T.C

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOKÖMÜRÜN SU STRESİNDE YETİŞEN DOMATES BİTKİSİNİN FİZYOLOJİK GELİŞMESİNE ve TOPRAĞIN BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Nur NACAR

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2020

Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ danışmanlığında Nur NACAR ‘ın hazırladığı **“Biyokömürün Su Stresinde Yetişen Domates Bitkisinin Fizyolojik Gelişmesine ve Toprağın Bazı Özelliklerine Etkisinin Araştırılması’’** konulu bu çalışma 17/08/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Toprak Bilimler ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman :Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ

Üye :Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ

Üye :Prof. Dr. Hikmet ÜNAL

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

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No:19180

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 i
ABSTRACT i
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR vii
1.GİRİŞ 1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
3.MATERYAL ve YÖNTEM 7
3.1. Materyal 7
3.1.1 Toprak 7
3.1.2 Biyokömür 7
3.1.3 Bitki çeşidi 7
3.2. Yöntem 8
3.2.1 Biyokömür materyalinin elde edilmesi 9
3.2.2 Saksı denemesinin kurulması 12
3.2.3 Denemede yapılan bitki ve toprak analizleri 17
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 28
4.1. Çalışmada Biyokömür Uygulamalarının Toprağın Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri 28
4.1.1. Toprak pH'sı üzerine etkisi 28
4.1.2. Toprak EC'si üzerine etkisi 29
4.1.3. Toprak organik maddesi üzerine etkisi 30
4.1.4. Yarayışlı fosfor üzerine etkisi 32
4.1.5. Kireç miktarı (%$CaCO_3$) üzerine etkisi 32
4.1.6. Katyon değişim kapasitesi üzerine etkisi 33
4.1.7. Yarayışlı potasyum (K) üzerine etkisi 35
4.1.8. Mangan (Mn) üzerine etkisi 37
4.1.9. Çinko (Zn) üzerine etkisi 38
4.1.10. Demir (Fe) üzerine etkisi 40
4.1.11. Bakır (Cu) üzerine etkisi 41
4. 2. Çalışmada Yapılan Bitki Ölçüm ve Analizleri 42
4.2.1. Bitki boyu 42
4.2.2. Toplam ağırlık 44
4.2.3. Kök ağırlığı 46
4.2.4. Yeşil aksam ağırlığı 48
4.2.5. Kök uzunluğu 50
4.2.6. Bitkide azot (N) içeriği 51
4.2.7. Bitkide bakır (Cu) içeriği 53
4.2.8. Bitkide kalsiyum (Ca) içeriği 54
4.2.9. Bitkide demir (Fe) içeriği 56
4.2.10. Bitkide bor (B) İçeriği 57
4.2.11. Bitkide mangan (Mn) içeriği 60
4.2.12. Bitkide çinko (Zn) içeriği 61
4.2.13. Bitkide magnezyum (Mg) içeriği 63
4.2.14. Bitkide potasyum (K) içeriği 64
4.2.15. Bitkide fosfor (P) içeriği 65
4.2.16. Bitkide sodyum (Na) içeriği 66
5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER 68
KAYNAKLAR 70
ÖZGEÇMİŞ 80

EKLER..... 81

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİYOKÖMÜRÜN SU STRESİNDE YETİŞEN DOMATES BİTKİSİNİN FİZYOLOJİK GELİŞMESİNE ve TOPRAĞIN BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Nur NACAR

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

Danışman: Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ
Yıl: 2020, Sayfa:85

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi sera koşullarında 2019-2020 yılları arasında yapılmış olan bu çalışma ile Güneydoğu Anadolu bölgesinde üretimi yaygın olan Antepfıstığının fabrika atığından elde edilen biyokömür kullanılarak, Sun 6216 domates çeşidi üzerine farklı sulama uygulamalarının bitki gelişimi, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisinin araştırılması amacı ile yürütülmüştür. Deneme tesadüf bloklarında 4x3 faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Biyokömür konuları B0 (kontrol), B1 (%0.25 biyokömür uygulaması), B2 (%0.50 biyokömür uygulaması), B3 (%1 biyokömür uygulaması) ve Sulama konuları S1 (Saksı ağırlığına göre Tarla Kapasitesi değerinin %33'ü sulandığı konu), S2 (Saksı ağırlığına göre Tarla Kapasitesi değerinin %66'ı sulandığı konu) ve S3(Saksı ağırlığına göre Tarla Kapasitesi değerinin %100'ü sulandığı konu). Çalışmada elde edilen sonuçlar şu şekildedir; Toprağa uygulanan biyokömür miktarının artması ile domates bitkisinin toplam ağırlıkları ve yeşil aksam ağırlıkları olumlu olarak etkilenmiştir, Biyokömür uygulaması bitki iyon içeriğindeki bazı elementlerde olumlu yönde etki yapmıştır. Bitkideki N ve B içeriklerini arttırmış, Ca içeriğini ise düşürmüştür. Na, P, Zn, Mn, K, Mg, Fe ve Cu içerikleri ise biyokömürden etkilenmemiştir. Kuraklık stresine bağlı olarak toplam ağırlık, yeşil aksam, bitki boyu, kök uzunluğu, kök ağırlıklarının zarar gördüğü tespit edilmiştir. Kuraklık stresinin bitki iyon içeriklerinde olan etkisi azalma yönünde olmuştur. Na, Ca, P, Mn, N ve B içerikleri bakımından kuraklık stresi bitkiler üzerinde olumsuz etki yapmıştır. Zn ise stres koşullarında bitki içerisinde daha yüksek miktarda saptanmıştır. K, Mg, Fe ve Cu içerikleri ise etkilenmemiştir. Bu çalışmada; biyokömür uygulamalarının ve kuraklık stresinin domatesteki etkilerinin yanı sıra ve biyokömür ve sulama uygulamalarının toprağın kimi kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi de incelenmiştir. Toprağa uygulanan biyokömür miktarının artması Toprak Organik Madde içeriği, KDK, Zn, K ve Mn içeriklerini arttırmıştır. pH, Kireç, P ve Fe içerikleri etkilenmemiştir. Sulama düzeylerinin artması ile toprağın bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkilemiştir. Sulama düzeyinin artması toprakta K ve Cu miktarı artarken, EC ve Mn miktarı azalmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; Fıstık fabrika artıklarından elde edilen biyokömür materyali toprağa uygulanması ile fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden toprakta iyileşmeye neden olmuştur. Ayrıca test bitkisi olarak kullanılan domates bitkisinin gelişim parametreleri üzerinde de olumlu etkileri saptanmıştır. Bundan dolayı tercih edilebilir bir uygulama olabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlar ışığında domates yetiştiriciliğinde kumlu-tınlı toprak bünyesi şartlarında biyokömür %1 dozu önerilmektedir. Ayrıca domates bitkisi kuraklık stresinden aşırı miktarda zarar görmektedir. Bundan dolayı tüm sulamalarda bitki kök bölgesini tarla kapasitesine gelinceye kadar doyurulmalıdır.

ANAHTAR KELİMELER: Biyokömür, Toprak, Sulama, Domates, Şanlıurfa

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF BIOCHAR ON PHYSIOLOGICAL DEVELOPMENT OF TOMATO PLANTS GROWN UNDER WATER STRESS AND SOME SOIL CHARACTERISTICS

Nur NACAR

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

Supervisor: Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ
Year: 2020, Page:85

Harran University of faculty between the years 2019-2020, which were made in greenhouse conditions in this study, the southeastern Anatolia region, produced in the factory using waste obtained from the common pistachio biyokomur, Sun 6216 tomato varieties on plant growth of different irrigation practices, with the aim to investigate the effect of soil physical and chemical properties was conducted. It was established in trial coincidence blocks with 3 repetitions according to 4x3 factorial trial pattern. Topics biyokomur B0 (control) B1 (%0.25 biyokomur application), B2 (%biyokomur application 0.50), B3 (%1 issues biyokomur S1 application and irrigation (field capacity Pot weight value 33% of porking subject), S2 (field capacity Pot weight value 66% of porking subject) and S3(field capacity the weight of the pot 100% of the value of water is making the subject). The results obtained in the study are as follows; As the amount of biocomper applied to the soil increased, the total weight of the tomato plant and the weight of the Yesil part were positively affected, the application of Biocomper had a positive effect on some elements in the plant ion content. It increased the N and B content in the plant and reduced the Ca content. Na, P, Zn, Mn, K, Mg, FR, and Cu contents were not affected by biocomper. Total weight, green Yesil, plant height, root length, Root weight were found to be damaged due to drought stress. The effect of drought stress on plant ion content has been in the direction of reduction. In terms of NA, Ca, P, Mn, N and B content, drought stress had a negative effect on plants. Zn, on the other hand, was found in a higher amount in the plant under stress conditions. K, Mg, Fe and Fru contents were not affected. In this study, in addition to the effects of biocomper applications and drought stress on Tomatoes, the effect of biocomper and irrigation applications on some chemical and physical properties of soil was also examined. An increase in the amount of biocomper applied to the soil has increased the content of organic matter in the soil, KDK, Zn, K and Mn. PH, Lime, P and Fe contents were not affected. It has affected some chemical and physical properties of the soil with increasing irrigation levels. Increased irrigation level increased the amount of K and Fru in the soil, while the amount of EC and Mn decreased. According to the results obtained; the application of biocomper material obtained from peanut factory residues to the soil caused improvement in the soil in terms of its physical and chemical properties. In addition, a positive effect was found on the development parameters of the tomato plant used as a test plant. Because of this, it is thought that it may be a preferred practice. In light of these results, a 1% dose of biocomper is recommended in conditions of sandy-loamy soil in tomato cultivation. In addition, the tomato plant is severely damaged by drought stress. Because of this, in all irrigation, the plant root zone must be saturated until it reaches the field capacity.

KEYWORDS: Biocar, Soil, Irrigation, Tomato, Sanliurfa

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlamasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren danışman hocam Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ' ye teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde destek ve yardımlarını esirgemeyen başta annem Ayşegül NACAR' a ve tez çalışmamın oluşumunda desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren meslektaşım olan babam Zir. Yük. Müh. Abdullah Suat NACAR' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın başlangıcından sonuna kadar her aşamasına benim kadar emek veren kız kardeşim Sena NACAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen Zir. Yük. Müh. Eda Nur BAYDİLLİ, yüksek lisans öğrencisi Safiye BÜLBÜL' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen eşim Azat TAŞKAYA' ya teşekkürlerimi sunarım.

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

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Denemede kullanılan domates fideleri 8
Şekil 3.2. Islak fabrika atığının kurutulmak üzere serilmesi 9
Şekil 3.3. Yakılmak üzere hazırlanmış fabrikasyon atığı 10
Şekil 3.4. Yakma işlemine başlamak için 500 □c dereceye ayarlanmış kül fırını 10
Şekil 3.5. Yakılma işlemi tamamlandıktan elde edilen biyokömür 11
Şekil 3.6. Toprak örneği alma 13
Şekil 3.7. Alınan toprak örneklerinin 2 mm elekten elenmesi 13
Şekil 3.8. Tartılıp toprakla karıştırılmak üzere hazırlanan biyokömür 14
Şekil 3.9. Toprak ile biyokömür karıştırılması 15
Şekil 3.10. Fide dikimleri 15
Şekil 3.11. Denemenin sonlandırılma evresi 17
Şekil 3.12. pH okumaları 18
Şekil 3.13. Scheinler kalsimetresi 19
Şekil 3.14. KDK analiz aşamaları 20
Şekil 3.15. Fosfor okumaları 21
Şekil 3.16. Demir sülfat ile titrasyon 22
Şekil 3.17. Ekstraksiyon süzükleri 22
Şekil 3.18. Filtre edilen süzükler 23
Şekil 3.19. Bitki boyu ölçümleri 24
Şekil 3.20. Kök boyu ölçümleri 25
Şekil 3.21. Yaş yakma aşamaları 26
Şekil 3.22. Dumas yöntemi aşamaları 27
Şekil 4.1. Sulama uygulamalarının toprak ec değerlerine etkisi 30
Şekil 4.2. Biyokömür uygulamalarının toprak organik madde içeriğine etkisi 31
Şekil 4.3. Biyokömür uygulamalarının toprak kdk'sına etkisi 34
Şekil 4.4. Biyokömür uygulamalarının toprak potasyum içeriğine etkisi 36
Şekil 4.5. Sulama uygulamalarının toprak potasyum içeriğine etkisi 36
Şekil 4.6. Biyokömür uygulamalarının toprakta mangan içeriğine etkisi 38
Şekil 4.7. Sulama uygulamalarının toprak mangan içeriğine etkisi 38
Şekil 4.8. Toprakta biyokömür uygulamalarının toprak çinko içeriğine etkisi 40
Şekil 4.9. Sulama uygulamalarının toprak bakır içeriğine etkisi 42
Şekil 4.10. Sulama uygulamalarının bitki boyuna etkisi 43
Şekil 4.11.Biyokömür uygulamalarının domates bitkisinin toplam ağırlığına etkisi 45
Şekil 4.12.Sulama uygulamalarının domates bitkisinin toplam ağırlığına etkisi 45
Şekil 4.13. Domateste sulama uygulamalarının bitkinin kök ağırlığına etkisi 47
Şekil 4.14. Biyokömür uygulamalarının bitkinin yeşil aksam ağırlığına etkisi 49
Şekil 4.15. Sulama uygulamalarının bitkinin yeşil aksam ağırlığına etkisi 49
Şekil 4.16. Sulama uygulamalarının bitkinin kök uzunluğuna etkisi 51
Şekil 4.17. Biyokömür uygulamalarının bitkinin azot içeriğine etkisi 52
Şekil 4.18. Sulama uygulamalarının bitkinin azot içeriğine etkisi 53
Şekil 4.19. Biyokömür uygulamalarının bitkinin kalsiyum içeriğine etkisi 55
Şekil 4.20. Sulama uygulamalarının bitkinin kalsiyum içeriğine etkisi 56
Şekil 4.21. Biyokömür uygulamalarının bitkinin bor içeriğine etkisi 59
Şekil 4.22. Sulama uygulamalarının bitkinin bor içeriğine etkisi 59
Şekil 4.23.Sulama uygulamalarının bitkinin mangan içeriğine etkisi 61
Şekil 4.24. Sulama uygulamalarının bitkinin çinko içeriğine etkisi 62
Şekil 4.25: Sulama uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine etkisi 66
Şekil 4.26. Sulama uygulamalarının bitkinin sodyum içeriğine etkisi 67

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprak çeşidine ait analiz sonuçları 7
Çizelge 3.2. Biyokömür materyalinin yakma işlemi yapılmadan önceki ve sonraki toplam c (%), toplam n (%) ve toplam s (%) içerikleri 11
Çizelge 3.3. Çalışmada uygulanacak biyokömür konuları 12
Çizelge 3.4. Çalışmada uygulanacak su konuları 12
Çizelge 4.1: Farklı düzeylerdeki biyokömür ve su uygulamalarının toprak ph'sına etkisine ait varyans analizi sonuçları 28
Çizelge 4.2. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak ec değerlerine etkisine ait varyans analizi sonuçları 29
Çizelge 4.3. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprağın organik madde içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 31
Çizelge 4.4. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak fosfor içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 32
Çizelge 4.5. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak kirecine etkisine ait varyans analizi sonuçları 33
Çizelge 4.6. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak kdk'sına etkisine ait varyans analizi sonuçları 33
Çizelge 4.7. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak potasyum içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 35
Çizelge 4.8. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak mangan içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 37
Çizelge 4.9. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak çinko içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 39
Çizelge 4.10. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak demir içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 40
Çizelge 4.11. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak bakır içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 41
Çizelge 4.12. Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitki boyuna etkisine ait varyans analizi sonuçları 43
Çizelge 4.13. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin toplam ağırlığına etkisine ait varyans analizi sonuçları 44
Çizelge 4.14. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve su uygulamalarının bitkinin kök ağırlığına etkisine ait varyans analizi sonuçları 46
Çizelge 4.15. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin yeşil aksam ağırlığına etkisine ait varyans analizi sonuçları 48
Çizelge 4.16. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin kök uzunluğuna etkisine ait varyans analizi sonuçları 50
Çizelge 4.17. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin azot içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 52
Çizelge 4.18. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin bakır içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 54
Çizelge 4.19. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin kalsiyum içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 54
Çizelge 4.20. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin demir içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 57
Çizelge 4.21. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin bor içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 58
Çizelge 4.22. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin mangan içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 60
Çizelge 4.23. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin çinko içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 62

Çizelge 4.24. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin magnezyum içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 63
Çizelge 4.25. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin potasyum içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 64
Çizelge 4.26. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları 65
Çizelge 4.27. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin sodyum içeriğine etkisine ait varyans analizi 67

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

B	Biyokömür
B	Bor
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
CaCl	Kalsiyum Klorür
$CaCO_3$	Kireç
CO_2	Karbondioksit
Cu	Bakır
EC	Elektriksel İletkenlik
Fe	Demir
FFA	Fıstık Fabrikasyon Atığı
H	Hidrojen
HCl	Hidroklorik Asit
K	Potasyum
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
OM	Organik Madde
P	Fosfor
pH	Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü)
S	Kükürt
S	Su
Zn	Çinko

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışı ile ortaya çıkan talebi karşılamak amacıyla daha fazla fosil yakıt kullanımı, mera ve orman arazilerinin tarım arazisine dönüştürülmesi, geleneksel tarım ile birlikte toprakta depolanan karbonun atmosfere salınması küresel olarak ısınmaya ve yeryüzündeki yaşamanı geleceğini tehdit etmeye başlamıştır. Bir yandan enerji talebini karşılamak diğer yandan fosil yakıtların çevreye etkisinden kurtulabilmek adına yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Bunun yanında, uzun süredir atmosfere salınan karbonun toprakta depolanmasını sağlayacak alternatif toprak düzenleyicilerine olan talepte günden güne artmaktadır. Tarımsal üretim sonrası ortaya çıkan önemli miktardaki biyokütle, çoğu zaman herhangi bir işleme tabi tutulmasan doğada çürümeye terkedilmekte ve zaman içerisinde ayrışarak yok olmaktadır. Her türlü bitki ve hayvan atığını temsil eden biyokütlenin modern yöntemler ile enerji üretiminde kullanılması, alternatif enerji kaynakları arasında sayılmaktadır. Bu yöntemle bir yandan enerji üretilirken, diğer yandan da işlem sonrası ürünler ayrışmaya dayanıklı toprak katkı maddelerine dönüşmektedir.

Biyokömür biyokütlenin modern piroliz ve karbonizasyon işlemiyle elde edilen karbon bakımından zenginleşmiş, oldukça gözenekli katı bir maddedir. Günümüzde modern biyokömür endüstrisi çok eskiye dayanmasa da biyokömürün doğada oluşumu aslında yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. Bitkisel atıkların toprak içerisinde insan eli değmeden oluşan ot yangınları ile uzun bir süreçte karbonize olur ve biyokömür meydana gelir. Biyokömür karbon ve beraberinde oksijen hidrojen gibi yan gruplardan oluşan organik moleküllerin bileşimidir. Yapay yollarla biyokömür, biyokütlenin piroliz ile organik yapısının değiştirilip karbona dönüştürülmesi ile oluşur. Biyokütleye az oksijenli ya da oksijensiz ortamda 200°C' den daha fazla sıcaklıklarda (<700 °C) piroliz uygulanır. Bunun sonucunda kimyasal bağlar bozulur, karbon molekülleri daha basit moleküllere dönüşür.

Biyoçarların, gözenekli yapıda olmaları ve yüzey alanlarının büyük olmaları nedeni ile suyu tutma kapasiteleri ve katyon değişim kapasiteleri yüksektir. Bu özelliklerine bağlı olarak toprakta katyonik etkinliği artırır ve bunun sonucunda toprak; kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi bitki besin elementlerini tutar. Ayrıca Aromatik ve humik madde içerikleri fazladır. (Lorenz ve Lal, 2014) Genel olarak biyokömür, toprağın ıslah edilmesi, bitki gübresi olarak, toprakta karbon tutulması, toprak veriminin artırılması, CO_2 ve CH_4 salınımlarının azaltılması, atık değerinde olan maddelerin enerji üretiminde kullanılması gibi faydalara sahiptir (Lorenz ve Lal, 2014).

Dünya üretiminde 3. Sırada olduğumuz antepfıstığı (TUİK,2015) en çok Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetişmektedir. 2018 yılında Türkiye de 240.000 ton üretilen antepfıstığın da ülkemizde üretimde birinci olan Şanlıurfa da toplam 100.107 ton üretilmiştir. (TUİK,2018) Antepfıstığında artan üretime bağlı olarak atıklar da artmaktadır. Bu nedenle, bölgede önemli miktarda yetiştirilen antepfıstığı fabrika artıklarının biyokömür olarak tarım topraklarında kullanımı bu organik atıkların üretim de yer alması ve sürdürülebilir tarıma önemli bir katkı sağlanabileceği bildirilmiştir.

Bitkiler, yaşam döngüleri boyunca birçok stres faktörüne maruz kalmaktadır. Bitkinin yaşamını sürdüğü yerde bir ya da birden fazla faktörün, yetişme ve gelişimi olumsuz etkileyerek ürün kalitesi, miktar ve verim düşüklüğüne neden olması “stres” olarak tanımlanmaktadır (Wang ve ark., 2000).

Stres faktörleri genel olarak biyotik ve abiyotik olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Patojenler, hastalık etmenleri ve mikroorganizmalar gibi faktörler biyotik stres faktörlerini oluştururken kuraklık, tuzluluk, radyasyon, yüksek veya düşük sıcaklık, su baskını ise abiyotik stres faktörlerini oluşturmaktadır. Günümüzde tarım bitkilerini etkileyen en önemli abiyotik stres etmenleri arasında kuraklık stresi yer almaktadır. Dünya tarım alanlarının yaklaşık olarak %45’i sürekli olarak kuraklık stresinin etkisi altındadır. (Anonymous, 2008).

Kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan bölgemiz Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bitkinin optimum gelişim göstermesi için yağışın yetersiz ve yağış dağılımının düzensiz olması, tarım da büyük tehlike olmakta ve sulamayı en hayati verim parametresine dönüştürmektedir. Ancak, sulamanın öneminin artmasının beraberinde dünyanın büyük çoğunluğunda, tarımsal gaye ile kullanılan su kaynaklarının gün geçtikçe azalması sorunu görülmektedir. Artan dünya nüfusuyla su kullanımının artması ve endüstriyel ihtiyaçları da bu azalmanın hızlanmasını belirli bir ölçüde tetiklemektedir.

Bu çalışma Güneydoğu Anadolu bölgesinde üretimi fazlaca olan Antepfıstığı fabrika atıklarının üretim ve sürdürülebilir tarımda kullanılmasını ve kıt olan su kaynaklarımızın optimum kullanılmasını sağlamak amacıyla Şanlıurfa'da sera koşullarında kısıntılı su uygulamalarının, belirli dozlarda biyokömür uygulanmış domates bitkisinde ve toprakta verimine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Biyokömür (biochar), bazı ortamlarda nem miktarının yüksek olması durumunda kalsiyum (Ca), çinko (Zn), fosfor (P), potasyum (K) ve bakır (Cu) gibi besin elementlerinin bitkiler açısından alınımını kolaylaştırmaktadır. (Lehmann ve Rondon,2006). Bununla birlikte kimyasal içeren gübrelerin aksine Selenyum (Se) gibi doğal olarak yararlı elementler içeren biyokömürlerin kullanılması durumunda bitki gelişiminin olumlu yönde arttığı gözlenmiştir. (Steiner ve ark., 2003)

1980-1990 yıllarında gerçekleştirdiği araştırmalarla (Glaser, 2001) Farklı bitkiler üzerinde uyguladığı biochar maddesinin düşük dozlarda (0.5 t ha-1) olumlu yönde etki ettiği gözlemlenirken bu oran arttıkça bitkilerde olumsuz yönde etkiye neden olduğu ortaya çıkmıştır.

Brezilya toprakları içerisinde bulunan terra preta anthropogenik toprakların rengi genel olarak koyu renktir. Burada uygulanan biocharın mango ve papayanın gelişimiyle birlikte toprak verimliliğini önemli bir miktarda arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu araştırma sonucunda uygulanan biochar maddesinin verimi düşük toprakların verimliliğini yaklaşık olarak 3 kat arttırdığı gözlemlenmiştir. (Smith., 1999) Batı Afrika'da Benin ve Libya, Güney Afrika, Peru ve Ekvator toprakları da Brezilya topraklarına çok yakın benzerlik göstermektedir. (Lehmann ve ark., 2003)

Rondon ve ark. (2007) biochar maddesinin belli bir değerde 60 t C ha-1 dozda kullanılması durumunda fasulye bitkisinde önemli derecede gelişme gösterdiğini gözlemlemiştir. Daha sonra Endonezya'da bulunan tropikal ormanlarda çeltik havuzundan biochar elde etme yöntemlerinden olan karbonizasyon metoduyla elde edilen biochar mısır ve soya fasulyesi gibi bitkilerde farklı miktarlarda magnezyum, kireç ve fosfat uygulandığında köklerde oluşan nodüllerde önemli derecede olumlu yönde bir yükselme gösterdiği gözlemlenmiştir. (Igarashi, 1996) Başka bir Asya ülkesi olan Tayland, yarı tropikal iklimde bulunan ağaçlık bölgelerde verimi düşük

ve kumlu topraklarda karbonizasyon yöntemi ile elde edilen biocharın soya fasulyesinde 10 t ha-1 değerinde kullanılması durumunda N fiksasyonunun oluşmasıyla soya fasulyesi bitkisinin gelişimi ve verimliliğinde artış gösterdiği gözlemlenmiştir. (Oka ve ark., 1993)

Yarı tropikal topraklara sahip olan Avusturalya'da şehirlerde oluşan belediye atıkları ve hayvansal atık olan sığır atıkları 450 °C sıcaklıkta biochar üretim yöntemlerinden biri olan zayıf piroliz yöntemiyle elde edilmesi yem ve baklagil bitkisinde her bir örnek için ayrı ayrı 10 t ha-1 değerinde uygulanması ile buğday ve baklagillerde yaklaşık olarak %7,6 verimde artış olduğu gözlemlenmiştir. Uygulanan bu metot ile yeşil bitkilerin kalıntılarıyla oluşturulan biocharın araştırmada olumlu yönde bir artış göstermediği sonucuna varılmıştır. (Sinclair ve ark., 2008)

Biyokömürün uygulanmasıyla yapılan bir araştırmada katyon değişim kapasitesinin (KDK) %40 artış gösterdiği ancak pH değerinde yalnızca bir birim artış olduğu bildirilmiştir (Tyron, 1948; Mikan ve Abrams, 1995)

Topoliantz ve ark. (2002) kapalı bir ortamda (sera) yapılan araştırmada ceviz kabuğu ile biochar elde etmek için piroliz yöntemi uygulamıştır. Elden edilen biochar maddesi 0,25 mm elekten geçirilerek ağırlıklı olarak %0 ve %2,0 değerlerinde saksı denemesi kurulmuş ve toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerinde olan değişim belirlenmiştir. (Novak ve ark., 2009)

Sera gazı emisyonu araştırması yapan Gaunt ve Lehman (2008), enerji üretimi ve biochar için kullanılan gereç olan biyomas ürünlerinde biyoenerji ürünleri gelişimi için uygulanan düşük sıcaklıkta, zayıf proliz metoduyla oluşturulan sera gazı emisyon oranları araştırılmıştır. Biyoenerji üretimi bu yöntemde önemli bir kaynak olmakta ve ortaya çıkan biochar uygulanıp eşitlendiği zaman dikkat çekici bir sera emisyonu gerçekleştiği görülür. Buna örnek verilmesi gerekirse biochar, tarımda uygulandığı zaman fosil atıklarının yerine kullanıldığı zaman beş kat daha az sera gazı emisyonu gerçekleşmektedir.

Tüm abiyotik unsurlar içerisinde verimi en fazla etkileyen unsur su yetersizliğidir. Yaprak gelişimi, stomaların açılıp kapanma mekanizmaları ve fotosentez gibi fizyolojik olaylar su miktarıyla doğrudan orantılıdır. (Özer ve ark., 1997)

Bitkilerde su stresi köklere gelen suyun yetersiz olduğu veya transprasyon hızının çok yüksek olması gibi durumlarda görülmektedir. Su noksanlığında önce kuraklık veya yüksek toprak tuzluluğu meydana gelmektedir. Toprak tuzluluğunun yüksek olması veya toprak sıcaklığının düşük olması gibi durumlarda toprakta su olsa dahi bitkiler tarafından alınamaz. Bu duruma fizyolojik kuraklıkta denilmektedir. (Lisar ve ark., 2012)

Kısıtlı su, bitkilerde hücre gelişimini ve bölünmesini olumsuz yönde etkileyerek bitki büyümesinin engellenmesine neden olmaktadır. Yaprakta suyun azalması, klorofil sentezini yavaşlatarak klorofilin parçalanma hızını arttırmaktadır. Ancak stres süresinin kısa olması klorofil sentezi ve parçalanmasında önemli bir fark oluşturmamaktadır. (Kramer, 1983)

Bitkilerde verimle alakalı birçok karakter kuraklıktan etkilenmektedir. Bitkilerin su yetersizliğinden en çok etkilendiği dönem generatif dönemdir. Yapılan araştırmalar göstermektedir ki tohumun oluşmaya başladığı gelişim evresinde oluşan şiddetli kuraklıklar %95'lere ulaşan bir verim kaybına neden olmaktadır. Ayrıca, özellikle bitkilerin çiçeklenme dönemindeki su noksanlığı bitkilerde kısırlığa yol açmaktadır. (Farooq ve ark., 2009)

Egert ve Tevini (2002) ise sarımsak bitkisine dokuz gün süren kuraklık stresinin bitkilerin yapraklarındaki gerçek su miktarını önemli bir ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.

Zeid ve Shedeed (2006), yonca bitkisi üzerine yapmış oldukları çalışmada kuraklığın yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığında, kök yaş ve kuru ağırlığında azalmalar meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Çoban (2007), kurak ortamda yetiştirilen Canıtez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99 nohut çeşitlerinin su stresi ile kuru ağırlığın azaldığını gözlemlemiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1 Toprak

Deneme için kullanılan toprak materyali Şanlıurfa Birecik ilçesine bağlı 37.022213 enlem ve 37.993027 boylamında bulunan bir bahçeden 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Çalışılacak toprağın su tutma kapasitesinin düşük olması istendiği için bünyesi kumlu-tınlı bir toprak çalışma materyali olarak seçilmiştir.

Çizelge 3.1: Denemede kullanılan toprak çeşidine ait analiz sonuçları

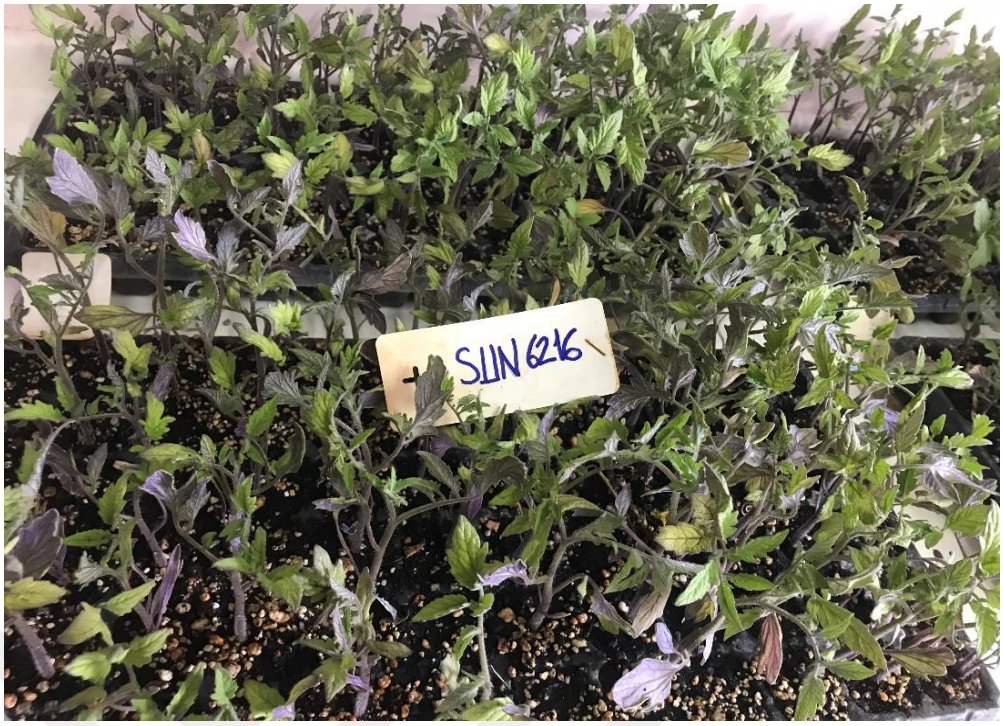
PH	EC (dS/m)	Kireç (%)	P (kg/da)	K (kg/da)	Organik Madde (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Bünye Sınıfı
8,02	2,00	19,7	3,00	70,88	0,93	0,647	2,514	1,665	0,262	Kumlu Tınlı

3.1.2 Biyokömür

Denemede Güneydoğu Anadolu bölgesinde üretimi yaygın olan Antepfıstığının fabrika atığı biyokömür hammaddesi olarak kullanılmıştır. Bölgede üretimi yaygın olan Antepfıstığı fabrikasyon atıklarının üretimde değerlendirilmesi hedeflendiği için seçilmiştir.

3.1.3 Bitki çeşidi

Denemede yetiştirilmek üzere domates bitkisi seçilmiştir. Sun 6216 çeşidi domates bitkisi fideleri Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilmiştir. Denemede domatesin seçilmesinin özel bir nedeni bulunmamaktadır. Bölgeye adapte olmuş ve saksı denemesinde kullanımı uygun bir bitki olduğu için denemede domates kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan domates fideleri

3.2. Yöntem

Çalışma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümüne bağlı yarı kapalı bir sera ortamında saksılarda kurulmuştur. Deneme tesadüf bloklarında 4x3 faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışma 4 aşamadan oluşmaktadır.

1) Temin edilen antepfıstığı fabrikasyon atığı kül fırınında 500 °C de piroliz edilerek denemede kullanılan biyokömür elde edilmiştir.
2) Domates bitkisinin su kısıtlamasına uygun olacak sulama uygulamaları.
3) Domates bitkisinin su kısıtlamasına uygun olacak sulama uygulamaları belirlenmiş (Saksı ağırlığına göre Tarla Kapasitesi, Tarla Kapasitesi %66'sı ve Tarla Kapasitesi %33'ü) biyokömür uygulanmış saksılara domates fidelerinin dikimi yapılmış ve saksı denemesi kurulmuştur.
4) Saksı denemesi bittikten sonra bitkiler dikkatlice sökülmüş bitki analizleri yapılmış ve saksı içerisindeki topraklar bir kaba konulup iyice karıştırılmış ve bu karışık topraktan numune alınarak bu numunelerde toprak analizleri yapılmıştır.

3.2.1. Biyokömür materyalinin elde edilmesi

Biyokömür için kullanılmak üzere seçilmiş olan antepfıstığı fabrika atıkları Şanlıurfa bölgesinde bulunan bir fabrikadan temin edilmiştir.

Elde edilen bu atıklar kurutulmak üzere serilmiştir.

Kurutulan atıklar yem makinasında küçültülmüştür.

Kurutulup küçültülen atıklar sıcaklığa dayanıklı özel olarak yapılmış kapalı Galvanizli saçta 500 °C de kül fırınında 2 saat 50 dakika oksijensiz ortamda piroliz gaz çıkışı bitene dek yakılmış ve biyokömür elde edilmiştir.



Şekil 3.2. Islak fabrika atığının kurutulmak üzere serilmesi



Şekil 3.3. Yakılmak üzere hazırlanmış fabrikasyon atığı



Şekil 3.4. Yakma işlemine başlamak için 500 □c dereceye ayarlanmış kül fırını



Şekil 3.5. Yakılma işlemi tamamlandıktan elde edilen biyokömür

Antep fıstığı fabrika atıklarının biyokömür yapımı öncesi ve biyokömür haline ait bir kısım özelikleri belirlenmiştir. (Çizelge 3.2)

Çizelge 3.2. Biyokömür materyalinin yakma işlemi yapılmadan önceki ve sonraki toplam c (%), toplam n (%) ve toplam s (%) içerikleri

		Toplam C (%)	Toplam N (%)	Toplam H (%)	Toplam S (%)
Fıstık Fabrikasyon Atığı	Hammadde	39.57	2.55	4.47	0.16
	Biyokömür	51.74	2.82	2.27	0

3.2.2. Saksı denemesinin kurulması

Deneme konuları

Biyokömür uygulamasına ait bilgiler Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışmada uygulanacak biyokömür konuları

B0	Kontrol (0)
B1	%0.25 biyokömür uygulaması
B2	%0.50 biyokömür uygulaması
B3	%1 biyokömür uygulaması

Sulama uygulamasına ait bilgiler Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çalışmada uygulanacak su konuları

S1	Tarla Kapasitesinin %33'ünde sulama
S2	Tarla Kapasitesinin %66'ında sulama
S3	Tarla Kapasitesinin %100'ünde sulama

Saksı denemesi için Şanlıurfa Birecik ilinde bulunan bir bahçeden 0-30 cm derinlikten alınan bünyesi kumlu-tınlı toprak örneği kullanılmıştır. (Şekil 3.6) Alınan toprak örnekleri serilerek kurutulmuş ve 2 mm'lik eleklerden geçirilmiştir. (Şekil 3.7)



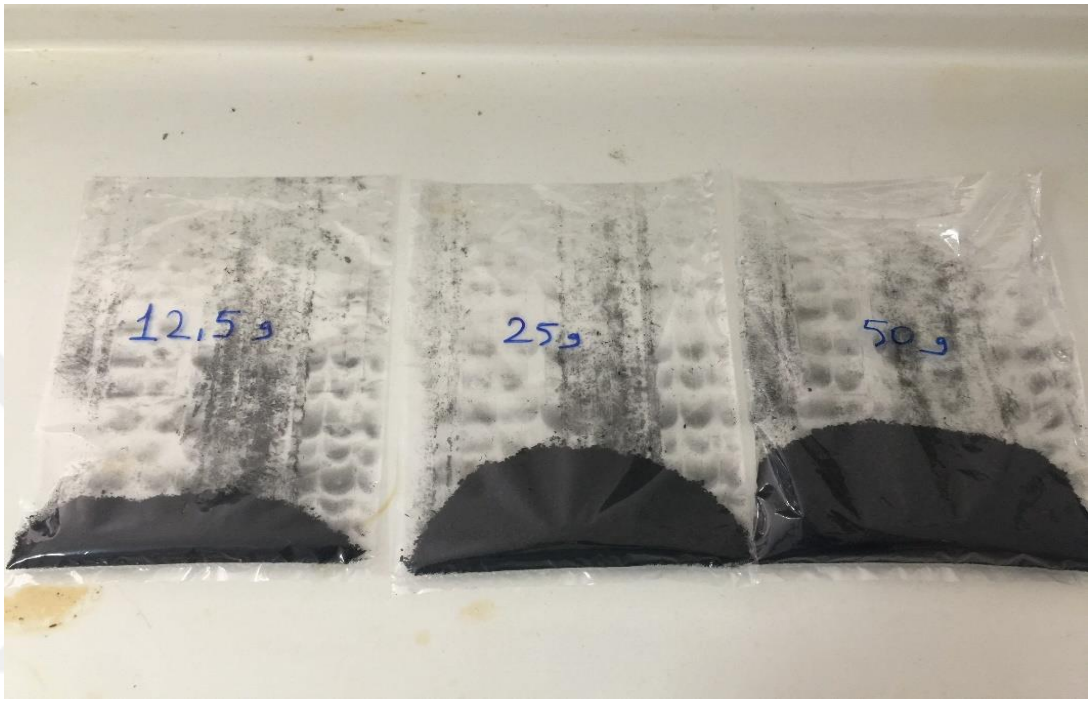
Şekil 3.6. Toprak örneği alma



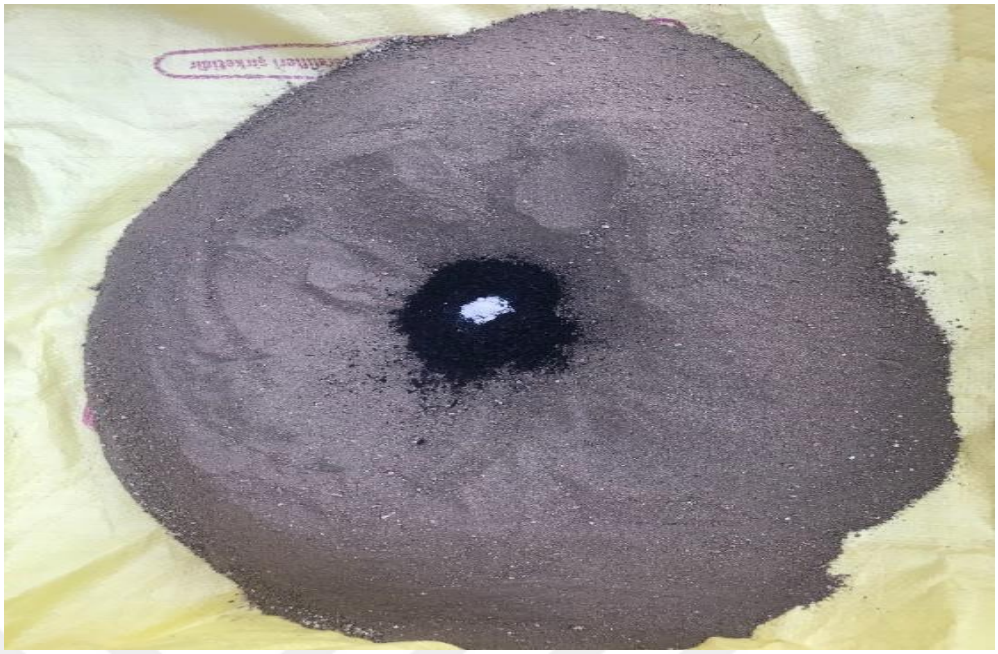
Şekil 3.7. Alınan toprak örneklerinin 2 mm elekten elenmesi

Üretilen biyokömür 4 farklı dozda B1, B2, B3, B4 olacak şekilde 5000 g toprak için hesaplanmış (0-12.5-25 ve 50 g) tartılmış ve toprakla karıştırılmak üzere paketlenmiştir. (Şekil 3.8) Fırın kuru toprak esasına göre her saksıya 5000 g olacak şekilde toprak tartılıp biyokömür ile homojen karıştırılıp (Şekil 3.9) etiketleriyle belirlenmiş saksılara özenle konulmuş ve fide dikimleri yapılmıştır. (Şekil 3.10)

Şahit belirlenen saksılar tarla kapasitesini belirlemek amacı ile su doygun hale getirilip üzeri kapatılmıştır, damlama kesilene kadar beklenmiş ve toprağın tarla kapasitesi hesaplanmıştır. Sulama ağırlık esasına göre yapılmıştır. Tarla kapasitesi belirlenen toprağın kaybettiği su ağırlık esasına göre belirlenip ilave edilmiştir.



Şekil 3.8. Tartılıp toprakla karıştırılmak üzere hazırlanan biyokömür



Şekil 3.9. Toprak ile biyokömür karıştırılması



Şekil 3.10. Fide dikimleri

Deneme kurulduktan sonra yapılan ilk üç sulamada tüm saksılar tarla kapasitesi ile sulanmıştır. Fideler hazır hale geldikten sonra su kısıtlamasının uygulanacağı saksılara kaybettikleri suyun %66 ve %33'ü hesaplanarak verilmiştir. Sulama haftada

3 gün şeklinde yapılmıştır ve her defasında ağırlık esasına göre topraktan kaybedilen suya göre hesaplanıp verilmiştir.

Saksı denemesi kapsamında yapılacak uygulamalar ve örnekleme sayıları

4 biyokömür dozu x 3 sulama konuları x 3 tekerrür olmak üzere 36 adet saksı kullanılmıştır. Biyoçar ve toprak tek çeşittir.

Saksı denemesi için yapılacak uygulamalar ve deneme kombinasyonları Çizelge 3.4'teki gibidir;

Çizelge 3.4. Deneme kombinasyonları

S3BO	S2B0	S1B0
S3B1	S2B1	S1B1
S3B2	S2B2	S1B2
S3B3	S2B3	S1B3

Deneme Çiçeklenmeye kadar sürdürülmüş ve meyve döneminde sonlandırılmıştır. (Şekil 3.11) Saksıdan dikkatlice ayrılan bitkiler yeşil aksam analizleri tamamlandıktan sonra kurutulup öğütülmüş ve analiz için hazır hale getirilmiştir. Bitkiler ayrıldıktan sonra topraklar iyice karıştırılmış ve analiz yapılmak hazır hale getirilmiştir.



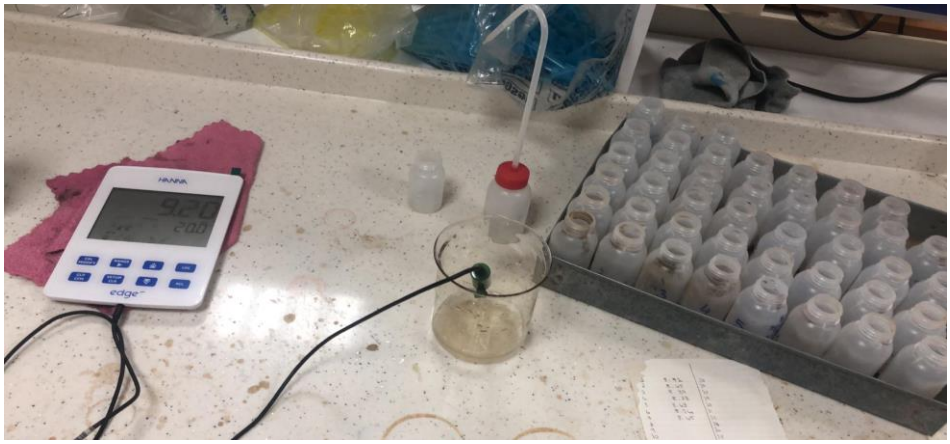
Şekil 3.11. Denemenin sonlandırılma evresi

3.2.3. Denemede yapılan bitki ve toprak analizleri

Bu çalışma kapsamında yapılan ölçüm ve analizler, arazi ölçümleri ve laboratuvar analizleri olarak değerlendirilmiştir. Bunlara ait detaylı bilgi aşağıda verilmiştir.

3.2.4.1. Toprak analizleri

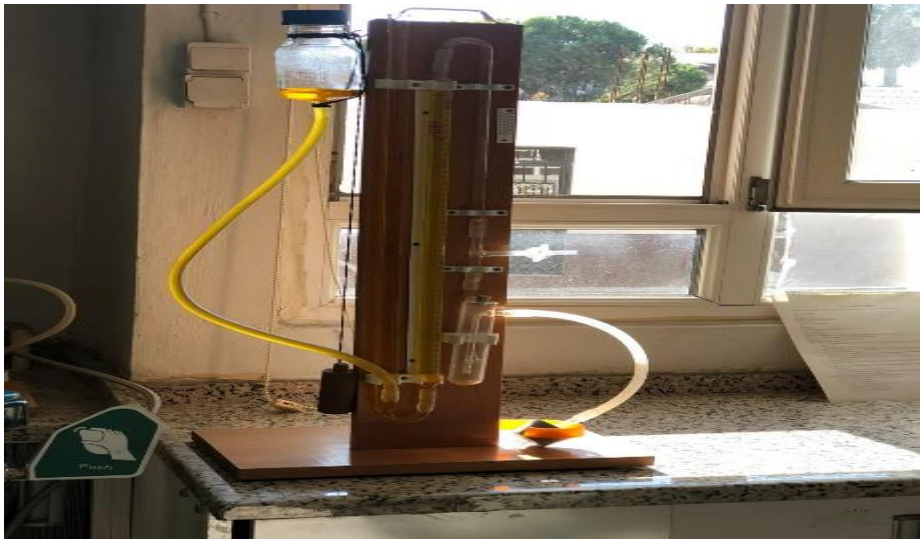
a) **Toprak reaksiyonu (pH):** Toprak örneklerinin pH değeri saf su ile toprak su oranı 1:2,5'luk sulandırma yöntemi ile belirlenmiştir. (Jakson, 1958).



Şekil 3.12. pH okumaları

b) **Elektrik iletkenlik (EC):** Toprak numunelerinin EC değeri saf su ile toprak su 1:5.0'luk sulandırma yöntemi belirlenmiştir. (Jackson, 1958).

c) **Kireç miktarı (% CaCO3):** Scheinler kalsimetresi kullanılarak, %10' luk HCI asit çözeltisi ile toprak numuneleri ile karıştırılarak, toprak numunelerinde kalsiyum karbonatın parçalanması sonucunda açığa çıkan CO_2' nin hacmi esas alınarak belirlenmiştir. (Nelson, 1982)



Şekil 3.13. Scheinler kalsimetresi

d) **Katyon değişim kapasitesi (KDK):** Toprak numunelerinden 4 g tartılarak 100 ml 'lik tüplere konulup 33 ml sodyum asetat eklenip 5 dakika çalkalanmıştır. 4500 devirli santrüfüj edilmiş ve üstteki berrak sıvı dökülmüştür. Bu işlem üç kez tekrarlanmış ve %95 etil alkol ile de aynı işlem üç kez tekrarlanmıştır. Daha sonra amonyum asetat ile aynı işlemler yapılmış ve üstteki berrak su filtre edilerek 100 ml' lik balon jojelerde biriktirilmiştir.. Üzeri amonyum asetat ile 100 ml tamamlanmıştır. Elde edilen süzükler ICP OES okumaları yapılmıştır. (Summer, 1996).



Şekil 3.14. KDK analiz aşamaları

e) **Yarayışlı fosfor (P):** Toprakta bulunan fosforun bikarbonat (0.5 M NaHCO3) çözeltisinin pH 8.50' e ayarlanması ile açığa çıkan çözeltide bulunan fosforun miktarına göre mavi renk oluşturan bir ortamda bağlayıp, indirgeyerek elde edilen mavi rengin yoğunluğunun spektofotometrede 880 nm dalga boyunda okunması ve okunan değerin aynı koşullarda hazırlanmış, ve içindeki fosfor miktarı bilinen standartlarla kıyaslaması ile bulunmuştur. (Olsen ve ark., 1954)



Şekil 3.15. Fosfor okumaları

f) **Organik madde:** Nelson (1982), tarafından bildirilen Walkley Black yöntemine göre yapılmıştır. Topraklar 1 gr tartılarak 500 mm' lik elenmeyenlere konulmuş, ve üzerine 10 ml potasyum dikromat (1N) ve 20 ml sülfürik asit eklenmiştir. Çalkalama işlemi yapıldıktan sonra 150 °C de hot-pleyt üzerinde bir dakika ısıtılmıştır. Kırmızı-kahverengi 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 kadar titre edilmiş ve kullanılan demir sülfat not edilmiştir.



Şekil 3.16. Demir sülfat ile titrasyon

g) **Yarayışlı potasyum:** 1N amonyum asetat ile ekstraksiyon yöntemiyle ölçülmüştür. (Thomas, 1982).



Şekil 3.17. Ekstraksiyon süzükleri

h) **Yarayışlı mikro element tayini:** 10 g toprak ve 20 ml 0.005 M DTPA, 0.01 M $CaCl_2$ ve 1 M TEA ekstraksiyon çözeltisi karışımı ile 2 saat çalkalanıp filtre edilen süzükte ICP OES ile okuma yapılmıştır. (Lindsay ve Norvell, 1978)



Şekil 3.18. Filtre edilen süzükler

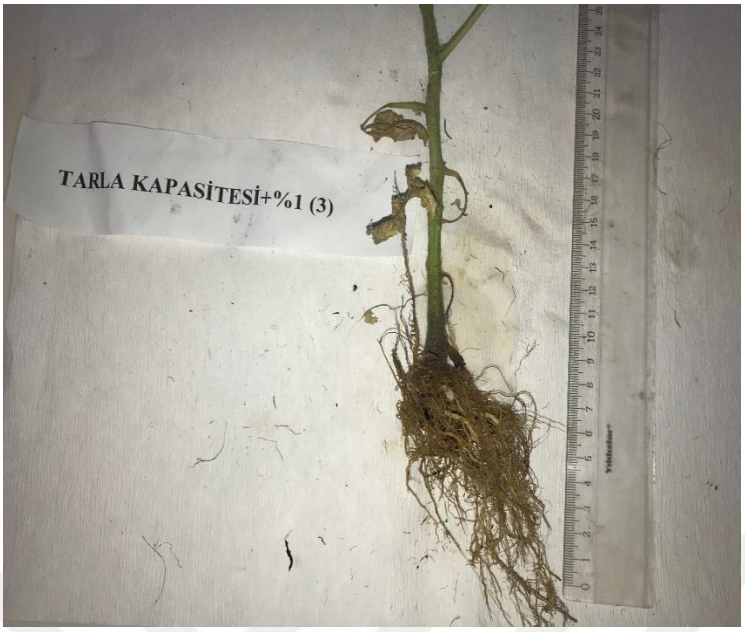
3.2.4.2 Bitki ölçüm ve analizleri

a) **Bitki Boyu (cm):** Bütün saksılardan alınan bitkilerin uzunluğu ölçülmüştür.



Şekil 3.19. Bitki boyu ölçümleri

b) **Kök uzunluğu (cm):** Kök boyu cetvel yardımıyla ölçülmüş ve cm olarak verilmiştir.



Şekil 3.20. Kök boyu ölçümleri

c) **Toplam ağırlık (g):** Bitkinin toplam ağırlığı hassas terazi ile ölçülmüş ve g olarak verilmiştir.

d) **Kök ağırlığı (g):** Bitki kök boğazından itibaren ayrılmış ve hassas terazi yardımıyla tartılmış ve g olarak verilmiştir.

e) **Yeşil aksam ağırlığı:** Çalışma sonunda 1/1000 'lik hassas terazide tartılarak toplam yeşil aksam yaş ağırlığı (g) belirlenmiştir.

f) **Nitrik ve perklorit asit karışımı ile yaş yakma**: Öğütülmüş ve kurutulmuş bitki örneğinden 0.5-2.0 g tartılmıştır. Her 1 g örnek için 12 mL nitrik-perklorit asit karışımı ilave edilmiş ve bitki örneği asit ile ıslanması sağlanmıştır. Çeker ocak içerisinde 20-30 dakika bırakılmıştır. Su banyosu üzerinde düşük sıcaklıkta en az 3 saat veya tercihen 1 gece bırakılmıştır. Sıcaklık yavaş bir halde 150-200 C ye yükseltilmiştir. Ortamdan nitrik asit uzaklaşmıştır. Bitki çözeltisi açık sarı bir renk göstermiştir. Bunun nedeni Sıcaklığın artması ile perklorik asit parçalanır ve çözeltinin rengi açılır. Perklorit asidin beyaz dumanı erlenmayerin içini tamamen kapladıktan sonra yakmaya en az 30 dakika daha devam edilmiştir. Yakmanın sonunda erlenmayer içinde yaklaşık 1 mL perklorit asit kalmış ve bitki çözeltisi beyaz olmuştur. Yakmanın sonunda bir miktar arı su

eklenmiş, çalkalanmış ve kantitatif olarak 100 mL su ile seyreltilip ICP OES ile okuma yapılmıştır.



Şekil 3.21. Yaş yakma aşamaları

g) **Dumas yöntemi:** Öğütülmüş ve kurutulmuş bitki örneğinden 0.1 g tartılır ve kayıkçıya konulur. Fırın sıcaklığı 900-950 C'ye ayarlanır. Fırına boş bir kayıkçık yerleştirilerek temizlenir. Örnek analizi cihaza girilerek içinde örnek bulunan kayıkçık cihazın fırınına konur ve cihazdan analizin bittiğini belirten sinyal gelince okuma kaydedilir.



Şekil 3.22. Dumas yöntemi aşamaları

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Toprak ve Bitkide yapılmış tüm ölçüm ve analizler ek tablolarda verilmiştir.

4.1. Çalışmada Biyokömür Uygulamalarının Toprağın Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri

4.1.1. Toprak pH'sı üzerine etkisi

Toprakta alkalilik ve asitliğin bir göstergesi olan pH, hidrojen iyonlarının konsantrasyonun bir göstergesidir. pH değeri 7.0'den yüksek olduğunda ortam alkali, 7.0'den düşük olduğunda ise asidik olarak tanımlanır. Toprak pH'sı toprağın birçok fiziksle, kimyasal ve biyolojik özelliği üzerine etkili olduğundan dolayı, bitki gelişimini de etkilemektedir (Anonim, 2020). Çalışmada toprak pH değerleri arasında; biyokömür materyali uygulama dozları (0, %0.25, %0,5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) toprak pH değerleri üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile yapılan iki yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1'da verilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirmede biyokömür ve su uygulamalarının toprak pH'sına etkilerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı anlaşılmıştır.

Çizelge 4.1. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve su uygulamalarının toprak ph'sına etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	0.002	0.001	0.6057^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	0.006	0.002	1.1201^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	0.010	0.005	2.8734^{öd}	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	0.012	0.002	1.1811^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	0.037	0.002			
Genel	35	0.066				

SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir.

4.1.2. Toprak EC'si üzerine etkisi

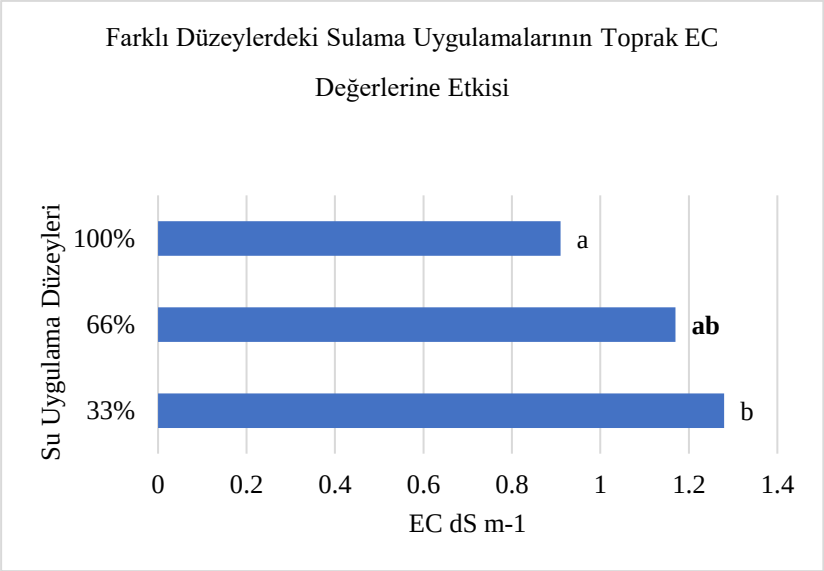
Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %.025, %0,5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) toprak EC değerleri üzerine etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Biyokömür dozlarının artışı toprağın EC değerlerinde önemli bir farklılaşmaya neden olmamış, buna rağmen uygulanan su miktarındaki azalmaya bağlı olarak toprağın EC değerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir artış kayıt edilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak ec değerlerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	0.245	0.123	1.796^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	0.169	0.056	0.828^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	0.868	0.434	6.364**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	1.312	0.219	3.205*	2.550	3.760
Hata	22	1.501	0.068			
Genel	35	4.096	0.117			

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir.

Sulama suyu miktarının azalması ile birlikte toprağın EC değerlerinde önemli düzeyde bir artış olduğu görülmektedir. En yüksek EC değeri tarla kapasitesinin %33'ü kadar suyun uygulandığı S1 uygulamasında (1.282 dS m^{-1}) iken en düşük değer kontrol uygulamasında (0.9117 dS m^{-1}) kayıt edilmiştir.



Şekil 4.1. Sulama uygulamalarının toprak ec değerlerine etkisi

4.1.3. Toprak organik maddesi üzerine etkisi

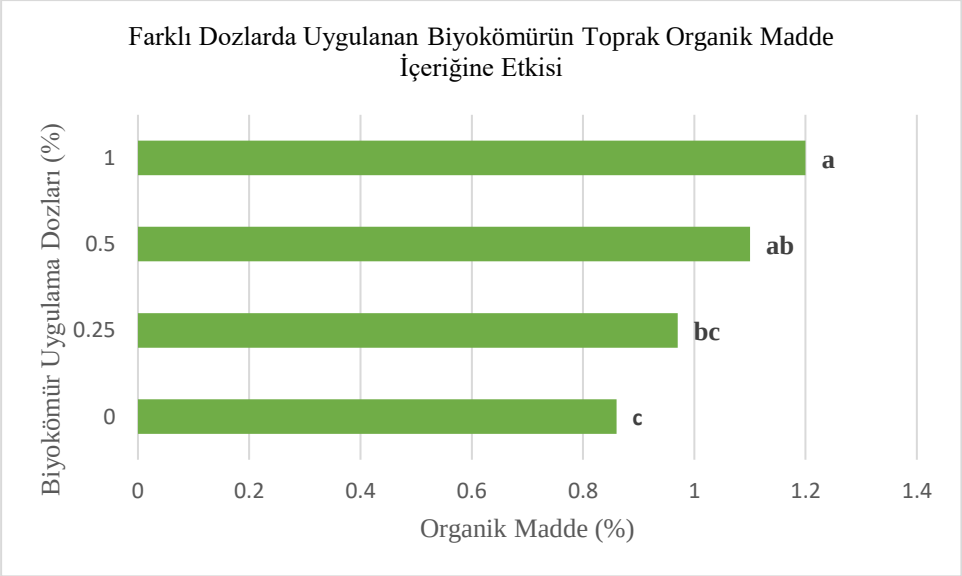
Toprak organik maddesi, bitkisel ve hayvansal artıkların toprak içerisinde ayrışmaya başlamasından mineralize olmasına dek geçen sürede oluşturduğu organik bileşiklerdir ve toprağın verimi için en önemli unsurdur. Topraklarda yeterli organik madde oranı %5'tir. Ülkemiz organik madde bakımından fakir olup, topraklarımızın %65'inde organik madde az ve çok azdır (Anonim, 2020). Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %0.25, %0,5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) toprak organik madde üzerine etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır (Çizelge 4.3). Sulama uygulamalarının azalması organik madde değerlerinde önemli bir farklılaşmaya neden olmamış, buna rağmen uygulanan biyokömür dozlarının artışı ile birlikte toprağın organik madde değerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir artış kayıt edilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprağın organik madde içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	0.008	0.004	0.2057	3.440	5.720
Biyokömür	3	0.646	0.215	11.0561**	3.050	4.820
Sulama	2	0.060	0.030	1.5401öd	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	0.086	0.014	0.7336öd	2.550	3.760
Hata	22	0.429	0.019			
Genel	35					

**: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir.

Biyokömür dozlarının artışı ile birlikte toprağın organik madde değerlerinde önemli düzeyde bir artış olduğu görülmektedir. En yüksek organik madde değeri toprağa %1 oranında uygulanmış B3 dozunda (%1.216) iken en düşük değer ise kontrol uygulamasında (%0.86) olarak belirlenmiştir. (Şekil 4.2)



Şekil 4.2. Biyokömür uygulamalarının toprak organik madde içeriğine etkisi

Sayğan (2017). Yaptığı çalışmada dozlar incelendiğinde kontrol örnekleri ile artan dozlarda biyokömür uygulamaları karşılaştırıldığında artan doza bağlı olarak organik maddenin yükseldiğini ve en yüksek organik madde değerinin ise %2,4 dozunda olduğunu ifade etmiştir. Bu da çalışmamızla birbirini destekler niteliktedir.

4.1.4. Yarayışlı fosfor üzerine etkisi

Fosfor bitkide bulunması gereken makro besin elementidir. Ayrıca bitkilerde üreme organların oluşumunda ve kök gelişiminde önemli bir etkiye sahiptir. Bitkiler çiçeklenme öncesi ve tohum oluşumu döneminde çok fazla fosfora ihtiyaç duyarlar. (Anonim, 2018). Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) toprak fosfor değerleri üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak fosfor değerlerine etkilerinin istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.4. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak fosfor içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	2.237	1.119	1.121^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	3.416	1.139	1.141^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	5.825	2.913	2.918^{öd}	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	7.923	1.320	1.323^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	21.961	0.998			
Genel	35	41.361	1.182			

SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir.

4.1.5. Kireç miktarı (%$CaC0_3$) üzerine etkisi

Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) toprakta kireç miktarı üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'da verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak kireç miktarına etkilerinin istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.5. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak kirecine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	0.104	0.052	0.099öd	3.440	5.720
Biyokömür	3	1.328	0.443	0.836öd	3.050	4.820
Sulama	2	2.752	1.376	2.600öd	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	1.837	0.306	0.579öd	2.550	3.760
Hata	22	11.640	0.529			
Genel	35	17.661	0.505			

SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir.

4.1.6. Katyon değişim kapasitesi üzerine etkisi

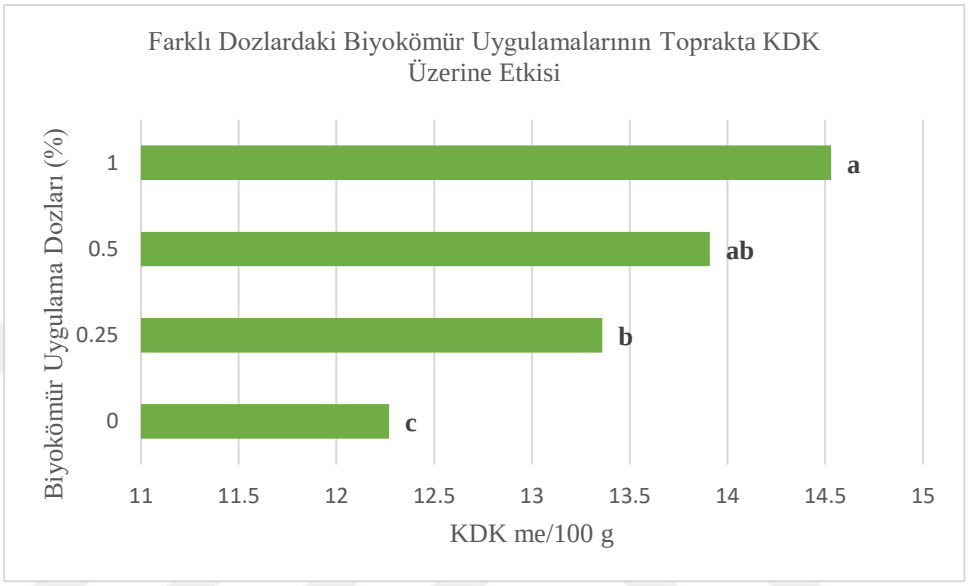
Bir toprağın katyon değişim kapasitesi (KDK), elektrostatik güçlerle tutulan katyonların bulunduğu toprağın yüzeyinde bulunan negatif yüklerin toplamıdır. Toprağın tamponlama kapasitesinin bir belirtisi olarak bilinen KDK, toprak kalitesi ve üretkenliğin tanımlanmasında kullanılan önemli bir parametredir. (Günal ve Acir, 2019). Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) toprağın KDK değerleri üzerine etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.17'de verilmiştir. Uygulanan su miktarında ki azalma ile toprağın KDK değerinde önemli bir farklılaşmaya neden olmamış, buna rağmen artan biyokömür dozlarıyla beraber toprağın KDK değerinde istatistiksel olarak önemli bir artış görülmüştür.

Çizelge 4.6. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak kdk'sına etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	0.455	0.228	0.4743öd	3.440	5.720
Biyokömür	3	24.999	8.333	17.3741**	3.050	4.820
Sulama	2	2.502	1.251	2.6080öd	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	0.463	0.077	0.1608öd	2.550	3.760
Hata	22	10.552	0.480			
Genel	35	38.970				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir.

Biyokömür dozlarının artışı ile birlikte toprağın KDK değerinde önemli düzeyde bir artış olduğu görülmektedir. En yüksek KDK değeri toprağa %1 miktarında uygulanan B3 dozunda (14.53 me/100 g) iken en düşük değer kontrol uygulamasında (12.27 me/100 g) olarak kayıt edilmiştir. (Şekil 4.3)



Şekil 4.3. Biyokömür Uygulamalarının Toprak KDK'sına Etkisi

Yapılan bir çalışmada; Tuzlu ve tuzsuz topraklara uygulanan farklı biyokömür materyallerinin toprak KDK değeri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, TS biyokömür materyali ve PS biyokömür materyali tuzsuz toprağa uygulandığında artan doz oranları ile bir artışın olduğu belirlenmiştir. (Özyavuz, 2017). Başka bir çalışmada ise; Biyokömürün yüzey alanı ve gözenekli yapıyı arttırması uygulandığı toprağın KDK değerlerini artırma yönünden etkileyebilmekte olduğu belirlenmiştir. (Jeffery ve ark., 2001). (Cheng ve ark., 2008). Başka bir çalışmada ise Prosopis ağaçlarından yapılan biyokömürün farklı dozları (%0, 1, 2, 3, 4 ve 5) 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). Daha önce yapılmış çalışmalar ile çalışmamız karşılaştırıldığında sonuçların birbirini destekler nitelikte olduğu görülmüştür.

4.1.7. Yarayışlı potasyum (K) üzerine etkisi

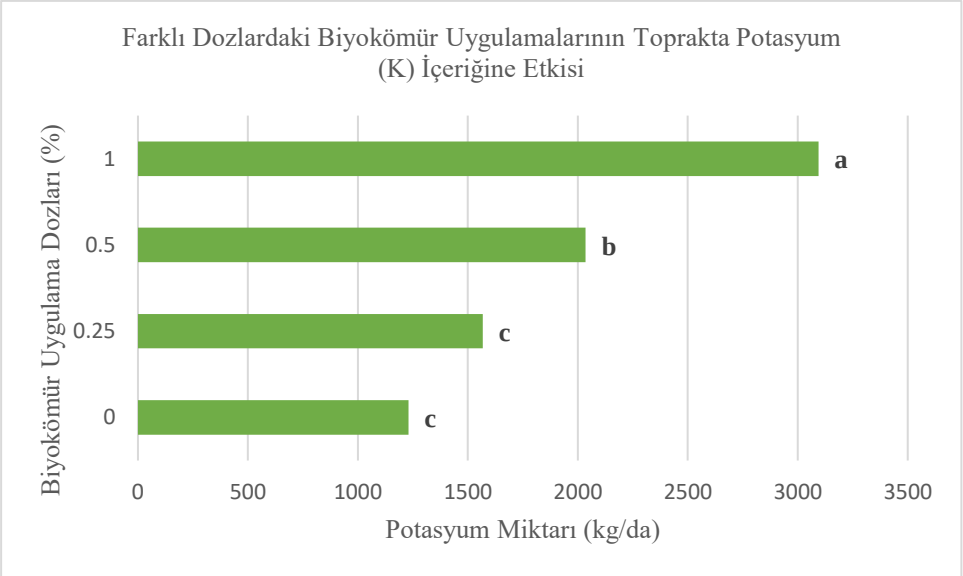
Potasyum elementi bitkilerde enzimlerin aktivitesine, fotosenteze, diğer besin elementlerinin ve fotosentezde elde edilen ürünlerin taşınmasında önemli bir role sahiptir. Ayrıca bitkinin protein içeriğini artırır, turgor basıncını düzenler, bitkilerde su kaybını ve solmayı önler (Kaçar ve ark., 2002). Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) toprakta yarayışlı potasyum miktarına etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır (Çizelge 4.7). Sulama uygulamalarının azalması ile toprağın potasyum değerinde istatistiksel olarak önemli bir azalma olduğu ve uygulanan biyokömür dozlarının artışı ile birlikte toprağın yarayışlı potasyum değerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir artış olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak potasyum içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

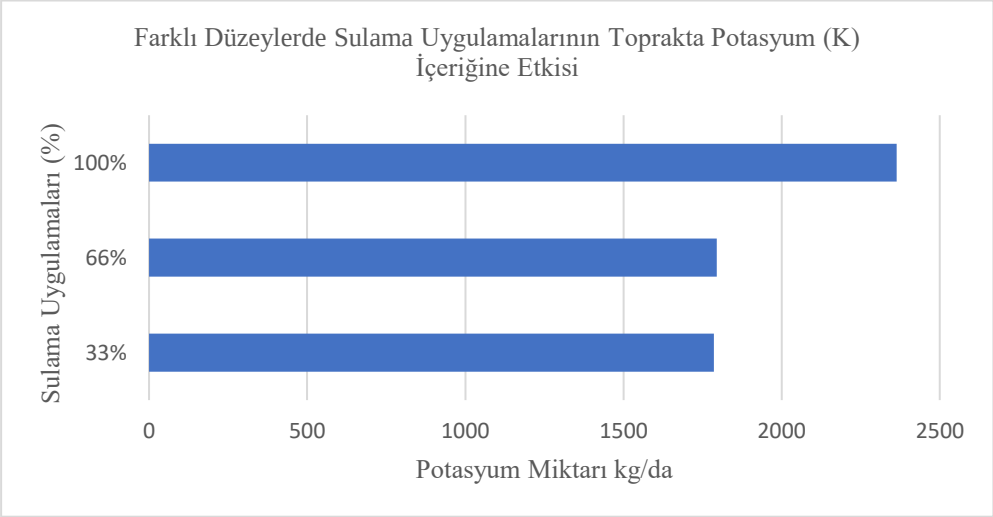
Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	35428.167	17714.083	0.2218	3.320	5.390
Biyokömür	3	17783837.556	5927945.852	74.2090**	2.920	4.510
Sulama	2	2624844.667	1312422.333	16.4296**	2.920	4.510
BiyokömürXSulama	6	1545237.778	257539.630	3.2240**	2.090	2.840
Hata	22	1757397.833	79881.720			
Genel	35	23746746.000				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir.

Biyokömür dozlarının artışı ile birlikte toprağın yarayışlı potasyum değerinde önemli düzeyde bir artış olduğu görülmüştür. En yüksek yarayışlı potasyum değeri toprağa %1 miktarında uygulanan B3 dozunda (3094 kg/da) iken en düşük değer kontrol uygulamasında (1230 kg/da) olarak kayıt edilmiştir. (Şekil 4.4) Bununla beraber azalan su uygulamalarında da potasyum değerinde önemli derece azalma olduğu görülmüştür. En yüksek potasyum kontrol uygulamasında (2364 kg/da), en düşük potasyum içeriğinin ise Tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (1786 kg/da) olduğu kayıt edilmiştir. (Şekil 4.5)



Şekil 4.4. Biyokömür uygulamalarının toprak potasyum içeriğine etkisi



Şekil 4.5. Sulama uygulamalarının toprak potasyum içeriğine etkisi

Yapılmış bir çalışmada, değişebilir K konsantrasyonu siltli tınlı toprakta tavuk gübresi (600 ºC) ve domuz gübresi (400 ºC) biyokömürleri uygulandığında gözle görülür derece artış gösterirken, kumlu toprakta 400 ve 600 ºC'de üretilen tüm hayvan gübresi biyokömürü değişebilir K konsantrasyonunu önemli seviyede arttırdığını ifade etmiştir. (Günal, 2018). Bu da bizim çalışmamızın sonucunu destekler niteliktedir.

4.1.8. Mangan (Mn) üzerine etkisi

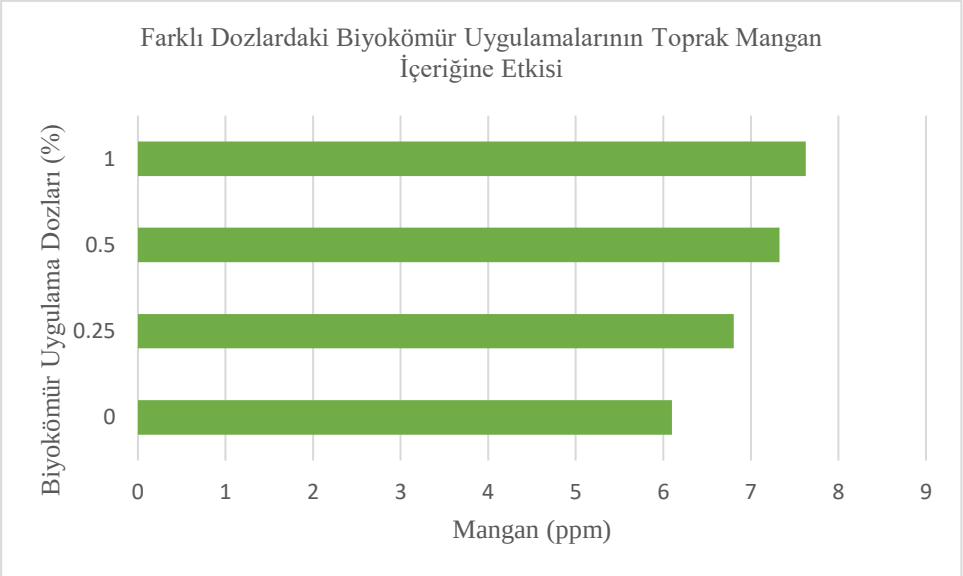
Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %.025, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) toprak mangan değerleri üzerine etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.8'de verilmiştir. Biyokömür dozlarının artışı ve su miktarındaki azalmaya bağlı olarak toprağın mangan değerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir artış kayıt edilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak mangan içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

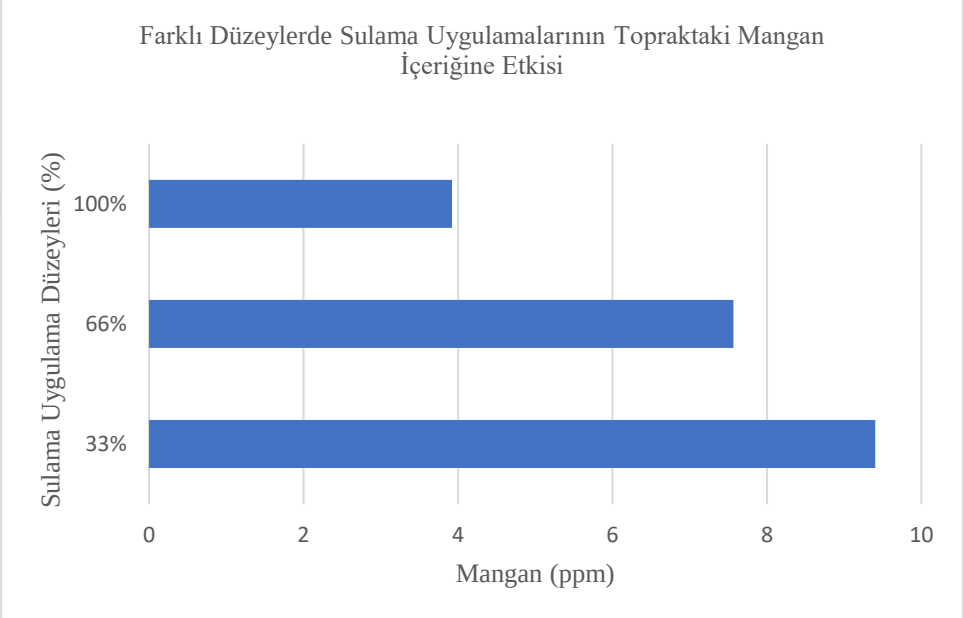
Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	4.064	2.032	1.590^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	12.256	4.085	3.196*	3.050	4.820
Sulama	2	187.030	93.515	73.162**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	9.947	1.658	1.297^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	28.120	1.278			
Genel	35	241.417	6.898			

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Biyokömür dozlarının artması ve sulama miktarının artması ile birlikte toprağın mangan değerlerinde önemli düzeyde bir artış olduğu görülmektedir. Biyokömür uygulamalarının en yüksek mangan değeri %1 olarak uygulanan B3 dozunda (7.627 kg/da), en düşük değer ise kontrol uygulamasında (6.098 kg/da) iken (Şekil 4.6), sulama uygulamalarında en yüksek mangan değeri tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (9.401 kg/da), en düşük değer ise kontrol uygulamasında (3.925 kg/da) kayıt edilmiştir. (Şekil 4.7)



Şekil 4.6. Biyokömür uygulamalarının toprakta mangan içeriğine etkisi



Şekil 4.7. Sulama uygulamalarının toprak mangan içeriğine etkisi

4.1.9. Çinko (Zn) Üzerine Etkisi

Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %.025, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) toprak çinko değerleri üzerine etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans

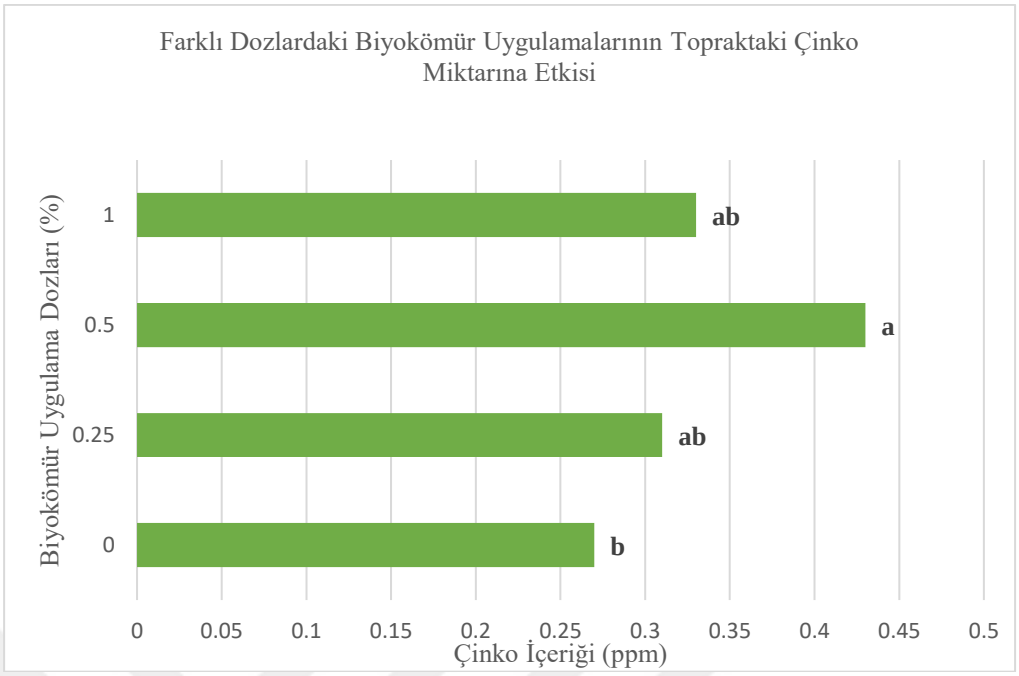
analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.9'te verilmiştir. Uygulanan su miktarının azalmasına karşılık toprakta bulunan çinkoda istatistiksel olarak önemli bir farklılık elde edilememiştir. Biyokömür dozlarının artışı toprağın çinko değerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir artış kayıt edilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak çinko içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	0.003	0.001	0.169^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	0.139	0.046	5.410**	3.050	4.820
Sulama	2	0.026	0.013	1.542^{öd}	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	0.163	0.027	3.156*	2.550	3.760
Hata	22	0.189	0.009			
Genel	35	0.521	0.015			

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Biyokömür dozlarının artması ile birlikte toprağın çinko değerlerinde önemli düzeyde bir artış olduğu görülmektedir. En yüksek çinko değeri toprağa %1 olarak uygulanan B3 konusunda (0.33 ppm) iken en düşük değer kontrol uygulamasında (0.27 ppm) kayıt edilmiştir.



Şekil 4.8. Toprakta biyokömür uygulamalarının toprak çinko içeriğine etkisi

4.1.10. Demir (Fe) üzerine etkisi

Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) toprakta demir miktarı üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'de verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür ve sulama uygulamalarının toprakta demir miktarına etkilerinin istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.10. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak demir içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçlar

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	0.058	0.029	0.057^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	1.643	0.548	1.079^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	1.033	0.516	1.018^{öd}	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	8.988	1.498	2.952*	2.550	3.760
Hata	22	11.163	0.507			
Genel	35	22.885	0.654			

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir.

4.1.11. Bakır (Cu) üzerine etkisi

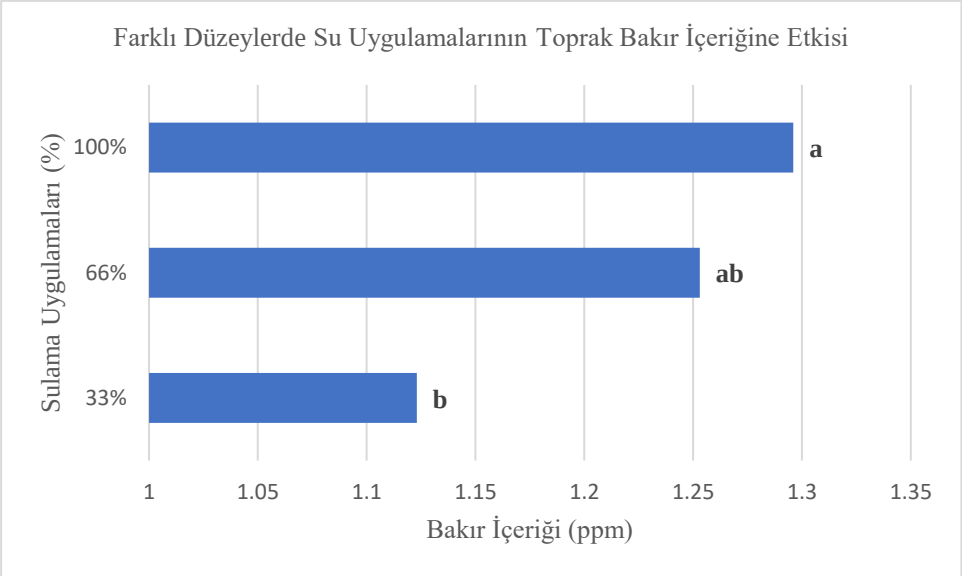
Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %.025, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) toprak bakır değerleri üzerine etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.11'de verilmiştir. Biyokömür dozlarının artışı toprağın bakır değerlerinde önemli bir farklılaşmaya neden olmamış, buna rağmen uygulanan su miktarındaki azalmaya bağlı olarak toprağın bakır değerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir azalma olduğu kayıt edilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının toprak bakır içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	0.014	0.007	0.527^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	0.068	0.023	1.750^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	0.193	0.097	7.460**	3.440	5.720
Biyokömür	6	0.162	0.027	2.085^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	0.285	0.013			
Genel	35	0.722	0.021			

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Sulama suyu miktarının azalması ile birlikte toprağın bakır değerlerinde önemli düzeyde bir azalma olduğu görülmektedir. En yüksek bakır değeri kontrol uygulamasında (1.296 ppm) iken en düşük değer tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (1.123 ppm) kayıt edilmiştir. (Şekil 4.9)



Şekil 4.9. Sulama uygulamalarının toprak bakır içeriğine etkisi

4. 2. Çalışmada Yapılan Bitki Ölçüm ve Analizleri

4.2.1. Bitki boyu

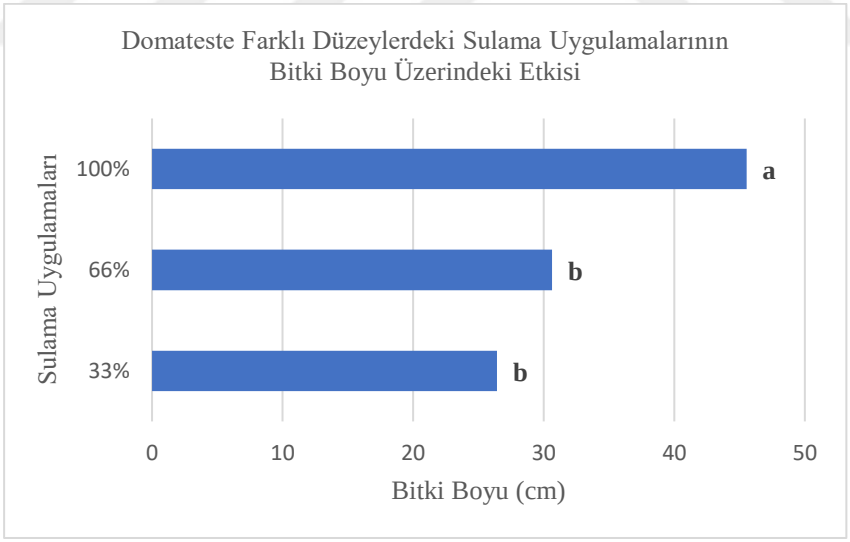
Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %.025, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkilerinin boyuna olan etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.12'da verilmiştir. Uygulanan biyokömür dozlarının artışına karşılık domateslerin bitki boyunda istatistiksel olarak önemli bir farklılık elde edilememiştir. Uygulanan su miktarlarının azalmasına bağlı istatistiksel olarak domateslerin bitki boyunda önemli düzeyde bir azalma olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.12. Domateste farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitki boyuna etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	23.042	11.521	0.207öd	3.440	5.720
Biyokömür	3	108.132	36.044	0.6488öd	3.050	4.820
Sulama	2	2435.292	1217.646	21.9194**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	457.097	76.183	1.3714öd	2.550	3.760
Hata	22	1222.125	55.551			
Genel	35	4245.688				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Sulama suyunun azalması ile birlikte domateslerin bitki boyunda önemli derecede bir azalma olduğu görülmektedir. En yüksek değer kontrol uygulamasında (45.58 cm) iken en düşük değer ise tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (26.42 cm) olduğu görülmüştür.



Şekil 4.10. Sulama uygulamalarının bitki boyuna etkisi

Yapılan çalışmalar bitki boyunun su stresi ile birlikte belirgin bir şekilde azaldığını ortaya koymuştur. (Yin ve ark., 2005). Daha önce domateste (Sibomana ve ark., 2013). ve mısırda (Khan ve ark., 2001). Yapılan çalışmalarda da su stresi ile birlikte bitki boyunda azalmaların meydana geldiği bildirilmiştir (Gür, 2018).

Yaptığımız bu çalışma da kısıtlı su uygulamalarında bitki boyunda azalma meydana gelmiş ve yapılan diğer çalışmalarla uyum göstermiştir

4.2.2. Toplam ağırlık

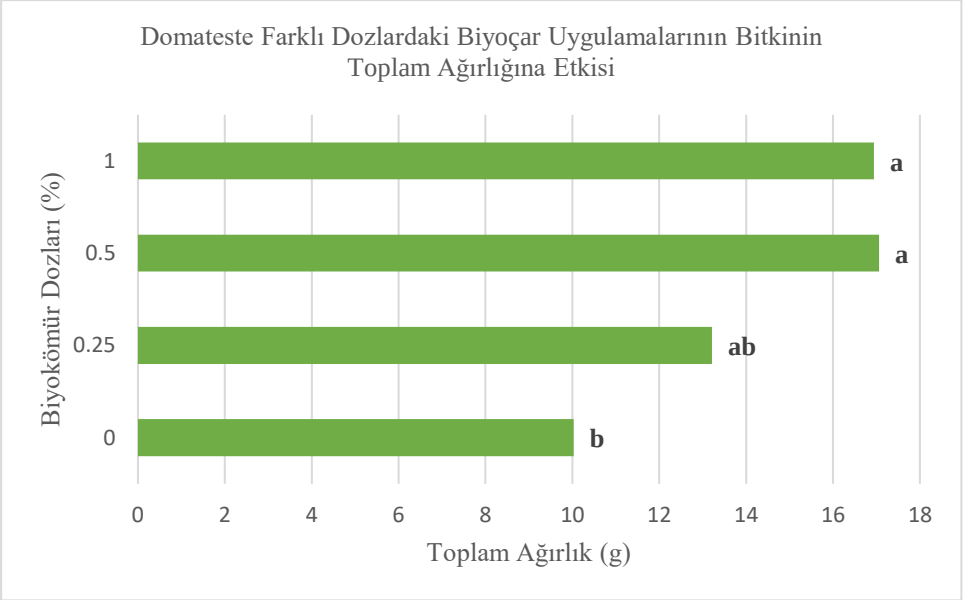
Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %.025, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkilerinin toplam ağırlığına olan etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.13'te verilmiştir. Uygulanan biyokömür dozlarının artışına karşılık domateslerin bitki boyunda istatistiksel olarak önemli bir artış olduğu buna karşılık uygulanan su miktarlarının azalmasına bağlı istatistiksel olarak domateslerin bitki boyunda önemli düzeyde bir azalma olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.13. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin toplam ağırlığına etkisine ait varyans analizi sonuçları

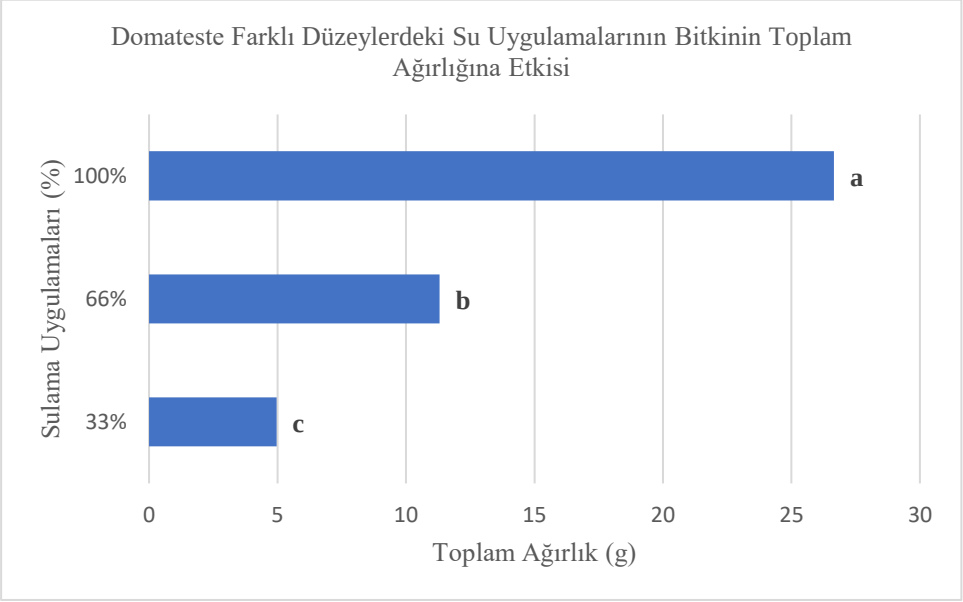
Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	32.371	16.186	0.5242^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	306.393	102.131	3.3075*	3.050	4.820
Sulama	2	2985.964	1492.982	48.3507**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	442.218	73.703	2.3869^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	679.320	30.878			
Genel	35	4446.266				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Sulama suyunun azalması ile birlikte domateslerin toplam ağırlığında önemli derecede bir azalma olduğu görülmektedir. En yüksek değer kontrol uygulamasında (26.63 g) iken en düşük değer ise tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (4.96 g) olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber biyokömür dozlarının artışına bağlı olarak domatesin bitki ağırlığında önemli bir artış olduğu görülmüştür. En yüksek %1 olarak uygulanan B3 uygulamasında (16.94 g) iken en düşük kontrol uygulaması (10.03 g) olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.11. Biyokömür uygulamalarının domates bitkisinin toplam ağırlığına etkisi



Şekil 4.12. Sulama uygulamalarının domates bitkisinin toplam ağırlığına etkisi

Kısıtlı su, bitkilerde hücre gelişimi ve bölünmesini olumsuz etkileyerek bitki büyümesinin engellenmesine neden olur. (Kramer, 1983). Domates genotiplerinin kuraklık stresi altında gösterdiği eko fizyolojik tepkilerinin incelenmesinin

amaçlandığı çalışma iki farklı su seviyesi (normal, kısıtlı) ile saksıda yürütülmüştür. En düşük bitki ağırlıkları stres altındaki bitkilerde görülmüştür. Bu da çalışmamızı destekler niteliktedir. Öte yandan biyokömür uygulanan bitkilerde B3 dozunun bitkinin toplam ağırlığında artış olduğunu göstermiştir (Özyavuz, 2017). Tuzlu ve tuzsuz topraklara uygulanan farklı biyokömür materyallerinin patlıcan bitkisi yaş ağırlığına etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, TS biyokömür materyali tuzsuz toprağa uygulandığında, kontrol (%0) örneklerine göre %0,3 ve %0,6 doz uygulamasının değerlerinin kontrole göre doz artışı ile beraber bir artış olduğu görülmüştür. Sonuçlar çalışmamızla uyum içerisindedir.

4.2.3. Kök ağırlığı

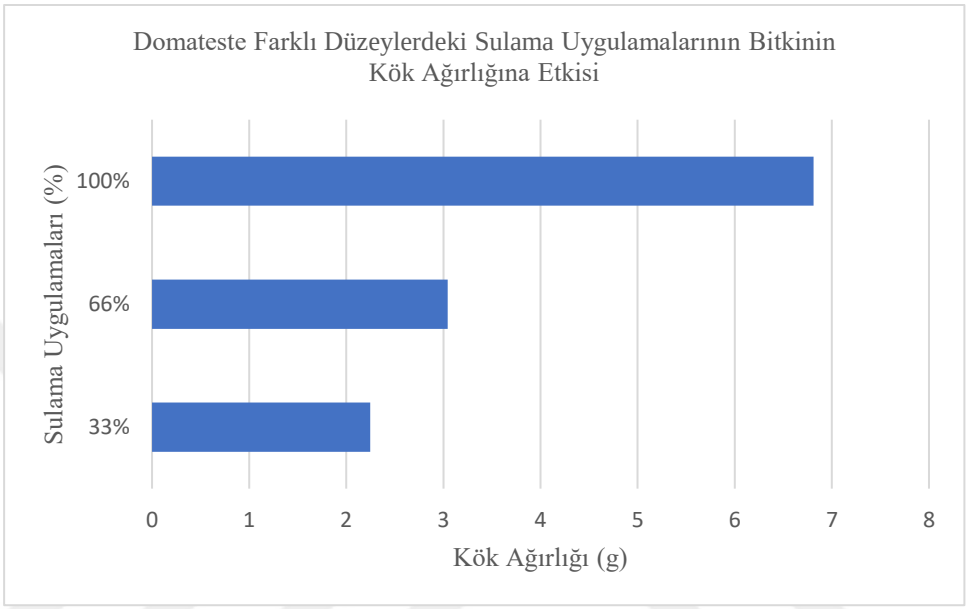
Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %.025, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkilerinin toplam ağırlığına olan etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.14'te verilmiştir. Uygulanan biyokömür dozlarının artışına karşılık domateslerin kök ağırlığında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı kayıt edilmiştir. Buna karşılık uygulanan su miktarlarının azalmasına bağlı istatistiksel olarak domateslerin kök ağırlığında önemli düzeyde bir azalma olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.14. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve su uygulamalarının bitkinin kök ağırlığına etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	13.623	6.812	1.0450^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	29.855	9.952	1.5268^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	142.546	71.273	10.9349**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	48.560	8.093	1.2417^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	143.395	6.518			
Genel	35	377.980				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Sulama suyunun azalması ile birlikte domateslerin kök ağırlığında önemli derecede bir azalma olduğu görülmektedir. En yüksek değer kontrol uygulamasında (6.810 g) iken en düşük değer ise tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (2.247 g) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.13. Domateste sulama uygulamalarının bitkinin kök ağırlığına etkisi

Kuraklık stresi, yaprağın büyüklüğünü, kök uzamasını ve kök çoğalmasını azaltır, bitki su ilişkilerine zarar verir ve su kullanım gücünü azaltır (Farooq ve ark., 2009). Su stresi meydana geldiği anda bitki suya ulaşımını hızlandırmak için üst aksam gelişimini durdurur ve kök gelişimini hızlandırır. Fakat su stresinin ve kurak koşulların uzun sürmesi üst aksam sonrası kök gelişiminin önce yavaşlamasına sonra durmasına sebebiyet verir. Elmada (Alizadeh ve ark., 2011), zeytinde (Arzani ve Arji, 2002) mısır da (Lowler ve Cornic, 2002)'da yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Diğer çalışmalarda göz önüne alınarak yürüttüğümüz çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde su kısıtlamasının domates bitkilerin kök ağırlıklarını olumsuz etkilediği görülmüştür.

4.2.4. Yeşil aksam ağırlığı

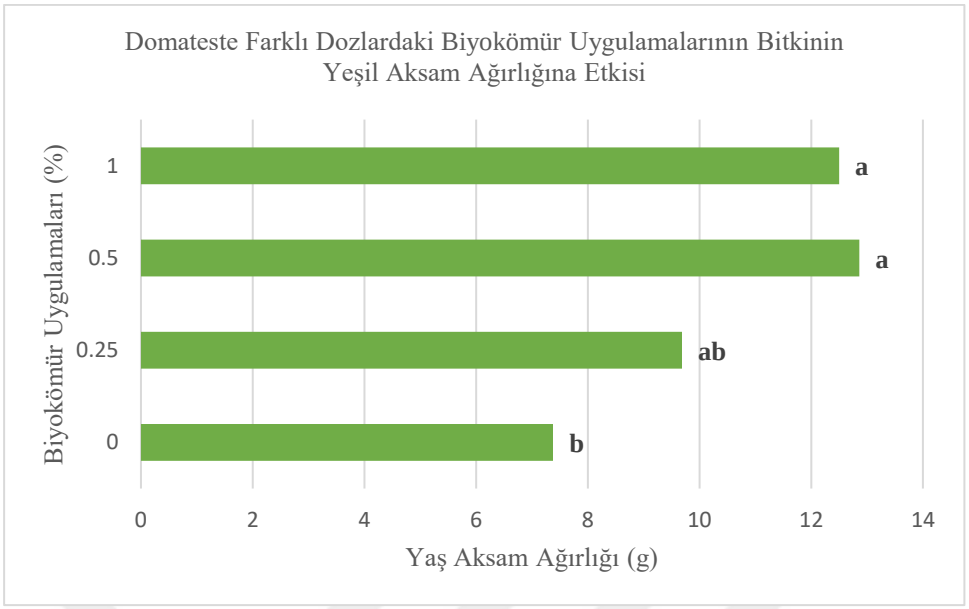
Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %.025, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkilerinin yeşil aksam ağırlığına olan etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.15'te verilmiştir. Uygulanan biyokömür dozlarının artışına karşılık domateslerin kök ağırlığında istatistiksel olarak önemli bir farklılık artış olduğu görülmüştür. Bununla beraber uygulanan su miktarlarının azalmasına bağlı istatistiksel olarak domateslerin yeşil aksam ağırlığında önemli düzeyde bir azalma olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.15. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin yeşil aksam ağırlığına etkisine ait varyans analizi sonuçları

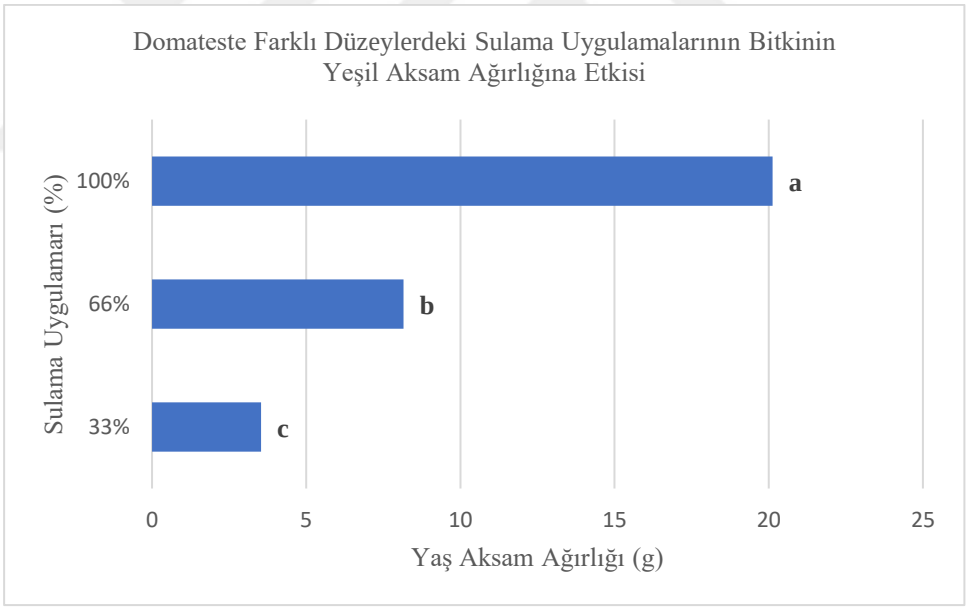
Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	15.052	7.526	0.4984^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	179.529	59.843	3.9630 *	3.050	4.820
Sulama	2	1760.077	880.039	58.2794**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	250.738	41.790	2.7675^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	332.207	15.100			
Genel	35	2537.603				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Biyokömür dozlarının artışı ile birlikte bitkinin yeşil aksam ağırlığında önemli bir artış olduğu belirlenmiştir. En yüksek değer %1 olarak uygulanan B3 dozunda (12.50 g), en düşük değerin ise kontrol uygulamasında (7.380 g) olduğu görülmüştür. Sulama suyunun azalması ile birlikte domateslerin yeşil aksam ağırlığında önemli derecede bir azalma olduğu görülmektedir. En yüksek değer kontrol uygulamasında (20.13 g) iken en düşük değer ise tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (3.537 g) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.14. Biyokömür uygulamalarının bitkinin yeşil aksam ağırlığına etkisi



Şekil 4.15. Sulama uygulamalarının bitkinin yeşil aksam ağırlığına etkisi

Kuraklık stresi, bitkinin gelişmesini ve hücre bölünmesini önemli derecede azalttığından (Gandar ve Tanner, 1976), toprak üstü organlarının da azalmasına sebep vermektedir. (Sakuri ve Kuraishi, 1988; Neuman ve ark., 1988). Kurak koşulların kişniş ve nane bitkilerinin ağırlığını olumsuz etkilendiği belirlenmiştir.

(Sani ve Farhani, 2010), (Khorasaninejad ve ark., 2011). Yağmur (2008), asmada (Vitis vinifera L.) kuraklık stresinin büyüme parametrelerini olumsuz etkilediğini tespit etmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar ile birbirini destekler niteliktedir. Su kısıtlaması bitkinin yaş aksam ağırlığını önemli ölçüde düşürmüşken biyokömür uygulamalarının kontrol bitkilerine kıyasla etkili olduğu belirlenmiştir.

4.2.5. Kök uzunluğu

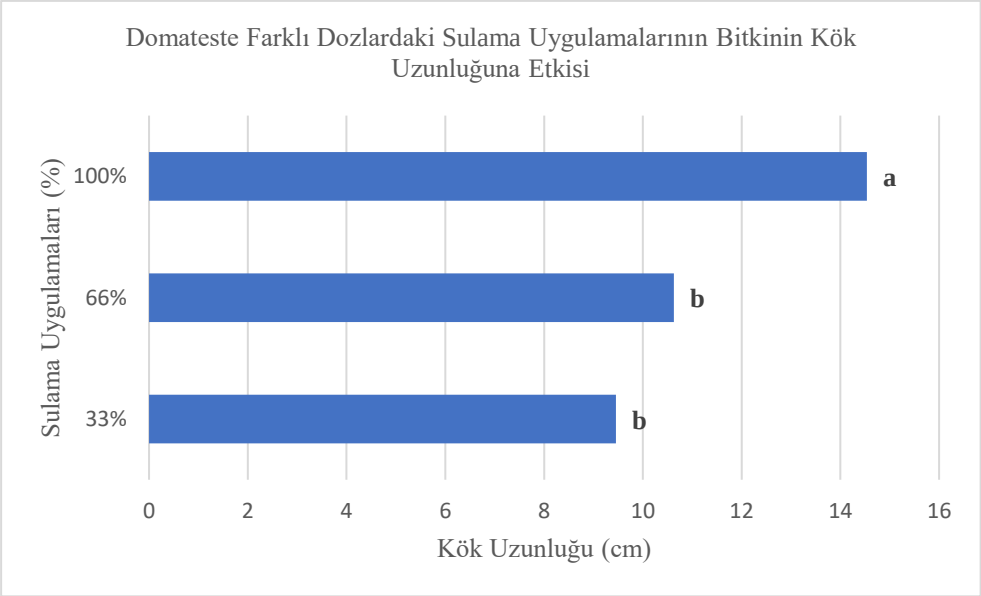
Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %.025, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkilerinin kök uzunluğuna olan etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.16'da verilmiştir. Uygulanan biyokömür dozlarının artışına karşılık domateslerin kök uzunluğunda istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bununla beraber uygulanan su miktarlarının azalmasına bağlı istatistiksel olarak domateslerin kök uzunluğunda önemli düzeyde bir azalma olduğu kayıt edilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin kök uzunluğuna etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	3.292	1.646	0.1766^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	45.076	15.025	1.6122^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	170.167	85.083	9.1290**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	70.611	11.769	1.2627^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	205.042	9.320			
Genel	35	494.188				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Sulama suyunun azalması ile birlikte domateslerin kök uzunluğunda önemli derecede bir azalma olduğu görülmektedir. En yüksek değer kontrol uygulamasında (14.54 cm) iken en düşük değer ise tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (9.458 cm) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.16. Sulama uygulamalarının bitkinin kök uzunluğuna etkisi

Kuraklık stresi, yaprak büyüklüğünü, kök uzamasını ve kök çoğalmasını azaltır, bitki su ilişkilerini bozar ve su kullanım verimliliğini azaltır (Farooq ve ark., 2009). Bitkide su stresi başladığı anda bitki yeşil aksamda büyümeyi durdurup kök sistemini geliştirmeye yönelir fakat stres ilerledikçe bitkide yeşil aksam ile birlikte kök gelişimi de yavaşlar ve durur. Çalışma sonucunda kök uzunluğu su kısıtlamasından olumsuz etkilenmiştir.

4.2.6. Bitkide azot (N) içeriği

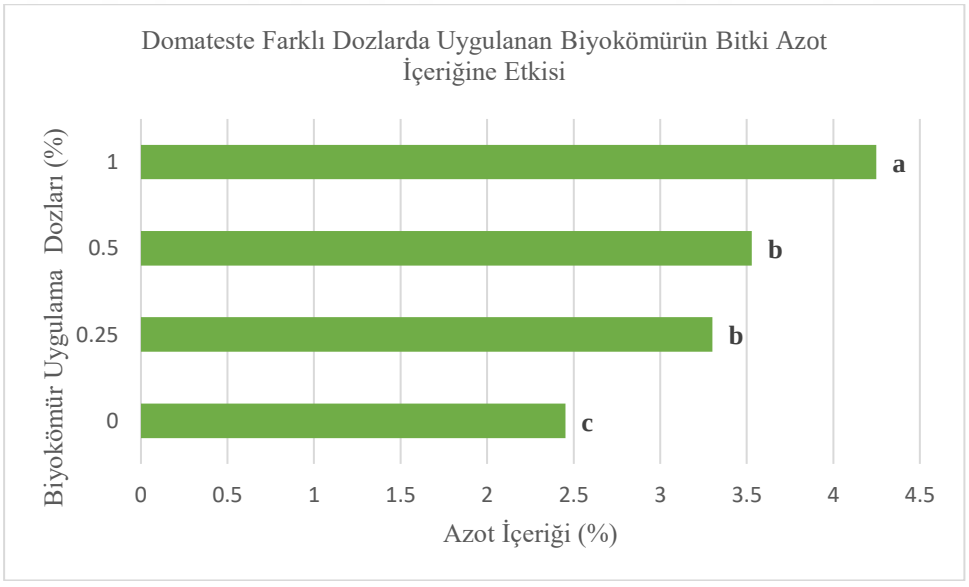
Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %.025, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkisinin azot içeriğine olan etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.17'de verilmiştir. Uygulanan biyokömür dozlarının artışına karşılık domateslerin azot içeriğine istatistiksel olarak önemli bir artış olduğu görülmüştür. Bununla beraber uygulanan su miktarlarının azalması ile domates bitkilerinin azot içeriğinde istatistiksel anlamda önemli düzeyde bir azalma olduğu kayıt edilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin azot içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

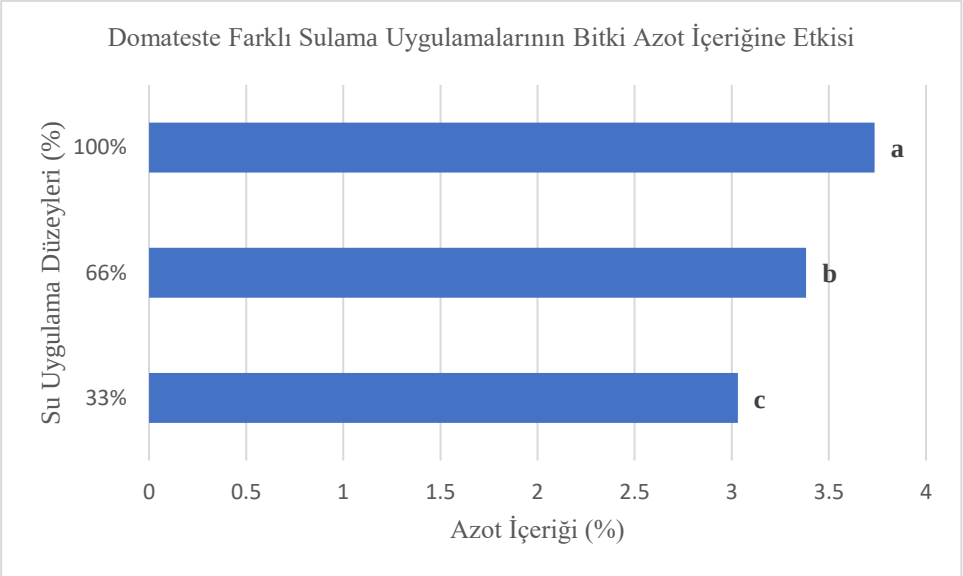
Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	0.224	0.112	1.631^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	14.777	4.926	71.872**	3.050	4.820
Sulama	2	2.982	1.491	21.757**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	0.536	0.089	1.305^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	1.508	0.069			
Genel	35	20.027	0.572			

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Biyokömür dozlarının artması ile bitkilerin azot içeriklerinin istatistiksel anlamda önemli derecede artmış olduğu görülmektedir. En yüksek doz toprağa %1 dozunda uygulanmış B3 konusunda (%4,29), en düşük ise kontrol dozunda (%2.45) olarak bulunmuştur. (Şekil 4.17) Buna karşılık su uygulamalarında ise en yüksek dozun kontrol uygulamasında (%3.73) en düşük dozun ise tarla kapasitesinin %33 kadar sulanmış S1 uygulamasında (%3.03) olduğu görülmüştür. (Şekil 4.18)



Şekil 4.17. Biyokömür uygulamalarının bitkinin azot içeriğine etkisi



Şekil 4.18. Sulama uygulamalarının bitkinin azot içeriğine etkisi

Kuraklık stresi altında toprak neminde azalmaya bağlı olarak köklerin besin alımı miktarında da bir azalma vardır (Hu ve ark., 2007). (Pimratch ve ark., 2008) Kuraklığın baklagillerde N fiksasyonunu azalttığını bildirmiştir. (Mahieu ve ark., 2009), tarafından su stresinin bezelyede N içeriğinin önemli derecede etkilendiği, bitki büyümesini engellendiği gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalar da incelendiğinde çalışma boyunca su kısıtlamasının bitkinin azot alınımına engel olduğu gözlenmiştir. Bununla beraber biyokömür uygulamalarında ise dozlar arasındaki farklar incelendiğinde biyokömürün bitkinin azot içeriğinin artmasına yardımcı olduğu görülmüştür.

4.2.7. Bitkide bakır (Cu) içeriği

Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkisinin bakır değerleri üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18.'de verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin bakır değerlerine etkilerinin istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.18. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin bakır içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	19021.689	9510.845	0.9905^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	30055.503	10018.501	1.0433 ^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	17476.260	8738.130	0.9100 ^{öd}	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	58028.507	9671.418	1.0072 ^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	211250.361	9602.289			
Genel	35	335832.321				

SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

4.2.8. Bitkide kalsiyum (Ca) içeriği

Çalışmada farklı biyokömür dozları (0, %.025, %0.5, %1) ve sulama uygulamalarının (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkilerinin kalsiyum değerlerine olan etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizine ait sonuçlar Çizelge 4.19'da verilmiştir. Uygulanan biyokömür dozlarının artışına ve uygulanan su miktarlarının azalmasıyla beraber domateslerin kalsiyum içeriklerinde istatistiksel olarak önemli bir azalma olduğu görülmüştür.

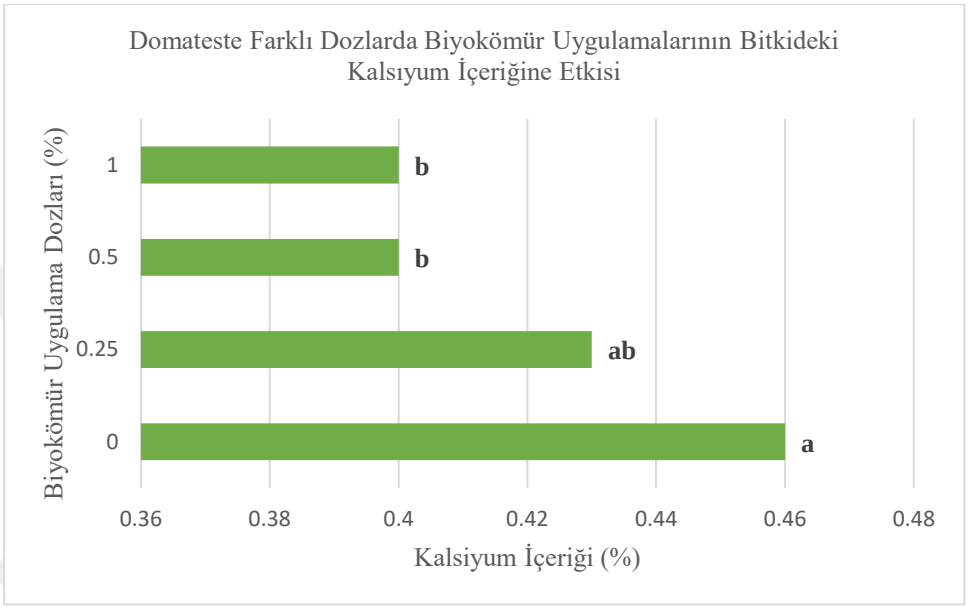
Çizelge 4.19. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin kalsiyum içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	85678.167	42839.083	0.5123^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	2285825.222	761941.741	9.1111**	3.050	4.820
Sulama	2	2858252.667	1429126.333	17.0891**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	2285916.444	380986.074	4.5557**	2.550	3.760
Hata	22	1839814.500	83627.932			
Genel	35	9355487.000				

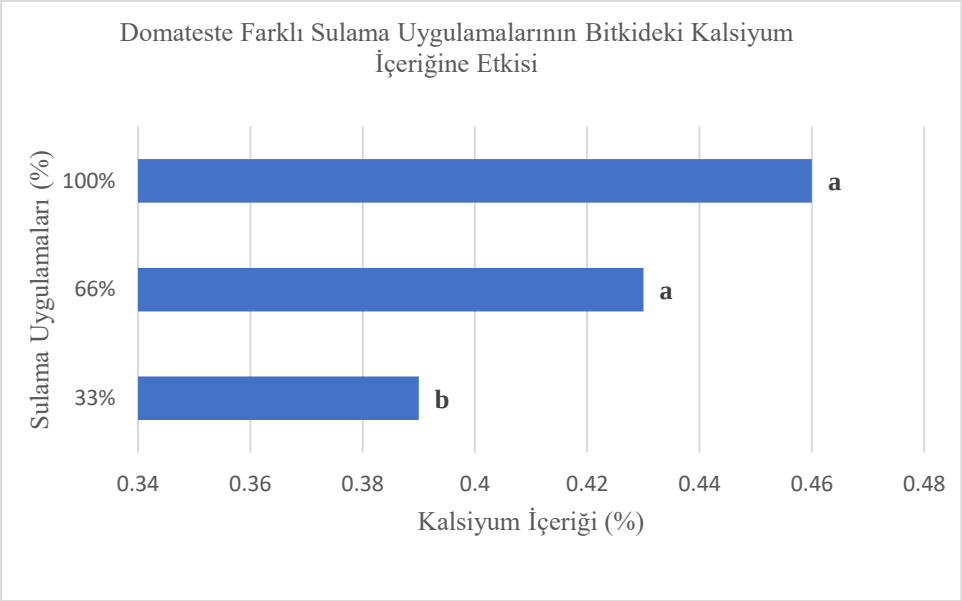
*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Biyokömürün artan dozları ile beraber bitkinin kalsiyum içeriği istatistiksel olarak önemli derecede düşmüştür. En yüksek kalsiyum değeri kontrol uygulamasında (%0.46) en düşük kalsiyum değeri ise %1 olarak uygulanan B3

dozunda (%0.40) olarak bulunmuştur. (Şekil 4.19) Sulama uygulamalarında ise kısıtlı su uygulamaları ile bitkinin kalsiyum içeriği istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma kayıt edilmiştir. En yüksek kalsiyum değeri kontrol uygulamasında (%0.46) en düşük kalsiyum içeriği ise tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (%0.39) görülmüştür. (Şekil 4.20)



Şekil 4.19. Biyokömür uygulamalarının bitkinin kalsiyum içeriğine etkisi



Şekil 4.20. Sulama uygulamalarının bitkinin kalsiyum içeriğine etkisi

Özpay (2008), yaptığı çalışmada bazı fasulye genotiplerinde bitkilerin kalsiyum içeriklerinin kontrol bitkilerine göre bazı genotiplerde arttığını, bazı genotiplerde ise azaldığını ve bazılarında ise değişiklik olmadığını belirtmiştir. Bizim çalışmamızda ise kontrol bitkilerine göre su kısıtlaması uygulanmış bitkilerde kalsiyum birikiminin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber biyokömür uygulama dozları incelendiğinde kontrol bitkilerinin kalsiyum içerikleri daha yüksek olduğu belirlenmiş bitki kalsiyum birikiminin biyokömürden olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir.

4.2.9. Bitkide demir (Fe) içeriği

Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkisinin demir değerleri üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin demir değerlerine etkilerinin istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin demir içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	130105.389	65052.694	0.3194^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	437567.222	145855.741	0.716^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	248291.056	124145.528	0.6096^{öd}	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	2325696.278	387616.046	1.9034^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	4480150.611	203643.210			
Genel	35	7621810.556				

SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Kuraklık stresi çalışmalarında demir birikimleri bitkiden bitkiye değişiklik göstermektedir. (Sivritepe ve ark., 2008), in vitro koşullarda Gisela 5 kiraz anacında; İpek (2015), Myrobolan 29C ve Garnem anaçlarında; yaptıkları çalışmalarda kuraklıkla birlikte demir içeriği azalırken, Babalık, (2012) asmada yaptığı çalışmada ve Hassan ve ark., (1970) arpada yapmış oldukları çalışmada ise artmıştır. Bunun yanında Hu ve ark., (2000), ile Hu ve Schmidhalter, (2001)'in buğdayda yapmış oldukları çalışmalarda ise Mn, Fe ve Zn' nin tuzluluk ve kuraklık stresinden etkilenmediklerini belirtmişlerdir. Diğer taraftan Özpay, (2008), kuraklık stresine maruz bırakılmış bazı fasulye genotiplerinde bitki yapraklarında bulunan demir içeriklerinin kontrole göre bazı fasulye genotiplerde artmış olduğunu, bazı fasulye genotiplerde ise azalmış olduğunu ifade etmiştir. Bizim çalışmamızda ise bitkinin demir birikiminin biyokömür veya sudan etkilenmediği gözlemlenmiştir.

4.2.10. Bitkide bor (B) içeriği

Bor, bitkiler için gerekli bir besin maddesidir ve hücre duvarlarının oluşumu için kalsiyum ile birlikte yapısal bir unsur olarak işlev görür (Basil ve ark., 2004; Goldbach ve Wimmer, 2007). Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkisinin bor içeriği üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge

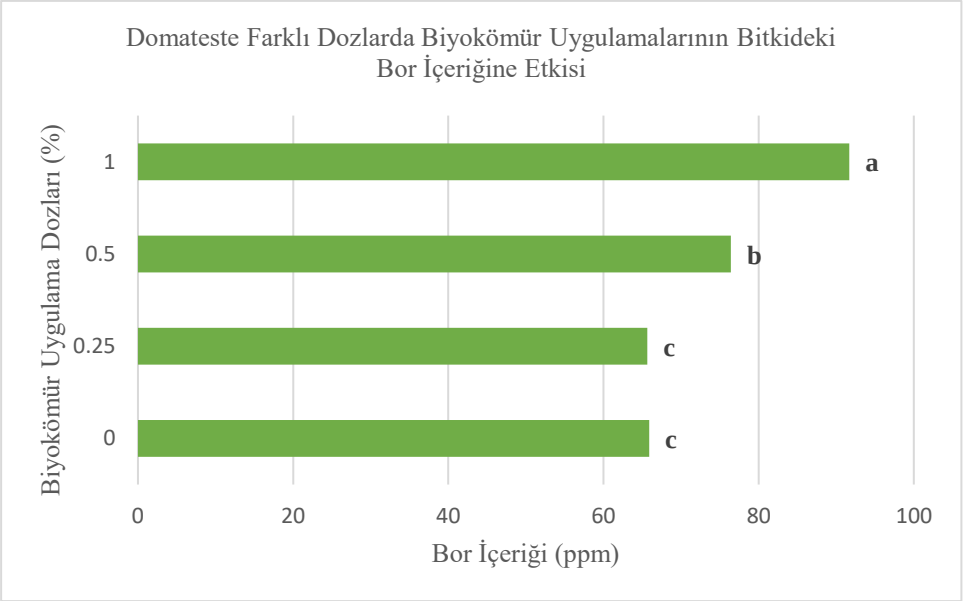
4.21.'de verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür artan dozlarının bitkinin bor içeriğini istatistiksel anlamda önemli derecede arttırdığı, azalan su uygulamalarının ise bitkinin bor içeriğini istatistiksel anlamda önemli derecede azalttığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.21. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin bor içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

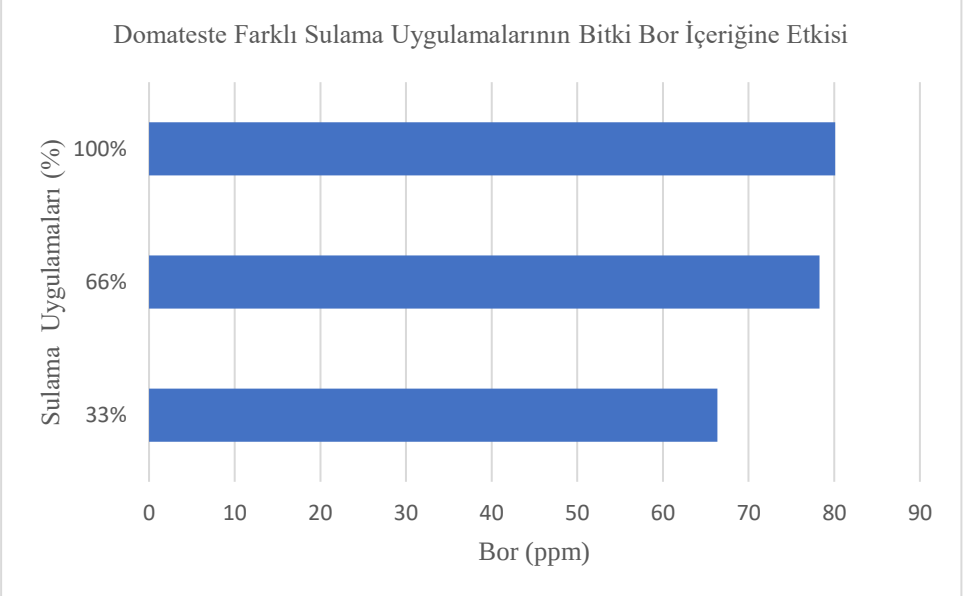
Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	12.136	6.068	0.1216^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	4049.031	1349.677	27.0444**	3.050	4.820
Sulama	2	1341.458	670.729	13.4399**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	834.581	139.097	2.7872^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	1097.931	49.906			
Genel	35	7335.136				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Biyokömürün artan dozları ile beraber bitkinin bor içeriği istatistiksel olarak önemli derecede artmıştır. En yüksek bor içeriği %1 olarak uygulanan B3 dozunda (91.67 ppm), en düşük bor içeriğinin ise kontrol uygulamasında (65.89 ppm) olduğu kayıt edilmiştir. (Şekil 4.21). Sulamanın azalması ile bitkinin bor içeriğinde istatistiksel anlamda önemli derecede azalma olduğu görülmüştür. En yüksek bor içeriği kontrol uygulamasında (80.10 ppm) iken en düşük bor içeriği tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (66.34 ppm) belirlenmiştir.



Şekil 4.21. Biyokömür uygulamalarının bitkinin bor içeriğine etkisi



Şekil 4.22. Sulama uygulamalarının bitkinin bor içeriğine etkisi

Gür, (2018). Yapmış olduğu çalışmada su stresi uygulamalarının bazı armut anaçları üzerinde bor miktarının anaçlarda her iki yılda da azaldığını tespit etmiştir. Bu da çalışmamızı destekler niteliktedir.

4.2.11. Bitkide mangan (Mn) içeriği

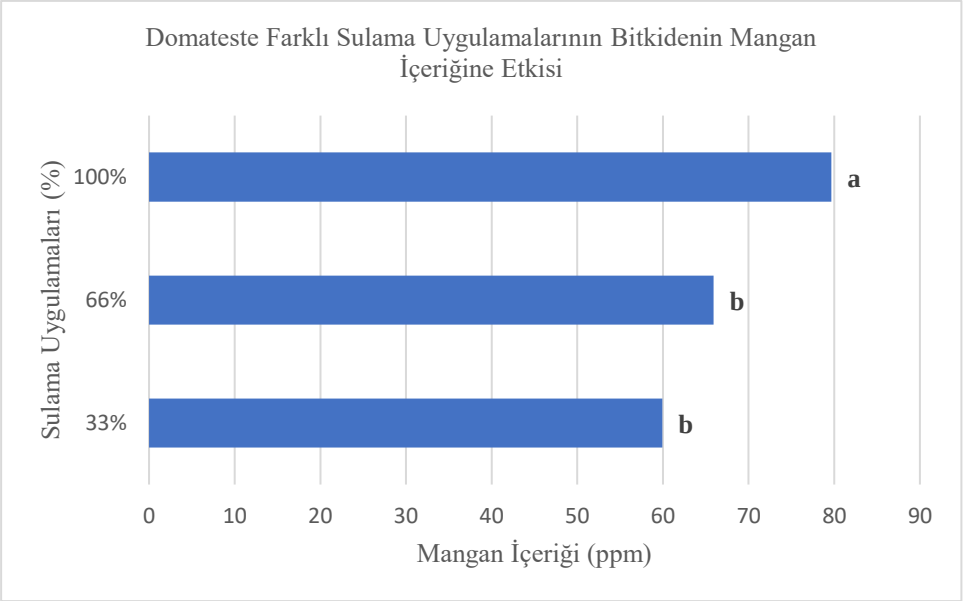
Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkisinin mangan içeriği üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22.'te verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür artan dozlarının bitkinin mangan içeriğinde istatistiksel anlamda önemli bir farklılık bulunamamış, azalan su uygulamalarının ise bitkinin bor içeriğini istatistiksel anlamda önemli derecede azalttığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.22. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin mangan içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	255.014	127.507	0.4842^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	815.257	271.752	1.0320^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	2458.784	1229.392	4.6687*	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	1872.049	312.008	1.1849^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	5793.146	263.325			
Genel	35	11194.250				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Azalan sulama uygulamalarının domates bitkilerinin mangan içeriğini önemli derecede azalttığı görülmüştür. En yüksek değer kontrol uygulamasında (76,67 ppm) iken, en düşük değer tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (59.92 ppm) olarak kayıt edilmiştir.



Şekil 4.23.Sulama uygulamalarının bitkinin mangan içeriğine etkisi

Sivritepe (2008), Gisela 5 anacında, İpek (2015), Myrobolan 29 C ve Garnem anaçlarında kuraklık stresi ile birlikte mangan içeriğinde azalmaların oluştuğunu bildirmişlerdir. Özpay (2008), kuraklık stresine maruz bırakılan bitkilerin Mn içeriklerinin kontrol bitkilerine göre bazı genotiplerde arttığını, bazı genotiplerde azaldığını ve bazı genotiplerde ise değişiklik göstermediğini belirlemiştir. Bizim çalışmamızda bitkilerdeki mangan içeriği kuraklık stresi ile azalmıştır.

4.2.12. Bitkide çinko (Zn) içeriği

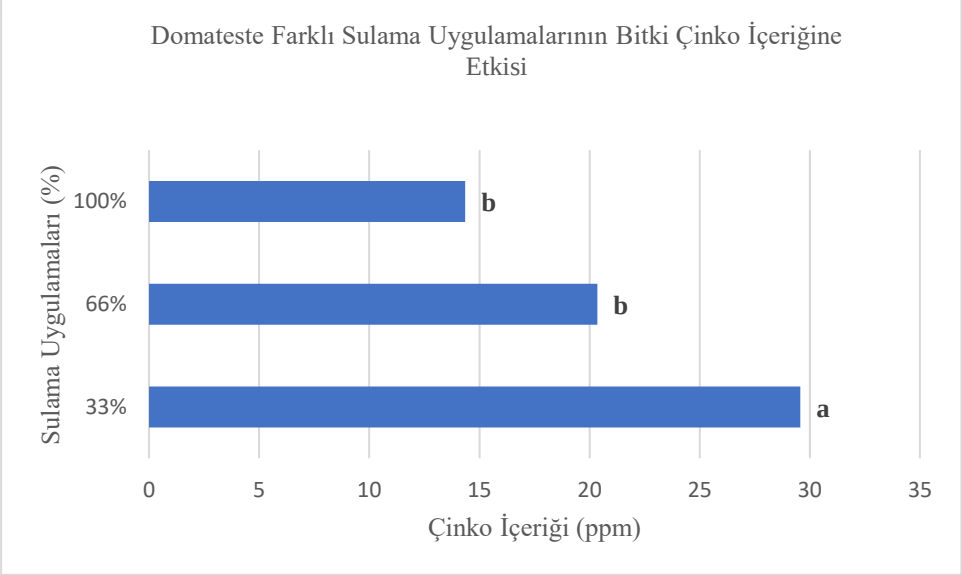
Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkisinin çinko içeriği üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür uygulamalarında bitkinin mangan içeriğinde istatistiksel anlamda önemli bir farklılık bulunamamış, azalan su uygulamalarının ise bitkinin çinko içeriğinin istatistiksel anlamda önemli derecede arttığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.23. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin çinko içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	28.298	14.149	0.2695^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	91.823	30.608	0.5830^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	1407.616	703.808	13.4050**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	143.883	23.981	0.4567^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	1155.073	52.503			
Genel	35	2826.693				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Azalan sulama uygulamalarının bitkinin çinko içeriğini istatistiksel anlamda önemli derecede arttırdığı görülmüştür. En yüksek değer tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (29.57 ppm) iken en düşük değer ise kontrol uygulamasında (14.36 ppm) bulunmuştur.



Şekil 4.24. Sulama uygulamalarının bitkinin çinko içeriğine etkisi

Özpay (2008), bazı fasulye genotiplerinde kuraklık uygulaması yapılmış bitkilerin yapraklarındaki Zn birikimlerinin kontrol bitkilerine göre bazı genotiplerde

artmış olduğunu bazı genotiplerde ise azalmış olduğunu ve bazılarında ise değişiklik olmadığını belirtmiştir. Yine başka bir çalışmada Gür (2018) bazı armut anaçlarında kuraklık uygulaması yapılmış anaçların çinko birikimlerinin bazı anaçlarda artmış olduğunu ve bazılarında azalma olduğunu belirtmiştir. Bizim çalışmamızda ise kuraklık stresinin uygulandığı bitkilerin kontrol bitkilerine göre çinko birikiminin artmış olduğu gözlenmiştir. Biyokömür uygulaması ise bitkinin çinko birikiminde olumlu ya da olumsuz bir rol oynamamıştır.

4.2.13. Bitkide magnezyum (Mg) içeriği

Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkisinin magnezyum değerleri üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24.'te verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin magnezyum değerlerine etkilerinin istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin magnezyum içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	4464035.722	2232017.861	0.5661^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	8032740.972	2677580.324	0.6791^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	14491866.722	7245933.361	1.8378^{öd}	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	13299211.278	2216535.213	0.5622^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	86739650.278	3942711.376			
Genel	35	127027504.972				

SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Gür, (2018)'de yapmış olduğu çalışmada kuraklık stresinde Armut anaçlarında Magnezyum içeriğinin artmış olduğu sonucuna varmıştır. Bizim yaptığımız çalışmada ise magnezyum içeriği stresten etkilenmemiştir. Magnezyumun strese toleranslı olduğu sonucuna varılabilir. Artan biyokömür uygulamalarının ise bitkinin magnezyum birikiminde herhangi bir etkisi olmamıştır.

4.2.14. Bitkide potasyum (K) içeriği

Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkisinin potasyum değerleri üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.58.'de verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin potasyum değerlerine etkilerinin istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin potasyum içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	3240204.389	1620102.194	0.9721^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	1318167.111	439389.037	0.2636^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	1257477.389	628738.694	0.3773^{öd}	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	10878102.389	1813017.065	1.0878^{öd}	2.550	3.760
Hata	22	36665374.944	1666607.952			
Genel	35	53359326.222				

SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Mahouachi (2007), Muz bitkilerinde kuraklık koşullarında potasyum içeriklerinde azalma olduğunu belirlemiştir. Buna benzer sonuçları; Kıran ve ark., (2015), domates, patlıcan ve kavunda yapmış oldukları çalışmalarda ifade etmişlerdir. Fakat Kayabaşı, (2011)'nin soya bitkisinde ve Özpay, (2008)'in bazı fasulye genotiplerinde yapmış olduğu çalışmalarda ise kuraklık stresinin potasyum içeriğini arttırmış olduğunu belirlemişlerdir. Potasyum ile ilgili yürütülmüş çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiş, bizim çalışmamızda potasyum içeriği su stresinden etkilenmemiştir. Biyokömür uygulamalarında da benzer sonuçlar elde edilmiş, uygulanmış dozların bitkilerin potasyum içeriklerine herhangi bir etkisi görülememiştir.

4.2.15. Bitkide fosfor (P) içeriği

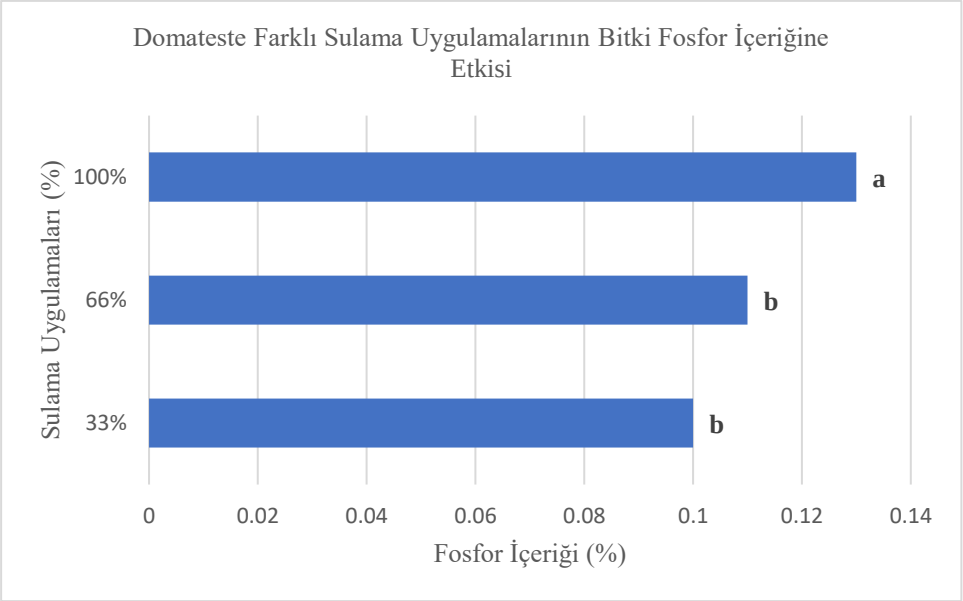
Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkisinin fosfor değerleri üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.59.'da verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür uygulamalarının bitkinin potasyum değerlerine etkisinin istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Buna karşılık azalan sulama uygulamalarının ise bitkinin fosfor içeriğini istatistiksel anlamda önemli derecede azalttığı kayıt edilmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	34788.222	17394.111	0.9362^{öd}	3.440	5.720
Biyokömür	3	87309.194	29103.065	1.5664^{öd}	3.050	4.820
Sulama	2	508307.056	254153.528	13.6794**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	544058.056	90676.343	4.8805**	2.550	3.760
Hata	22	408745.111	18579.323			
Genel	35	1583207.639				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Azalan sulama uygulamalarının bitkilerin fosfor içeriğini istatistiksel anlamda önemli derecede azalttığı görülmüştür. En yüksek fosfor içeriği kontrol uygulamasında (%0,13) iken en düşük fosfor içeriği ise tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (%0,10) görülmüştür.



Şekil 4.25: Sulama uygulamalarının bitkinin fosfor içeriğine etkisi

Toprağın su içeriği düştüğünde toprakta fosfor hareketliliği düşer. (Faye ve ark., 2006). Kuraklık, bitkilerde fosfor emiliminin ve taşınmasının yavaşlamasına sebep olur (Sardans ve Penuela, 2004). Turner (1985), bitkilerde hafif kuraklık stresinin ilk etkilerinden birinin fosfor noksanlığı olduğu görüşündedir. (Turner, 1985); biberde Babalık (2012), asmada yaptıkları çalışmalarda, bizim çalışmamızda da olduğu gibi fosfor içeriğinin kuraklık stresi sonucu azaldığını belirtmişlerdir. Biyokömür uygulamaları incelendiğinde uygulanan dozların bitkinin fosfor içeriğine olumlu ya da olumsuz etkisi görülememiştir.

4.2.16. Bitkide sodyum (Na) içeriği

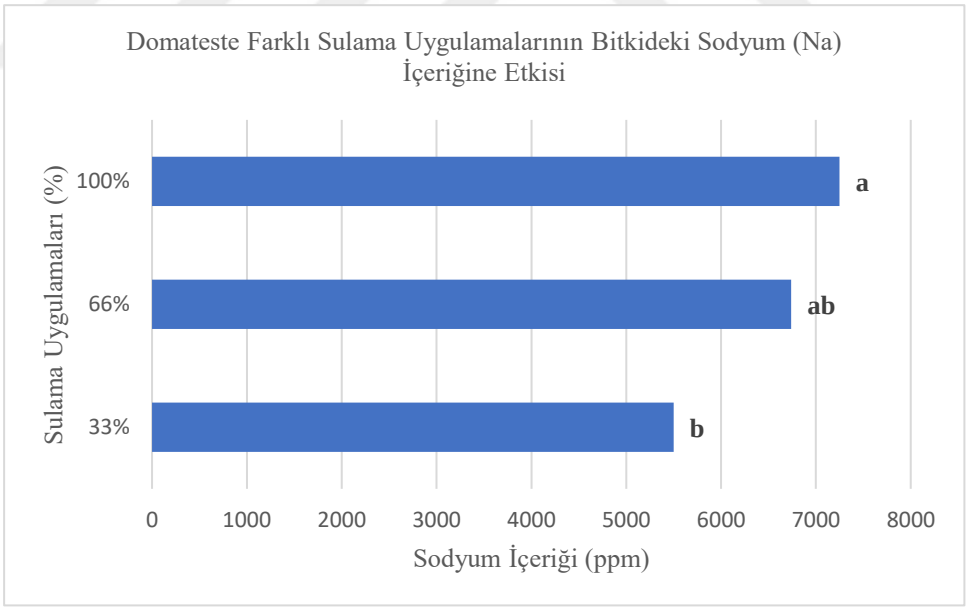
Çalışmada biyokömür uygulama dozları (0, %0.25, %0.5, %1) ve sulama düzeylerinin (Tarla Kapasitesi %33, Tarla Kapasitesi %66, Tarla Kapasitesi) domates bitkisinin sodyum değerleri üzerine etkisini değerlendirmek amacı ile iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.61'de verilmiştir. Değerlendirmede biyokömür uygulamalarının bitkinin sodyum değerlerine etkisinin istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Buna karşılık azalan sulama uygulamalarının bitkinin sodyum içeriğini istatistiksel anlamda önemli derecede azalttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı düzeylerdeki biyokömür ve sulama uygulamalarının bitkinin sodyum içeriğine etkisine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S D	K T	K O	F	F-Tablo	
					0.05	0.01
Tekerrür	2	6200502.722	3100251.361	2.2693öd	3.440	5.720
Biyokömür	3	9436004.556	3145334.852	2.3023öd	3.050	4.820
Sulama	2	19428020.389	9714010.194	7.1104**	3.440	5.720
BiyokömürXSulama	6	13198712.278	2199785.380	1.6102öd	2.550	3.760
Hata	22	30055643.278	1366165.604			
Genel	35	78318883.222				

*, farklılık P<0.05 düzeyinde önemlidir; **: Farklılık P<0.01 düzeyinde önemlidir; SD: Serbestlik Derecesi; Öd: İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir

Sulama uygulamaları sonucunda bitkinin sodyum içeriğinin istatistiksel anlamda önemli düzeyde azaldığı görülmüştür. En yüksek değerin kontrol uygulamasında (7250 ppm) en düşük değerin ise tarla kapasitesinin %33'ü kadar sulanan S1 uygulamasında (5500 ppm) belirlenmiştir.



Şekil 4.26. Sulama uygulamalarının bitkinin sodyum içeriğine etkisi

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bitkisel üretimde stres; bitkinin yaşamını sürdürdüğü yerde bir ya da birden çok faktörün, yetişme ve gelişimini negatif yönde etkileyerek, gerilemeye neden olmaktadır. Bunun sonucunda üretimde verim kayıpları yaşanmaktadır. Bitkiler yaşadıkları süre boyunca farklı streslere maruz kalmaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde iklimde meydana gelen değişimlerle birlikte kuraklığın etkisi daha fazla hissedilmeye başlanmıştır. Sürdürülebilir tarım; ekosisteme zarar vermeden, doğal kaynakları tüketmeden çevre kirliliğine sebebiyet vermeden yeterli mikrarda ve kaliteli ürün elde edebilmeyi hedefler. Sürdürülebilir tarım çerçevesinde kimyasal girdileri minimum düzeyde kullanılması, toprağın doğal verimliliğinin korunması ve sürdürülebilir verimlilik esas alınır.

Sonuç olarak sürdürülebilir toprak verimliliği idaresi, öncelikle toprak verimliliğine yön veren koşulların iyi anlaşılmasını gerektirir.

Domates ülkemizin özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerinde de en fazla yetiştiriciliği yapılan yazlık sebze türlerindendir. Domates bitkisinde kuraklık stresinin yanı sıra toprak iyileştiricisi olan fıstık artığından elde edilen biyokömürün topraktaki ve bitkideki etkilerinin incelenerek ortaya çıkarılması, kuraklık stres faktörü ve biyokömür arasındaki fizyolojik bağlantıların araştırılması amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Toprağa uygulanan biyokömür miktarının artması ile domates bitkisinin toplam ağırlıkları ve yeşil aksam ağırlıkları olumlu olarak etkilenmiştir.
- Biyokömür uygulaması bitki iyon içeriğindeki bazı elementlerde olumlu yönde etki yapmıştır. Bitkideki N ve B içeriklerini arttırmış, Ca içeriğini ise düşürmüştür. Na, P, Zn, Mn, K, Mg, Fe ve Cu içerikleri ise biyokömürden etkilenmemiştir.
- Kuraklık stresine bağlı olarak toplam ağırlık, yeşil aksam, bitki boyu, kök uzunluğu, kök ağırlıklarının zarar gördüğü tespit edilmiştir. Sulama düzeylerinin artması ile birlikte zararlanma azalmıştır.

- Kuraklık stresinin bitki iyon içeriklerinde olan etkisi azalma yönünde olmuştur. Na, Ca, P, Mn, N ve B içerikleri bakımından kuraklık stresi bitkiler üzerinde olumsuz etki yapmıştır. Zn ise stres koşullarında bitki içerisinde daha yüksek miktarda saptanmıştır. K, Mg, Fe ve Cu içerikleri ise etkilenmemiştir.
- Bu çalışmada; biyokömür uygulamalarının ve kuraklık stresinin domatesteki etkilerinin yanı sıra ve biyokömür ve sulama uygulamalarının toprağın kimi kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi de incelenmiştir. Toprağa uygulanan biyokömür miktarının artması Toprak Organik Madde içeriği, KDK, Zn, K ve Mn içeriklerini arttırmıştır. pH, Kireç, P ve Fe içerikleri etkilenmemiştir.
- Sulama düzeylerinin artması ile toprağın bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkilemiştir. Sulama düzeyinin artması toprakta K ve Cu miktarı artarken, EC ve Mn miktarı azalmıştır.
- Elde edilen sonuçlara göre; Fıstık fabrika artıklarından elde edilen biyokömür materyali toprağa uygulanması ile fiziksel ve kimyasal özellikleri yönünden toprakta iyileşmeye neden olmuştur. Ayrıca test bitkisi olarak kullanılan domates bitkisinin gelişim parametreleri üzerinde de olumlu etkileri saptanmıştır. Bundan dolayı tercih edilebilir bir uygulama olabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlar ışığında domates yetiştiriciliğinde kumlu-tınlı toprak bünyesi şartlarında biyokömürün %1 dozu önerilmektedir.
- Ayrıca domates bitkisi kuraklık stresinden aşırı miktarda zarar görmektedir. Bundan dolayı tüm sulamalarda bitki kök bölgesini tarla kapasitesine gelinceye kadar doyurulmalıdır.

KAYNAKLAR

ALHASHİMİ H.A., ve AKTAS, C.B., 2017. Life Cycle Environmental And Economic Performance Of Biochar Compared With Activated Carbon: A Meta-Analysis, Resources, Conservation and Recycling, 13-26.

ALİZADEH, A., ALİZADE, V., NASSERY, L., ve EİVAZİ, A., 2011. Effect of Drought Stress on Apple Dwarf Rootstocks. Technical Journal of Engineering and Applied Science, 1(3): 86-94.

ALSCHER, R.G., ERTURK, N. ve HEATH, L.S., 2002. Role of Superoxide Dismutases (SOD) in Controlling Oxidative Stres in Plants. Journal of Experimental Botany, 53: 1331-1341.

ANDRADE, K.R. 2018. Positive and Negative Effects of Biochar From Coconut Husks, Orange Bagasse and Pine Wood Chips on Maize (Zea Mays L.) Growth and Nutrition. Catena, 162: 414-420.

ARZANİ, K., ARJİ, I., 2002. The Response of Young Potted Olıve Plants Cv. "Zard" to Water Stress and Deficit Irrigation. Acta Horticulture, ISHS, 586: 419-422.

BABALIK, Z., 2012. Tuz ve Su Stresinin Asmaların Bazı Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta, s. 235.

BABALIK, Z., HALLAÇ TÜRK, F., ve GÖKTÜRK BAYDAR, N., 2015. In Vitro Koşullarda Su Stresi Altındaki Kober 5 BB Asma Anacında Bazı Fiziksel ve Biyokimyasal Değişimlerin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 27: 552-563.

BASİL, E., HU, H. ve BROWN, P.H., 2004. Use of Phenylboronic Acids to Investigate Boron Function in Plants. Possible Role for Boron in Transvacuolar Cytoplasmic Strands and Cell-to-Wall Adhesion. Plant Physiology, 136: 3383-3395.

BRÜGGEMANN, N., KUZYAKOV, Y., BOL, R. ve BLAGODATSKAYA, E., 2018. Effect Of Biochar Origin and Soil pH on Greenhouse Gas Emissions From Sandy and Clay Soils. Applied Soil Ecology, 129: 121-127.

BÜYÜK, İ., AYDIN, S.S., ve ARAS, S., 2012. Bitkilerin Stres Koşullarına Verdiği Moleküler Cevaplar. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 69(2): 97-110.

ÇIRAK, C., ve ESENDAL, E., 2006. Soyada Kuraklık Stresi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2): 231-237.

DOĞAN, M., ve AVU, A., 2013. Kuraklık Stresine Karşı Bor Bileşiklerinin Soyada Büyüme Parametrelerine Etkisi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(2): 1-13.

DOWNİE, A., CROSKY, A. ve MUNROE, P. 2009. Physical Properties Of Biochar. Biochar For Environmental Management. Science and Technology, 13-32.

DUBEY, R.S. ve PESSARAKLİ, M., 2002. Physiological Mechanisms of Nitrogen Absorption and Assimilation in Plants under Stressful Conditions. in Passarakli, M. (Ed) Handbook of Plant and Crop Physiology, 636-655.

DUBOİS, M., GİLLES, K.A., HAMİLTON, J.K., REBERS, P.T. ve SMİTH, F., 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. Analytical Chemistry, 28(3): 350-356.

EGERT, M. ve TEVİNİ, M., 2002. Influence of Drought On Physiological Parameters Symptomatic For Oxidative Stress İn Leaves Of Chives (Allium schoenoprasum). Environmental and Experimental Botany, 48: 43-49.

FAROOQ, M., WAHİD, A., KOBAYASHİ, N., FUJİTA, D. ve BASRA S.M.A., 2009. Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management, Sustainable Agriculture, 153-188.

GAUNT, J.L., ve LEHMANN, J., 2008. Energy Balance and Emissions Associated with Biochar Sequestration and Pyrolysis Bioenergy Production, Environ. Sci. Technol, 11: 4152–4158.

GOLDBACH, H.E., WİMMER, M.A., 2007. Boron in Plants and Animals: Is There a Role Beyond Cell-Wall Structure Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 170: 39-48.

GÖKSOY, A.T. ve TURAN, Z.M., 1991. Kuraklığın Bitki Fizyolojisi ve Morfolojisi Üzerine Etkileri, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, No: 8 189-199.

GÜNEN, Y. ve MISIRLI, A., 2004. Armut (Pyrus spp.) Yetiştiriciliğinde Anaç Kullanımı. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, No: 14, 111-118.

GÜNER, U., 2014. Toksikoloji. Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Edirne, 142s.

GÜNEŞ, A., CİCEK, N., İNAL, A., ALPASLAN, M., ERASLAN, F., GÜNERİ, E. ve

GÜZELORDU, T., 2006. Genotypic Response of Chickpea (Cicer arietinum L.) Cultivars to Drought Stress Implemented at Pre- and Post-Anthesis Stages and Its Relations with Nutrient Uptake and Efficiency. Plant Soil and Environment, 52(8): 368–376.

GÜR, İ., 2018. Su Stresi Uygulamalarının Bazı Armut Anaçlarında Morfolojik Ve Biyokimyasal Değişimlere Etkileri Doktora Tezi. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 89-107.

GÜREL, A. ve AVCIOĞLU, R., 2001. Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi.

HAİFENG, G., CUİNA, F., ve XİNNAN, L., 2011. Effects of Drought Stress Onantioxidant System of Leaves from Different Citrus Rootstocks. Agricultural Science and Technology, 11(8): 32–35

HARTMAN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES, F.T. ve GENEVE, R.L., 1997. The Biology of Grafting Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice-Hall, Inc, New Jersey, s. 662.

HASSAN, N.A.K., DREW, J.V., KNUDSEN, D., ve OLSON, R.A., 1970. Influence of Soil Salinity on Production of Dry Matter and Uptake and Distribution of Nutrients in Barley and Corn. 1. Barley (Hordeum vulgare L.). Agronomy Journey, 62: 43-45.

HU, Y., BURUCS, Z., TUCHER, S.V. ve SCHMİDHALTER, U., 2007. Short-Term Effects of Drought and Salinity on Mineral Nutrient Distribution Along Growing Leaves of Maize Seedlings. Environmental and Experimental Botany, 60: 268-275

HU, Y., SCHMİDHALTER, U., 2001. Effects of Salinity and Macronutrient Levels on Micronutrients in Wheat. Journal of Plant Nutrition, 24: 273–281.

HU, Y., TUCHER, S.V., SCHMİDHALTER, U., 2000. Spatial Distributions and Net Deposition Rates of Fe, Mn and Zn in the Elongating Leaves of Wheat under Saline Soil Conditions. Australia Journal Plant Physiology, 27: 53–59.

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

İPEK, M., 2015. In Vıtro Şartlarda Garnem ve Myrobolan 29 C Anaçlarının Kurak Stresine Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, , Konya, s. 142.

JALEEL, C.A., MANİVANNAN, M., WAHİD, A., FAROOQ, M., AL-JUBURİ, H.J., SOMASUNDARAM, Y. ve PANNEERSELVAM, R., 2009. Drought Stress in Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. International Journal of Agriculture and Biology, 11(1): 100-105.

JEFFERY, S., VERHEİJEN F.G.A., VAN DER VELDE, M. ve BASTOS A.C., 2011. A Quantitative Review Of The Effects Of Biochar Application To Soils On Crop Productivity Using Meta-Analysis. Agriculture, Ecosystems Environment 144 (1): 175–187.

JİANG, T., JAHANGİR, M., JİANG, Z., LU, X. ve YİNG, T., 2010. Influence of UV-C Treatment on Antioxidant Capacity, Antioxidant Enzyme Activity and Texture of Postharvest Shiitake (Lentinus edodes) Mushrooms During Storage. Postharvest Biology and Technology, 56(3): 209-215.

KACAR, B. ve İNAL, A., 2010. Bitki Analizleri, Nobel yayın dağıtım LTD.ŞTİ. Ankara s. 892.

KACAR, B., KATKAT A.V. ve ÖZTÜRK, Ş., 2002. Bitki Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 198, Vipaş A.Ş. Yayın No: 74. Livane Matbaası, İstanbul. s. 563.

KADIOĞLU, M. ve ÖZDAMAR, E., Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri İçinde JICA Türkiye Ofisi Yayınları, Ankara, 277-300

KALEFETOĞLU, T. ve EKMEKÇİ, Y., 2005. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri ve Dayanıklılık Mekanizmaları. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 18(4): 723-740.

KAMAU, S., KARANJA, N.K., AYUKE, F.O. ve LEHMANN, J., 2019. Short-Term İnfluence Of Biochar And Fertilizer-Biochar Blends On Soil Nutrients, Fauna And Maize Growth. Biology And Fertility Of Soils, 1-13.

KAPLUHAN, E., 2012. Türkiye'de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi, No: 27, 487-510.

KAVİTHA, B., REDDY, P.V.L., KİM, B., LEE, S.S., PANDEY, S.K. ve KİM, K.H., 2018. Benefits And Limitations Of Biochar Amendment İn Agricultural Soils: A Review. Journal Of Environmental Management, 227: 146-154.

KAYA, Ü., 2012. Ayvalık ve Gemlik Zeytin Fidanlarında Farklı Sulama Düzeylerinin Bazı Büyüme Parametreleri Üzerine Etkisi. Zeytin Bilimi, 3(1): 35-42.

KAYABAŞI, S., 2011. Kuraklık Stresinde Yetiştirilen Soyada (Glycine max L.) Bazı Fizyolojik Parametreler ile Prolin Birikiminin Araştırılması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s. 40.

KEMER, Y. ve COŞKAN, A., (2017). The Effects Of Walnut Shell And Thyme Stalk Biochar On Pepper: Plant Parameters. Infrastructure and Ecology of Rural Areas. 2(2): 737-746.

KHAN, M.B., HUSSAİN, N. ve IQBAL, M., 2001. Effect of Water Stress on Growth and Yield Components of Maize Variety YHS 202. Journele of Researche Science, 12: 15-18.

KHORASANİNEJAD, S., MOUSAVİ, A., SOLTANLOO, H., HEMMATİ, K., ve KHALİGHİ, A., 2011. The effect of drought stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of Peppermint (Menth piperita L.). Journal of Medicinal Plants Research Vol. 5 (22): 5360-5365.

KIRAN, S., KUŞVURAN, Ş., ÖZKAY, F. ve ELLİALTIOĞLU, Ş., 2015. Domates, Patlıcan ve Kavun Genotiplerinin Kuraklığa Dayanım Durumlarını Belirlemeye Yönelik Olarak İncelenen Özellikler Arasındaki İlişkiler. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(2): 9-25.

KIRAN, S., KUŞVURAN, Ş., ÖZKAY, F. ve ELLİALTIOĞLU, Ş., 2016. Tuza Tolerant ve Hassas Patlıcan Genotiplerinin Kuraklık Stresi Koşullarında Bazı Morfolojik Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2): 130-138.

KIRAN, S., ÖZKAY, F., ELLİALTIOĞLU, Ş. ve KUŞVURAN, Ş., 2014. Kuraklık Stresi Uygulanan Kavun Genotiplerinde Bazı Fizyolojik Değişimler Üzerine Araştırmalar. Toprak Su Dergisi, 3(1): 53-58.

KIRNAK, H.ve DEMİRTAŞ, M.N., 2002. Su Stresi Altındaki Kiraz Fidanlarında Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(3): 265-270.

KORKMAZ, K., 2007. Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi. Alatarım Dergisi, 6(2): 43-49.

KRAMER, P.J., 1983. Problems in Water Relations of Plants and Cells, International Review of Cytology Volume 85, 253-286

KUŞVURAN, S., YAŞAR, F. ve ELLİALTIOĞLU, Ş., 2012. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Çalışmalarında Antioksidant Enzim Aktiviteleri ile Dayanıklılık Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül, Konya, 472-477.

KUŞVURAN, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, s. 355.

KUŞVURAN, Ş., DAŞGAN, H.Y. ve ABAK, K., 2011. Farklı Kavun Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, No: 21(3) 209-219.

KUTLU, İ., 2010. Tahıllarda Kuraklık Stresi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, No: 3(1), 35-41.

KÜÇÜKYUMUK, C., SARISU, H.C., YILDIZ, H., KAÇAL, E. ve KOÇAL, H., 2015. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı 0900 Ziraat Kiraz Çeşidinde Su Stresinin Bazı Vejetatif Gelişim Parametrelerine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, No: 25(2), 180-192.

LEHMANN J., KERN, D., GERMAN, L., MCCANN, J., MARTINS, G.C. ve MOREİRA, A.,2003. Soil Fertility and Production Potential, Amazon Dark Earths s. 105-124

LEİDİ, E.O., SİLBERBUSH, M. ve LİPS, S.H., 1991. Wheat Growth as Affected by Nitrogen Type, pH and Salinity. II. Photosynthesis and Transpiration. Journal of Plant Nutrition, 14: 247-256.

LEVİTT, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Volume II. Water, Radiation, Salt and Other Stresses, Second Editation, Academic Press, s. 607.

Lİ, Y.C., FAN, W.G. ve CHEN, S.L., 2008. Soil Drought Stress on Membranelipid PerOxidation and Antioxidant Enzymes in Pear Rootstock. Journal of Zhejiang Forestry, 25: 437-441.

Lİ, Z., ZHOU, M., HU, Q., REİGHARD, S., YUAN, S., YUAN, N. ve LUO, H., 2012. Manipulating Expression of Tonoplast Transporters. In Plant Salt Tolerance, Humana Press, s. 432.

LİSAR, S.Y.S., MOTAFAKKERAZAD, R., HOSSAİN, M.H. ve RAHMAN I.M.M., 2012. Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses, Water Stress, 1–14.

LİU, B., Lİ, M., CHENG, L., LİANG, D., ZOU, Y. ve MA, F., 2012. Influence of Rootstock on Antioxidant System in Leaves and Roots of Young Apple Trees in Response to Drought Stress. Plant Growth Regulation, 67(3): 247-256.

LORENZ K. ve LAL R., 2014. Soil Organic Carbon Sequestration İn Agroforestry Systems. A Review, Agronomy for Sustainable Development 34: 443-454

LOWLER, D.W., CORNİC, G., 2002. Photosynthetic Carbon Assimilation and Associated Metabolism in Relation to Water Deficits in Higher Plants, Plant Cell Environ.25: 275–294.

MAHİEU, S., GERMON, F., AVELİNE, A., HAUGGAARD-NİELSEN, H., AMBUS, P., JENSEN, E.S., 2009. The Influence of Water Stress on Biomass and N Accumulation, N Portioning Between Above and Below Ground Parts and on N Rhizodeposition During Reproductive Growth Of Pea (Pisum sativum L.). Soil Biology and Biochemistry, 41: 380-387.

MAJOR, J., RONDON, M., MOLİNA, D., RİHA, S.J. ve LEHMANN, J., 2010. Maize Yield and Nutrition During 4 Years After Biochar Application to A Colombian Savanna Oxisol. Plant And Soil, 333(1-2): 117-128.

MAJOR, J., STEİNER, C., DOWNİE, A. ve LEHMANN, J., 2012. Biochar Effects on Nutrient Leaching. In Biochar For Environmental Management, 303-320.

MİKAN, C. J., ve MARS, D., ABRAMS., 1995. Altered Forest Composition and Soil Properties of Historic Charcoal Hearths in Southeastern Pennsylvania. Can. Journal. Forest Res. 25:687–696

MUKHERJEE, A. ve LAL, R., 2014. The biochar dilemma. Soil Research, 52: 217–230

OKA, H., RUNGATTANAKASİN, W., ARRORATANA. U. ve IDTHİPONG, S., 1993. Improvement of sandy soil in the northeast by using carbonized rice husks. JICA Technical Report, 13: 40-42

ÖNER, N., AYAN, S., SIVACIOĞLU, A., ve İMAL, B., 2006. Kuraklığın Tanımı ve Kurak Bölgelerin Ayrımında Kullanılan Yöntemler. Türkiye'de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolu Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, 7-10 Kasım, Ürgüp, 261-270.

ÖRS, S. ve EKİNCİ, M., 2015. Kuraklık Stresi ve Bitki Fizyolojisi. Derim, 32(2), 237-250.

ÖZCAN, S., GÜREL, E. ve BABAOĞLU, M., (Ed.), Bitki Biyoteknolojisi, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları İçinde (288-326). Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları,, Konya, s. 435.

ÖZÇAĞIRAN, R., ÜNAL, A., ÖZEKER, E. ve İSFENDİYAROĞLU, M., 2004. Ilıman İklim Meyve Türleri, Yumuşak Çekirdekli Meyveler, Cilt II, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, s. 200.

ÖZER, H., KARADOĞAN, T. ve ORAL, E., 1997. Bitkilerde Su Stresi ve Dayanıklılık Mekanizması. Journal of the Faculty of Agriculture, 28(3): 488-495.

ÖZPAY, T., 2008. Taze Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Genotiplerinin Kuraklık Stresine Olan Tepkilerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s. 58.

ÖZTÜRK, K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, No: 22(1), 47-65

ÖZTÜRK, N.Z., 2015. Bitkilerin Kuraklık Stresine Tepkilerinde Bilinenler ve Yeni Yaklaşımlar. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 3(5): 307-315.

ÖZYAVUZ, M., 2017. Biyokömürün (Biochar) Patlıcan Bitkisi Ve Toprağın Kimyasal Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 49-50.

PİMRATCH, S., JOGLOY, S., VORASOOT, N., TOOMSAN, B., PATANOTHAİ, A. ve HOLBROOK, C.C., 2008. Relationship Between Biomass Production and Nitrogen Fixation under Drought-Stress Conditions in Peanut Genotypes With Different Levels of Drought Resistance. Journal of Agronomy and Crop Science, 194: 15-20

PİMRATCH, S., JOGLOY, S., VORASOOT, N., TOOMSAN, B., PATANOTHAİ, A., HOLBROOK, C.C., 2008. Relationship Between Biomass Production and Nitrogen Fixation under Drought-Stress Conditions in Peanut Genotypes With Different Levels of Drought Resistance. Journal of Agronomy and Crop Science, 194: 15-20.

POUYAFARD, N., AKKUZU, E. ve KAYA, Ü., 2016. Kıyı Ege Koşullarında Yetiştirilen Ayvalık Zeytin Fidanlarında Su Stresine Bağlı Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi. Jotaf-Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, No: 13(1).

QİAO-HONG, Z.H.U., XİN-HUA, P.E.N.G., HUANG, T.Q., ZU-BİN, X.I.E. ve HOLDEN, N.M., 2014. Effect Of Biochar Addition On Maize Growth And Nitrogen Use Efficiency İn Acidic Red Soils. Pedosphere, 24(6): 699-708.

REİBE, K., ROß, C.L. ve ELLMER, F., 2015. Hydro-/Biochar application to sandy soils:impact on yield components and nutrients of spring wheat in pots. Archives of Agronomy and Soil Science, 61(8): 1055-1060.

ROGOVSKA, N., LAİRD, D.A., RATHKE, S.J. ve KARLEN, D.L., 2014. Biochar İmpact On Midwestern Mollisols And Maize Nutrient Availability. Geoderma, 230: 340-347.

RONDON, M., LEHMANN, J., OROZCO, J.A.R. ve HURTADO, M.D.P., 2007. Biological nitrogen fixation by common beans (Phaseolus vulgaris L.) increases with bio-char additions. Biol Fert Soils 43: 699-708

SAKURİ, N., ve KURAİSHİ, S., 1988. Water potential and mechanical properties of the cell wall of hypocotyls of dark grown squash (Cucurbita maxima Duch.) under water stress conditions.Plant Cell Physiol, 29: 1337-1343.

SANİ, B., ve FARAHANİ, H. A. 2010. Effect of P2O5 on coriander induced by AMF under water deficit stress. Journal of Ecology and the Natural Environment, 2 (4): 52-58.

SARANYA, K., KRİSHNAN, P.S., KUMUTHA, K. ve FRENCH, J., 2011. Potential For Biochar As An Alternate Carrier To Lignite For The Preparation Of Biofertilizers İn India. International Journal Of Agriculture, Environment And Biotechnology, 4(2): 167-172.

SARDANS, J. ve PENUELAS, J., 2004. Increasing Drought Decreases Phosphorus Availability in Evergreen Mediterranean Forest. Plant and Soil, 267: 367-377.

SARDANS, J., PENUELAS, J. ve OGAYA, R., 2008. Drought's Impact on Ca, Fe, Mg, Mo and S Concentration and Accumulation Patterns in the Plants and Soil of Mediterranean Evergreen Quercus ilex Forest. Biogeochemistry, 87: 49-69.

SARMA, R.K. ve SAİKİA, R.,2014. Alleviation Of Drought Stress İn Mung Bean By Strain Pseudomonas Aeruginosa GGRJ21. Plant and soil, 377(1-2): 111-126.

SAXENA, J., RANA, G. ve PANDEY, M., 2013. Impact Of Addition Of Biochar Along With Bacillus Sp. On Growth And Yield Of French Beans. Scientia Horticulturae, 162: 351-356.

SAYĞAN, E. B., 2016. Harran Ovası Kireçli Killi Toprak Özellikleri Üzerine Antepfıstığı Dış Kabuğu Biyokömür Uygulamasının Etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şanlıurfa, 103-105.

SGHERRY, C.L.M., PİNZİNO, C. ve NAVARİ-IZZO, F., 1996 Sunflower Seedlings Subjected to Increasing Water Stress by Water Deficit:Changes in O2- Production Relatedto the Composition of Thylakoid Membranes, Physiology, 96: 446-452.

SHALABY, E.E., EPSTEİN, E. ve QUALSET, C.O., 1993. Variation in Salt Tolerance Among Some Wheat and Triticale Genotypes. Journal Agronomy and Crop Science, 171: 298-304.

SHAO, H.B., CHU, L.Y., JALEEL, C.A., MANİVANNAN, P., PANNEERSELVAM, R. ve SHAO, M.A., 2009. Understanding Water Deficit Stress Induced Changes in the Basic Metabolism of Higher Plants–Biotechnologically and Sustainably Improving Agriculture and the Ecoenvironment in Arid Regions of the Globe. Critical Reviews in Biotechnology, 29(2): 131-151.

SHENBAGAVALLİ, S. ve MAHİMAİRAJA, S., 2012. Characterization and Effect of Biochar on Nitrogen and Carbon Dynamics in soil. I.J.A.B.R., VOL 2(2) 2012: 249-255 ISSN: 2250 – 3579.

SİBOMANA, I.C., AGUYOH, J.N. ve OPİYO, A.M., 2013. Water Stress Affects Growth and Yield of Container Grown Tomato (Lycopersicon esculentum Mill), Plantshe Global Journal of Biochemistry and Biotechnology, 2(4): 461-466.

SİBOMANA, I.C., AGUYOH, J.N. ve OPİYO, A.M., 2013. Water Stress Affects Growth and Yield of Container Grown Tomato (Lycopersicon esculentum Mill), Plantshe Global Journal of Biochemistry and Biotechnology, 2(4): 461-466.

SİDDİQUİ, A.R., NAZEER, S., PİRACHA, M.A., SALEEM, M.M., SİDDİQİ, SHAHZAD, S.M. ve SARWAR, G., 2016. The Production Of Biochar And İts Possible Effects On Soil Properties And Phosphate Solubilizing Bacteria. Journal Of Arid Agriculture And Biotechnology, 1(1): 27-40.

SİLVA, E.C, NOGUEİRA, R.J.M.C., VALE, F.H.A., ARAUJO, F.P. ve PİMENTA, M.A., 2009. Stomatal Changes Induced by Intermittent Drought in Four Umbu Tree Genotypes. Brazilian Journal of Plant Physiology, 21: 33-42.

SİLVA, M.A., JİFON, J.L., DA SİLVA, J.A.G. ve SHARMA, V., 2007. Use of Physiological Parameters as Fast Tools to Screen for Drought Tolerance in Sugarcane. Brazilian Journal Plant Physiology, 19: 193-201.

SİLVEİRA, J.A.G., COSTA, R.C.L. ve OLİVEİRA, J.T.A., 2001. Drought-Induced Effects and Recovery of Nitrate Assimilation and Nodule Activity in Cowpea Plants Inoculated with Bradyrhizobium spp. under Moderate Nitrate Level. Brazilian Journal of Microbiology, 32: 187-194.

SİNGH, A., SİNGH, A.P., SİNGH, S.K., RAİ, S. ve KUMAR, D., 2016. Impact of addition of biochar along with PGPR on rice yield, availability of nutrients and their uptake in alluvial soil. Journal of Pure and Applied Microbiology, 10(3), pp.2181-2189.

SİNGH, C., TİWARİ, S., GUPTA, V.K. ve SİNGH, J.S., 2018. The Effect Of Rice Husk Biochar On Soil Nutrient Status, Microbial Biomass And Paddy Productivity Of Nutrient Poor Agriculture Soils. Catena, 171: 485-493

SİVRİTEPE, N., ERTÜRK, U., YERLİKAYA, C., TÜRKAN, I., BOR, M. ve ÖZDEMİR, F., 2008. Response of the Cherry Rootstock to Water Stress Induced In Vitro. Biologia Plantarum, 52(3): 573-576.

SİVRİTEPE, N., ERTÜRK, Ü., YERLİKAYA, C., TÜRKAN, I., BOR, M., ve ÖZDEMİR, F, 2008. Response Of The Cherry Rootstock To Water Stress İnduced İn Vitro. Biologia Plantarum, 52(3): 573-576.

SMİRNOFF, N., 1998. Plant Resistance to Environmental Stress. Current Opinion in Biotechnology, 9(2): 214-219.

SOFO, A., DİCHİO, B., XİLOYANNİS, C. ve MASİA, A., 2004. Lipoxygenase Activity and Proline Accumulation in Leaves and Roots of Olive Trees in Response to Drought Stress. Physiologia Plantarum, 121(1): 58-65.

STEİNER, C., LEHMANN, J., JR, J.P.S., NELHS, T., ZECH, W. ve GLASER, B., 2004. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments, Plant and Soil ,249: 343-357.

SUN, H., LU, H., CHU, L., SHAO, H. ve SHİ, W., 2017. Biochar Applied With Appropriate Rates Can Reduce N Leaching, Keep N Retention And Not İncrease NH3 Volatilization İn A Coastal Saline Soil. Science Of The Total Environment, 575: 820-825.

SUTHER, D.M. ve PATEL, M.S., 1992. Yield and Nutrient Absorption by Groundnut and Iron Availability in Soil as Influenced by Lime and Soil Water. Journal Indian Society Soil Science, 40: 594–596.

TARAKÇIOĞLU, C., ÖZENÇ, D. B., YILMAZ, F. I., KULAÇ, S., ve AYGÜN, S., 2019. Fındık kabuğundan üretilen biyokömürün toprağın besin maddesi kapsamı üzerine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, No 34(1): 107-117.

TOPOLİANTZ, S., PONGE, JEAN-FRANÇOİS., ARROUAYS, D., BALLOF, S., ve LAVELLE, P., 2002. Effect of Organic Manure and Endogeic Earthworm Pontoscolex Corethrurus (Oligochaeta: Glossoscolecidae) on Soil Fertility and Bean Production. Biol. Fertil. Soils. 36: 313–319.

TRYON, E.H., 1948. Effect of Charcoal on Certain Physical. Chemical and Biological Properties of Forest Soils. Ecological Monographs. 18: 81–115.

TURAN, M. ve HORUZ, A., 2012. Bitki Beslemenin Temel İlkeleri, Bitki Besleme, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2: s. 123.

TURNER, L.B., 1985. Changes in the Phosphorus Content of Capsicum annuum Leaves During Water-Stress. Journal Plant Physiology, 121: 429–439.

TURNER, N.C., 1986. Crop water deficits : A decade of progress. Advan. in Agron., 39: 1-51.

TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU (TÜİK). 2015. Türkiye'nin Antep Fıstığı Üretimi

TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU (TÜİK). 2018. Türkiye'nin Antep Fıstığı Üretimi

UPRETİ, K.K., MURTİ, G.S.R. ve BHATT, R.M., 1998. Response of French Bean Cultivars to Water Deficits: Changes in Endogenous Hormones, Proline and Chlorophyll.Bıologıa Plantarum, 40(3): 381–388.

ÜNLÜKARA, A., KURUNÇ, A., KESMEZ, G.D., YURTSEVEN, E. ve SUAREZ, D.L., 2010. Effects of Salinity on Eggplant (Solanum melongena L.) Growth and Evapotranspiration. Journal of Irrigation and Drainage, 59: 203–214.

VAN ZWİETEN, L., KİMBER, S., MORRİS, S., CHAN, K.Y., DOWNİE, A., RUST, J., JOSEPH, S. ve COWİE, A., 2010. Effects Of Biochar From Slow Pyrolysis Of Papermill Waste On Agronomic Performance And Soil Fertility. Plant And Soil, 327(1-2): 235-246.

VERHEİJEN, F., JEFFERY, S., BASTOS, A.C., VAN DER VELDE, M. ve DİAFAS, I., 2010. Biochar Application To Soils. A Critical Scientific Review Of Effects On Soil Properties, Processes, And Functions. EUR, 24099, P.162. Microorganisms. Biotechnology And The Release Of Gmos, 1-18.

WANG, S., LİANG, D., Lİ, C., HAO, Y., MA, F. ve SHU, H., 2012. Influence of Drought Stress on the Cellular Ultrastructure and Antioxidant System in Leaves of Drought-Tolerant and Drought-Sensitive Apple Rootstocks. Plant Physiology and Biochemistry, 51: 81-89.

XU, G., WEİ, L.L., SUN, J.N., SHAO, H.B. ve CHANG, S.X., 2013. What İs More İmportant For Enhancing Nutrient Bioavailability With Biochar Application İnto A Sandy Soil: Direct Or İndirect Mechanism. Ecological Engineering, 52: s. 119.

YAĞMUR, Y., 2008. Farklı Asma (Vitis vinifera L.) Çeşitlerinin Kuraklık Stresine Karşı Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Tolerans Parametrelerinin Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, s. 108.

YİN, C., WANG X., DUAN, B., LUO, J., ve LI, C., 2005. Early Growth, Dry Matter Allocation and Water Use Efficiency of Two Sympatric Populus Species as Affected Water Stres. Enviromental and Experimental Botany, 53: 315-322.

ZAFAR-UL-HYE, M., DANİSH, S., ABBAS, M., AHMAD, M. ve MUNİR, T.M., 2019. ACC deaminase producing PGPR bacillus amyloliquefaciens and agrobacterium fabrum along with biochar improve wheat productivity under drought stress. Agronomy, 9(7): s. 343.

ZAİDİ, A., AHMAD, E., KHAN, M.S., SAİF, S. ve RİZVİ, A., 2015. Role Of Plant Growth Promoting Rhizobacteria İn Sustainable Production Of Vegetables: Current Perspective. Scientia Horticulturae, 193: 231-239.

ZEİD, I. M. ve SHEDEED, ZA., 2006. Response Of Alfalfa To Putrescine Treatment Under Drought Stress, Biologia Plantarum 50(4): 635-640

ZHANG, L., FAN, J., DİNG, X., HE, X., ZHANG, F. ve FENG, G., 2014. Hyphosphere İnteractions Between An Arbuscular Mycorrhizal Fungus And A Phosphate Solubilizing Bacterium Promote Phytate Mineralization İn Soil. Soil Biology And Biochemistry, 74: 177-183

ZİMMERMAN, A.R., GAO, B. ve AHN, M.Y., 2011. Positive And Negative Carbon Mineralization Priming Effects Among A Variety Of Biochar-Amended Soils. Soil Biology And Biochemistry, No: 43(6) 1169-1179

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nur NACAR TAŞKAYA
Uyruğu : Türkiye
Doğum Yeri ve Tarihi : Şanlıurfa/1995
Telefon : +90 553 869 67 38
Faks : -
e-mail : nur_nacar@icloud.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, Yıl	Bitirme Yılı
Lise	:	Şair Nabi Anadolu Lisesi, Eyyübiye, Şanlıurfa	2013
Üniversite	:	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Haliliye, Şanlıurfa	2017
Yüksek Lisans	:	Harran Üniversitesi, Haliliye, Şanlıurfa	2020
Doktora	:	-	-

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2016	GAPTAEM	Stajyer
2020	Şanlıurfa Teknokent	Lab. Sorumlusu

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER İngilizce

YAYINLAR -

EKLER

EK 1. Toprağa ait KDK, O.M, P ve K analizi sonuçları

Konular	KDK (me/100 g)			O.M %			P (kg/da)			K (kg/da)		
	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T
B0S1	12.9	12.2	11.3	0.89	0.85	0.87	4.03	5.59	4.85	1274	1188	1252
B0S2	12.4	11.7	12.9	0.87	0.84	0.84	3.04	3.86	6.53	1100	1047	1052
B0S3	11.9	12.4	13.4	0.85	0.87	0.86	5.51	3.86	3.7	1263	1285	1609
B1S1	12.9	13.7	13.3	0.96	0.99	0.99	4.08	6.41	6.09	1684	1533	1404
B1S2	12.8	13.2	13.8	0.95	0.97	0.96	2.88	3.7	4.69	1512	1285	1425
B1S3	13.5	13.6	14.3	1	0.96	0.98	3.53	4.03	5.67	1652	1868	1749
B2S1	13.9	14.5	13.7	1.2	1.2	1.2	4.52	5.18	3.7	1242	1728	1242
B2S2	13.6	13.4	14.3	1.1	0.94	0.95	3.7	4.44	3.78	2516	1630	1856
B2S3	14.5	13	14.1	1.2	0.95	1.2	5.51	5.26	4.19	2538	2764	2797
B3S1	14.7	15.8	15.3	1.3	1.6	1.1	5.84	5.76	7.24	2700	2710	3477
B3S2	14.9	12.2	14.8	1.3	0.84	1.5	5.59	6.41	3.95	2300	2700	3121
B3S3	14.1	14.9	11.3	1	1.2	1.1	4.03	4.05	4.27	3991	3585	3261

EK 2. Toprağa ait ec, kireç ve pH sonuçları

Konular	EC (dS/m)			Kireç (%CaCO3)			pH		
	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T
B0S1	1.23	1.25	1.08	18.24	19	19.38	8.25	8.23	8.33
B0S2	0.97	0.67	1.2	17.86	18.24	18.24	8.23	8.22	8.21
B0S3	0.59	0.96	1.12	17.86	17.86	17.48	8.27	8.3	8.34
B1S1	1.13	0.94	1.4	18.24	19	19.38	8.26	8.2	8.28
B1S2	0.8	1.13	1.2	19.38	18.24	17.48	8.21	8.25	8.29
B1S3	1.44	0.8	1.6	19	19.76	17.86	8.23	8.28	8.21
B2S1	1.78	1.55	1.33	19	18.24	18.24	8.26	8.23	8.22
B2S2	1.09	1.25	1.23	18.24	17.48	19	8.24	8.29	8.24
B2S3	0.69	0.73	0.56	18.24	17.48	18.24	8.29	8.3	8.4
B3S1	1.28	1.49	0.92	18.24	18.24	19.76	8.28	8.32	8.21
B3S2	1.42	1.16	1.96	19	19.38	17.1	8.29	8.23	8.28
B3S3	0.75	0.5	1.2	17.86	17.86	17.48	8.24	8.26	8.33

EK. 3. Toprağa ait mikro elementler (Fe, Mn, Zn, Cu) analiz sonuçları

Konular	Fe (ppm)			Mn (ppm)			Zn (ppm)			Cu (ppm)		
	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T	1T	2.T	3.T
B0S1	8.658	7.279	7.158	9.733	8.792	9.741	0.37	0.324	0.429	1.432	1.353	1.322
B0S2	7.177	6.065	5.958	6.549	4.776	6.325	0.294	0.186	0.215	1.364	1.122	1.123
B0S3	6.151	5.162	5.22	3.16	2.857	2.984	0.229	0.239	0.192	1.012	0.937	0.873
B1S1	7.145	7.09	6.4	8.377	8.542	10.94	0.334	0.347	0.297	1.294	1.19	1.318
B1S2	6.192	6.031	8.217	6.114	7.378	9.086	0.197	0.469	0.379	1.085	1.03	1.492
B1S3	6.576	6.187	6.818	4.12	3.375	3.384	0.291	0.258	0.297	1.105	1.127	1.265
B2S1	6.496	6.728	6.487	9.868	7.394	11.38	0.417	0.303	0.469	1.476	1.253	1.272
B2S2	7.17	9.067	6.97	6.912	9.896	6.256	0.331	0.306	0.339	1.313	1.487	1.269
B2S3	7.525	6.585	7.15	4.907	4.987	4.456	0.705	0.778	0.351	1.164	1.209	1.165
B3S1	6.022	6.816	7.125	9.239	9.204	9.76	0.292	0.38	0.433	1.099	1.243	1.348
B3S2	6.094	7.279	6.47	10.28	7.45	9.89	0.339	0.325	0.283	1.249	1.268	1.297
B3S3	6.884	7.535	6.987	4.238	4.183	4.503	0.39	0.289	0.284	1.214	1.214	1.251

EK 4. Bitkiye ait yeşil aksam, kök ağırlığı, toplam ağırlık 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
B0S1	2.26	26	1.12	0.92	0.8	1.01	3.15	2.45	2.2
B0S2	5.8	1.61	8.87	2.29	3.62	2.17	7.83	16.45	12
B0S3	8.46	12.41	14.85	2.89	3.54	5.39	11.37	14.66	20.34
B1S1	2.82	11.12	4.59	1.03	1.52	11.45	3.85	4.66	6.04
B1S2	8.19	3.1	5.67	3.11	1.6	2.7	11.8	6.22	8.35
B1S3	17	4.61	25.4	9	3.28	7.93	26	19	33
B2S1	2.76	15.88	6.9	0.89	1.04	2.43	3.64	3.58	9.3
B2S2	3.7	2.53	14.08	0.8	1.66	3.99	4.41	6.58	18.36
B2S3	26.48	4.88	25.85	7.82	11.14	7.73	34.22	40	33.56
B3S1	3.83	28.84	5.3	2.06	1.44	2.42	5.9	7.07	7.74
B3S2	19.55	5.62	3.63	10.43	2.5	1.7	29.44	9.05	5.34
B3S3	2.26	6.65	21	9	6.5	7.54	33	27	28

EK 5. Bitkiye ait bitki boyu, kök uzunluğu analiz sonuçları

Konular	Bitki Boyu (cm)			Kök Uzunluğu (cm)		
	1.T	2. T	3.T	1.T	2. T	3.T
B0S1	27	24	27	9	6	9
B0S2	25	38	34	13	15	12
B0S3	30	38	44	11.5	13	24
B1S1	12	29	28	7	8	6.5
B1S2	30	27	28.5	7.5	10	10.5
B1S3	47	54	51	15	11.5	11
B2S1	47	21	31	18	10	11
B2S2	24	26	35	12	9	9
B2S3	48	50	49	14.5	13	14
B3S1	23	24	24	7	11	11
B3S2	47	31	22	12	11.5	6
B3S3	50	37	49	17	17	13

EK 6. Bitkiye ait makro elementler (N, Mg, Ca) analiz sonuçları

Konular	N (%)			Mg (%)			Ca (%)		
	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T
B0S1	1.98	2.15	2.11	1.262	1.51	1.121	4.357	5.066	4.473
B0S2	2.04	3.15	2.46	1.023	1.07	1.07	4.018	3.951	4.552
B0S3	2.18	3.33	2.68	1.22	1.103	1.103	5.414	5.05	5.362
B1S1	3	3.05	3.2	1.118	0.12	0.94	4.15	3.969	3.672
B1S2	3.36	3.41	3.15	1.073	1.316	1.211	4.234	4.763	4.355
B1S3	3.52	3.68	3.35	1.204	1.153	1.236	5.069	4.286	4.779
B2S1	3.25	3.29	3.3	1.042	1.174	1.126	3.54	3.718	3.621
B2S2	3.4	3.3	3.31	1.305	1.291	1.056	4.515	4.332	4.302
B2S3	3.87	3.88	4.16	1.126	1.166	1.186	4.174	4.222	4.367
B3S1	4.05	3.47	3.52	1.02	0.93	1.095	3.351	3.111	4.168
B3S2	4.3	4.37	4.35	1.123	1.314	1.277	4.242	4.539	4.627
B3S3	4.58	4.75	4.85	1.15	1.221	1.512	4.222	4.212	4.215

EK 7. Bitkiye ait makro elementler (P, K) analiz sonuçları

Konular	P (%)			K (%)		
	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T
B0S1	0.111	0.1583	0.105	1.665	1.883	1.432
B0S2	0.123	0.1069	0.1045	1.425	1.548	1.228
B0S3	0.1258	0.1235	0.1098	0.8894	1.292	1.237
B1S1	0.1042	0.1328	0.1039	2.11	19.998	2.062
B1S2	0.1373	0.1313	0.1412	2.148	1.696	1.725
B1S3	0.1278	0.1343	0.1297	1.61	0.154	1.958
B2S1	0.0989	0.0936	0.0965	2.753	2.458	2.6112
B2S2	0.1234	0.1106	0.1087	2.04	2.116	2.172
B2S3	0.1312	0.1489	0.125	1.848	1.736	1.8902
B3S1	0.0916	0.0959	0.1205	2.256	3.332	2.509
B3S2	0.0971	0.1237	0.1078	2.305	2.344	2.33
B3S3	0.1612	0.1531	0.1825	2.174	2.131	2.031

EK 8. Bitkiye ait mikro elementler (B, Mn, Na) analiz sonuçları

Konular	Bor (ppm)			Mn (ppm)			Na (ppm)		
	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T
B0S1	67.72	60.66	50.69	85.92	62.79	56.88	4047	6018	2325
B0S2	92.99	67.69	64.42	59.06	68.41	49.82	4582	6872	6319
B0S3	57.96	65.82	65.57	147.7	70.91	70.53	6848	6958	7456
B1S1	59.54	50.38	63.67	70.38	72.05	50.4	7445	7404	5388
B1S2	72.51	65.09	68.97	54.87	77.08	66.08	4732	7898	6730
B1S3	68.45	66.3	76.56	80.16	81.96	85.68	6809	6319	7207
B2S1	63.35	65.55	64.45	54.27	52.31	53.23	5673	4322	5371
B2S2	81.84	87.89	80.27	62.58	87.37	86.64	7720	7979	7251
B2S3	77.53	87.01	80.31	60.55	74.49	70.05	6426	7680	5862
B3S1	80.92	86.25	83.53	53.15	40	68.23	7267	5759	4983
B3S2	77.62	88.77	92.14	64.75	53.85	61.14	4177	8912	7693
B3S3	107.7	109.1	100.3	73.6	69.55	72.02	8433	8870	8131

EK 9. Bitkiye ait mikro elementler (Cu, Fe, Zn) analiz sonuçları

Konular	Cu (ppm)			Fe (ppm)			Zn (ppm)		
	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T	1.T	2.T	3.T
B0S1	18.46	13.7	6.77	2539	800	1087	27.63	46.26	14.86
B0S2	12.7	8.79	13.03	1567	1758	1050	25.76	19.73	16.82
B0S3	13.11	8.01	598	1340	1320	1932	16.18	20.21	24.08
B1S1	8.53	20.53	18	1361	1216	1263	36.02	23.68	38.42
B1S2	11.52	9.68	8.26	1030	2183	1575	22.62	15.09	24.1
B1S3	9.67	9.64	11.8	1989	1984	2373	16.94	8.29	10.78
B2S1	7.83	9.08	8.65	992	1106	1062	23.95	36.25	25.65
B2S2	6.98	12.79	10.03	1083	2206	2289	23.29	21.38	9.28
B2S3	10.55	7.79	10.03	1238	1405	1560	10.23	7.45	13.7
B3S1	12.73	8.69	11.31	1324	1550	2219	36.42	23.56	22.61
B3S2	11.73	11.28	11.88	1435	892	1101	21.67	21.06	23.92
B3S3	6.05	6.73	5.64	1305	1100	1356	9.73	15.12	20.03