelerde bitkisel üretimin azalmasına ve toprak kalitesinin önünde önemli bir sorundur. Gereğinden fazla sulama, yağışın azalması ve buharlaşmanın artması ile tuzlar yıl içerisinde profilin farklı derinliklerine hareket edebilmektedir. Tuzluluk bitkisel üretimde verimin ciddi anlamda azalmasına neden olan önemli bir sorundur. Toprak tuzluluğu bitkilerde büyüme ve gelişmeyi, ürünün verimine ve kalitesine olumsuz etki yapmaktadır (Kalaji ve Pietkiewicz, 1993).

Tuzlu ve alkali topraklar, çoğunlukla organik madde bakımından da zengin değildir. Çoğu tuzlu topraklarda organik madde değeri %1'in altına düşmektedir. Biyokömür kullanımıyla çeşitli tuzların emiliminin mümkün olduğu yıllardır bilinmektedir (Bartell ve Miller, 1923). Bunun yanı sıra biyokömür, endüstriyel anlamda tuzun azaltılması amacı ile de kullanılmıştır (Zou ve diğerleri, 2008). Ancak biyokömürün bir toprak katkı maddesi olarak tuz stresinde yetişen bitkilerin verimliliğine etkisi ve tuzlu toprakların ıslahı ile ilgili yeterli düzeyde araştırma bulunmamıştır.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde etkisini daha fazla hissettiren iklim değişikliği, tuzluluğun artmasına yol açmaktadır. Çalışma; düşük yağış ve yüksek buharlaşma sorunu olan bölgemizde yoğun bir şekilde yetiştirilen fıstığın fabrikasyon atığının

biyokömüre dönüştürülmesi ve tuz stresine maruz kalan arazilerde yetiştirilen domatesin gelişimine etkisini konu edinmektedir. Araştırmada, biyokömürün verime olan etkisinin araştırılması ve tuzluluğun giderilmesi veya azaltılması hedeflenmektedir. Ayrıca atıkların organik madde olarak toprağa kazandırılması ile çevre kirliliğinin azaltılması, toprağın iyileştirilmesi ve tuzluluk, kuraklık gibi olumsuz koşullarda dahi bitki gelişimi, verimi ve kalitesinin devamlılığının sağlanması öngörülmektedir. Biyokömürü kendi imkânlarımızla üretmemiz, tuzluluk sorununa çözüm üretme hedefi ve bu konuda literatürde yeterli çalışmanın bulunmaması, bu çalışmayı özgün kılmaktadır.

Bu çalışmanın amaçları; 1) Fıstık fabrikasyon atığının 500 °C 'de pirolizi ile biyokömürün elde edilmesi, 2) Domates bitkisinin tuza toleransının belirlenerek, toprağa az, orta ve yüksek dozlarda tuz verilerek biyokömürün toprak özellikleri üzerine etkilerini anlamak ve 3) Fıstık atığı biyokömürünün, tuzlu toprakta bir inkübasyon çalışmasında etkilerini belirlemektir. Bu çalışmayla; biyokömürün farklı dozlarda tuz stresinde yetişen domates bitkisi ve sadece toprağa uygulanmasıyla bitkinin gelişimi ve toprak kalitesine etkileri incelenmiştir. Biyokömür son yıllarda maddi değer taşımayan insan, hayvan ve zirai atıkların değerlendirilmesi konusunda oldukça önem taşımaktadır. Biyokömürün toprağı iyileştirmesi yönünde yapılan çalışmalardan alınan sonuçlar, biyokömür kullanımının yaygınlaşması gerektiği hakkında önemli fikirler vermektedir. Şanlıurfa ilinde, düşük yağış ve yüksek sıcaklıktan kaynaklanan tuz sorunu yıllardır üzerinde çalışılan önemli bir sorundur. Hem bölgede yaygın bulunan antepfıstığı atıklarının faydalı yönde kullanılması hem de bölgenin tuz sorunun varlığı bu çalışmanın yürütülmesinin nedenleri olmuştur.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Birçok denemesi yapılan karbonlaştırma cihazı, biyokömür deneyleri için tasarlanmış ve bu cihazdan çıkan numuneler kısa analizlere tabii tutulduktan piyasada satılan ürünlerle karşılaştırılmıştır (Batur, 2017). Analizler ışığında karbonlaştırma makinesinden elde edilen ürünlerde en yüksek sıcaklık değerine sahip biyokömür örneği 7135 cal/g sıcaklık değeri ile 300 °C’de elde edilmiş örnek iken, en düşük sıcaklık değere sahip örnek ise 220 °C’de elde edilmiş olan (5421.33 cal/g) numune olarak belirlenmiştir. 220 °C ve 300 °C uygulama sıcaklığı aralığında alınan örneklerde uçucu madde oranı %70-%80, sabit karbon oranları %20-%25 aralığında elde edilmiştir. Uygulama sıcaklık arttıkça (sürme hızı sabit) kalorifik değer arttığı, nem ve kül oranının düştüğü saptanmıştır. Sonuç olarak biyokömür üretimi adına oluşturulan prototip, numune üretme ve numunenin kalitesi bakımından başarılı olmuş, ürün alma süresini 20-40 günlük sürelerden (klasik torluk) 7-8 dakikaya indirgemıştır (Batur, 2017).

Düşük olan 400-500 °C gibi sıcaklıklara oranla kullanılan biyokütle ile daha fazla biyokömür üretilirken yüksek sıcaklıklarda (>700 °C) biyokütle daha fazla sıvı ve gaz ürünlere dönüşmektedir. Bu ürünlerin karakteristik oluşum oranları %60 biyo-yağ, %20 biyokömür ve %20 gaz şeklindedir. Uygulanan sıcaklık ile ürün materyalinde değişme gözlemlenmiş ve düşük sıcaklıkta gerçekleşen yavaş piroliz işleminde ise üretilen biyokömür miktarı %50 civarındadır (Winsley, 2007).

Mısır koçanı, fasulye hasat atığı ve çeltik kavuzundan oluşan 3 farklı bitki atığı, çalışmanın ana materyali olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında biyokömürün, maliyeti yüksek olmakla birlikte toprak verimliliği açısından önemli bir girdi olabileceğini bildirmiştir (Günel, 2018). Günel (2018), yaptığı çalışmada; piroliz yöntemi ile elde edilen tarımsal atıkların biyokömürü ve sıvı hayvan gübresi içerisindeki besin elementlerinin tutulması sonucu toprağa katkı maddesi olarak uygulanmaktadır. Hem bitkisel atıklardan kaynaklanan hem de sıvı hayvan gübresinden kaynaklanan sorunların çözümlmesine yarayacak bir uygulamadır. Toprağa uygulanan içeriği zenginleştirilmiş biyokömürün, bir yandan toprağa besin elementi ilavesi yaparken diğer yandan toprağın işlev göstermesinde etkili olan birçok

toprak özelliğinin de iyileşmesine olanak tanımaktadır. Tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması, toprağın fonksiyon gösterme yeteneğinin uzun süreli geliştirilmesi ve karbon bağlama yeteneğine bağlıdır (Günel, 2018).

Kaba tekstürlü bir toprağa farklı düzeylerde saman ve biyokömür karışımları uygulanarak yıkama yapılmış ve toprakların Pb ve Cd yoğunluklarının derinliğe bağlı değişimi araştırılmıştır. 5 gün arayla sulanan topraklar, yaklaşık tarla kapasitesi nem seviyesinde bir ay bekletilip, toplamda 450 mm su ile sulanmıştır. Yıkama uygulamaları sonrasında kolonlarda belirlenen derinliklerde Pb ve Cd düzeyleri incelenmiştir. Her iki element için de derinliğe bağlı değişiminin istatistiksel olarak önemli olmadığı, biyokömür uygulamasında toprakta daha fazla Pb ve Cd olduğu belirlenmiştir (Al-Shohani, 2017).

Biyokömürlerin toprağın fiziksel özellikleri üzerinde etkileri; agregasyon, işlenebilirlik, şişme büzülme özelliği ve geçirgenlik olarak sıralanabilir. Biyokömürlerin yüzey alanları genellikle kum ve kilden karşılaştırılabilir oranda daha yüksektir, biyokömür; toprak ıslahında kullanıldığında toprakların toplam spesifik yüzey alanının artmasına sebep olduğu bildirilmiştir (Downie ve diğerleri, 2009).

Biyokömürün toprağa uygulanması durumunda azot oksit salınımı %80 düzeyinde bir düşüş göğöstermiş ve metan salınımı ise yok denecek kadar azalmıştır (Abbasi ve Adams, 2000; Lehmann, 2006).

Karbonlaştırma yöntemi ile zeytin ağacı budama atıklarının, asma budaklarının, mısır sapının ve etlik tavuk pisliğinin farklı sıcaklıklarda biyokömür haline getirilerek yakıt özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine çalışılmıştır. Karbonlaştırma, 250, 300 ve 350 °C reaksiyon sıcaklıklarında ve 30 dakika reaksiyon süresinde gerçekleştirilmiştir. Sıcaklığın artması ile birlikte yakıt karakteristiği bakımından linyit yapısında biyokömürler elde edilmiştir. Çalışmada %32 – 78 aralığında kütlece verim elde edilirken, ürünlerin sıcaklık değerleri 20- 28 MJ/kg arasında değişim göstermiş ve linyite göre daha kaliteli bir ürün elde edilmiştir. (Erdoğan, 2017).

Bu çalışma da farklı sıcaklıklarda ve farklı sürelerde, karbonlaştırma yöntemi ile portakal küspesinden biyokömür elde edilmiştir. Hidrotermal karbonlaştırma (HTK) prosesi sonunda yüksek karbon içerikli katı ürün ("biyokömür" / hidrokömür), sıvı ürün (sulu çözelti) ve az miktarlarda gaz ürün elde edilmiştir. Elde edilen hidrokömürlerin, C/N, O/C ve H/C oranları, pH koşulları, ağır metal analizleri ve besin içerikleri ışığında toprak iyileştirici olarak kullanımlarının uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Atila, 2015).

Sera koşullarında yapılan bu çalışma; hem patojen inokulasyonu hem de tuz stresine karşı domates bitkilerine uygulanan ISR- 2000 bitki aktivatörünün koruyucu etkileri çalışılmıştır. Tuz stresi altında ISR-2000'nin domates fidelerinin vejetatif büyümesini geliştirmesi ve antioksidan enzim seviyelerini arttırması ile tuz stresi etkilerini azalttığı gözlemlenmiştir. (Özfidan, 2005).

Conocarpus atıklarının farklı piroliz sıcaklıklarının biyokütlenin kimyasal içeriği üzerindeki etkisini gözlemek için 200-800 °C'de pirolizini gerçekleştirmişlerdir. Reaksiyon sıcaklığı arttıkça kül miktarı, pH, elektriksel iletkenlik, fonksiyonel gruplar ve C, N, P, K, Ca, Mg miktarında artarken; biyokömür verimi, O, H ve S miktarı ve asidik fonksiyonel gruplarda azalma gözlemiştir. Sıcaklık artışıyla biyokömürün aromatikliğinde artış olurken, polarlığında azalma görülmüştür (Al- Wabel et al. 2012).

Bu araştırma, günümüzde giderek artan tuzluluk problemi altındaki alanlarda yetiştirilen ürünlerden olan domates bitkisinin tuz stresi altında RNA miktarında meydana gelen değişimin ve RNA izolasyon kitlerinin domates bitkisi örneklerinde kullanım olanaklarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Deneme tam programlı topraksız tarım tekniğiyle üretim yapan sera koşullarında gözlemlenmiştir. İki farklı verime yatmış domates bitkisi sırasına sırasıyla 50 ve 100 mM NaCl çözeltisi, tuz stresi oluşturmak için 15 gün süre ile uygulanmış, diğer bir domates sırası ise kontrol amaçlı kullanılmıştır. Sonuç olarak kontrol grubuna göre 100 mM NaCl uygulanan örneklerde önemli çıkmıştır (Pektez, 2009).

Öztekin (2009), yaptığı çalışmada farklı tuz dozları ile, domates bitkisinin tuz stresine karşı anaçların tepkilerinin araştırıldığı bu çalışma elde edilen ortalama

değerlere göre; anaç genotipine göre değişmekle birlikte, anaç kullanımı ile özellikle aşısız bitkilerde bazı fiziksel özelliklerde, bitki su tüketimi ve su kullanım randımanı ile kaldırılan besin madde miktarlarının arttığı gözlemlenmiştir. Besin solüsyonunun tuz seviyesinin 6 dS/m'ye çıkarılması ile sözü edilen parametreler azalmış ancak yaprak prolin içeriğinde ve meyve kalitesinde artış gözlenmiştir. Tuz stresinde yaprakların Na ve Cl içerikleri artarken, K, Ca, K/Na ve Ca/Na oranlarında azalma olmuştur. Sonuçlar ışığında, özellikle tuzlu koşullarda bitki gelişimini, su tüketimini ve verimini arttıran aşılı bitki kullanımının ve dışarıdan prolin uygulamasının domates yetiştiriciliğinde tuz toleransını artırmada uygulanabilecek geçerli bir yöntem olabileceğini bildirmiştir (Öztekin, 2009).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Toprak

Çalışma için seçilen toprak; Şanlıurfa ilinin Birecik ilçesinde 37.022213 enlemi, 37.993027 boylamında olan Birecik barajına yakın bir bahçeden alınmıştır. Toprağın bünyesinin kumlu tını olması, su geçirgenliğinin yüksek ve su tutma kapasitesinin düşük olması bu toprağın çalışmada tercih edilmesinin nedeni olmuştur.

##### 3.1.2. Biyokömür

Seçilen materyal Güneydoğu Anadolu bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen fıstık (fıstık fabrikasyon atığı) (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2) biyokömür formuna dönüştürülerek, bölgede fazlaca yetiştirildiği için atığının değerlendirilmesi amacı ile kullanılmıştır.



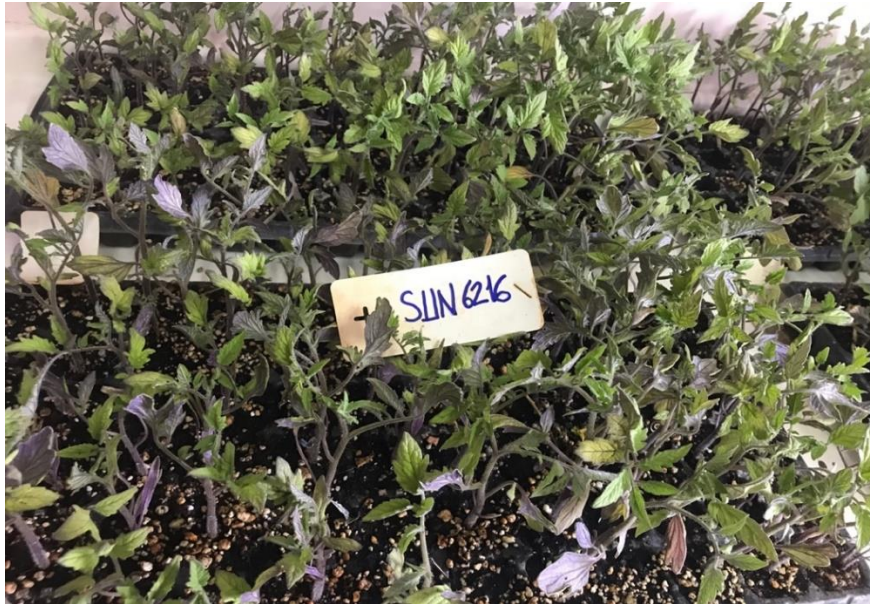
Şekil 3.1:Fıstık Kabuğu ve Fıstığın Fabrikasyon Atığı



Şekil 3.2: Fıstık fabrikasyon atığının biyokömür formu

### 3.1.3. Bitki Materyali

Çalışmada domates bitkisinin Sun 6216 çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.3). Bu çalışmada domates bitkisinin seçilmesinin nedeni; tuza toleransının düşük olması ve biyokömürün etkisini tam olarak ortaya koymaktır.



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan domates fideleri

### 3.2 Yöntem

Çalışma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait yarı kapalı serada tesis edilmiştir. Piroliz yöntemi ile yüksek sıcaklıkta (500°) fıstığın fabrikasyon atığı biyokömür haline getirildikten sonra deneme, tesadüf parselleri deneme desenine uygun şekilde kurulmuştur. 1) Domates bitkisinin tuza toleransı belirlenerek, toprağa bu belirlenen sınıra göre az, orta ve yüksek dozda (0 dS/m, 0.5 dS/m, 1 dS/m) tuz verilerek, biyokömürün toprağa yapacağı etkilerini görmek amacı ile 51 günlük bir saksı denemesinin kurulması, 2) Biyokömürün, bitkisiz tuzlu toprakta etkilerini görmek amacı ile aynı zamanda ve aynı toprakta 51 günlük başka bir inkübasyon çalışması kurulmuştur.

#### 3.2.1. Biyokömürün Elde Edilmesi

Bu çalışmada ham madde olarak antep fıstığının (fıstığın fabrikasyon atığı) kullanılmıştır. Bölgede fazlaca yetiştirilip, işlendiğinden dolayı; kolayca elde edilmiştir. Biyokömürün eldesi;

- Öncelikle fabrikasyon atıkları toplanıp kurutulmuştur.
- Kurutulan bu materyal öğütülüp, 2 mm' lik eleklerden geçirilmiştir (Şekil 3.4).
- Elenen materyal, özel olarak hazırlanmış galvanizli sac ile kapatılarak kül fırınında 500 °C' de piroliz işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Kurutulan fabrikasyon atığı fıstık maddesinin 2 mm 'lik elenmiş hali



Şekil 3.5. Galvanizli Sac Piroliz Ünitesi

Özel olarak hazırlanan dikdörtgen galvaniz saca hammadde konularak, kül fırını çalıştırılmış, yaklaşık 22-23 dakikada 500 °C 'ye ulaşılan sıcaklık, sabit tutulmuş ve 2 saat 50 dakikada piroliz işlemi tamamlanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Kül fırını

Biyokömür materyallerinin elde edilmeden önce ve elde edildikten sonra; materyallerin toplam C (%), N (%), H (%) ve S (%) içeriği belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Biyokömür materyallerinin elde edilmeden önce ve elde edildikten sonra toplam C (%), N (%), H (%) ve S (%) içeriği

		Toplam C (%)	Toplam N (%)	Toplam H (%)	Toplam S (%)
Fıstık	Hammadde	39.57	2.55	4.47	16
Fabrikasyon Atığı	Biyokömür	51.74	2.82	2.27	0

### 3.2.2. Saksı Denemesinin Kurulması

Saksı denemesi için Şanlıurfa ilinin Birecik ilçesinde 37.022213 enlemi, 37.993027 boylamında olan Birecik barajına yakın bir bahçeden 0-30 cm derinlikten alınan toprak örnekleri kullanılmıştır. Araziden alınan toprak örneklerinin oda koşullarında kurutulmuş ve 2 mm 'lik elekten geçirilmiştir (Şekil 3.7).



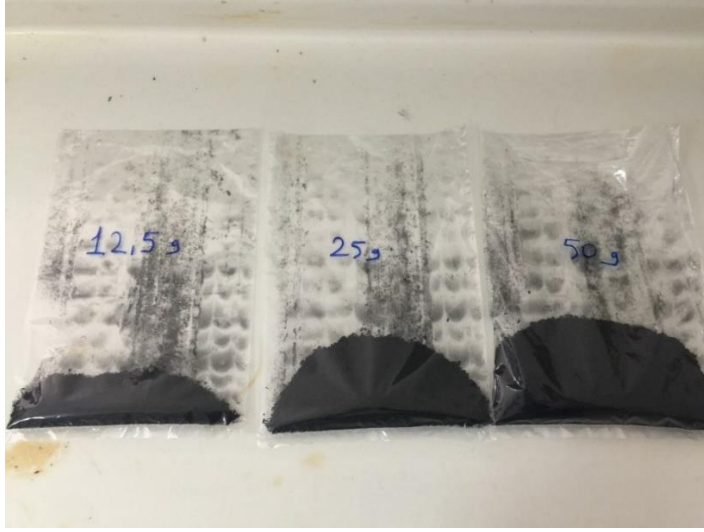
Şekil 3.7. Toprak örneklerinin elenmesi

Elenen toprak örneği fırın kuru ağırlık esasına göre her bir kaptta 5000 g olacak şekilde (Şekil 3.8), biyokömür örnekleri ise ayrı ayrı (%0- %0.25- %0.5- %1) doz oranlarında (0- 12.5 – 25 – 50) g (FFA biyokömürü) tartılmıştır (Şekil 3.9). Tartılan biyokömür örneği ile toprak örneği homojen bir şekilde karıştırılıp (Şekil 3.10), tarla kapasitesinin %4.18 oranında nemlendirilerek periyodik ölçümler ile (ağırlık bazında) nemin korunması sağlanmıştır. Sera koşullarında saksıda yetiştirilen domates bitkisine tuz uygulamalarının, uygulanacağı bitkilere yetiştirme periyodu boyunca 0 (kontrol) 5

$dSm^{-1}$  ve  $10 dSm^{-1}$  tuz seviyesinde sulama suyu ile uygulanmıştır. Sulama suyu, sulama öncesinde EC metre ile kontrol edilerek istenilen EC düzeyine gelmesi sağlandıktan sonra bitkilere verilmiştir. Kontrol bitkileri çeşme suyu ile ağırlık esasına göre tarla kapasitesi düzeyinde sulanmıştır.



Şekil 3.8. Saksılara yerleştirme



Şekil 3.9. Biyokömürlerin tartımı



Şekil 3.10. Biyokömür ile toprak örneğinin homojen olarak karıştırılması.

Hazırlanan homojen karışım etiketi yapıştırılmış saksılara özen ile doldurularak domates fideleri dikilmiştir (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Etiketli saksılara domates fideleri dikimi

Deneme kurulduktan sonra; ilk 3 sulama tuzsuz çeşme suyu ile sulanmıştır. Daha sonraki tuz uygulamalarının yapılacağı bitkilere yetiştirme periyodu boyunca ağırlık esasına göre 0 (kontrol)  $5 \text{ dSm}^{-1}$  ve  $10 \text{ dSm}^{-1}$  tuz seviyesinde sulama suyuna (2.92 g – 5.85 g) dozlarında tuz karıştırılarak uygulanmıştır (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Tuz dozlarının belirlenmesi

Sulama periyodik ölçümler ile (ağırlık bazında) belirlenerek toplam olarak haftada 3 farklı zamanda kayıp olan su kadar ilave edilmesi şeklinde giderilmiştir. Bu sulama zamanı yaklaşık 51 gün sürmüştür. Saksı denemesi kapsamında yapılacak uygulamalar ve örnekleme saksı sayıları: 1 toprak örneği x 1 biyokömür materyali x 4 biyokömür dozu x 3 tekerrür x 3 farklı tuz dozu olmak üzere toplam 36 adet örnek saksı kullanılmıştır. Saksı denemesi için yapılan uygulamalar ve oluşturulan deneme kombinasyonları (Çizelge 3.2)' de verilmiştir.

**Biyokömür Dozları****%0:** B0**%0.25:** B1**%0.5:** B2**%1:** B3**Tuz Dozları****0 dS/m:** T0**5 dS/m:** T1**10 dS/m:** T2

Çizelge 3.2 Saksı Deneme Kombinasyonları

B0T0	B0T1	B0T2
B1T0	B1T1	B1T2
B2T0	B2T1	B2T2
B3T0	B3T1	B3T2



Şekil 3.13. Tuzlu Sulama Sonucu Toprak Görünümünün Değişimi

Deneme sonunda (yani başlangıcından fidelerin ilk meyve verdiği zaman) (Şekil 3.14) fideler dikkatli bir şekilde topraktan ayrılarak analizler için hazır hale getirilmiştir. Bu süreçte alınan bitkiler, önce yeşil aksam analizleri yapılarak daha sonra kurutularak, öğütülen bitkiler analize hazır bir hale getirilmiştir.



Şekil 3.14. Çalışma sonlandırılmadan önce bitki gelişim durumu (Meyve Dönemi)

### 3.2.3. İnkübasyon Çalışması

İnkübasyon çalışması için, saksı denemesinde kullanılan toprağın aynısı kullanılmıştır. Deneme (saksıların da bulunduğu) Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü yerleşkesinde Ziraat Fakültesi arkası öğrenci çalışma alanları ve seralarında tesis edilmiştir (Şekil 3.15).

Sulama periyodik ölçümler ile (ağırlık bazında) belirlenerek toplam olarak haftada 3 farklı zamanda kayıp olan su kadar ilave edilmesi şeklinde giderilmiş ve sulama yaklaşık 51 gün sürmüştür. İnkübasyon çalışması kapsamında yapılacak uygulamalar ve örnekleme saksı sayıları: 1 toprak örneği x 1 biyokömür materyali x 4 biyokömür dozu x 3 tekrür x 4 farklı tuz dozu olmak üzere toplam 48 adet örnek saksı kullanılmıştır. İnkübasyon çalışması için yapılan uygulamalar ve oluşturulan deneme kombinasyonları (Çizelge 3.3)' de verilmiştir.

**Biyokömür Dozları**

%0: B0

%0.25: B1

%0.5: B2

%1: B3

**Tuz Dozları**

0 dS/m: T0

2.5 dS/m: T1

5 dS/m: T2

10 dS/m: T3

Çizelge 3.3 İnkübasyon Deneme Kombinasyonları

B0T0	B0T1	B0T2	B0T3
B1T0	B1T1	B1T2	B1T3
B2T0	B2T1	B2T2	B2T3
B3T0	B3T1	B3T2	B3T3



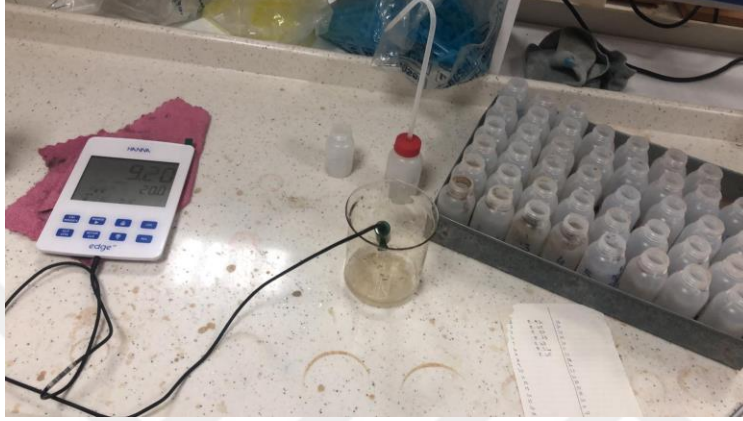
Şekil 3.15. İnkübasyon çalışmasının kurulması

### 3.2.4. Toprak ve Bitki Analizleri

#### 3.2.4.1. Toprak Analizleri

##### 3.2.4.1.1. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprak:su karışımında 1:2.5'luk sulandırma yöntemi ile belirlenmiştir (Jakson, 1958).



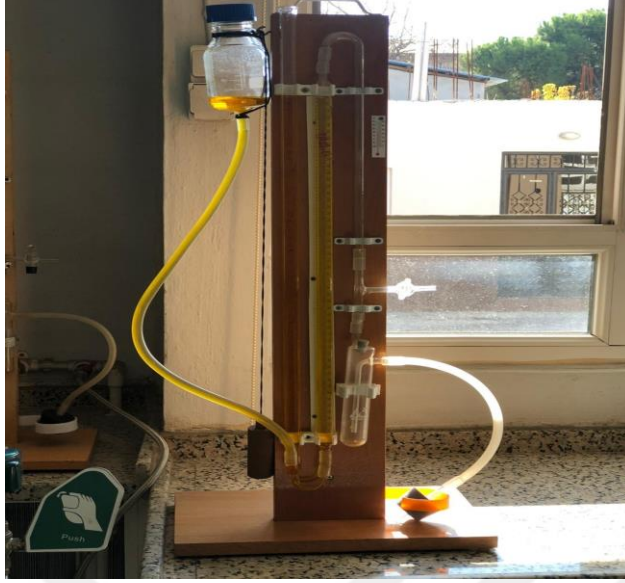
Şekil 3.16. pH ölçümleri

##### 3.2.4.1.2. Elektriksel iletkenlik (EC)

Toprak:su karışımında 1:5.0'luk sulandırma yöntemi ile ölçülmüştür (Jackson, 1958).

##### 3.2.4.1.3. Kireç Miktarı (% CaCO<sub>3</sub>)

Scheibler kalsimetresi kullanılarak, %10' luk HCl asit çözeltisi ile toprak örnekleri karıştırılarak, topraklarda kalsiyum karbonatın parçalanması sonucunda açığa çıkan CO<sub>2</sub>' nin standart sıcaklık ve basınç altındaki hacmi göz önünde bulundurularak belirlenmiştir (Nelson, 1982) (Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. Scheibler kalsimetresi ile toprakta kireç tayini

#### 3.2.4.1.4. Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)

Sodyum asetat yöntemi ile yapılmıştır (Summer, 1996). Topraklardan 4 g tartılarak 100 ml 'lik tüplere konulup 33 ml sodyum asetat ilave edilip daha sonra çalkalayıcıda 5 dakika çalkalandıktan sonra, 4500 devirli santrüfuj edilmiş ve üstteki berrak sıvı filtre edilmiştir. Bu işlemi üç kez tekrarlayıp, aynı örnekleri %95 etil alkol ile aynı işlem üç kez uygulanmıştır. Daha sonra amonyum asetat ile aynı işlemler yapılmış ve üstteki berrak sıvı filtre edilerek 100 ml' lik balon jojelerde biriktirilmiştir. Amonyum asetat ile 100 ml tamamlanmıştır. Elde edilen süzüklerde Na konsantrasyonu atomik absorpsiyon spektrometresi kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.18.).



Şekil 3.18. Katyon Değişim Kapasitesi tayini aşamaları

#### 3.2.4.1.5. Yarayırlı mikro element tayini

10 g toprak ve 20 ml 0.005 M DTPA, 0.01 M  $\text{CaCl}_2$  ve 1 M TEA ekstraksiyon çözeltisi karışımı (pH' sı HCl ile 7.3'e ayarlanmış) ile 2 saat çalkalanıp filtre edilen süzükte ICP OES ile okuma yapılmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978) (Şekil 3.19.).



Şekil 3.19. Filtre Edilen Süzükler

### 3.2.4.1.6. Yarayışlı Fosfor

Fosforun bikarbonat (0.5 M NaHCO<sub>3</sub>) çözeltisinin pH 8.50' e ayarlanması ile açığa çıkan çözeltideki fosforun miktarına göre mavi renk oluşturan bir ortamda bağlayıp, indirgeyerek elde edilen mavi rengin yoğunluğunun spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunması ve okunan değerin aynı koşullarda hazırlanmış ve içindeki fosfor miktarı ile karşılaştırmasına dayalıdır (Olsen ve diğerleri, 1954) (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Spektrofotometrede 880 nm dalga boyunda okunması.

### 3.2.4.1.7. Organik Madde

Nelson (1982), tarafından modifiyeli edilmiş, Walkley Black yöntemine göre belirlenmiştir. Bunun için analize hazır hale getirilecek toprak örnekleri, 100 mikronluk elekten geçirecek, toprağın organik madde kapsamına bağlı olarak 1–1 gr tartılarak 500 mm' lik elenmeyelere konulmuş ve üzerine 10 ml potasyum dikromat (1N) ve 20 ml sülfürik asit eklenmiştir. Bir dakika çalkalandıktan sonra 150 °C'ye ayarlı hot-pleyt üzerinde bir dakika ısıtılmıştır (Şekil 3.21.). Bu şekilde kırmızı-kahverengi bir renk alan karışım soğutulduktan sonra üzerine 200 ml saf su ve 12–13 damla baryum difenilaminsülfonat eklenerek demir sülfat (0.5N) ile yeşil renk elde

edilinceye (Şekil 3.22.) kadar titre edilip bu noktada harcanan demir sülfat miktarı kaydedilmiştir.



Şekil 3.21. Hot-Pleyt Üzerinde Isınması



Şekil 3.22. Demir Sülfat (0.5N) ile Yeşil Renk Elde Edilmesi

### 3.2.4.1.8. Yarayışlı Potasyum

1N amonyum asetat ile ekstraksiyon yöntemine göre yapılmıştır (Thomas, 1982) (Şekil 3.23.).



Şekil 3.23: Alev Fotometresi

### 3.2.4.2 Bitki Ölçüm ve Analizleri

#### 3.2.4.2.1. Bitki Boyu (cm)

Bütün saksılardan alınan bitkilerin uzunluğu ölçülmüştür (Şekil 3.24.).



Şekil 3.24. Bitki kök boyu ölçümü

**3.2.4.2.2 Kök Uzunluğu (cm)**

Kök boğazında kök ucu kısmına kadar, şerit metre yardımıyla ölçülmüş ve cm olarak verilmiştir.

**3.2.4.2.3. Toplam Ağırlık (g)**

Bitkinin toplam ağırlığı hassas terazi ile ölçülmüş ve g olarak verilmiştir.

**3.2.4.2.4. Kök Ağırlığı (g)**

Bitkinin kök boğazından itibaren gövde kısmından ayrılarak hassas terazi tartılmış ve g olarak verilmiştir.

**3.2.4.2.5. Yeşil Aksam Ağırlığı**

Bitkinin kök, gövde ve yaprakların yaş ağırlıkları dijital terazide tartılarak kök, gövde, yaprak ve toplam yeşil aksam yaş ağırlığı (g) belirlenmiş ve 65 dereceye ayarlanmış etüvde kurutulduktan sonra kök, gövde, yaprak ve toplam yeşil aksam kuru ağırlığı (g) tespit edilmiştir.

**3.2.4.2.6. Nitrik ve Perklorit Asit Karışımı ile Yaş Yakma**

Öğütülmüş ve kurutulmuş bitki örneğinden 0.5-2.0 g tartılır. Her 1 g örnek için 12 mL nitrik-perklorit asit karışımı ilave edilir ve bitki örneği asit ile ıslanması sağlanır. Çeker ocak içerisinde 20-3 dakika bırakılır. Su banyosu üzerinde düşük sıcaklıkta en az 3 saat veya tercihen 1 gece bırakılır. Sıcaklık yavaş bir halde 150-200 C ye yükseltilir. Ortamdan nitrik asit uzaklaşır bitki çözeltilisi açık sarı bir renk gösterir. Sıcaklığın artması ile perklorik asit parçalanır ve çözeltilinin rengi açılır. Perklorit asidin beyaz dumanı erlenmayerin içini tamamen kapladıktan sonra yakmaya en az 30 dakika daha devam edilir (Şekil 3.25.). Yakmanın sonunda erlenmayer içinde yaklaşık 1 mL perklorit asit kalmalı ve bitki çözeltilisi beyaz olmalıdır. Yakmanın sonunda bir miktar arı su eklenir, çalkalanır ve kantitatif olarak 100 mL su ile seyreltilip OS ICP ile okuma yapılır (Şekil 3.26.).



Şekil 3.25. Perklorit Asidin Beyaz Dumanı Erlenmayerin İçini Tamamen Kapladığı Hali



Şekil 3.26: OES ICP ile okuma

**3.2.4.2.7. Dumas Yöntemi**

Öğütülmüş ve kurutulmuş bitki örneğinden 0.2 g tartılıp ve kayıkçıya konuldu. Tartımdan 1 saat önce örnekler 70 C’de kurutuldu. Fırın sıcaklığı 900-950 C’ye ayarlandı. Örnek analizi cihaza girilerek içinde örnek bulunan kayıkçık cihazın fırınına yerleştirilip ve cihazdan analizin bittiğini belirten sinyal gelince okuma kaydedilmiştir (Şekil 3.27.).



Şekil 3.27. Dumas Yöntemi ile Azot Tayini Belirleme Aşamaları

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

##### 4.1. İnkübasyon Süresince Biyokömür ve Tuz Uygulamalarının Toprağın Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri

###### 4.1.1. Toprak pH'sı üzerine etkisi

İnkübasyon çalışması biyokömür dozları (%0, %0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) altında ölçülen pH'nın ait varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.1.). Kontrol (%0) örnekleri ile artan dozlarda biyokömür uygulamaları karşılaştırıldığında dozlar arasında pH değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık bulunmamaktadır.

Çizelge 4.1: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprak pH' sı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	1.375	0.688	1.338 <sup>ns</sup>	3.320	5.390
Faktör A(Biyokömür)	3	1.267	0.422	0.822 <sup>ns</sup>	2.920	4.510
Faktör B (Tuz)	3	1.817	0.606	1.179 <sup>ns</sup>	2.920	4.510
AXB (Biyokömür x Tuz)	9	4.520	0.502	0.978 <sup>ns</sup>	2.090	2.840
Hata	30	15.412	0.514			
Genel	47	24.390	0.519			
V K* Varyasyon Kaynağı	SD* Serbestlik Derecesi	K T* Kareler Toplamı	K O* Kareler Ortalaması			

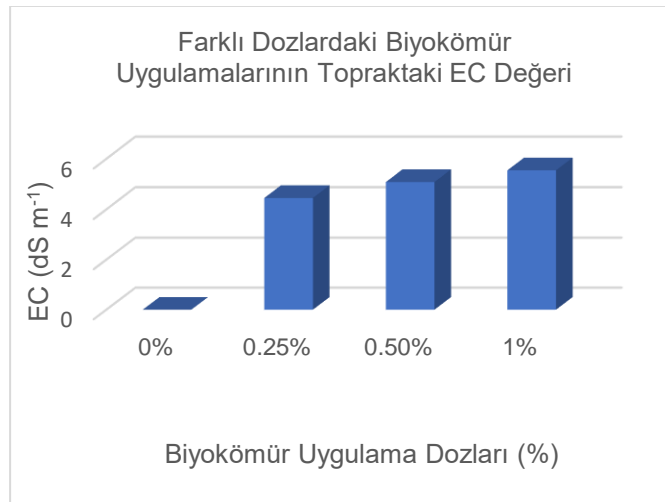
###### 4.1.2. Toprak Elektriksel İletkenliği Üzerine Etkisi

İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz dozları altında ölçülen toprak EC değerleri arasında yapılan varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.2.).

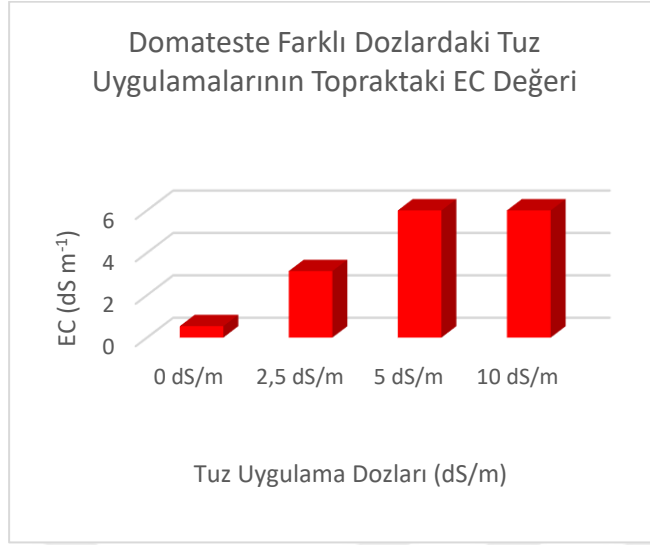
Çizelge 4.2: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprağın EC değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	1.013	0.506	0.508 <sup>ns</sup>	3.320	5.390
Faktör A(Biyokömür)	3	14.278	4.759	4.771 <sup>**</sup>	2.920	4.510
Faktör B (Tuz)	3	522.954	174.318	174.751 <sup>**</sup>	2.920	4.510
AXB (Biyokömür x Tuz)	9	7.474	0.830	0.832 <sup>ns</sup>	2.090	2.840
Hata	30	29.926	0.998			
Genel	47	575.644	12.248			

Biyokömür ve tuz dozları arttığında toprak EC' sinin farklılaşmasına neden olmuştur. İnkübasyon çalışması süresince biyokömür dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.1 ve tuz dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.2'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1:Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Topraktaki EC Değeri



Şekil 4.2:Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Topraktaki EC Değeri

İnkübasyon çalışmasında, artan biyokömür dozları ile toprağın EC değerlerinin de önemli düzeyde ( $P<0,01$ ) arttığı görülmektedir. En yüksek EC değeri ( $5.545 \text{ dS m}^{-1}$ ) %1 dozunda oluşurken, kontrol uygulamasındaki toprağın EC değerinin ( $4.142 \text{ dS m}^{-1}$ ) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3:Biyoömür Uygulamalarının Toprak EC' sinde Duncan Gruplandırması

Biyoömür Dozları (%)	Elektriksel İletkenlik ( $\text{dS m}^{-1}$ )
0	4.142 b
0.25	4.452 ab
0.5	5.082 ab
1	5.545 a

Farklı tuz uygulamalarının toprağın EC değeri üzerine etkisi  $P<0.01$  düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. En yüksek EC değeri ( $9.353 \text{ dS m}^{-1}$ ) 10 dS/m dozunda oluşurken, kontrol uygulamasındaki toprağın EC değerinin ( $0.5408 \text{ dS m}^{-1}$ ) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.4:Tuz Uygulamalarının Toprak EC' sinde Duncan Gruplandırması

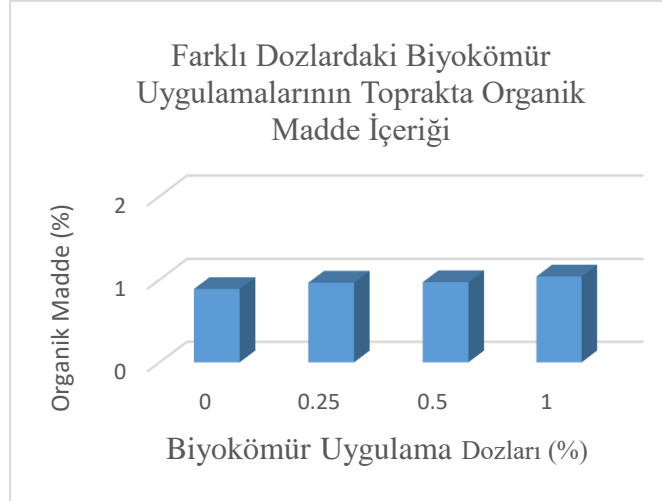
Tuz Dozları (dS/m)	Elektriksel İletkenlik (dS m <sup>-1</sup> )
0 dS/m	0.540 d
2.5 dS/m	3.139 c
5 dS/m	6.188 b
10 dS/m	9.353 a

### 4.1.3. Toprak Organik Maddesi Üzerine Etkisi

İnkübasyon çalışmasında biyokömür dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) uygulamalarında toprak organik madde (OM) (%) içeriğinin varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.5.). Dozlar bakımından incelendiğinde; kontrol (%0) örnekleri ile artan dozlarda; biyokömür uygulamaları kıyaslandığında en yüksek değer %1 dozunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3.).

Çizelge 4.5: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprağın Organik Madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	0.013	0.006	1.5993	3.320	5.390
Faktör A(Biyokömür)	3	135	0.045	11.3090**	2.920	4.510
Faktör B (Tuz)	3	0.012	0.004	1.0127 <sup>ns</sup>	2.920	4.510
AXB (Biyokömür x Tuz)	9	0.040	0.004	1.1032 <sup>ns</sup>	2.090	2.840
Hata	30	120	0.004			
Genel	47					



Şekil 4.3. Biyokömür Uygulama Dozları Organik Madde İçeriği

İnkübasyon çalışmasındaki saksılarda bulunan toprağın organik madde içeriğine biyokömür uygulamalarının  $P < 0,01$  önem düzeyinde etki yaptığı anlaşılmaktadır. En yüksek organik madde içeriği %1 biyokömür uygulamasında elde edilirken, bunu sırası ile %0.5, %0.25 ve kontrol uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6:Tuz Uygulamalarının Toprak Organik Maddesine Duncan Gruplandırması

Biyokömür Dozları (%)	Organik Madde (%)
0	0.8875 c
0.25	0.9633 b
0.5	0.9692 b
1	1.038 a

Biyokömür uygulamalarında; MK biyokömürü değeri diğer uygulamalara göre anlamlı derecede yüksektir. Dozlar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ). Dozlar bakımından incelendiğinde kontrol (%0) örnekleri ile artan dozlarda biyokömür uygulamaları karşılaştırıldığında doz artışına bağlı olarak artışın yükseldiği ve en yüksek artışın ise % 2.4 dozunda olduğu belirlenmiştir (Sayğan, 2017). Bu çalışma sonuçları bizim yapmış olduğumuz çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Artan dozlara bağlı olarak değerlerdeki azalma

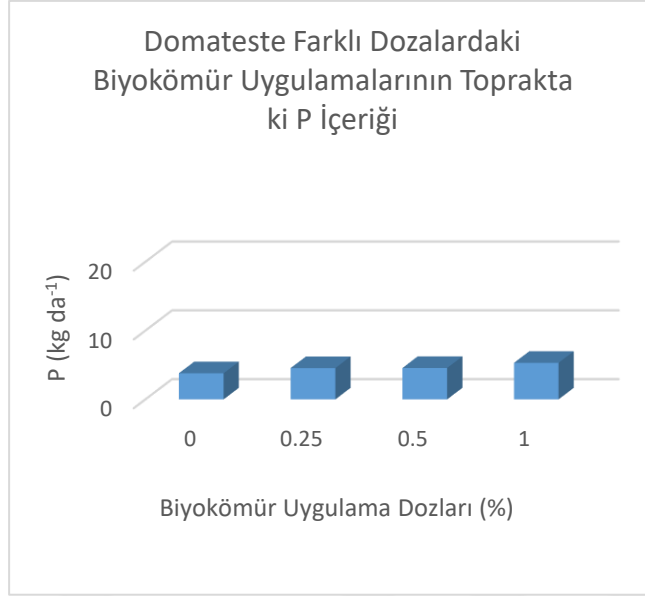
ayrışmanın yavaşlamasına bağlı olarak toprak OM'sini zenginleştirmesi bakımından biyokömürün etkin biçimde kullanılabileceği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır.

#### 4.1.4. Yarayışlı Fosfor Üzerine Etkisi

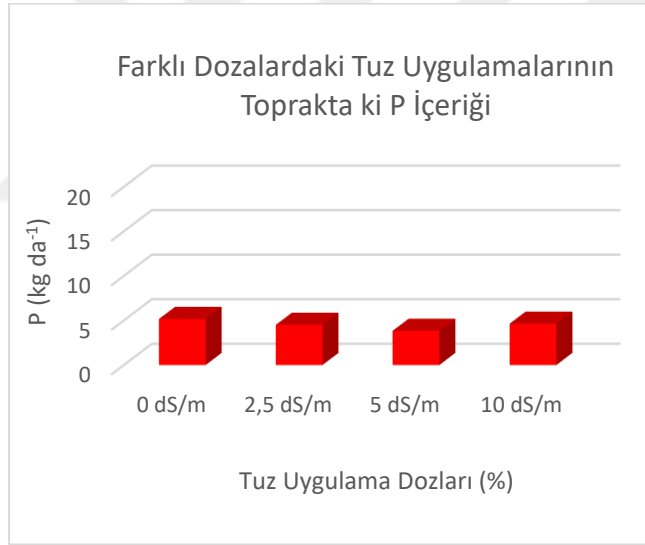
İnkübasyon çalışmasında, biyokömür dozları (%0, %0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.7.). Dozlar bakımından incelendiğinde; kontrol (%0) örnekleri ile artan dozlarda; en yüksek değerin %1 dozunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.). Tuz dozları incelendiğinde ise; kontrol (0 dS/m) örneği ile yarayışlı P içeriğinin azaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.5). En yüksek değerin 0 dS/m dozunda olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprağın Yarayışlı P değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	0.610	0.305	0.300 <sup>ns</sup>	3.320	5.390
Faktör A(Biyokömür)	3	13.753	4.584	4.517 <sup>**</sup>	2.920	4.510
Faktör B (Tuz)	3	10.704	3.568	3.516 <sup>*</sup>	2.920	4.510
AXB (Biyokömür x Tuz)	9	5.074	0.564	0.556 <sup>ns</sup>	2.090	2.840
Hata	30	30.445	1.015			
Genel	47	60.584	1.289			



Şekil 4.4: Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Topraktaki P İçeriği



Şekil 4.5:Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Topraktaki P İçeriği

İnkübasyon çalışmasındaki toprağın P içeriğine biyokömür uygulamalarının  $P < 0,01$  önem düzeyinde etki yaptığı anlaşılmaktadır. En yüksek P içeriği %1 biyokömür uygulamasında elde edilirken, en düşük doz ise kontrol dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8:Biyoömür Uygulamalarının Toprak P Duncan Gruplandırması

Biyoömür Dozlar (%)	Yarayışlı Fosfor (P) (kg da <sup>-1</sup> )
0	3.801 b
0.25	4.557 ab
0.5	4.467 ab
1	5.311 a

İnkübasyon çalışmasındaki saksılarda bulunan toprağın P içeriğine tuz uygulamalarının ( $P < 0,05$ ) önem düzeyinde etki yaptığı anlaşılmaktadır. En yüksek P içeriği kontrol uygulamasında elde edilirken, en düşük doz ise 5 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9:Tuz Uygulamalarının Toprak P Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Yarayışlı Fosfor (P) (kg da <sup>-1</sup> )
0 dS/m	5.164 a
2.5 dS/m	4.505 ab
5 dS/m	3.838 b
10 dS/m	4.628 ab

Çin’de mısır artıkları biyoömürü kullanılarak yapılmış olan inkübasyon çalışmasında doz artışının bağı olarak yarayışlı P değerinde artış olduğu ve bu artışın pH içeriği yüksek olan topraklarda pH içeriği düşük olan topraklara göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir (Limei Zhai ve diğerleri, 2014). Bu çalışmada da yarayışlı p içeriğinde artış olmasının nedeni inkübasyon çalışmasında kullanılan toprak örneğinde pH içeriğinin yüksek olmasına bağlanabilir. Kullanılmış olan biyoömür materyaline bağı olarak ta yarayışlı P değerinde önemli oranda bir artış olduğu gözlenmektedir. En fazla artışın %1 dozunda olduğu tespit edilmiştir. Biyoömürün toprak ilavesinde P’nin yarayışlılığını artırılabilirdiği ve P’lu gübre kullanımındaki gereksinimin azalttığı saptanmıştır (Helena Soenne ve diğerleri, 2014). Bizim çalışma sonuçlarımızda da biyoömür uygulaması ile P değerinde önemli oranda artış gösterdiği belirlenmiştir. Daha önce elde edilen sonuçlar ışığında elde ettiğimiz sonuçların uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada biyoömür uygulamalarının alkalın

toprakların yarayışlı P içeriğini önemli ölçüde artırdığı ve buna bağlı olarak P'lu gübre kullanımını azaltılabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu artış, seçilen biyokömür materyalinden kaynak bir artış olabileceği gibi toprağın toplam P içeriğinden alınan yarayışlı P'dan olabileceğide söz konusudur.

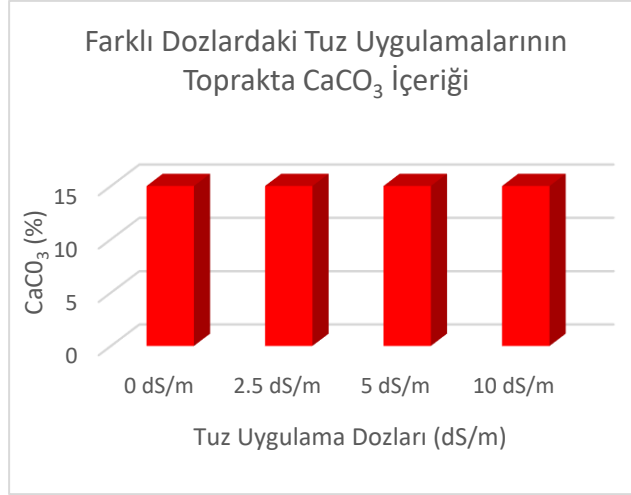
#### 4.1.5. Kireç Miktarı (%CaCO<sub>3</sub>) Üzerine Etkisi

İnkübasyon çalışmasında biyokömür (FFA) dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprağın CaCO<sub>3</sub> değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	1.137	0.569	1.320 <sup>ns</sup>	3.320	5.390
Faktör A(Biyokömür)	3	1.588	0.529	1.230 <sup>ns</sup>	2.920	4.510
Faktör B (Tuz)	3	4.500	1.500	3.484*	2.920	4.510
AXB (Biyokömür x Tuz)	9	15.090	1.677	3.894**	2.090	2.840
Hata	30	12.918	0.431			
Genel	47	35.234	0.750			

En yüksek değerin 0 dS/m dozunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Tuz Uygulama Dozlarının CaCO<sub>3</sub> içeriği

Biyokömür uygulamaları yönünden toprağın CaCO<sub>3</sub> içeriği bakımından istatistiksel olarak bir fark çıkmamıştır. Farklı tuz uygulamalarının toprağın CaCO<sub>3</sub> değerleri üzerine etkisi yönünden (P<0,05) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiş. En yüksek değerlerin kontrol uygulamalarında olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.11. Tuz Uygulamalarının Toprak CaCO<sub>3</sub> İçeriği Duncan Gruplandırması

Biyokömür Konuları (%)	Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) (%)
0 dS/m	18.58 a
2.5 dS/m	18.24 ab
5 dS/m	17.73 b
10 dS/m	18.26 ab

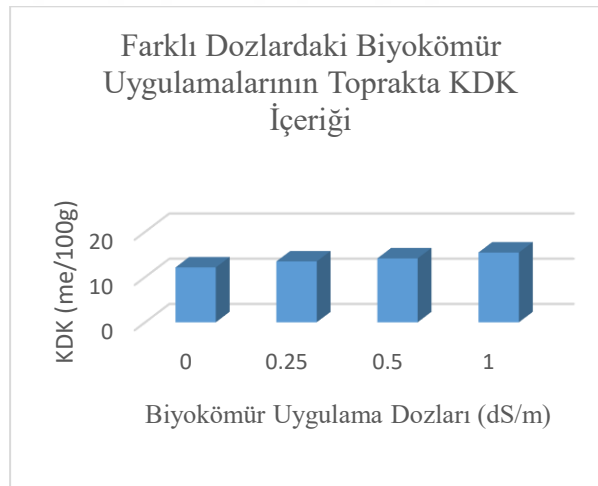
#### 4.1.6. Katyon Değişim Kapasitesi Üzerine Etkisi

İnkübasyon çalışmasında biyokömür (FFA) dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.12. İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında ölçülen toprağın KDK değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	0.995	0.498	2.0093	3.320	5.390
Faktör A(Biyokömür)	3	67.349	22.450	90.6297**	2.920	4.510
Faktör B (Tuz)	3	1.284	0.428	1.7281	2.920	4.510
AXB (Biyokömür x Tuz)	9	2.799	0.311	1.2556	2.090	2.840
Hata	30	7.431	0.248			
Genel	47	79.859				

Biyokömür uygulamalarındaki en yüksek değer in %1 dozunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7: Biyokömür Uygulama Dozunun KDK içeriği

Toprağın KDK içeriğine biyokömür uygulamaları yönünden  $P < 0,01$  önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. En yüksek KDK içeriği %1 biyokömür uygulamasında elde edilirken, bunu sırası ile %0.5, %0.25 ve kontrol uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.13: Biyokömür Uygulamalarının Toprak KDK İçeriği Duncan Gruplandırması

Biyokömür Konuları (%)	KDK (me/100g)
0	12.13 d
0.25	13.45 c
0.5	14.12 b
1	15.42 a

Farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının toprağın; KDK değeri, tuz uygulamaları yönünden bir fark çıkmamıştır ( $p<0.05$ ). Sayğan (2017), çalışmada; kontrol (%0) dozu ile artan dozlarda biyokömür uygulamaları karşılaştırıldığında en yüksek değer en yüksek dozunda olduğu belirlenmiştir (Sayğan, 2017). Başka bir çalışmada ise; biyokömür uygulaması ile KDK başlangıcındaki miktarına göre %40'ın üzerinde bir artış gösterdiği tespit edilmiştir (Tryon, 1948; Mikan ve Abrams, 1995; Topoliantz ve diğerleri, 2002). Prosopis ağaçlarından elde edilen biyokömürün farklı dozları kullanılarak kurulmuş olan inkübasyon çalışmasında doz artışına bağlı olarak önemli bir artış gözlenmektedir en fazla artış ise en yüksek doz oranında elde edilmiştir (Shenbagavalli ve Mahimairaja, 2012). Yapmış olduğumuz bu çalışmada da biyokömür uygulaması ile KDK değerinde önemli oranda artış gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma sonuçları ile yapmış olduğumuz inkübasyon çalışması sonuçları karşılaştırıldığında sonuçlar benzerlik göstermektedir.

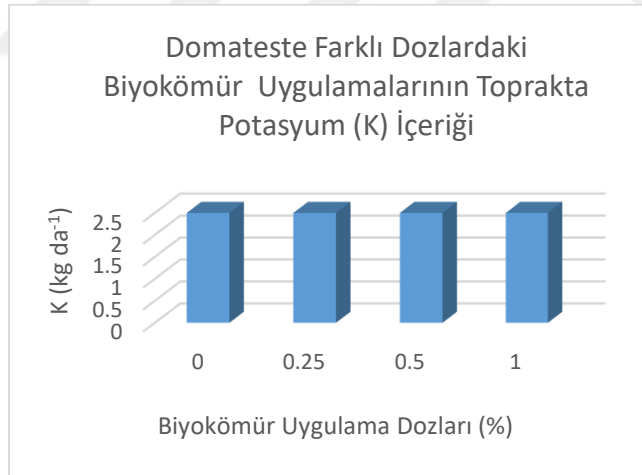
#### 4.1.7. Potasyum (K) Üzerine Etkisi

İnkübasyon çalışması süresince K değerleri arasında biyokömür materyali (FFA) dozları (%0, %0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.14.).

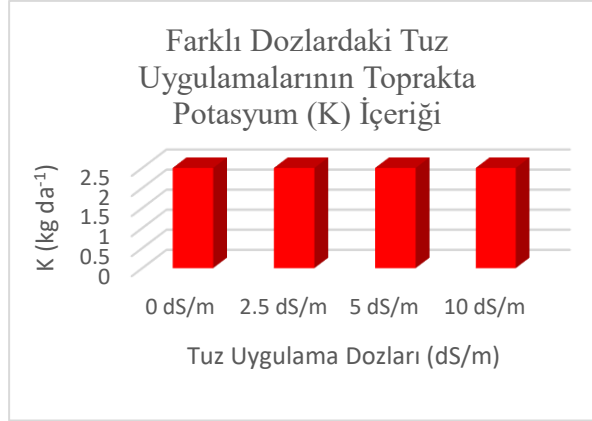
Çizelge 4.14:İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında toprağın K değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	276189.875	138094.938	2.167 <sup>ns</sup>	3.320	5.390
Faktör A(Biyokömür)	3	21903940.500	7301313.500	114.556 <sup>**</sup>	2.920	4.510
Faktör B (Tuz)	3	816519.333	272173.111	4.270 <sup>*</sup>	2.920	4.510
AXB (Biyokömür x Tuz)	9	1352573.500	150285.944	2.358 <sup>*</sup>	2.090	2.840

Biyokömür uygulamalarındaki K içeriğinin en yüksek değerin %1 dozunda olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.8.).



Şekil 4.8:Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Toprakta Kİçeriği



Şekil 4.9. Biyokömür ve Tuz Uygulama Dozları K içeriği

İnkübasyon çalışmasındaki toprağın K içeriğine biyokömür uygulamalarının ( $P<0,01$ ) önem düzeyinde etki yaptığı anlaşılmaktadır. En yüksek K içeriği %1 biyokömür uygulamasında elde edilirken, en düşük doz ise kontrol dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.15.).

Çizelge 4.15: Biyokömür Uygulamalarının Toprak K İçeriği Duncan Gruplandırması

Biyokömür Dozları (%)	Potasyum (K) (kg da <sup>-1</sup> )
0	1371 d
0.25	1814 c
0.5	2318 b
1	3189 a

İnkübasyon çalışmasındaki toprağın K içeriğine biyokömür uygulamalarının ( $P<0,05$ ) önem düzeyinde etki yaptığı anlaşılmaktadır. En yüksek K içeriği 5 dS/m tuz uygulamasında elde edilirken, en düşük doz ise 2.5 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.16: Tuz Uygulamalarının Toprak K İçeriği Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Potasyum (K) (kg da <sup>-1</sup> )
0 dS/m	2280 a
2.5 dS/m	2033 b
5 dS/m	2324 a
10 dS/m	2055 b

Yapılan çalışmada; dozlar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık bulunmaktadır ( $p < 0.5$ ). %0.4 dozunun değeri %0 ve %0.2 dozuna göre anlamlı derecede yüksektir (Sayğan, 2017). Bizim çalışma sonuçlarımızda da biyokömür uygulaması ile K değerinde önemli oranda artış gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma sonuçları ile yapmış olduğumuz inkübasyon çalışması sonuçları karşılaştırıldığında sonuçlar benzerlik göstermektedir.

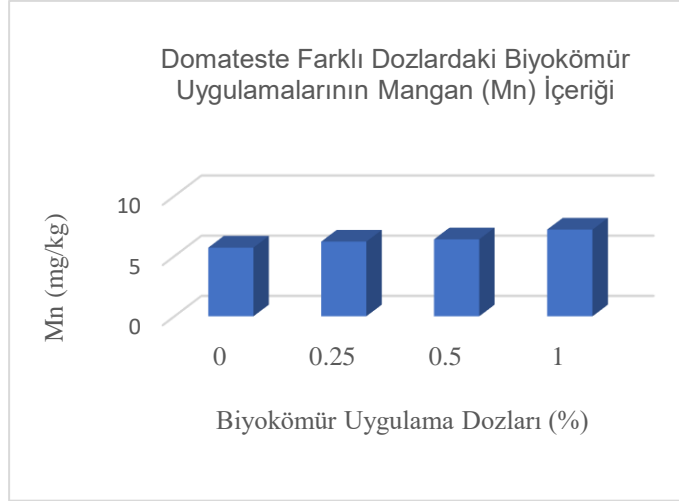
#### 4.1.8. Mangan (Mn) Üzerine Etkisi

İnkübasyon çalışmasında Mn içeriği, değerleri arasında biyokömür (FFA) dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17' de verilmiştir.

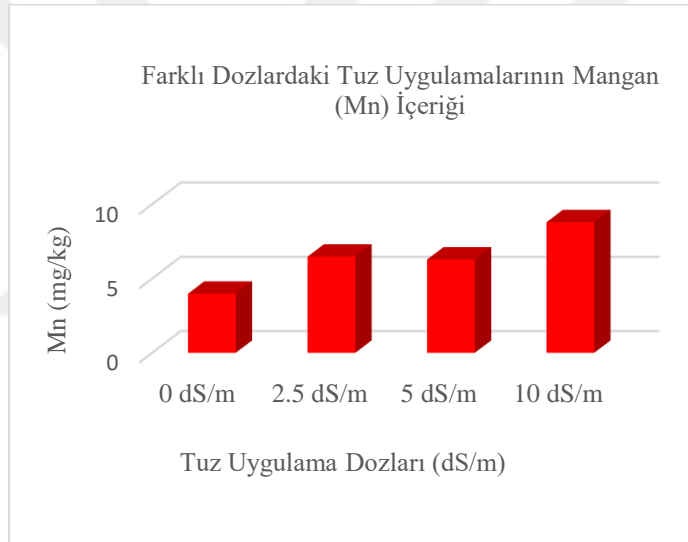
Çizelge 4.17: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında toprağın Mangan (Mn) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	0.308	154	126 <sup>ns</sup>	3.320	5.390
Faktör A(Biyokömür)	3	13.986	4.662	3.815*	2.920	4.510
Faktör B (Tuz)	3	139.919	46.640	38.169**	2.920	4.510
AXB (Biyokömür x Tuz)	9	13.554	1.506	1.232 <sup>ns</sup>	2.090	2.840
Hata	30	36.657	1.222			
Genel	47	204.424	4.349			

Biyokömür uygulamalarında Mn içeriğinin en yüksek değerlerin %1 dozunda olduğu belirlenmiştir. (Şekil 4.10) Tuz uygulamalarında Mn İçeriğinde ise; en yüksek doz 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.11)



Şekil 4.10:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Mangan (Mn) İçeriği



Şekil 4.11. Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Mangan (Mn) İçeriği

İnkübasyon çalışmasındaki toprağın Mn içeriğine biyokömür uygulamalarının ( $P<0,05$ ) önem düzeyinde etki yaptığı anlaşılmaktadır. En yüksek Mn içeriği %1 biyokömür uygulamasında elde edilirken, en düşük doz ise kontrol dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.18.).

Çizelge 4.18:Biyoökümür Uygulamalarının Toprak Mangan (Mn) İçeriği Duncan Gruplandırması

Biyoökümür Dozları (%)	Mangan (Mn) (mg/kg)
0	5.709 b
0.25	6.207 b
0.5	6.400 ab
1	7.208 a

İnkübasyon çalışmasındaki toprağın Mn içeriğine biyoökümür uygulamalarının ( $P<0,01$ ) önem düzeyinde etki yaptığı anlaşılmaktadır. En yüksek Mn içeriği 10 dS/m tuz uygulamasında elde edilirken, en düşük doz ise kontrol dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.19.).

Çizelge 4.19:Biyoökümür Uygulamalarının Toprak Mangan (Mn) İçeriği Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Mangan (Mn) (mg/kg)
0 dS/m	3.980 c
2.5 dS/m	6.475 b
5 dS/m	6.278 b
10 dS/m	8.792 a

Tuz stresinde yetiştirilen buğday ve çeltik çeşitlerinin genel olarak Mn içeriğinde artış göstermiştir (Alpaslan M. ve diğerleri,1995). Çalışma sonuçları ile yapmış olduğumuz inkübasyon çalışması sonuçları karşılaştırıldığında sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir.

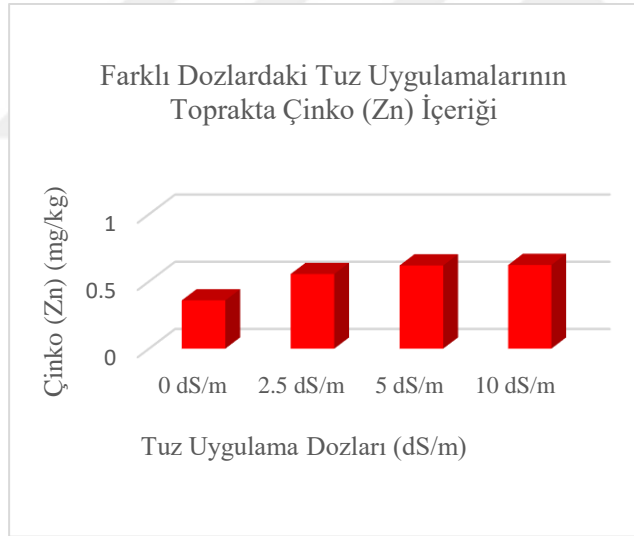
#### 4.1.9. Çinko (Zn) Üzerine Etkisi

İnkübasyon çalışmasında biyoökümür dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.20.).

Çizelge 4.20: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında toprağın Çinko (Zn) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	0.047	0.023	0.744 <sup>ns</sup>	3.320	5.390
Faktör A(Biyokömür)	3	145	0.048	1.541 <sup>ns</sup>	2.920	4.510
Faktör B (Tuz)	3	0.552	184	5.883 <sup>**</sup>	2.920	4.510
AXB (Biyokömür x Tuz)	9	0.565	0.063	2.009 <sup>ns</sup>	2.090	2.840
Hata	30	0.938	0.031			
Genel	47	2.246	0.048			

Tuz uygulamalarında Zn içeriğinde; en yüksek doz 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir. (Şekil 4.12.).



Şekil 4.12:Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Toprakta Çinko (Zn) İçeriği

İnkübasyon çalışmasındaki toprağın Zn içeriğine tuz uygulamalarının ( $P<0,01$ ) önem düzeyinde etki yaptığı anlaşılmaktadır. En yüksek Zn içeriği 10 dS/m tuz uygulamasında elde edilirken, en düşük doz ise kontrol dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.21.).

Çizelge 4.21: Tuz Uygulamalarının Toprak Çinko (Zn) İçeriği Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Çinko (Zn) (mg/kg)
0 dS/m	0.3592 b
2.5 dS/m	0.5550 ab
5 dS/m	0.6192 a
10 dS/m	0.6225 a

Tuz stresinde yetiştirilen buğday ve çeltik çeşitlerinin genel olarak Zn içerikleri artış göstermiş (Alpaslan ve diğerleri, 1995). Çalışma sonuçları ile yapmış olduğumuz inkübasyon çalışması sonuçları karşılaştırıldığında sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir.

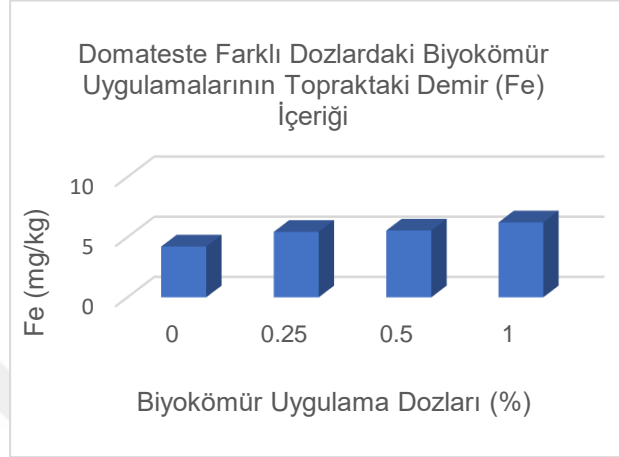
#### 4.1.10. Demir (Fe) Üzerine Etkisi

İnkübasyon çalışması süresince Fe miktarı değerleri arasında biyokömür materyali (FFA) dozları (%0, %0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.22.).

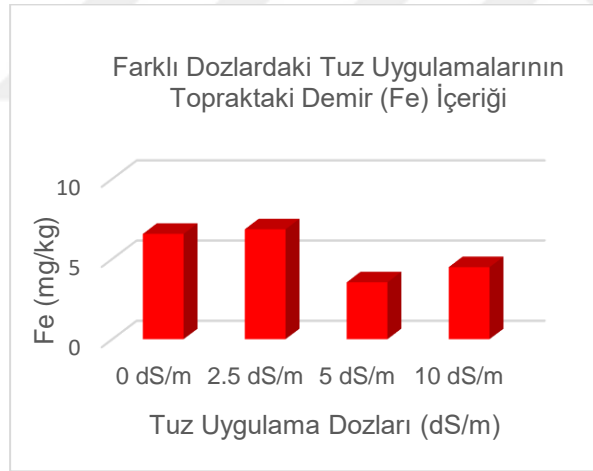
Çizelge 4.22: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında toprağın Demir (Fe) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	1.859	0.930	1.046 <sup>ns</sup>	3.320	5.390
Faktör A(Biyokömür)	3	25.098	8.366	9.412**	2.920	4.510
Faktör B (Tuz)	3	92.623	30.874	34.734**	2.920	4.510
AXB (Biyokömür x Tuz)	9	29.305	3.256	3.663**	2.090	2.840
Hata	30	26.667	0.889			
Genel	47	175.553	3.735			

Biyokömür uygulamalarında; Fe içeriğinin en yüksek değerini %1 dozunda olduğu belirlenmiştir. (Şekil 4.13) Tuz uygulamalarında Fe içeriğinde; en düşük doz 5 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.14.).



Şekil 4.13:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Topraktaki Fe İçeriği



Şekil 4.14:Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Topraktaki Fe İçeriği

İnkübasyon çalışmasındaki toprağın Fe içeriğine biyokömür uygulamalarının ( $P < 0,01$ ) önem düzeyinde etki yaptığı anlaşılmaktadır. En yüksek Fe içeriği %1 biyokömür uygulamasında elde edilirken, en düşük doz ise kontrol dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.23.).

Çizelge 4.23: Biyokömür Uygulamalarının Toprak Fe İçeriği Duncan Gruplandırması

Biyokömür Dozları (%)	Demir (Fe) (mg/kg)
0	4.223 b
0.25	5.442 a
0.5	5.553 a
1	6.229 a

İnkübasyon çalışmasındaki toprağın Fe içeriğine tuz uygulamalarının ( $P<0,01$ ) önem düzeyinde etki yaptığı anlaşılmaktadır. En yüksek Fe içeriği kontrol dozunda elde edilirken, en düşük doz ise 5 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.24.).

Çizelge 4.24:Tuz Uygulamalarının Toprak Fe İçeriği Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Demir (Fe) (mg/kg)
0 dS/m	6.564 a
2.5 dS/m	6.849 a
5 dS/m	3.546 b
10 dS/m	4.488 b

Birçok biyokömür dozunda artan dozlarla ve gübre ilavesi ile birlikte Fe içeriğinde artış gözlemlenmiştir (Günel E., 2018). Tuz stresinde yetiştirilen Fe içerikleri bakımından buğday ve çeltik çeşitlerinin bazılarında Fe içeriği tuzlu koşullarda düşmüştür. (Alpaslan ve diğerleri, 1995). Yapmış olduğumuz bu çalışmada da biyokömür uygulaması ile Fe değerinde önemli oranda artış gösterdiği, tuzlu koşullarda ise düştüğü belirlenmiştir. Çalışma sonuçları ile yapmış olduğumuz inkübasyon çalışması sonuçları karşılaştırıldığında sonuçların benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

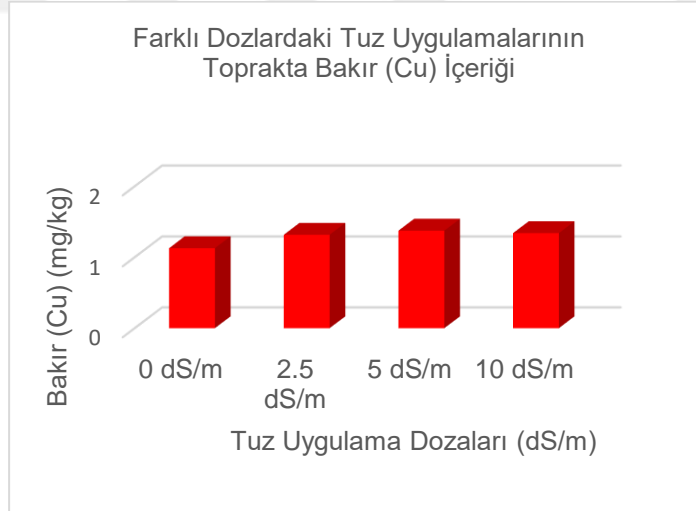
#### 4.1.11. Bakır (Cu) Üzerine Etkisi

İnkübasyon çalışması süresince Cu miktarı değerleri arasında biyokömür materyali (FFA) dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.25.).

Çizelge 4.25: İnkübasyon süresince biyokömür ve tuz uygulamalarında toprağın Cu değerlerine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	0.013	0.006	0.629 <sup>ns</sup>	3.320	5.390
Faktör A(Biyokömür)	3	0.53	0.018	1.757 <sup>ns</sup>	2.920	4.510
Faktör B (Tuz)	3	0.442	147	14.568 <sup>**</sup>	2.920	4.510
AXB (Biyokömür x Tuz)	9	0.257	0.029	2.826 <sup>*</sup>	2.090	2.840
Hata	30	0.303	0.010			
Genel	47	1.069	0.023			

Tuz uygulamalarında Cu içeriğinde; en yüksek doz 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15 :Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Toprakta Cu İçeriği

İnkübasyon çalışmasındaki toprağın Cu içeriğine biyokömür uygulamaları yönünden farklılık elde edilmemiştir. İnkübasyon çalışmasındaki toprağın Cu içeriğine tuz uygulamalarının ( $P < 0,05$ ) önem düzeyinde etki yaptığı anlaşılmaktadır. En yüksek

Cu içeriği 5 dS/m dozunda elde edilirken, en düşük doz ise kontrol dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.26.).

Çizelge 4.26:Tuz Uygulamalarının Toprak Cu İçeriği Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Bakır (Cu) (mg/kg)
0 dS/m	1.128 b
2.5 dS/m	1.317 a
5 dS/m	1.375 a
10 dS/m	1.340 a

Tuz stresi koşullarında buğday ve çeltik çeşitlerinin genel olarak Cu içeriğinde artış göstermiş (Alpaslan ve ark., 1995). Çalışma sonuçları ile yapmış olduğumuz inkübasyon çalışması sonuçları karşılaştırıldığında sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir.

## 4. 2. Çalışmada Yapılan Bitki Ölçüm ve Analizleri

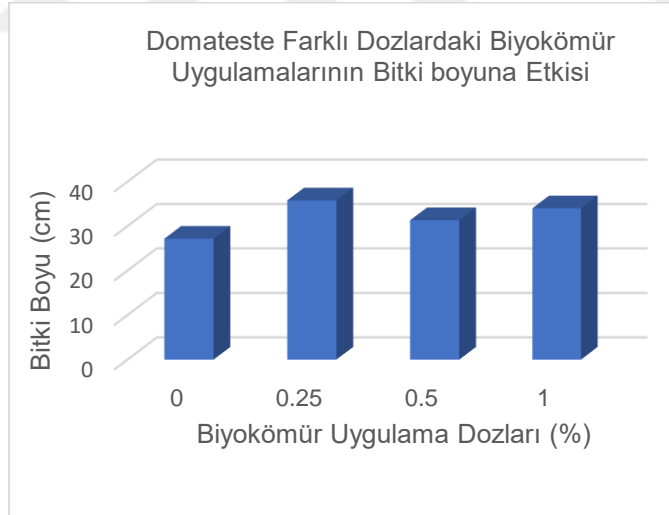
### 4.2.1. Bitki boyu

Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitki boyuna etkisine ait, biyokömür dozları (%0, %0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.27.).

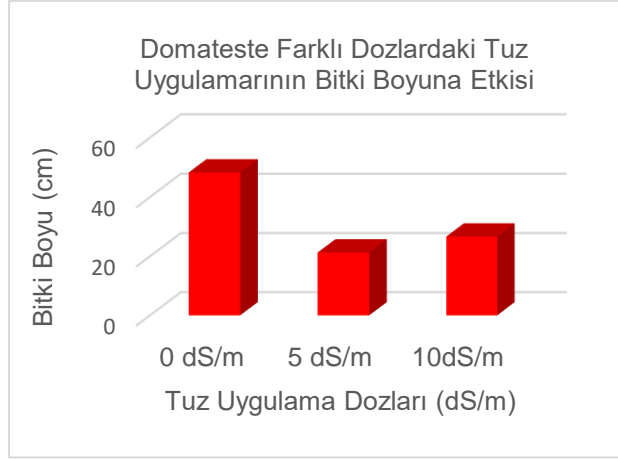
Çizelge 4.27:Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitki boyuna etkisine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	257.264	128.632	3.3141 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	378.521	126.174	3.2507*	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	4885.931	2442.965	62.9407**	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	325.458	54.243	1.3975 <sup>ns</sup>	2.550	3.760
Hata	22	853.903	38.814			
Genel	35	6701.076				

Buna göre, biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitki boyunda farklılaşma meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince biyokömür dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.16 ve tuz dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.17’de gösterilmektedir.



Şekil 4.16:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitki boyuna Etkisi



Şekil 4.17:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitki Boyuna Etkisi

Saksı çalışmasında yetişen domates bitkisinin boyuna biyokömür uygulamaları yönünden anlamlı derecede farklı bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Bitki boyunun en yüksek değerinin %0.25 dozunda, en düşük değerinin ise kontrol dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.28.).

Çizelge 4.28:Biyoömür Uygulamalarının Bitki Boyu için Duncan Gruplandırması

Biyoömür Dozları (%)	Bitki Boyu (cm)
0	27.17 b
0.25	35.78 a
0.5	31.33 ab
1	34.00 a

Bitki boyuna tuz uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiş. Duncan gruplandırmasında en yüksek değer 10 dS/m dozunda, en düşük değer ise kontrol dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.29.).

Çizelge 4.29:Tuz Uygulamalarının Bitki Boyu için Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Bitki Boyu (cm)
0 dS/m	48.25 a
5 dS/m	21.29 b
10 dS/m	26.67 b

Birçok araştırmacıya göre de sulama suyu tuzluluğu arttıkça bitki boyunda kısalmalar meydana gelmektedir (Rhodes ve diğerleri, 1992; Kesmez, 2003; Yaylalı, 2007). Yaptığımız bu çalışma sonucu da yapılan diğer çalışmalarla uyum göstermiştir.

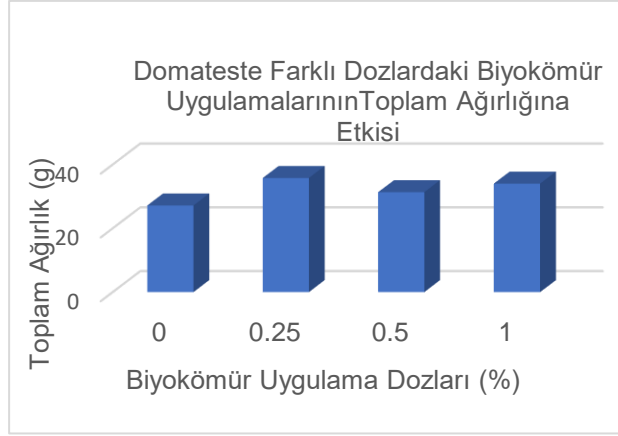
#### 4.2.2. Toplam Ağırlık

Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının toplam ağırlığa olan etkisine biyokömür (FFA) dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.30.).

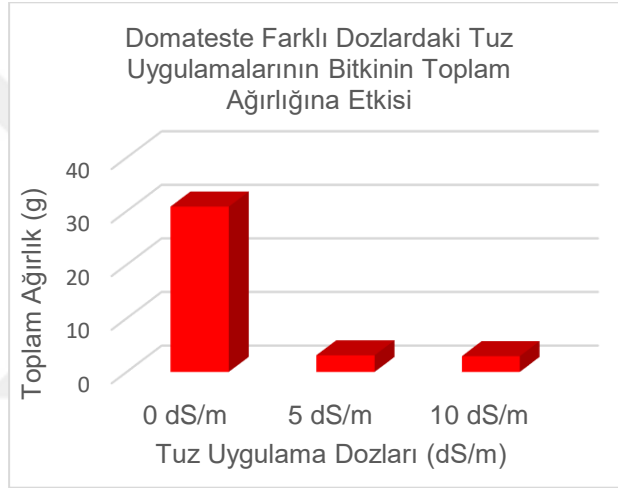
Çizelge 4.30 Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının toplam ağırlığa etkisine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	38.900	19.450	0.9297 <sup>na</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	304.712	101.571	4.8551 <sup>**</sup>	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	6189.722	3094.861	147.9341 <sup>**</sup>	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	428.115	71.352	3.4106 *	2.550	3.760
Hata	22	460.252	20.921			
Genel	35	7421.700				

Buna göre, biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin toplam ağırlığında farklılaşma meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince biyokömür dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.18) ve tuz dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.19.)'de gösterilmektedir.



Şekil 4.18:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Toplam Ağırlığına Etkisi



Şekil 4.19: Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkinin Toplam Ağırlığına Etkisi

Toplam ağırlığına biyokömür uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Biyokömür uygulamalarında; bitkinin toplam ağırlığının en yüksek değeri %1 dozunda, en düşük değer ise kontrol dozunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.31.).

Çizelge 4.31:Tuz Uygulamalarının Bitkinin Toplam Ağırlığı için Duncan Gruplandırması

Biyokömür Dozları (%)	Toplam Ağırlık (g)
0	7.548 b
0.25	12.83 ab
0.5	13.38 ab
1	15.43 a

Toplam Ağırlığına tuz uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin toplam ağırlığının en yüksek değerini 0 dS/m dozunda, en düşük değeri ise 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.32.).

Çizelge 4.32:Tuz Uygulamalarının Bitkinin Toplam Ağırlığı için Duncan Gruplandırması

Konular	Toplam Ağırlık (g)
0 dS/m	30.84 a
5 dS/m	3.103 b
10 dS/m	2.949 b

#### 4.2.3. Kök Ağırlığı

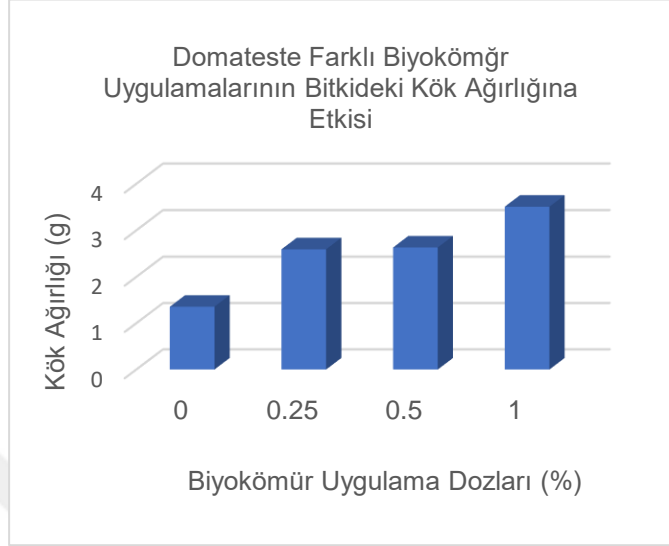
Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının kök ağırlığına olan etkisine biyokömür (FFA) dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.33.).

Çizelge 4.33: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının kök ağırlığının etkisine ait varyans analizi sonuçları

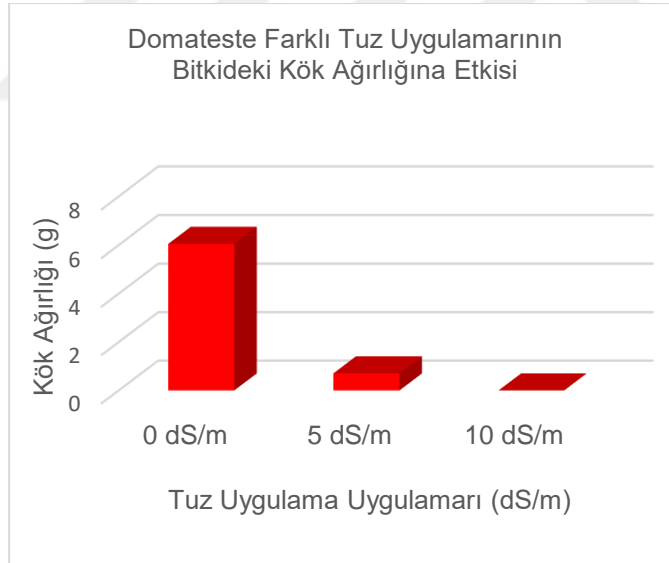
V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	1.230	0.615	0.6603 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	21.127	7.042	7.5576 **	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	224.009	112.005	120.2027**	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	23.895	3.983	4.2741**	2.550	3.760
Hata	22	20.500	0.932			
Genel	35	290.762				

Buna göre. Biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin kök ağırlığında farklılaşma meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince Biyokömür dozlarına ilişkin

sonuçlar (Şekil 4.20) ve tuz dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.21.)’de gösterilmektedir.



Şekil 4.20:Domateste Farklı Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki Kök Ağırlığına Etkisi



Şekil 4.21. Domateste Farklı Tuz Uygulamalarının Bitkideki Kök Ağırlığına Etkisi

Kök ağırlığına biyokömür uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Biyokömür uygulamalarında; bitkinin kök ağırlığının en yüksek değeri % 1 dozunda olduğu, en düşük değerin ise kontrol dozunda olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 4.34.).

Çizelge 4.34:Tuz Uygulamalarının Bitkinin Kök Ağırlığı için Duncan Gruplandırması

Biyokömür Dozları (%)	Kök Ağırlığı (g)
0	1.356 b
0.25	2.593 ab
0.5	2.632 ab
1	3.507 a

Kök ağırlığına tuz uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiş, tuz uygulamalarında bitkinin kök ağırlığının en yüksek değerinin 0 dS/m dozunda. endüşük değer ise 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4. 35.).

Çizelge 4.35: Tuz Uygulamalarının Bitkinin Kök Ağırlığı için Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Kök Ağırlığı (g)
0 dS/m	6.049 a
5 dS/m	0.7058 b
10 dS/m	0.8108 b

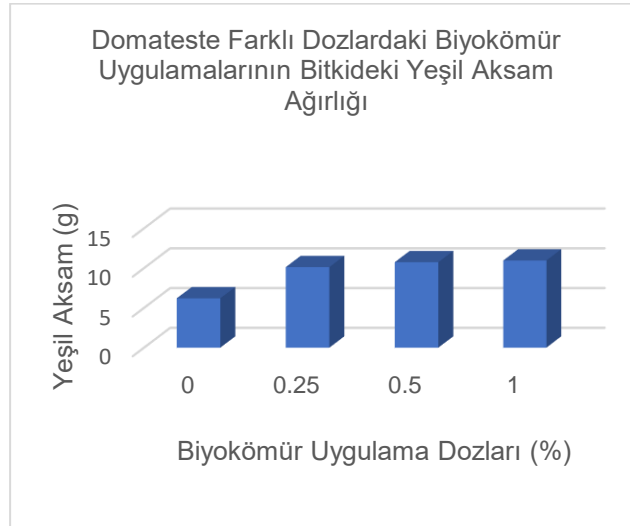
#### 4.2.4. Yeşil Aksam Ağırlığı

Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının yeşil aksam ağırlığına olan etkisine biyokömür materyali (FFA) dozlar (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.36.).

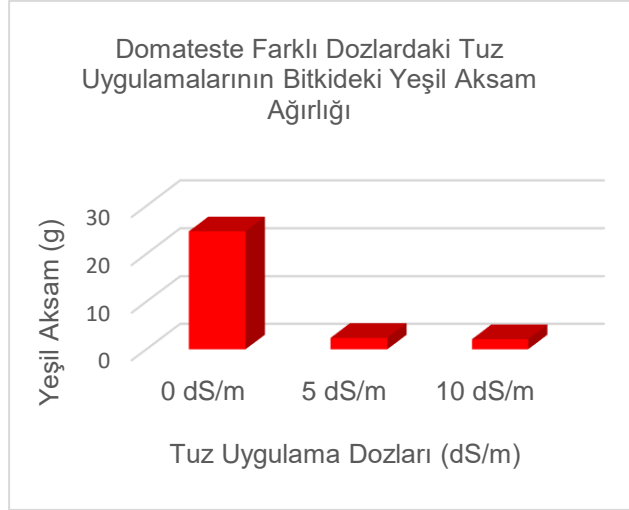
Çizelge 4.36: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının yeşil aksam ağırlığının etkisine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	30.647	15.323	0.9794 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	166.903	55.634	3.5559*	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	4025.891	2012.946	128.6579**	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	253.642	42.274	2.7019*	2.550	3.760
Hata	22	344.206	15.646			
Genel	35	4821.289				

Buna göre biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin yeşil aksam ağırlığında farklılaşma meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince Biyokömür dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.22) ve tuz dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.23).’de gösterilmektedir.



Şekil 4.22:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki Yeşil Aksam Ağırlığı



Şekil 4.23: Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki Yeşil Aksam Ağırlığı

Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının yeşil aksam ağırlığına biyokömür uygulamaları yönünden  $P < 0.05$  önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Biyokömür uygulamalarında; bitkinin yeşil aksam ağırlığının en yüksek değeri %1 dozunda, en düşük değerin ise kontrol dozunda olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 4.37.).

Çizelge 4.37: Biyokömür Uygulamalarının Yeşil Aksam Ağırlığı için Duncan Gruplandırması

Biyokömür Dozları (%)	Yeşil Aksam Ağırlığı (g)
0	6.202 b
0.25	11.12 a
0.5	10.74 a
1	11.95 a

Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının yeşil aksam ağırlığına tuz uygulamaları yönünden ( $P < 0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin yeşil aksam ağırlığının en yüksek değeri 0 dS/m dozunda olduğu, en düşük değerinin ise 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4. 38.).

Çizelge 4.38: Tuz Uygulamalarının Yeşil Aksam Ağırlığı için Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Yeşil Aksam Ağırlığı (g)
0 dS/m	24.71 a
5 dS/m	2.414 b
10 dS/m	2.139 b

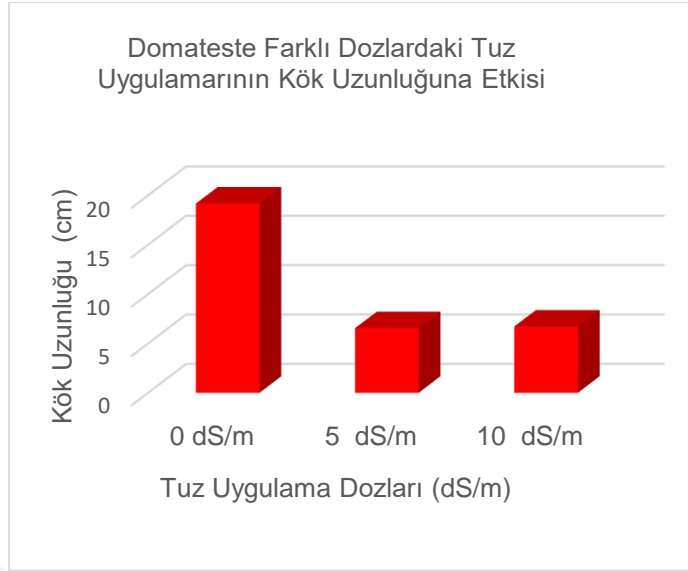
#### 4.2.5. Kök Uzunluğu

Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının kök uzunluğuna olan etkisine biyokömür dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.39.).

Çizelge 4.39: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının kök uzunluğunun etkisine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	32.889	16.444	1.1343 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	121.056	40.352	2.7834 <sup>ns</sup>	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	1267.097	633.549	43.7006 <sup>**</sup>	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	128.736	21.456	1.4800 <sup>ns</sup>	2.550	3.760
Hata	22	318.944	14.497			
Genel	35	1868.722				

Buna göre. Biyokömür ve tuz dozları arttığında bitkinin kök uzunluğu farklılaşma meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince tuz dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.24.)’de gösterilmektedir.



Şekil 4.24:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Kök Uzunluğuna Etkisi

Saksı çalışmasında tuz uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin kök uzunluğunun en yüksek değeri ise; 0 dS/m dozunda, en düşük değerin ise 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.40.).

Çizelge 4.40: Tuz Uygulamalarının Kök Uzunluğu için Duncan Gruplandırması

Biyokömür Dozları (dS/m)	Kök Uzunluğu (cm)
0 dS/m	19.17 a
5 dS/m	6.458 b
10 dS/m	6.708 B

(Bursens 2000), tuz stresinin, hücre bölünmesini ve uzamasını etkileyerek, bitkilerde kök ve gövde miktarının tuzlu olan toprak katmanlarında azalmasına ve verimde düşmelere neden olduğunu tespit etmiştir. Rhodes (1992)'ye göre de tuz stresi koşullarının artması durumunda bitki gelişimi ve kök gelişimi yavaşlar. Bitki kökünün bulunduğu katmanlardaki tuzluluk kökün büyümesini kısıtlar. Bunun yanında tuza karşı çok hassas olan köklerde ölü kök uzunluğu artar (Snapp ve Shennan. 1992). Benzer şekilde birçok araştırmacı tuzu kök gelişimini engellediğini ve toprak neminin

azalması ile kök uzunluklarının arttığını bildirmektedir (Papadopoulos ve Rendig. 1983; Öztürk. 1994; Magio ve diğerleri, 2007; Yaylalı ve Kutlar. 2007). Yaptığımız bu çalışma sonucu da yapılan diğer çalışmalarla uyum göstermiştir.

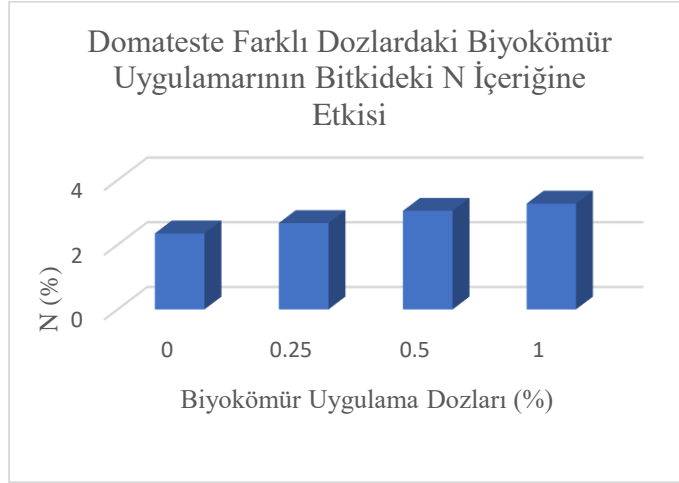
#### 4.2.6. Bitkide Azot (N) İçeriği

Saksı çalışmasında domates bitkisinde N içeriğine etkisinin biyokömür dozları (% 0, % 0.25, %0.5, % 1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.41.).

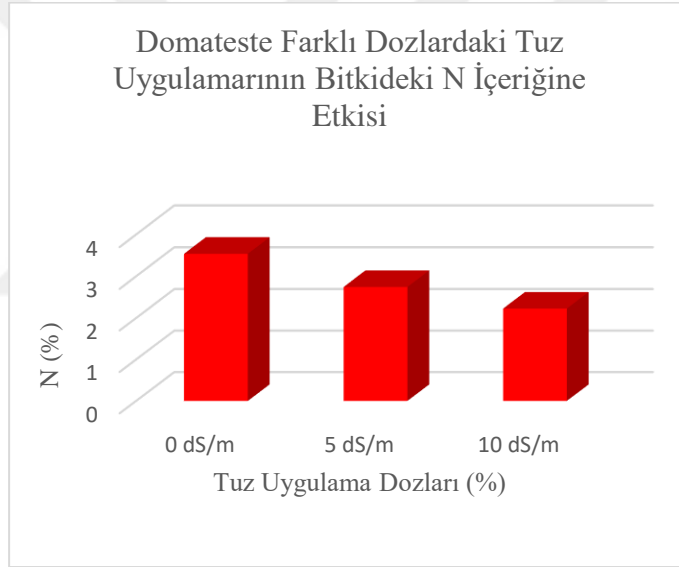
Çizelge 4.41: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin N içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	0.738	0.369	2.2614 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	4.501	1.500	9.1928**	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	10.476	5.238	32.0962**	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	1.012	169	1.0332 <sup>ns</sup>	2.550	3.760
Hata	22	3.590	163			
Genel	35	20.317				

Buna göre, biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin N farklılaşması meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince biyokömür dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.25 ve tuz dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.26.'da gösterilmektedir.



Şekil 4.25:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki N İçeriğine Etkisi



Şekil 4.26:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki N İçeriğine Etkisi

Yapılan istatistiki değerlendirmede;

Saksı çalışmasında N içeriğine ait biyokömür uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Biyokömür uygulamalarında; bitkinin N içeriğinin en yüksek değeri %1 dozunda en düşük değerin ise kontrol dozunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.42.).

Çizelge 4.42:Biyo kömür uygulamalarının bitkide N içeriği için Duncan Gruplandırması

Biyo kömür Dozları (%)	Azot (N) (%)
0	2.350 c
0.25	2.672 bc
0.5	3.050 ab
1	3.273 a

Saksı çalışmasında N içeriğine ait tuz uygulamaları yönünden ( $P < 0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin N içeriğinin en yüksek değeri ise; 0 dS/m dozunda, en düşük değerinde 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.43.).

Çizelge 4.43:Tuz Uygulamalarının Bitkide N İçeriği için Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Azot (N) (%)
0 dS/m	3.538 a
5 dS/m	2.744 b
10 dS/m	2.227 c

(Noshadi ve diğerleri, (2013) tuzluluğun artması ile (0.68. 2. 4. 6 ve 8 dS m-1) domates bitkisinin N miktarının düştüğünü tespit etmişlerdir. Yapmış olduğumuz bu çalışmada da tuz uygulaması ile değerinde önemli oranda düştüğü belirlenmiştir. Çalışma sonuçları ile yapmış olduğumuz domatesteki farklı düzeylerdeki Biyo kömür ve tuz uygulamalarının N içeriği tuz uygulamaları çalışması sonuçları karşılaştırıldığında sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir.

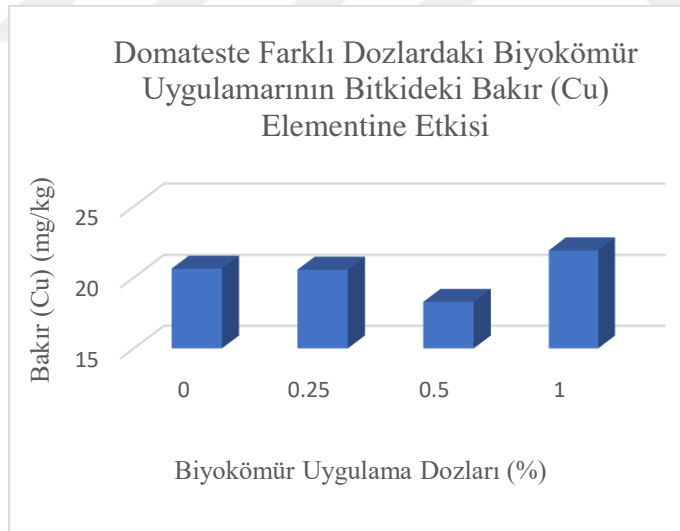
#### 4.2.7. Bitkide Bakır (Cu) İçeriği

Saksı çalışmasında domates bitkisinde Cu içeriğine etkisinin biyo kömür dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.44.).

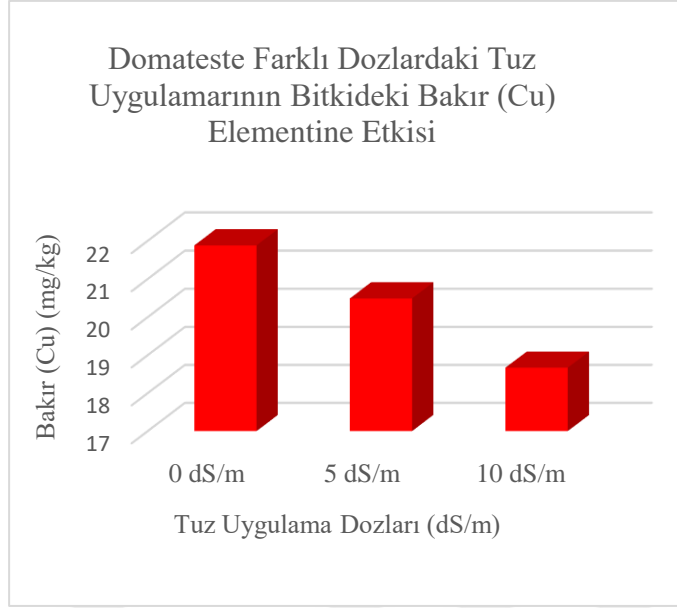
Çizelge 4.44: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Cu içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	6.371	3.185	0.5960 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	61.270	20.423	3.8217*	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	62.457	31.229	5.8436**	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	100.283	16.714	3.1275*	2.550	3.760
Hata	22	117.569	5.344			
Genel	35	347.950				

Buna göre. Biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin Cu farklılaşması meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince Biyokömür dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.27) ve tuz dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.28.)’de gösterilmektedir. Tuz uygulamalarında bitkinin Cu içeriğinin en yüksek değeri ise; 0 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.27:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki Cu Elementine Etkisi



Şekil 4.28:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki Cu Elementine Etkisi

Saksı çalışmasında Cu içeriğine ait biyokömür uygulamaları yönünden  $P<0.05$  önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Biyokömür uygulamalarında; bitkinin Cu içeriğinin en yüksek değeri %1 dozunda, en düşük değerin ise kontrol dozunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.45.).

Çizelge 4.45:Biyoömür Uygulamalarının Bitkide Cu İçeriği için Duncan Gruplandırması

Biyokömür Dozları (%)	Bakır (Cu) (mg/kg)
0	20.63 ab
0.25	20.56 ab
0.5	18.29 b
1	21.91 a

Cu içeriğine ait tuz uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin Cu içeriğinin en yüksek değerinin 0 dS/m dozunda en düşük değerin ise 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir. (Çizelge 4.46.).

Çizelge 4.46:Tuz Uygulamalarının Bitkide Cu İçeriği için Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Bakır (Cu) (mg/kg)
0 dS/m	21.88 a
5 dS/m	20.49 ab
10 dS/m	18.67 b

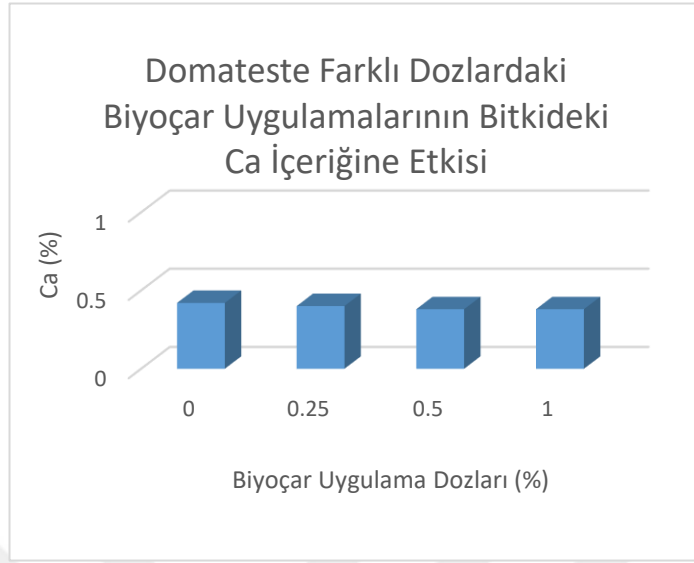
#### 4.2.8. Bitkide Kalsiyum (Ca) İçeriği

Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının Ca içeriğine etkisinin biyokömür dozları (% 0, % 0.25, %0.5, % 1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.47.).

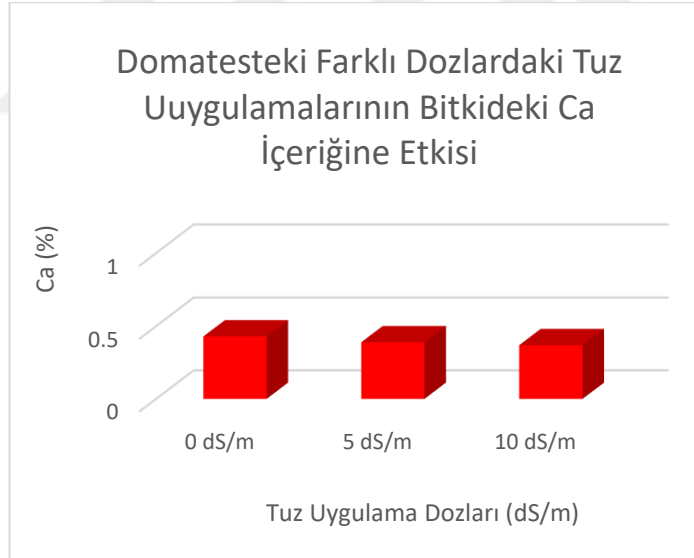
Çizelge 4.47: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Ca içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	774398.722	387199.361	4.6395*	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	1226192.222	408730.741	4.8975**	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	2060558.722	1030279.361	12.3449**	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	296683.278	49447.213	0.5925 <sup>ns</sup>	2.550	3.760
Hata	22	1836072.611	83457.846			
Genel	35	6193905.556				

Buna göre. Biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin Ca farklılaşması meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince Biyokömür dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.29) ve tuz dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.30.)'da gösterilmektedir.



Şekil 4.29:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki Ca İçeriğine Etkisi



Şekil 4.30:Domatesteki Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki Ca İçeriğine Etkisi

Saksı çalışmasında Ca içeriğine ait biyokömür uygulamaları yönünden ( $P < 0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Biyokömür uygulamalarında; bitkinin Ca içeriğinin en yüksek değeri kontrol dozunda, en düşük değerin ise %1 dozunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.48.).

Çizelge 4.48:Biyo kömür uygulamalarının bitkide Ca içeriği için Duncan Gruplandırması

Biyo kömür Dozları (%)	Kalsiyum (Ca) (%)
0	0.42 a
0.25	0.40 ab
0.5	0.38 b
1	0.38 b

Saksı çalışmasında tuz uygulamaları yönünden ( $P < 0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin Ca içeriğinin en yüksek değeri; 0 dS/m dozunda, en düşük değerin ise 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.49.).

Çizelge 4.49:Tuz Uygulamalarının Bitkide Ca İçeriği için Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Kalsiyum (Ca) (%)
0 dS/m	0.43 a
5 dS/m	0.39 b
10 dS/m	0.37 b

(Noshadi ve diğerleri, (2013) tuzluluğun artması ile (0.68. 2. 4. 6 ve 8 dS m<sup>-1</sup>) domates bitkisinin Ca yoğunluğunun düştüğünü bildirmişlerdir. Flores ve diğerleri, (2003) 0-30-60 mM tuz karşılığında domatesteki Ca miktarında (5.7. 5.8 ve 3.7 meq 100g<sup>-1</sup>) da düşme tespit etmişlerdir. Yapmış olduğumuz bu çalışmada da tuzlu sulama dozlarının artışı ile Ca değerinde önemli oranda düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma sonuçları ile yapmış olduğumuz domatesteki farklı düzeylerdeki Biyo kömür ve tuz uygulamalarının Ca içeriği tuz uygulamaları çalışması sonuçları karşılaştırıldığında sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir.

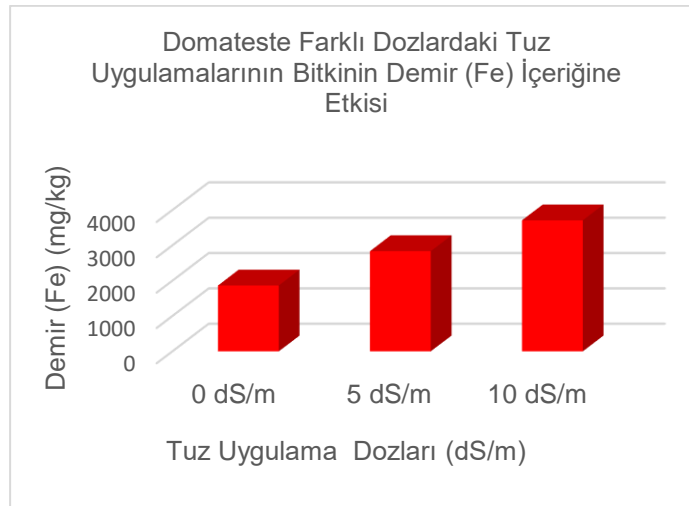
#### 4.2.9. Bitkide Demir (Fe) İçeriği

Saksı çalışmasında domates bitkisinde Fe içeriğine etkisinin biyo kömür dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.50.).

Çizelge 4.50: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Fe içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	1105568.389	552784.194	0.3782 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	8286220.750	2762073.583	1.8899 <sup>ns</sup>	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	20398825.056	10199412.528	6.9788 <sup>**</sup>	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	5217446.500	869574.417	0.5950 <sup>ns</sup>	2.550	3.760
Hata	22	32152736.278	1461488.013			
Genel	35	67160796.972				

Buna göre. Biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin Fe farklılaşması meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince Tuz dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.31.)’de gösterilmektedir.



Şekil 4.31:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkinin Fe İçeriğine Etkisi

Saksı çalışmasında tuz uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin Fe içeriğinin en yüksek değeri; 10 dS/m dozunda, en düşük değerin ise 0 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.51.).

Çizelge 4.51:Tuz Uygulamalarının Bitkide Fe İçeriği için Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Fe (mg/kg)
0 dS/m	1865 b
5 dS/m	2837 ab
10 dS/m	3708 a

Ribe. Serhat 92. Kros-424 ve Baldo çeşitlerinin Fe içerikleri tuz uygulamasına bağlı olarak artmıştır (Alpaslan M. ve diğerleri, (1995). Yapmış olduğumuz bu çalışmada da tuzlu sulama dozlarının artışı ile Fe değerinde önemli oranda artış gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma sonuçları ile yapmış olduğumuz domateste farklı düzeylerdeki Biyokömür ve tuz uygulamalarının Fe içeriği tuz uygulamaları çalışması sonuçları karşılaştırıldığında sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir.

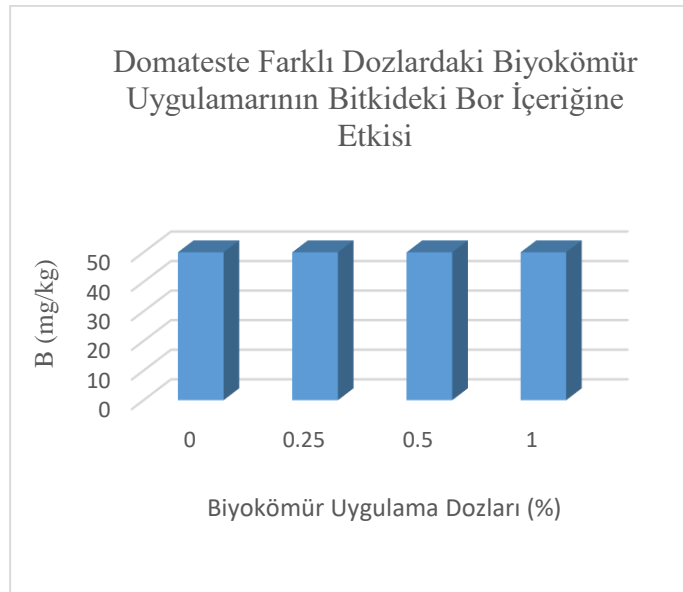
#### 4.2.10. Bitkide Bor (B) İçeriği

Saksı çalışmasında domates bitkisinde B içeriğine etkisinin biyokömür dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.52.).

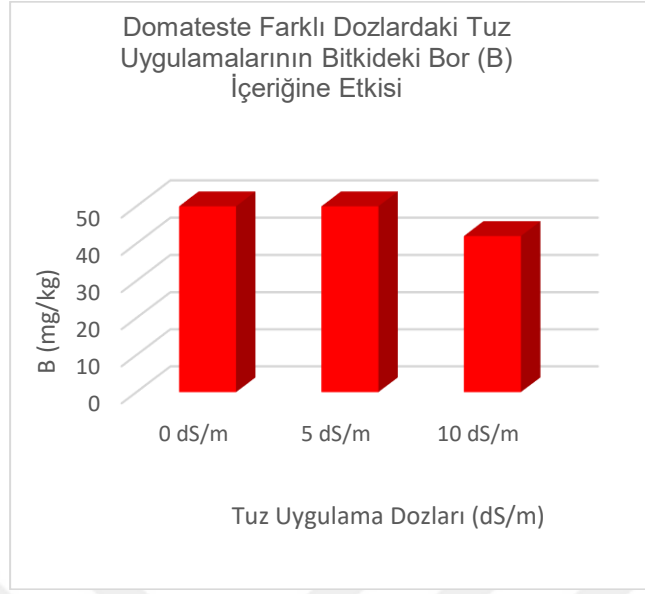
Çizelge 4.52: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Bor (B) içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	72.574	36.287	1.3611 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	797.661	265.887	9.9732 <sup>**</sup>	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	7527.051	3763.525	141.1660 <sup>**</sup>	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	1055.892	175.982	6.6009 <sup>**</sup>	2.550	3.760
Hata	22	586.526	26.660			
Genel	35	10039.703				

Buna göre, Biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin B farklılaşması meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince Biyokömür dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.32 ve tuz dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.33’de gösterilmektedir. Biyokömürda; bitkinin B içeriğinin en yüksek değeri %1 dozunda olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin B içeriğinin en yüksek değeri ise; 0 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil-4.32: Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki B İçeriğine Etkisi



Şekil 4.33:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki B İçeriğine Etkisi

Saksı çalışmasında B içeriğine ait biyokömür uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Biyokömür uygulamalarında; bitkinin B içeriğinin en yüksek değeri % 1 dozunda, en düşük değer ise Kontrol dozunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.53.).

Çizelge 4.53:Biyoömür Uygulamalarının Bitkide Bor (B) İçeriği için Duncan Gruplandırması

Biyokömür Dozları (%)	Bor (B) (mg/kg)
0	53.67 b
0.25	51.26 b
0.5	56.13 b
1	63.80 a

Saksı çalışmasında B içeriğine ait tuz uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin B içeriğinin en yüksek değeri ise; 0 dS/m dozunda, en düşük değerinde 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.54.).

Çizelge 4.54:Tuz Uygulamalarının Bitkide Bor (B) İçeriği için Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları	Bor (B) (mg/kg)
0 dS/m	76.06 a
5 dS/m	50.57 b
10 dS/m	42.02 c

#### 4.2.11. Bitkide Mangan (Mn) İçeriği

Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının Mn içeriğine etkisinin biyokömür dozları (% 0, % 0.25, %0.5, % 1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.55.) Buna göre, biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin Mn içeriğinde farklılaşma meydana gelmemiştir.

Çizelge 4.55: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Mangan (Mn) içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	1608.980	804.490	0.9436 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	2953.016	984.339	1.1545 <sup>ns</sup>	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	1166.662	583.331	0.6842 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	3001.489	500.248	0.5867 <sup>ns</sup>	2.550	3.760
Hata	22	18757.600	852.618			
Genel	35	27487.747				

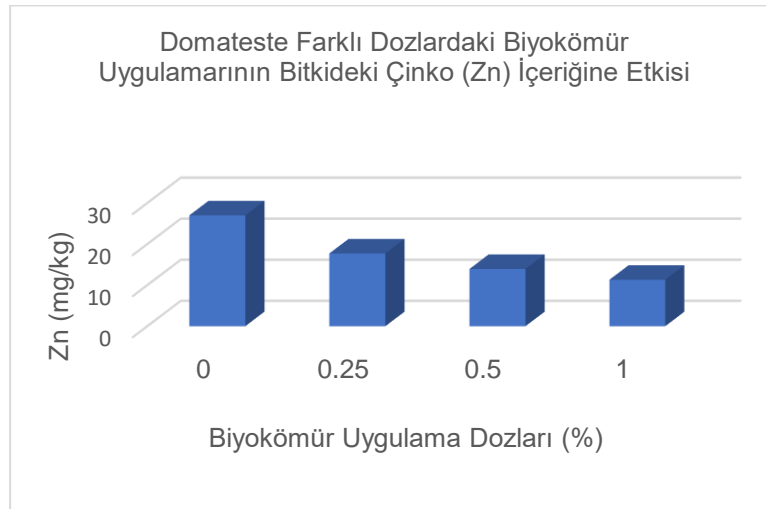
#### 4.2.12. Bitkide Çinko (Zn) İçeriği

Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının Zn içeriğine etkisinin biyokömür dozları (%0, %0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.56.).

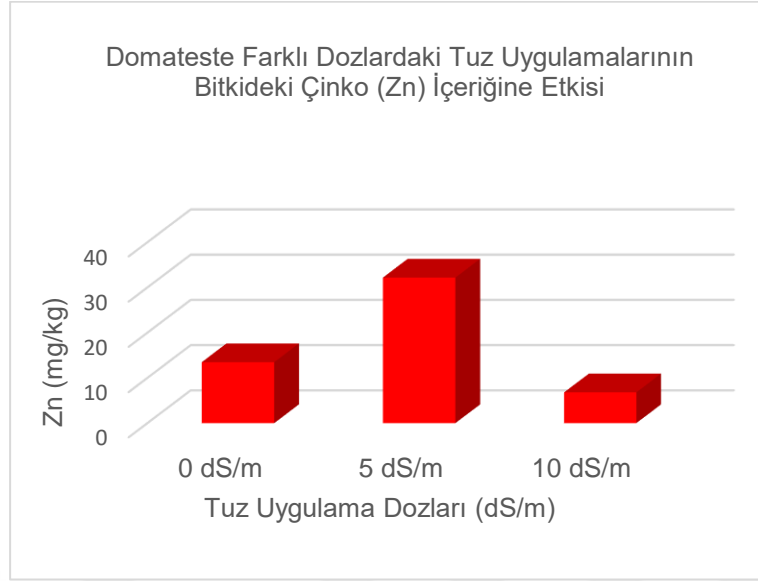
Çizelge 4.56: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Çinko (Zn) içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	681.839	340.920	2.6477 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	1271.195	423.732	3.2908*	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	4155.591	2077.796	16.1369**	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	2192.748	365.458	2.8383*	2.550	3.760
Hata	22	2832.739	128.761			
Genel	35	11134.114				

Buna göre. Biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin Zn farklılaşması meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince Biyokömür dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.34 ve tuz dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.35’de gösterilmektedir.



Şekil 4.34: Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki Çinko (Zn) İçeriğine Etkisi



Şekil 4.35:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki Çinko (Zn) İçeriğine Etkisi

Saksı çalışmasında Zn içeriğine ait biyokömür uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Biyokömür uygulamalarında; bitkinin Zn içeriğinin en yüksek değeri Kontrol dozunda, en düşük değerin ise % 1 dozunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.57.).

Çizelge 4.57:Tuz Uygulamalarının Bitkide Çinko (Zn) İçeriği için Duncan Gruplandırması

Biyokömür Dozları (%)	Çinko (Zn) (mg/kg)
0	27.00 a
0.25	17.72 ab
0.5	13.94 b
1	11.32 b

Saksı çalışmasında Zn içeriğine ait tuz uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin Zn içeriğinin en yüksek değeri ise; 5 dS/m dozunda, en düşük değerinde 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.58.).

Çizelge 4.58:Tuz Uygulamalarının Bitkide Çinko (Zn) İçeriği için Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Çinko (Zn) (mg/kg)
0 dS/m	13.48 b
5 dS/m	32.19 a
10 dS/m	6.809 b

#### 4.2.13. Bitkide Magnezyum (Mg) İçeriği

Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve tuz uygulamalarının Magnezyum (Mg) içeriğine etkisinin biyokömür dozları (%0, %0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.59.). Buna göre, biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin Mg içeriğinde bir farklılaşma meydana gelmemiştir.

Çizelge 4.59: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Magnezyum (Mg) içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	4591069.389	2295534.694	0.5107 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	8768518.778	2922839.593	0.6503 <sup>ns</sup>	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	17779266.722	8889633.361	1.9778 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	16147021.722	2691170.287	0.5988 <sup>ns</sup>	2.550	3.760
Hata	22	98881358.611	4494607.210			
Genel	35	146167235.222				

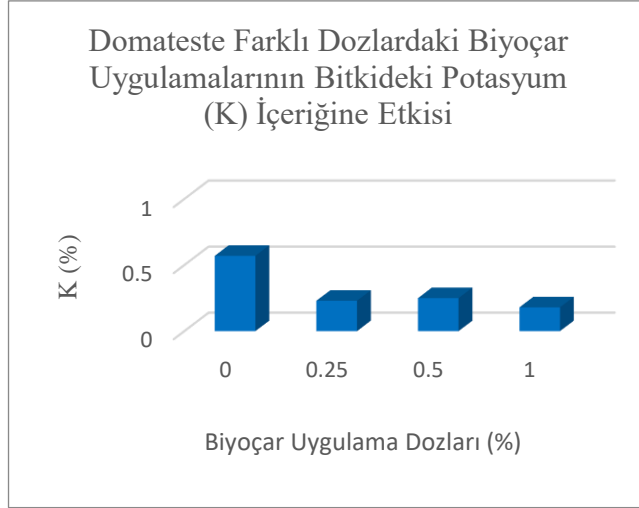
#### 4.2.14. Bitkide Potasyum (K) İçeriği

Saksı çalışmasında domates bitkisinde K içeriğine etkisinin biyokömür dozları (% 0, % 0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.60).

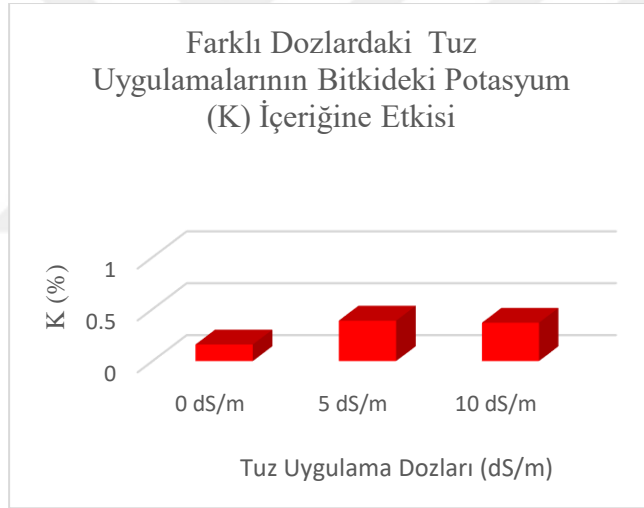
Çizelge 4.60:Domateste Farklı Düzeylerdeki Biyokömür ve Tuz Uygulamalarının Bitki Potasyum İçeriğine Ait Varyans Analizi

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	12012420.222	600621111	1.5476 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	86016075.417	28672025.139	7.3879**	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	42059686.222	21029843.111	5.4188*	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	78520540.667	13086756.778	3.3721*	2.550	3.760
Hata	22	85380539.778	3880933.626			
Genel	35	303989262.306				

Buna göre, biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin K farklılaşması meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince Biyokömür dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.36 ve tuz dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.37’de gösterilmektedir.



Şekil 4.36:Domateste Farklı Dozlardaki Biyokömür Uygulamalarının Bitkideki K İçeriğine Etkisi



Şekil 4.37:Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki K İçeriğine Etkisi

Saksı çalışmasında K içeriğine ait biyokömür uygulamaları yönünden ( $P < 0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Biyokömür uygulamalarında; bitkinin K içeriğinin en yüksek değeri Kontrol dozunda, en düşük değerin ise % 1 dozunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.61.).

Çizelge 4.61:Biyoökümür Uygulamalarının Bitkide Kİçeriği için Duncan Gruplandırması

<b>Biyoökümür Dozları (%)</b>	<b>Potasyum (K) (%)</b>
0	0.57 a
0.25	0.23 b
0.5	0.25 b
1	0.18 b

Saksı çalışmasında K içeriğine ait tuz uygulamaları yönünden  $P < 0.05$  önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin K içeriğinin en yüksek değeri; 5 dS/m dozunda, en düşük değerinde 0 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.62.).

Çizelge 4.62: Tuz Uygulamalarının Bitkide Kİçeriği için Duncan Gruplandırması

<b>Tuz Dozları</b>	<b>Potasyum (K) (%)</b>
0 dS/m	0.16 b
5 dS/m	0.39 a
10 dS/m	0.37 a

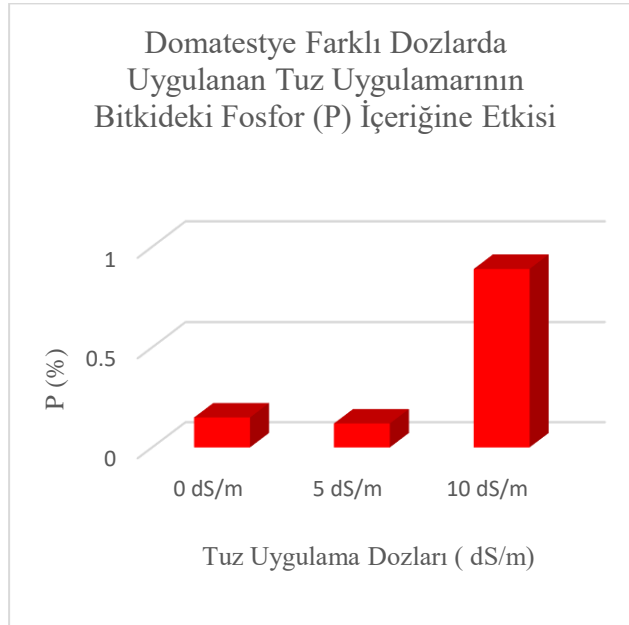
#### 4.2.15. Bitkide Fosfor (P) İçeriği

Saksı çalışmasında domates bitkisinde P içeriğine etkisinin biyoökümür dozları (%0, %0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.63.).

Çizelge 4.63: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin P içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	70773.722	35386.861	1.6924 <sup>ns</sup>	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	161439.778	53813.259	2.5737 <sup>ns</sup>	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	2310800.56	1155400.028	55.2584 <sup>**</sup>	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	371249.722	61874.954	2.9592 <sup>*</sup>	2.550	3.760
Hata	22	459998.944	20909.043			
Genel	35	3374262.222				

Buna göre. Biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin P farklılaşması meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince tuz dozlarına ilişkin sonuçlar (Şekil 4.38).’de gösterilmektedir.



Şekil 4.38:Domatestye Farklı Dozlarda Uygulanan Tuz Uygulamalarının Bitkideki P İçeriğine Etkisi

Saksı çalışmasında P içeriğine ait tuz uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin P içeriğinin en yüksek değeri; 10 dS/m dozunda, en düşük değerinde 5 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4. 64.).

Çizelge 4.64:Tuz Uygulamalarının Bitkide P İçeriği için Duncan Gruplandırması

Tuz dozları	Fosfor (P) (%)
0 dS/m	0.15 a
5 dS/m	0.12 b
10 dS/m	0.89 c

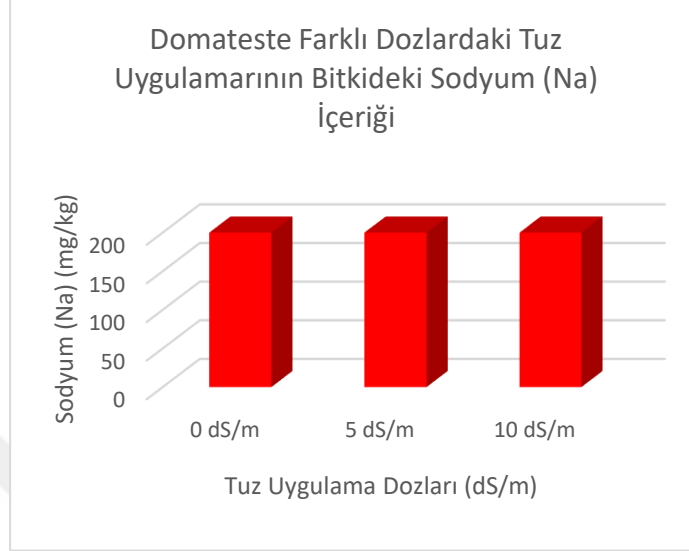
#### 4.2.16. Bitkide Sodyum (Na) İçeriği

Saksı çalışmasında Na içeriğine etkisinin biyokömür dozları (%0, %0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında varyans analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.65.).

Çizelge 4.65: Domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının bitkinin Sodyum (Na) içeriğine ait varyans analizi sonuçları

V K	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.5	0.01
Tekerrür	2	20476254.500	10238127.250	5.2306*	3.440	5.720
Faktör A(Biyokömür)	3	14380545.556	4793515.185	2.4490 <sup>ns</sup>	3.050	4.820
Faktör B (Tuz)	2	61697080.667	30848540.333	15.7605**	3.440	5.720
AXB (Biyokömür x Tuz)	6	71042671.111	11840445.185	6.0493**	2.550	3.760
Hata	22	43061426.167	1957337.553			
Genel	35	210657978.000				

Buna göre. Biyokömür ve tuz dozları arttığında, bitkinin Na farklılaşması meydana gelmiştir. Saksı çalışması süresince tuz dozlarına ilişkin sonuçlar Şekil 4.39'da gösterilmektedir.



Şekil 4.39:Domateste Farklı Dozlardaki Tuz Uygulamalarının Bitkideki Sodyum (Na) İçeriği

Saksı çalışmasında Na içeriğine ait tuz uygulamaları yönünden ( $P<0,01$ ) önemlilik düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Tuz uygulamalarında bitkinin Na içeriğinin en yüksek değeri; 0 dS/m dozunda, en düşük değerinde 5 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.66.).

Çizelge 4.66:Tuz Uygulamalarının Bitkide Sodyum (Na) İçeriği için Duncan Gruplandırması

Tuz Dozları (dS/m)	Sodyum (Na) (mg/kg)
0 dS/m	4649. b
5 dS/m	7540. a
10 dS/m	7296. a

Wang ve diğerleri, (2011) tuzluluk arttıkça domates yapraklarındaki Cl ve Na yoğunlukları ile Na/K oranının arttığını belirlemişlerdir. Flores ve ark. (2003) 0-30-60 mM tuz karşılığında domatesteki Na miktarlarında (2.8; 5.6 ve 8.8 meq 100g<sup>-1</sup>) yükselme tespit etmişlerdir. Noshadi ve ark. (2013) tuzluluğun artması ile (0.68. 2. 4. 6 ve 8 dS m<sup>-1</sup>) domates bitkisinin sodyum yoğunluğunun tuz miktarının arttığını

bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz bu çalışmada da biyokömür uygulaması ile Na değerinde önemli oranda artış gösterdiği belirlenmiştir. Yapmış olduğumuz domateste farklı dozlardaki biyokömür ve tuz uygulamalarının Na içeriği çalışma sonuçları ile daha önce yapılan çalışma sonuçları benzerlik göstermektedir.



## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışma ile toprakların organik madde içeriğinin; çeşitliliğini ve etkinliğini artırmaya yönelik materyal seçimi ve uygulanan bu materyallerin domates bitkisinde, farklı tuz dozları ile sulama yapılarak GAP bölgesinde yaygın bir sorun olan tuzluluğun giderilmesi ve biyokömür etkisinin saptanması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, bölgemizin tarımsal ana ürünlerinden olan fıstık atıklarının (fıstık dış kabuğu) Biyokömür formuna dönüştürülerek organik toprak iyileştiricisi olarak kullanımları ve bunların tuzlu topraklarda tuza oldukça duyarlı domates bitkisine olan etkileri incelenmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar; i) İnkübasyon çalışması ve i) bitki analiz sonuçları olarak, iki aşamada ele alınmıştır.

İnkübasyon çalışmasının toprak örneklerinin kimyasal analiz sonuçları incelenmiştir. Bu kapsamda bakıldığında; biyokömür dozları (%0, %0.25, %0.5, %1) ve tuz dozları (0 dS/m, 2.5 dS/m, 5 dS/m, 10 dS/m) arasında anlamlı derecede farklılık olduğu belirlenmiştir. Biyokömür dozlarının toprak parametreleri üzerine etkisine bakıldığında; pH değerinde uygulanan dozlara bağlı olarak, dozlar arasında anlamlı derecede farklılık bulunmamaktadır. EC, OM, P, KDK, K, Mn ve Fe değerlerinde artan doz oranları ile beraber bir artış olduğu belirlenmiştir. Kullanılan biyokömür dozları arasında kıyas yapıldığında ise %1 dozunun genellikle daha etkili olduğu görülmüştür.

Tuz dozlarının toprak parametreleri üzerine etkisine bakıldığında; pH, OM ve KDK değerinde uygulanan dozlara bağlı olarak, dozlar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık bulunmamaktadır. EC, Mn, Zn ve Cu değerlerinde artan doz oranları ile beraber bir artış olduğu belirlenmiştir. Kullanılan biyokömür dozları arasında kıyas yapıldığında ise en yüksek doz 10 dS/m dozunda olduğu gözlemlenmiştir.

Farklı biyokömür ve tuz dozlarının, sera ortamında yetiştirilen domates bitkisinin verim ve kalite değişkenleri üzerine olan etkileri incelendiği bu çalışmada bitkinin ölçümleri değerlendirilmiştir. Uygulanan biyokömür materyalinin farklı dozlara bağlı olarak bitkisel parametrelerde (bitki boyu, toplam ağırlık, kök ağırlığı,

yeşil aksam ağırlığı) artan doz oranları ile beraber genel bir artışın olduğu, bu dozlar arasında %1 dozunun daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Tuz dozlarına bağlı olarak bitki boyu, toplam ağırlık, kök ağırlığı, yeşil aksam ağırlığı ve kök uzunluğu ölçümlerinin, artan doz oranları ile beraber genel bir gerileme olduğu, bu dozlar arasında 10 dS/m dozunun daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bitki analizlerinin sonuçları ışığında; biyokömür uygulamalarının N, Cu ve B içeriğinin en yüksek değeri %1, Ca, Zn ve K içeriğinin en yüksek değeri %0 dozunda olduğu belirlenmiştir. Fe, Mn, Mg, P ve Na içeriğinde farklılaşma meydana gelmemiştir. Tuz uygulamalarının; N, Cu, Ca, B ve P içeriğinin artan dozlara bağlı olarak düştüğü en yüksek değer 0 dS/m dozunda olduğu belirlenmiştir. Fe, Zn, K ve Na içeriğinin artan dozlara bağlı olarak arttığı ve en yüksek değer 5 dS/m ve 10 dS/m dozlarında olduğu belirlenmiştir. Mn ve Mg içeriğinde farklılaşma meydana gelmemiştir.

Sonuçlar ışığında; tuz stresinde yetişen fasulye bitkisinde olumsuz etkileri iyileştirmede önemli etkiye sahip biyokömür uygulamaları yapılmıştır (Karabay, 2017). Biyokömür materyallerinden tuzsuz ve az tuzlu (EC: 3-4 dSm<sup>-1</sup>) olan topraklarda PS biyokömürünün patlıcan bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılmasının önerilebileceği ortaya çıkmıştır (Özyavuz, 2017). Toprağa biyokömür uygulamasının tuzlu tarım alanlarının iyileştirilmesinde önemli bir etken olacağı bildirilmiştir (Thomas et al., 2013).

Çalışma sonuçlarına göre; biyokömür materyalinin öncelikle toprağa organik girdi olarak ilave edilmelerinin toprakların organik madde miktarı başta olmak üzere buna bağlı tüm sonuçları verilen toprak ve aynı zamanda bitki parametrelerinde normale yani uygulanmadığı duruma göre pozitif yönde (artış olarak) bir etkinin belirlenmiş olması geleceğe dönük bu materyallerin organik toprak iyileştiricisi olarak kullanılabilme potansiyellerinin olduğunu göstermektedir. Bunun yanında uygulamaların dozlarının artışına bağlı olarak pozitif etkinin çalışılan hemen hemen tamamı yakın toprak parametrelerinde artış gösterdiği ve bitki parametrelerinde de artışlara sebep olduğu görülmüştür.

Elde edilen sonuçlarda toprağa biyokömür ilavesini tuz stresinde yetişen domates bitkisi üzerine olumlu etkilerin olabileceği ortaya konmuştur. Tuzlu

topraklarda yetişen bitkinin strese girmesi, yapılan biyokömür uygulamaları ile olumsuz etkileri nispeten azaltılabilmiş fakat bitkilerde meyve oluşumu için yeterli bir iyileşme sağlayamamıştır. Uygulamaların dozların artışına bağlı olarak çalışılan bitki ve toprak parametrelerinin olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Bu çalışmada tuza toleransı olan bitkilerin ürün veriminde artış sağlanabilmesi ve tuzlu topraklara uyum sağlanarak tarıma katkı sunabileceği gözlemlenmiştir (Karabay, 2017). Bu çalışmada stres koşulları altında uygulanan biyokömür dozlarının verimi etkilediği görülmekte bu bağlamda %0.5 ve %1 dozu önerilmektedir.



## KAYNAKLAR

- ABBASI, M.K., ve ADAMS, W.A., 2000. Estimation of Simultaneous Nitrification and Denitrification in Grassland Soil Associated with Urea-N Using <sup>15</sup>N and Nitrification Inhibitor. *Biology and Fertility of Soils*, 31: 38-44.
- AĞCA, N. 1999. Topraklarda Çoraklaşma ve Sürdürülebilir Tarım. 26-28 Mayıs GAP I. Tarım Kongresi, 2, 915-922, Haz. Harran Ü. Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa.
- ALBIACH, R., CANET, R., POMARES, F. ve INGELMO, F., 2001. Organic Matter Components, Aggregate Stability And Biological Activity In A Horticultural Soil Fertilized With Different Rates Of Two Sewage Sludges During 10 Years. *Biores. Technol*, 77: 109-114.
- AL-SHOHANI, H., 2017, Toprakta Kurşun ve Kadmiyum Davranışı Üzerine Saman ve Biyoçarın Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 34
- AL-WABEL, M.I., AL-OMRAN, A., EL-NAGGAR, A.H., NADEEM, M. ve USMAN, R.A., 2012, Pyrolysis Temperature Induced Changes In Characteristics And Chemical Composition Of Biochar Produced From Conocarpus Wastes, *Bioresource Technology*, S0960-8524(12)02023-8.
- AMELOOT, N., SLEUTEL, S., CASE, S. D., ALBERTI, G., MCNAMARA, N. P., ZAVALLONI, C., ve DE NEVE, S. 2014. C Mineralization And Microbial Activity In Four Biochar Field Experiments Several Years After Incorporation. *Soil Biol Biochem*, 78, 195-203.
- ANDERSON, J.P.E., DOMSCH, K.H., 1978. A Physiological Method For The Quantitative Measurement Of Microbial Biomass In Soils. *Soil Biol. Biochem.* 10: 215-221.
- ARNON, D.I., 1949. Copper Enzymes In Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase In Beta Vulgaris. *Plant Physiology* 24 (1): 1-15.

- ATİLA, B., 2015., Portakal Küspesinden Hidrotermal Yöntemle Biyokömür Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ocak, 106 sayfa
- AYDEMİR, S., 2001. Properties of Palygorskite-Influenced Vertisols and Vertic-like Soils in the Harran Plain of Southeastern Turkey. (Ph.D.). Texas A&M University. College Station TX 77843. USA.
- AYDEMİR, O., 1992. Bitki Besleme ve Toprakta Verimliliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No: 734. Erzurum
- AYDOĞDU M., AYDOĞDU M. H. ve ÇULLU, M., 2014, Farklı Tuz Seviyelerindeki Toprakların Pamuk Verimine Etkisinin Belirlenmesi ve Uydu Verileriyle İlişkilendirilmesi (Şanlıurfa, Harran Ovası; İmambakır Sulama Birliği), International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Volume 9/2 ,231-250,A NKARA-TURKEY
- BAİLEY, V.L., FANSLER, S.J., SMİTH, J.L.ve BOLTON, H. 2011. Reconciling Apparent Variability İn Effects Of Biochar Amendment On Soil Enzyme Activities By Assay Optimization. Soil Biology and Biochemistry, 43(2), 296-301.
- BALL, B.C., SCOTT, A. ve PARKER, J.P., 1999. Field N<sub>2</sub>o. Co<sub>2</sub> And Ch<sub>4</sub> Fluxes İn Relation To Tillage. Compaction And Soil Quality İn Scotland. Soil & Tillage Research 53: 29-39.BEST 2009. BEST Pyrolysis Inc.
- BASS, A.M., BİRD, M.I., KAY, G. ve MUIRHEAD, B. 2016. Soil Properties, Greenhouse Gas Emissions And Crop Yield Under Compost, Biochar And Co-Composted Biochar İn Two Tropical Agronomic Systems. Science of the Total Environment, 550, 459-470.
- BATUR, T., 2017, Biyokömür Elde Edilmesine Yönelik Bir Karbonlaştırma Makinasının Tasarımı, İmalatı Ve Denenmesi. Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı Danışman, 49, Tekirdağ

- BREWER, C. E., UNGER, R., SCHMIDT-ROHR, K. ve BROWN, R C., 2011. Criteria to Select Biochars for Field Studies based on Biochar Chemical Properties Bioenerg. Res. 4:312–323 DOI 10.1007/s12155-011-9133-7.
- CHAN, K.Y., VAN ZWIETEN, L., MESZAROS, I., DOWNIE, A. ve JOSEPH, S. 2008. Agronomic Values Of Green Waste Biochar As A Soil Amendment. Soil Research, 45(8), 629- 634.
- CHAN, K.Y., XU, Z. 2009. Biochar: Nutrient Properties And Their Enhancement. Biochar For Environmental Management: Science And Technology, 67-84.
- ÇULLU, M. A., ALMACA, A., ÖZTÜRKMEN, A. R., AĞCA, N., İNCE F., ve DERİCİ, M. R., 1998. Harran Ovası Topraklarında Tuzluluk Değişimleri. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. Menemen- İzmir, Turkey. 375-380.
- ÇULLU, M. A., ALMACA, A., ÖZTÜRKMEN, A.R., AĞCA, N., İNCE, F., DERİCİ, R., ve SEYREK, A., 2000. Harran Ovası Topraklarında Tuzluluğun Yayılma Olasılığının Belirlenmesi. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi. Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. Proje Kod. No: 41. Şanlıurfa.
- ÇULLU, M. A., ALMACA, A., AĞCA, N., ÖZTÜRKMEN, A. R., ÖZDEMİR, A., ÇELİK, S., ve ÇELİKER, M., 2001. Harran Ovasında Çoraklaşan Yaygın Toprak Serilerinin Tuz Dinamiği ve Bunu Etkileyen Faktörler. TARP 2510.
- DAI, Z., ZHANG, X., TANG, C., MUHAMMAD, N., WU, J., BROOKES, P.C. ve XU, J. 2017. Potential Role Of Biochars İn Decreasing Soil Acidification-A Critical Review. Science of The Total Environment. 581, 601-611.
- DELUCA, T. H., GUNDALE, M. J., MACKENZIE, M. D., JONES, D. L. 2015. Biochar Effects On Soil Nutrient Transformations. Biochar For Environmental Management: science, technology and implementation, 2, 421-454.
- DEMİRBAŞ, A., PEHLIVAN, E., ve ALTUN, T., 2004. Potential Evolution Of Turkish Agricultural Residues As Bio-Gas, Bio-Char And Bio-Oil. International Journal of Hydrogen Energy, 31: 613-620.

- DINESH, M., CHARLES, U., PİTTMAN, JR. ve PHİLİP, H., 2006, Pyrolysis of wood/biomass for bio-oil, A Critical Review, *Steele Energy Fuels*, 20; 848-889p.
- DOWNIE, A., CROSKY, A., ve MUNROE, P., 2009. *Physical Properties of Technology* (eds. Lehmann J., and Joseph S). Earthscan Ltd. London., 24-45.
- ERDOĞAN, E., 2015, Atıklardan Biyokömür Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, s.48
- GÜNAL, E., 2018, Sıvı Hayvan Gübresi ile Zenginleştirilmiş Biyoçarların Ekmeklik Buğdayın Gelişimi, Besin Elementi Alımı ve Toprak Kalitesine Etkileri, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 243, Tokat
- KARA, R. S., 2016. Farklı Organik Materyallerden Elde Edilen Biyokömürün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Biyokömür ve Biyokömürle Birlikte Artırılmış Karasu Uygulamasının Bitkisel Üretimde Kullanım Olanakları, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Bornova-İzmir
- KOCA, H, 2002, Tuz Stresinin Farklı Domates (*Lycopersicon*) Genotiplerinde Fizyolojik Ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Ana Bilim Dalı,79
- KHESHGİ, H.S., PRİNCE, R.C. ve MARLAND, G., 2000, The Potential Of Biomass Fuels In The Context Of Global Climate Change: Focus On Transportation Fuels, *Annu. Rev. Energy. Environ.*, 25: 199–244p.
- LEE, Y., EUMA, P., RYU, C., PARK, Y., JUNG, J. ve HYUN, S., 2013, Characteristics Of Biochar Produced From Slow Pyrolysis Of Geodae- Uksae 1, *Bioresource Technology*, 130:345–350p.
- LEHMANN, J., 2007. Bio-energy in The Black. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: (7) 381-387.
- Lİ, S., XU, S., LİU, S., YANG, C. AND LU, Q., 2004, Fast Pyrolysis Of Biomass In Free-Fall Reactor For Hydrogen-Rich Gas, *Fuel Processing Technology*, 85:1201– 1211p.

- MARLAND, G., BODEN, T.A., ve ANDRES, R.J., 2006. "Global, Regional, and National CO2 Emissions", In Trends: A Compendium of Data on Global Change, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National
- MEDIĆ, D., DARR, M., SHAH, A., POTTER, B. ve ZİMMERMAN, J., 2012, Effects Of Torrefaction Process Parameters On Biomass Feedstock Upgrading, Fuel 91:14-154p.
- MCKENDRY, P., 2002 a. Energy Production From Biomass (Part1): Overview Of Biomass, Bioresource Tech., 83: 37-46pp.
- OKA, H., RUNGATTANAKASIN, W., ARRORATANA, U., ve IDTHIPONG, S., 1993. Improvement of Sandy Soil in The Northeast by Using Carbonized Rice Husks, JICA Technical Report, 13, 42-40 (in Japanese, with translation).
- ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (OGM), 2009. Türkiye’de Odunsu Biyokütleden Temiz Enerji Üretimi. Biyoenerji Çalışma Grubu.
- ÖZÇİMEN, D., ERSOY-MERİÇBOYU, A., 2009. Fındık Kabuğu Karbonizasyon Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi. İtü Dergisi, Cilt 8, S:1,116-124.
- ÖZFİDAN, C., 2005. Bir Bitki Aktivatörünün (ISR-2000) Tuz Stresi (Nacl) Ve Biyotik Stres (Botrytis Cineria) Altındaki Domates Fideleri Üzerindeki Biyokimyasal Ve Fizyolojik Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Ana Bilim Dalı, 95
- ÖZTEKİN, G. B., 2009. Aşılı Domates Bitkilerinde Tuz Stresine Karşı Anaçların Etkisi, Doktora Tezi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 375
- ÖZYAVUZ, M., 2017. Biyokömür (biochar) Uygulamalarının Patlıcan Bitkisi ve Toprağın Kimyasal Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 62, Şanlıurfa
- PALA, M., 2013. Hydrothermal Conversion Of Biomass, Phd Thesis, EU Institute of Natural and Applied Sciences, 18p.

- PEKTEZ, A., 2009, Domates Bitkisinde Tuz Stresi Koşullarında Total RNA Miktarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Toprak Ana Bilim Dalı,52
- PORGALI, Z. B.,2001, Tuza Hassas Ve Dayanıklı İki Domates Türünde Nacı Tipi Tuz Stresinin Bazı Metabolik Olaylar Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Ana Bilim Dalı, 108
- SADAKA, S., SHARARA, M.A., ASHWORTH, A., KEYSER, P., ALLEN, F. ve WRIGHT A., 2014, Characterization Of Biochar From Switchgrass Carbonization, *Energies*, 7:548-567.
- SAYGAN, E. P., 2017, Biyokömürün (Biochar) Toprak Düzenleyicisi Olarak Kullanım Potansiyellerinin Belirlenmesi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Doktora Tezi, 344
- SAYGAN, E. P., AYDEMİR, S., 2016. Harran Ovası Kireçli Killi Toprak Özellikleri Üzerine Antepfıstığı Dış Kabuğu Biyokömür Uygulamasının Etkisi *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 20(4): 301-312 Araştırma Makalesi / Research Article, Şanlıurfa.
- SKIBA U., ve BALL B., 2002. The Effect of Soil Texture and Soil Drainage on Emissions of Nitric Oxide and Nitrous Oxide. *Soil Use and Management*. 18: 56-60.
- SUMNER, M.E., ve MILLER, W.P., 1996. Cation Exchange Capacity and Exchange Coefficients. In. D.L. Sparks et. al.. (Ed.). *Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods*. SSSA Book Series No: 5. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. Of Am. Inc. Publisher. Madison. Wisconsin USA. p. 1201- 1230.
- THOMAS., G.W., 1996. Soil pH and Soil Acidity. In. D.L. Sparks et. al., (Ed.). *Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods*. SSSA Book Series No: 5. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher. Madison. Wisconsin USA. p. 475-490.
- THOMAS, G.W., 1982. Exchangeable Cations. In. A.L. Page. R.H. Miller and D.R. Keeney (ed.). *Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties* 2nd

Edition. Agronomy Series No: 9. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher. Madison. Wisconsin USA. p. 159-164.

TONKAZ, T., ÇETİN, M., ve ŞİMŞEK, M., 2003. Güneydoğu Anadolu Projesinin Şanlıurfa İlinde Bazı İklim Parametreleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 18(3). 29-38.

TONKAZ, T., ÇULLU, M.A., HAROLD, V. E., ŞİMŞEK, M., ÇOPUR, O., ARI. H. ve BİLGİLİ, A. V., 2010 “Yarıkurak İklim Bölgesinde Pamuk Ekili Alanda Farklı Sulama Düzeyleri ve N Gübresi dozlarının. CO<sub>2</sub>. N<sub>2</sub>O. CH<sub>4</sub> Emisyonuna Etkisi, Emisyonun Verim ve Verim Bileşenleriyle İlişkisi” TÜBİTAK- TOVAG Projesi Kesin Sonuç Raporu. Proje No: 1070546.

THIES, J.E., ve RILLIG, M.C., 2009. Characteristics of Biochar: Biological Properties. In: Biochar for Environmental Management: Science and Technology. (eds. Lehmann J. and Joseph S). Earthscan Ltd. London. 85-106.

YILMAZ GÖKDOĞAN, E. 2004. Tuz Stresi Altındaki Domates İn Vitro Kültürlerinde Epibrassinolidin Etkisi, Doktora, Biyoloji Anabilim Dalı, 186.

WINSLEY, P. 2007. Biochar and Bioenergy Production for Climate Change. New Zealand Science Review. 64 (1), 1-10.

VERHEIJEN, F.G.A., JONES, R.J.A., RICKSON, R. J., and SMITH, C.J. 2009. Tolerable Versus Actual Soil Erosion Rates İn Europe. Earth-Science Reviews, 94(1-4): 23-38.

ZHANG, J.L.G., Lİ, X.D., Qİ, S.H., LİU, G.Q. ve PENG and X.Z., 2006, Source Seasonality Of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (Pahs) İn Subtropical City, Guangzhou, South China, Science of the Total Environment, 355:145–155p.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı:** Safiye BÜLBÜL  
**Uyruğu:** Türkiye  
**Doğum Yeri ve Tarihi:** Suruç/ 1995  
**Telefon:** +90 542 545 07 82  
**Faks:** -  
**e-mail:** safiyebulbul95@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise:	Davut Zeki Akpınar Lisesi, Haliliye, Şanlıurfa	2012
Üniversite:	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Haliliye, Şanlıurfa	2017
Yüksek Lisans:	Harran Üniversitesi, Haliliye, Şanlıurfa	2020

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2016	GAPTAEM	Stajyer

**YABANCI DİLLER:** İngilizce

### YAYINLAR:

Safiye BÜLBÜL<sup>1</sup>, Seda KILIÇ<sup>2</sup>., Sürdürülebilir Toprak Verimliliği 6. Ulusal Tarım Öğrenci Kongresi, 3-5 Mayıs 2016, Ankara

## EKLER

### EK.1. Toprağa ait EC ve pH Analiz Sonuçları

Konular	EC (dSm <sup>-1</sup> )			pH		
	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T
B0T0	0.41	0.28	0.34	8.39	8.48	8.49
B0T1	2.1	3.27	2.36	8.5	8.25	8.32
B0T2	4.56	4.99	4.6	8.31	8.24	8.28
B0T3	8.77	8.39	9.61	3.39	8.38	8.37
B1T0	0.61	0.32	0.39	8.37	8.6	8.58
B1T1	2.41	2.41	2.65	8.36	8.43	8.35
B1T2	4.63	6.21	6.66	8.28	8.23	8.23
B1T3	11.01	7.6	8.53	8.3	8.4	8.42
B2T0	0.81	0.61	0.84	8.26	8.52	8.36
B2T1	3.17	3.22	4.68	8.28	8.32	8.15
B2T2	6.58	6	6.51	8.2	8.28	8.26
B2T3	8.27	111	10.21	8.26	8.27	8.27
B3T0	0.98	1	0.78	8.32	8.23	8.36
B3T1	5.13	3.29	2.98	8.19	8.37	8.44
B3T2	9.24	7.92	6.35	8.1	8.18	8.35
B3T3	8.09	9.38	12.3	8.22	8.3	8.24

**EK.2. Toprağa ait KDK (me/100g), OM (%) ve Kireç (%CaCO<sub>3</sub>) Analizi Sonuçları**

Konular	KDK (me/100g)			O.M %			Kireç (%CaCO <sub>3</sub> )		
	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T
<b>B0T0</b>	12,7	12,2	12,7	0,94	1,02	0,98	19.38	19.38	20.52
<b>B0T1</b>	12,3	11,7	11,3	0,94	1,11	0,77	17.86	15.2	18.62
<b>B0T2</b>	11,6	12,4	12,6	1,03	0,92	0,95	17.1	17.1	17.1
<b>B0T3</b>	11,8	11,9	12,4	0,87	0,83	0,79	19.38	19	18.62
<b>B1T0</b>	12,5	13,7	13,4	1,27	1,26	1,25	18.62	18.24	17.86
<b>B1T1</b>	13,3	13,8	13,2	1,08	1,18	1,2	17.86	19	18.24
<b>B1T2</b>	13,7	13,4	13,8	1,12	1,07	1,15	17.86	17.48	18.24
<b>B1T3</b>	13,8	12,8	14	1,06	1,01	1,07	17.86	17.86	17.86
<b>B2T0</b>	13,7	14,5	14,6	1,47	1,37	1,38	19	18.62	18.62
<b>B2T1</b>	13,4	13,4	13,8	1,19	1,39	1,22	19	19	19.38
<b>B2T2</b>	14,7	13,6	15,2	1,2	1,41	1,18	18.24	17.86	18.62
<b>B2T3</b>	14,6	13,1	14,8	1,33	1,46	1,2	18.62	17.48	17.86
<b>B3T0</b>	14,9	15,8	15,6	1,78	1,73	1,79	16.34	18.62	18.24
<b>B3T1</b>	15,2	15,4	15,2	1,49	1,51	1,5	17.86	18.24	19
<b>B3T2</b>	15,6	14,6	14,9	1,5	1,55	1,56	17.48	17.86	18.24
<b>B3T3</b>	15,4	16,2	16,2	1,69	1,71	1,68	18.24	18.62	18.24

**EK.3.** Toprağa ait makro element analizi sonuçları ( P, K)

Konular	P (kg da <sup>-1</sup> )			K (kg da <sup>-1</sup> )		
	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T
<b>B0T0</b>	3.79	4.5	6.09	1263	1285	1609
<b>B0T1</b>	3.29	4.9	2.5	1350	1317	1317
<b>B0T2</b>	3.29	3.29	2.88	1425	1317	1447
<b>B0T3</b>	2.88	3.7	4.5	1350	1393	1382
<b>B1T0</b>	5.93	4.86	4.77	1652	1868	1749
<b>B1T1</b>	3.29	4.12	4.94	1706	1717	1965
<b>B1T2</b>	4.12	4.12	4.12	1933	1846	1846
<b>B1T3</b>	4.94	5.35	4.12	1620	1998	1868
<b>B2T0</b>	5.6	5.02	3.29	2538	2764	2797
<b>B2T1</b>	4.9	4.12	4.9	1944	2278	2332
<b>B2T2</b>	4.12	3.29	2.88	2322	2246	3196
<b>B2T3</b>	5.27	5.27	4.94	1976	2106	1311
<b>B3T0</b>	9.06	4.94	4.12	2991	3585	3261
<b>B3T1</b>	4.9	6.5	5.7	2732	2764	2970
<b>B3T2</b>	3.7	4.94	5.3	3013	3542	3759
<b>B3T3</b>	4.77	4.86	4.94	3488	2700	3466

**EK. 4.** Toprağa ait mikro element Fe, Mn, Zn ve Cu (mg kg<sup>-1</sup>) analiz sonuçları

Konular	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )			Mn (mg kg <sup>-1</sup> )			Zn (mg kg <sup>-1</sup> )			Cu (mg kg <sup>-1</sup> )		
	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T
<b>B0T0</b>	6.15	5.16	5.22	3.16	2.86	2.98	0.23	0.24	19	1.01	0.94	0.87
<b>B0T1</b>	7.19	6.13	7.23	6.09	5.84	5.27	0.5	0.75	0.46	1.25	1.43	1.46
<b>B0T2</b>	3.57	3.25	2.84	5.66	5.75	6.79	1.23	0.46	0.56	1.49	1.38	1.49
<b>B0T3</b>	1.45	1.31	1.18	10.77	6.93	6.48	0.62	0.48	0.79	1.45	1.31	1.18
<b>B1T0</b>	6.58	6.18	6.82	4.12	3.38	3.38	0.29	0.26	0.3	1.11	1.13	1.26
<b>B1T1</b>	6.86	8.02	6.27	7.24	6.98	6.99	0.41	0.46	0.43	1.36	1.42	1.29
<b>B1T2</b>	3.53	2.77	3.01	5.88	5.24	8.47	0.94	0.59	0.8	1.41	1.39	1.42
<b>B1T3</b>	1.59	6.75	6.92	6.69	8.9	7.22	0.66	0.57	0.47	1.59	1.44	1.35
<b>B2T0</b>	7.52	6.59	7.15	4.91	4.99	4.43	0.71	0.78	0.35	1.16	1.21	1.17
<b>B2T1</b>	5.66	6.9	6.18	5.62	5.98	6.22	0.7	0.62	0.91	1.19	1.17	1.29
<b>B2T2</b>	2.82	3.35	3.02	7.31	4.41	4.65	0.51	0.46	0.49	1.33	1.4	1.4
<b>B2T3</b>	5.1	6.43	5.92	8.08	9.3	10.94	0.41	0.58	0.97	1.13	1.45	1.33
<b>B3T0</b>	6.88	7.53	6.99	4.24	4.81	4.54	0.39	0.29	0.28	1.21	1.21	1.25
<b>B3T1</b>	7.7	7.01	7.04	8.32	6.45	6.73	0.46	0.41	0.55	1.32	1.1	1.52
<b>B3T2</b>	3.43	5.49	5.47	5.59	7.85	7.74	0.46	0.46	0.47	1.29	1.15	1.35
<b>B3T3</b>	5.32	5.44	6.45	9.8	10.75	9.81	0.49	0.51	0.92	1.25	1.24	1.36

**EK. 5.** Bitkiye ait bitki boyu ve kök uzunluğu (cm) analiz sonuçları

Konular	Bitki Boyu (cm)			Kök Uzunluğu (cm)		
	1.T	2. T	3.T	1.T	2. T	3.T
<b>B0T0</b>	39	34	47	10	13	15
<b>B0T1</b>	17	15.5	20	5	5.5	6
<b>B0T2</b>	23	23	26	6	2	6
<b>B1T0</b>	61	50	50	28	16	15
<b>B1T1</b>	26	24	22	6.5	12	7
<b>B1T2</b>	24	32	33	5	9	10
<b>B2T0</b>	47	50	62	20	18	34
<b>B2T1</b>	21	18	22	6.5	2.5	5
<b>B2T2</b>	24	12	26	9	5	5
<b>B3T0</b>	64	36	39	20	19	22
<b>B3T1</b>	27	21	22	5	7.5	9
<b>B3T2</b>	33	24	40	7	6.5	10

**EK. 6.** Bitkiye ait yeşil aksam ağırlığı, kök ağırlığı ve toplam ağırlık (g) analiz sonuçları

Konular	Yeşil Aksam Ağırlığı (g)			Kök Ağırlığı (g)			Toplam Ağırlığı (g)		
	1.T	2. T	3.T	1.T	2. T	3.T	1.T	2. T	3.T
<b>B0T0</b>	12.48	14.34	18.56	2.52	3.04	3.94	15	17.34	3.91
<b>B0T1</b>	1.38	1.4	3.11	0.34	0.25	0.8	1.66	1.63	2.52
<b>B0T2</b>	1.45	1.24	2.04	0.54	0.3	0.47	1.98	1.53	28.9
<b>B1T0</b>	29.87	23.53	21.92	5.6	5.7	6.37	35.58	29.6	3.9
<b>B1T1</b>	2.31	4.08	2.82	0.38	2.04	1.1	2.72	6.2	3.34
<b>B1T2</b>	2.22	2.28	2.19	0.37	0.49	1.29	2.58	2.72	35.36
<b>B2T0</b>	29.8	25.55	29.53	8.6	5.98	5.86	38.5	31.52	3.27
<b>B2T1</b>	2.4	1.18	2.55	0.38	0.12	0.72	2.74	1.3	2.82
<b>B2T2</b>	1.76	1.42	2.57	1.44	0.32	0.27	3.19	1.81	28.16
<b>B3T0</b>	44.3	26.06	21.05	10.58	7.37	7.11	54.67	33.41	2.89
<b>B3T1</b>	2.19	3.39	2.16	0.35	1.17	0.82	2.53	4.49	6.94
<b>B3T2</b>	2.38	2.38	3.74	0.67	0.35	3.22	3.23	2.73	3.91

**EK. 7. Bitkiye ait makro element (N, Ca (%)) analiz sonuçları**

Konular	Azot %			Ca (%)		
	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T
<b>B0T0</b>	2.13	3.36	2.69	4.845	4.341	4.474
<b>B0T1</b>	2.51	3.05	2.24	4.785	4.006	4.217
<b>B0T2</b>	1.94	1.85	1.38	4.623	3.845	3.549
<b>B1T0</b>	3.53	3.7	3.36	4.779	4.067	4.579
<b>B1T1</b>	2.53	2.51	2.28	4.193	3.931	3.625
<b>B1T2</b>	2.03	1.9	2.21	4.046	3.886	3.403
<b>B2T0</b>	3.86	4.16	3.81	4.176	4.367	4.222
<b>B2T1</b>	2.84	2.85	2.69	3.892	3.455	3.385
<b>B2T2</b>	2.65	2.06	2.53	3.634	4.022	3.615
<b>B3T0</b>	4.11	4.75	3	4.222	4.312	3.779
<b>B3T1</b>	3.62	2.93	2.88	3.815	3.462	4.04
<b>B3T2</b>	3.39	2.24	2.54	3.648	3.267	4.001

**EK. 8.** Bitkiye ait makro element (P, K, Mg (%)) analiz sonuçları

Konular	P (%)			K (%)			Mg (%)		
	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T
<b>B0T0</b>	0.1529	0.1411	0.161	1.318	1.149	1.168	1.0366	1.015	1.176
<b>B0T1</b>	0.1413	0.1541	0.1375	0.8748	0.833	0.9028	1.029	1.057	1.069
<b>B0T2</b>	0.0818	0.0758	0.0747	0.739	0.7464	0.7336	1.122	1.125	1.215
<b>B1T0</b>	0.1278	0.1343	0.1297	1.61	1.542	1.644	1.0905	1.236	1.153
<b>B1T1</b>	0.1107	0.1392	0.1154	1.45	1.324	1.408	1.1	1.163	1.185
<b>B1T2</b>	0.0796	0.1032	0.0758	1.147	0.9814	1.048	0.9923	1.011	1.166
<b>B2T0</b>	0.1312	0.1582	0.1483	1.848	1.307	1.736	1.126	1.038	1.166
<b>B2T1</b>	0.1153	0.1173	0.1333	1.475	0.9613	1.423	1.023	1.063	1.08
<b>B2T2</b>	0.0856	0.0812	0.1135	1.324	1.355	0.2964	1.069	1.132	0.9876
<b>B3T0</b>	0.1612	0.1531	0.2129	1.933	1.973	2.031	1.0334	1.15	1.15
<b>B3T1</b>	0.1285	0.1035	0.122	1.759	1.504	1.809	1.094	1.047	1.094
<b>B3T2</b>	0.0969	0.0887	0.1154	1.753	1.922	2.010	1.283	1.058	1.093

**Ek. 9.** Bitkiye ait mikro element (Cu, Fe ve Mn (mg kg<sup>-1</sup>)) analiz sonuçları

Konular	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )			Fe (mg kg <sup>-1</sup> )			Mn (mg kg <sup>-1</sup> )		
	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T
<b>B0T0</b>	24.95	25.36	19.71	1344	1743	1460	68.81	78.98	69.49
<b>B0T1</b>	18.04	19.15	23.18	3093	1721	1335	86.06	75.43	70.53
<b>B0T2</b>	17.51	20.82	17.38	3637	1827	1619	97.79	64.23	67.46
<b>B1T0</b>	20.6	21.8	18.62	1989	1984	2373	816	81.96	85.68
<b>B1T1</b>	19.78	22.54	19.86	3188	3789	2669	92.78	145.4	38.52
<b>B1T2</b>	17.69	21.24	23.21	3977	2605	5548	100.9	82.76	131
<b>B2T0</b>	25.2	20.3	21.55	1238	1368	1405	112.6	68.58	116.6
<b>B2T1</b>	19.78	18.31	19.73	3175	2473	3508	91.04	154.4	107
<b>B2T2</b>	16.35	13.16	10.53	5587	3052	5278	133.2	74.65	46.54
<b>B3T0</b>	23.86	19.86	21.12	1305	4757	1409	73.6	69.55	74.81
<b>B3T1</b>	24.8	20.31	20.95	1889	4418	2786	64.85	126.5	78.33
<b>B3T2</b>	20.95	23.87	21.82	6168	2723	2469	153.9	88.22	80.94

**Ek. 10.** Bitkiye ait mikro element (Na, B ve Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) analiz sonuçları

Konular	Na ( $\text{mg kg}^{-1}$ )			Bor (B) ( $\text{mg kg}^{-1}$ )			Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ )		
	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T
<b>B0T0</b>	10460	10810	10560	61.99	65.72	68.1	18.61	34.41	22.91
<b>B0T1</b>	88470	83080	96310	58.84	50.65	52.1	34.25	42.2	46.31
<b>B0T2</b>	92610	64805	65760	41.84	40.2	43.85	7.89	35.02	1.51
<b>B1T0</b>	6809	6319	7207	62.84	64.34	82.92	3.02	1.05	1.11
<b>B1T1</b>	96310	60860	60190	56.25	41.47	44.3	41.04	85.4	18.27
<b>B1T2</b>	84409	90410	67330	36.73	35.78	37.03	4.67	2.04	3.01
<b>B2T0</b>	6426	7180	7680	70.7	78.61	70.67	10.23	7.45	18.27
<b>B2T1</b>	72550	73290	64400	54.22	43.07	51.78	17.81	37.57	28.7
<b>B2T2</b>	83680	54020	53240	42.49	48.03	46.07	1.55	1.42	2.61
<b>B3T0</b>	8433	10870	14600	93.38	90.85	103.7	9.73	15.12	20.03
<b>B3T1</b>	72420	69740	67160	51.22	50.93	52.47	11.17	13.49	10.52
<b>B3T2</b>	89710	65870	63630	46.52	43.6	42.51	4.25	8.02	9.74