

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**KENTSEL ARITMA ÇAMURUNUN FASULYEDE (*Phaseolus vulgaris* L.) ÇIKIŞ
ORANI VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Turgay BAŞDİNÇ
DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇİRKA

VAN-2020

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**KENTSEL ARITMA ÇAMURUNUN FASULYEDE (*Phaseolus vulgaris* L.) ÇIKIŞ
ORANI VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Turgay BAŞDİNÇ

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL-2019-8282
No'lu proje olarak desteklenmiştir

VAN-2020

KABUL VE ONAY SAYFASI

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇIRKA danışmanlığında, Turgay BAŞDİNÇ tarafından sunulan "Kentsel Arıtma Çamurunun Fasulye de (*Phaseolus vulgaris* L.) Çıkış Oranı ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 08/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Özlem ÜZAL

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kenan GEÇER

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇIRKA

İmza:

2020/8-I Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 31 / 01 / 2020 tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Turgay BAŞDİNÇ

ÖZET

KENTSEL ARITMA ÇAMURUNUN FASULYEDE (*Phaseolus vulgaris* L.) ÇIKIŞ ORANI VE FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

BAŞDİNÇ, Turgay
Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇIRKA
Ocak 2020, 67 sayfa

Bu çalışma, iklim odası şartlarında bodur (Efsane) ve sırik (Öz Ayşe) fasulye çeşitlerinin artan dozlarda (% 0, % 25, % 50, % 75, % 100) kentsel arıtma çamuruna bağlı olarak fide çıkış oranı ve fide gelişimini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yapılan çalışmada, ilk çıkış ve ilk yaprak oluşumu süresi, fide boyu, kök uzunluğu, yaprak rengi, yaprak alanı, yaprak sayısı, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı gibi bitki morfolojik özellikleri ve bitkide Na, Ca, K, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn, Co, Ni, Cr, Cd gibi bitki besin elementleri ve ağır metal içerikleri incelenmiştir.

Yapılan morfolojik ölçümler, % 25 ve % 50'lik arıtma çamuru dozlarının fide çıkışı ve ilk gerçek yaprak oluşumuna olumlu yönde etkilediğini, % 75 ile % 100 dozlarda ise olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Artan dozlarda arıtma çamurunun bitkide Cu, K, Mg, Mn ve Zn gibi ağır metal içeriklerinde istatistiki açıdan önemli bir artış gözlemlenirken Ni, Cd, Co, Cr, Fe, Na ve Ca değerlerinde ise bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir.

Bitkilerde Ca içeriğinin bitki gelişimi açısından yararlı miktarda olduğu belirlenmiştir. Cu, Cd, Ni, Mn, Zn ve Cr gibi ağır metal içeriklerinin yüksek oluşu ve buna bağlı olarak meydana gelen toksik etkiden dolayı bitki gelişimi olumsuz yönde etkilenmiştir. Ayrıca % 100 arıtma çamuru dozlarında bitki çıkışlarının olmadığı tespit edilmiştir. Efsane çeşidinin artan dozlarda arıtma çamuruna karşı olan direncinin Öz Ayşe çeşidine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan analizler neticesinde, bodur çeşidin sırik çeşidinden daha fazla ağır metal barındırdığı ve her iki çeşidin ağır metal içeriği toksik sınırının çok üzerinde olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Arıtma çamuru, Bodur fasulye, Sırik fasulye

ABSTRACT

THE EFFECTS OF URBAN TREATMENT SLUDGE ON OUTPUT RATE AND SEEDLING DEVELOPMENT IN BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.)

BAŞDİNÇ, Turgay
M. Sc.Thesis, Department of Horticulture
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Mustafa ÇİRKA
January 2020, 67 pages

This study was carried out to determine seedling output rate and seedling growth due to urban treatment sludge in increasing doses (0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %) of stunted (Efsane) and pole (Öz Ayşe) bean cultivars under climatic chamber conditions. In this study, first exit and first leaf formation time, seedling length, root length, leaf color, leaf area, number of leaves, seedling age weight, seedling dry weight, root age weight and root dry weight of plant morphological properties and Na, Ca, K, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn, Co, Ni, Cr, Cd were investigated.

Morphological measurements show that 25 % and 50 % treatment sludge doses have a positive effect on seedling output and the first true leaf formation and are not effective at 75 % and 100 % doses. There should be a significant increase in heavy metal contents such as Cu, K, Mg, Mn and Zn in increasing doses of treatment sludge while there is a decrease in Ni, Cd, Co, Cr, Fe, Na and Ca values.

It was determined that Ca content of plants was beneficial in terms of plant growth. Cu, Cd, Ni, Mn, Zn and Cr heavy metal contents such as high and toxic effects due to the resulting plant growth was negatively affected. In addition, it was determined that there is no plant outflow at 100 % treatment sludge doses. It has been determined that the resistance of the legendary variety against treatment sludge in increasing doses is higher than Öz Ayşe variety. As a result of the analyzes, it was found that the dwarf variety contained more heavy metals than pole type and both types were above the toxic limit of heavy metal content.

Keywords: Dwarf bean, Pole bean, Sewage sludge



ÖN SÖZ

Tez çalışma konusunun belirlenmesinde ve çalışma boyunca her türlü bilgi, birikim ve yardımlarından dolayı danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇIRKA' ya teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışması boyunca bilgi ve desteklerinden dolayı Doç. Dr. Tamer ERYİĞİT hocama ve deneme analizlerinde yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Bulut SARGIN hocama teşekkür ederim. Tez çalışmam ve eğitim hayatım boyunca maddi manevi her türlü desteklerini benden esirgemeyen değerli aileme teşekkür ederim.

2020

Turgay BAŞDİNÇ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1. Bitki materyalini hazırlanması	9
3.1.2. Yetiştiricilik ortamının hazırlanması	9
3.1.3. Arıtma çamuru toprak analizi.....	10
3.1.4. Denemede kullanılan malzemeler	11
3.2. Yöntem	12
3.2.1. Bitki çeşitlerinin hazırlanması ve çimlendirmesi	12
3.2.2. Bitki mineral madde ve ağır metal içerik analizi	13
3.2.3. Verilerin istatistiksel analizi	14
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	17
4.1. Bitki Morfolojik Analizleri.....	17
4.1.1. Çıkış oranı (Gün).....	17
4.1.2. İlk yaprak oluşumu (gün).....	19
4.1.3. Fide boyu (cm)	21
4.1.4. Kök uzunluğu (cm).....	23
4.1.5. Yaprak rengi (açık yeşil, orta yeşil, koyu yeşil).....	25
4.1.6. Yaprak alanı (cm ²).....	25
4.1.7. Yaprak sayısı (Adet).....	27
4.1.8. Fide yaş ağırlık (g).....	28
4.1.9. Fide kuru ağırlık (g).....	30

	Sayfa
4.1.10. Kök yaş ağırlık (g).....	32
4.1.11. Kök kuru ağırlık (g).....	34
4.2. Bitkide Mineral Madde ve Ağır Metal İçerikleri	36
4.2.1. Kalsiyum (Ca)	36
4.2.2. Bakır (Cu)	38
4.2.3. Potasyum (K).....	39
4.2.4. Magnezyum (Mg)	41
4.2.5. Kadmiyum (Cd).....	43
4.2.6. Nikel (Ni)	45
4.2.7. Kobalt (Co).....	47
4.2.8. Mangan (Mn).....	49
4.2.9. Çinko (Zn).....	51
4.2.10. Sodyum (Na)	53
4.2.11. Krom (Cr).....	55
4.2.12. Demir (Fe)	57
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR.....	63
ÖZ GEÇMİŞ.....	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Arıtma çamuruna ait bazı kimyasal analiz sonuçları.....	10
Çizelge 4.1. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen ilk çıkış (gün) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	17
Çizelge 4.2. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen ilk çıkış (gün) ortalama değerleri ve oluşan gruplar.....	18
Çizelge 4.3. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen ilk yaprak oluşumu (gün) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	19
Çizelge 4.4. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen ilk yaprak oluşumu (gün) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	20
Çizelge 4.5. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen fide boyu (cm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	21
Çizelge 4.6. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen fide boyu (cm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	22
Çizelge 4.7. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen kök uzunluğu (cm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	23
Çizelge 4.8. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen kök uzunluğu (cm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	24
Çizelge 4.9. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen yaprak alanı (cm ²) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.10. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen bitki yaprak alanı (cm ²) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	26
Çizelge 4.11. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen yaprak sayısı (adet) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	27
Çizelge 4.12. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen yaprak sayısı (adet) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	27
Çizelge 4.13. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen fide yaş ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.14. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen fide yaş ağırlığı (g) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	29

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.15. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen fide kuru ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.16. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen fide kuru ağırlığı (g) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	31
Çizelge 4.17. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen kök yaş ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.18. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen kök yaş ağırlığı (g) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	33
Çizelge 4.19. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen kök kuru ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.20. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen kök kuru ağırlığı (g) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	34
Çizelge 4.21. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Ca değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.22 Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Ca (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	36
Çizelge 4.23. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Cu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçlar	38
Çizelge 4.24. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Cu (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	38
Çizelge 4.25. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen K değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.26. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen K (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	40
Çizelge 4.27. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Mg değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 4.28. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Mg (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	42
Çizelge 4.29. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Cd değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	43

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.30. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Cd (ppm)ortalama değerleri ve oluşan gruplar	44
Çizelge 4.31. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Ni değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	45
Çizelge 4.32. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Ni (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	46
Çizelge 4.33. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Co değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.34. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Co (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	48
Çizelge 4.35. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Mn değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.36. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Mn (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar	50
Çizelge 4.37. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Zn değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	51
Çizelge 4.38. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Zn (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar.....	52
Çizelge 4.39. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Na değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	53
Çizelge 4.40. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Na (ppm)ortalama değerleri ve oluşan gruplar	54
Çizelge 4.41. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Cr değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.42. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Cr (ppm)ortalama değerleri ve oluşan gruplar	56
Çizelge 4.43. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Fe değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	57
Çizelge 4.44. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Fe (ppm)ortalama değerleri ve oluşan gruplar	58



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Efsane ve Öz Ayşe çeşitlerinin ekimi.....	14
Şekil 3.2. Tohumun çimlenmesi ve ilk gerçek yapraklarının oluşumu.....	14
Şekil 3.3. Deneme çalışmasında % 0 dozdaki (soldaki resim) ve % 75 dozdaki kök gelişimleri.....	15
Şekil 3.4. Bitki fide ve kök ölçümleri	15
Şekil 4. 1. Fasulye çeşitlerinde ilk çıkışa (gün) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu	19
Şekil 4.2. Fasulye çeşitlerinde ilk yaprak oluşumuna (gün) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.	21
Şekil 4.3. Fasulye çeşitlerinde fide boyuna (gün) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.	23
Şekil 4.4. Fasulye çeşitlerinde kök uzunluğuna (gün) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu	24
Şekil 4.5. Fasulye çeşitlerinde yaprak alanına (cm ²) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.	26
Şekil 4.6. Fasulye çeşitlerinde, yaprak sayısına (adet) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.	28
Şekil 4.7. Fasulye çeşitlerinde fide yaş ağırlığına ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu..	30
Şekil 4.8. Fasulye çeşitlerinde fide kuru ağırlığına ait (g) çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu..	32
Şekil 4.9. Fasulye çeşitlerinde kök yaş ağırlığına (g) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.	33
Şekil 4.10. Fasulye çeşitlerinde kök kuru ağırlığına (g) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.	35
Şekil 4.11. Fasulye çeşitlerinde Ca elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.	37
Şekil 4.12. Fasulye çeşitlerinde Cu elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu	39

Şekil 4.13. Fasulye çeşitlerinde K içeriğine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.	41
Şekil 4.14. Fasulye çeşitlerinde Mg içeriğine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.	43
Şekil 4.15. Fasulye çeşitlerinde Cd elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.	45
Şekil 4.16. Fasulye çeşitlerinde Ni elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.	47
Şekil 4.17. Fasulye çeşitlerinde Co elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.	49
Şekil 4.18. Fasulye çeşitlerinde Mn elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu	51
Şekil 4.19. Fasulye çeşitlerinde Zn elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu	53
Şekil 4.20. Fasulye çeşitlerinde Na elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu	55
Şekil 4.21. Fasulye çeşitlerinde Cr elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.	57
Şekil 4.22. Fasulye çeşitlerinde Fe ait çeşit ve farklı arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.	59

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

Cu	Bakır
Zn	Çinko
pH	Çözelti derecesi
Fe	Demir
g	Gram
Cd	Kadmiyum
Ca	Kalsiyum
Cr	Krom
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
µS	Mikrosimens
Ni	Nikel
p	Önem düzeyi
K	Potasyum
cm	Santim
cm ²	Santimetrekare
Na	Sodyum
%	Yüzde

Kısaltmalar

Açıklama

ppm	Milyarda bir kısım
TKKY	Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği



1. GİRİŞ

Gen merkezi Amerika ve Güney Asya olan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) sıcak ılıman bölgelere oldukça iyi adapte olmuş sıcak iklim bitkisidir. İklim özelliği olarak çimlenme döneminde sıcak, çiçeklenme döneminde ise nispi neme ve kuraklığa karşı hassastır (Şehirli, 1988).

Gelişmekte olan ülkelerin üretip ve tükettiği en önemli yemeklik tane baklagillerden olan fasulye aynı şekilde ülkemizde de insan beslenmesi açısından önemli derecede üretilip tüketilen karbonhidrat ve protein içeriği açısından zengin bir besindir. Baklagiller familyasından olan bu bitki, tanelerinde % 22- 30 gibi yüksek derece protein ihtiva etmektedir ve besin maddesi olarak insan beslenmesindeki öneminin büyük olduğu görülmektedir. Kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor ve karbonhidrat içeriği ve vitamin bakımından zengindir. Ayrıca bitkisel protein kaynaklarından biridir (Akçin, 1988).

Yemeklik dane baklagillerin besin içeriklerine bakıldığında, bitkisel proteinlerinin % 22'sini karbonhidratların % 7'sini, hayvan beslenmesindeki proteinlerin % 38'i ve karbonhidratların % 5'i baklagillerden sağlanmaktadır. Bu açıdan bakıldığında insanların beslenmesinde gerekli olan proteini ve karbonhidratı karşılamak için özellikle son zamanlarda konserve ve dondurulmuş gıda sanayisinde de fasulye önemli bir yerdedir (Wery ve Grinac, 1983).

Fasulye insan beslenmesinde olduğu gibi hayvan beslenmesinde de dolaylı bir şekilde yararlı olmuş ve hayvancılık alanında önemli bir yere sahip olmuştur. Baklagiller familyasından olan fasulye, köklerinde nodül adı verilen yumru şeklinde çıkıntılara sahiptir. Bu nodüller vasıtasıyla nodozite bakterileri (*Rhizobium phaseolli*) havanın serbest azotunu bağlayarak bitkinin kullanabileceği forma dönüştürür ve böylece toprağın azotça zenginleşmesini sağlar. Bakterilerin bu özelliğinden dolayı, yetişme dönemi boyunca bir dekarlık fasulye ekiminde nodozite bakterileri toprağa 3-5 kg saf azot fikse etmektedirler (Şehirli, 1988).

Farklı çeşitler barındıran fasulye bitkisinin, gövde büyüme şekline göre sırik ve bodur olmak üzere iki tipi mevcuttur. Bodur tiplerinin sırik çeşitlere göre ana saplarında ki boğum sayısı 3-10 adet, boylarının 20-60 cm, bakla boyunun 8-12 cm, bakla eninin

7-25 cm ve bin dane ağırlığı ise 200-300 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Sepetoğlu, 1992).

İklim isteği olarak fasulyenin dünya üzerinde yayılışında sınırlayıcı faktör sıcaklık olarak bilinmektedir. Yaz ayları ortalaması 10 °C'nin altında olan yerlerde baklaları tamamen olgunlaşmamakta, günlük ortalama sıcaklığının 32 °C'nin üzeri olduğu yerlerde de çiçeklerini dökmektedir (Şehirli, 1988). Ülkemizin hemen her yerinde tarımı yapılabilmektedir ve en yoğun olarak yapılan yer ise Orta Anadolu bölgesidir.

Dünya genelinde hızla artan insan nüfusuna gıda ve tarımsal sanayiye hammadde sağlamak amacıyla tarımsal üretimi şimdiki seviyeden daha üst bir noktaya taşımak kaçınılmaz olmuştur. Tarımsal üretimi artırmak, ya birim alandan en fazla verimi sağlayan bitkileri yetiştirmek ya da üretim alanlarını geliştirmek şeklinde olması gerekmektedir. Günümüzde tarım yapılan arazilerimiz diğer ülkelerde olduğu gibi bizde de üst sınırlarına dayanmıştır. Bu nedenle birim alanda daha fazla verim almanın yolları aranmakta ve bilimsel çalışmalar her geçen gün bu yönde gelişmektedir (Önder, 1993).

Ekosistemin kendisini yenileyememesinden kaynaklı sorunların daha büyük boyutlara gelebileceği gerçeği, günümüzde gerçekleşen doğa olaylarında kendisini göstermektedir. Hızlı kentleşmeye bağlı olarak meydana gelen nüfus artışı nedeniyle ortaya çıkan atıklar, doğada yeniden değerlendirilmek üzere her hangi bir işlemde geçmemektedir. Bu nedenle biriken atıklar sonucunda canlı mekanizmanın zarar görmesi kaçınılmazdır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), biyolojik kaynaklı atık materyallerin insan sağlığına olumsuz bir şekilde etkilediğini yaptığı araştırmayla ortaya koymuştur. Yapılan araştırmada son 10 yılda 160.000 insanın tifo ve dizanteri gibi hastalıklardan dolayı hayatını kaybettiğini belirtmiştir (Anonim, 2008).

Hızlı kentleşmeden dolayı ortaya çıkan önemli sorunlarından biri de biyolojik arıtma çamurlarıdır. Bu çamurun bertarafı amacıyla depolama ve yakma işlemleri yapılmaktadır. Çamurun bertarafı atık su idaresi maliyetinin daima önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Mevcut yöntemlerle bu sorun çözülmediği için bu konuda yeni araştırmalar yapma zorunluluğu doğmuştur. Birçok ülkede son 20 yılda belirli arıtma çamur bertarafı pratikleri için düzenlemeler yapılmaktadır. Örneğin atıkların okyanuslara akıtılması ve arazi dolgularında kullanılması üzerinde yasal sınırlamalar getirilmiş, bu da arıtma çamurunun tarımsal alanda kullanılmasına alternatif bir bakış

açısı kazandırmıştır. Tarımda kullanım durumuna bakıldığında bugüne kadar yapılan araştırmaların ortak bulgusu, çamurların bitki yetiştirmek bakımından ekonomik bir değer taşıdığı hususunda hiçbir kuşkunun bulunmamasıdır. Fakat arıtma çamurunun kontrolsüzce doğaya verilmesi veya alternatif kullanım alanlarının bulunamaması büyük riskler oluşturmaktadır. Bu risklerin en önemlilerinden biri de dönüşümü yapılamayan biyolojik atıklar olup başta insan olmak üzere hayvanlara, bitkilere ve ayrıca toprağa da olumsuz yönde etkilemektedir (EPA, 2012).

Tabatabai ve Frankerberger (1979) yaptıkları bir çalışmada, arıtma çamurlarının kuru madde içeriğinde yaklaşık olarak % 50-70 oranında organik madde ve önemli derecede bitki besin elementleri içermektedir. Bu sebepten dolayı son yıllarda toprak için önemli bir organik madde ve organik gübre kaynağı olarak değerlendirildiğini ve aynı zamanda arıtma çamurunun bitki besin değerlerinin ahır gübresi ve organik kompost bileşenlerine benzer olduğunu ortaya koymuşlardır.

Logan ve Chaney (1983), uzun yıllar işlenen topraklarda Zn ve Cu gibi iz elementlerin sık sık eksikliğinin ortaya çıkabileceği ve arıtma çamuru uygulamalarının bu metallerin eksikliğini gidermede yardımcı olabileceğini ve N ve P gereksinimi için arıtma çamuru uygulandığında gerekli diğer besin elementlerinin çoğunun bitkinin ihtiyacını yeterince karşılayabileceği bildirilmişlerdir.

Yapılan araştırmada atık ürünlerden olan kentsel biyolojik arıtma çamuru, yetiştiricilikte katı ortam materyali olarak kullanılmıştır. Bu çalışma arıtma çamurunun bünyesinde yer alan bitki besin elementlerinin ve ağır metal içeriklerinin sırik ve bodur fasulye çeşitleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yapılan çalışma ile biyolojik atık arıtma çamurunun sırik ve bodur fasulye yetiştiriciliği yapılan alanlarda başarılı bir şekilde kullanılması amacıyla arıtma çamurunun hangi oranda kullanılacağına belirtilmesi ve nitelik olarak bu kirlilik kaynağının güvenli ve yararlı bir kaynağa dönüştürülme imkânının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Aritma çamurunun fasulyede çıkış ve fide gelişimi üzerindeki etkilerini belirleme maksadıyla yapılan bu çalışmada, günümüzde hızla artan çevre kirliliğini bir bileşeni olan atık çamurların değerlendirilmesi ile tarıma kazandırılması ve toprak bünyesinin organik madde bakımından zenginleştirilmesi amaçlanarak yapılmıştır. Aritma çamuru faklı bitkilerde de katı ortam olarak denenmiş ve etkileri incelenmiştir.

Salt ve ark. (1995), bitkiler su ve iyon alımın azalmasının bitkide yarayış miktarından fazla olan kadmiyum stresinden kaynaklandığını belirtmiştir. Kadmiyum stresinde bitki kökleri büyüme ve gelişimini durdurduğunu ve ayrıca kadmiyum stresi altındaki bitkilerde stomaların kapanması nedeniyle transpirasyonla su kaybı azaltmakta ve kadmiyum taşınması engellendiğini bildirmişlerdir.

Cimrin ve ark. (2000), mısır bitkisinin fosfor ile artan dozda arıtma çamuru uygulamalarının bitki gelişimi ve bazı bitki besin maddelerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada mısır bitkisinin, bitki kuru ağırlığı, toprak üstü aksam ağırlığı, bitkinin fosfor, çinko ve demir içeriğini önemli düzeyde ($P<0.05$) artırdığını belirtmiştir. Çalışmada bitki kök kuru ağırlığı ve bitki mangan içeriğini önemsiz bulunurken bakır miktarının da önemli derecede ($P<0.05$) azaldığını belirtmişleridir. Aritma çamuru miktarı arttıkça bitkinin fosfor içeriği azalmış, ancak bu azalma fosforun tümünün 80 ppm arıtma çamuru ile verildiği uygulamaya kadar kendi aralarında istatistik olarak önemsiz bulunduğunu ve arıtma çamuru bitkinin fosfor ihtiyacının bir kısmının karşılanmasında kullanılabileceğini tespit etmişlerdir.

Türkmen ve ark. (2001), hıyarda çıkış ve fide kalitesine kentsel arıtma çamurunun etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışma 2:2:1 oranında bahçe toprağı, yanmış çiftlik gübresi ve pomza ile hazırlanan ekim karışımında 100 g'lık çiftlik gübresine artan dozlarda % 25, % 50, % 75 ve % 100 oranlarında kentsel arıtma çamuru kullanmıştır. Yapılan uygulamaların çıkış oranı ve süresi, fide uzunluğu, yaprak genişlik ve uzunluğu, gerçek yaprak çıkış süresi, sürgün ve kök boyu, sürgün ve kök yaş ve kuru ağırlıkları ile yaprak sayı ve alanına etkileri gözlenmiştir. Araştırma sonucunda kentsel arıtma çamurunun bitkinin çıkış ve fide kalitesine olumlu etki yaptığını rapor etmişlerdir.

Topçuoğlu ve ark. (2003), sera ortamında domates ile ilgili yapılan denemelerde, toprağa artan oranlarda uygulanan arıtma çamurunun gerek ilk yıl ve gerekse ikinci yıl domateste Ca, N, K, P, Fe, Mg, Mn, Zn, Ni, Pb, Cu ve Cd içeriklerini artan oranlarda değiştirmiştir. Böylelikle arıtma çamurlarının içeriği yetiştiriciliği yapılan ürün üzerinde tesirini göstererek bitkilerin mineral içeriğine yansımıştır. Çamurun içeriğindeki yüksek orandaki metal tuzlar ve minareler domates bitkisinde toksik etkiye ve gelişme geriliğine neden olduğu belirtilip Pb ve Cd gibi ağır metal içeriklerin de insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek sınır değerlerini geçtiğini bildirilmiştir. Artan dozlarda arıtma çamurlarının bitkilerde meyve miktarlarını, meyvelerde kuru madde kapsamalarını ve N, P, K, Mg, Fe içeriklerinin artırdığını belirtmiştir. Toprağa uygulanan düşük düzeylerdeki arıtma çamuru, düşük oranlarda bitki gelişimini teşvik ederken, yüksek oranlarda yenilemeli uygulanan arıtma çamurunda ise yüksek oranlarda ağır metal içeriğinin olduğunu bildirmişlerdir.

Küçükhemek ve ark. (2006), organik madde ve besin elementleri bakımından fakir olan bir toprağa çim bitkisinin yetiştirilmesinde dört farklı düzeyde (0, 40, 50, 120 ton/ha) kentsel arıtma çamurunun ağır metal (Mn, Zn, Ni, Cu, Cr, Pb, Cd) içeriklerini incelemiştir. Bu şekilde arıtma çamuru uygulamalarının kontrol grubuna göre çim bitkisinin Zn, Ni, Cu, Cr ve Pb içeriklerinde artış olduğu, Mn içeriğinde ise düşüşe neden olduğunu belirlemiştir.

Asri ve Sönmez. (2006), ağır metal toksisitesinin bitki metabolizmasına etkilerini inceleyen bir araştırmada, bitki bünyesine giren ağır metaller bitkinin gelişimini engellemekte ve verimliliklerine olumsuz etki gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bu metallere Zn miktarının normal bitkilerde 5-100 ppm arasında olduğu toksik etkisinin ise önemli düzeyde ($P<0.05$) ve 400 ppm'den sonra başlayıp kök meristem hücrelerinde birikmesiyle profazın sonundaki olayları engelleyerek mitoz bölünmeyi engellediğini tespit etmişlerdir. Cu içeriği ise miktar olarak 100 mg/kg, bitki kuru maddesinde ise 15-30 mg/kg'dan fazla olduğunda önemli ($P<0.05$) ölçüde toksik etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Demirtaş ve ark. (2013), örtü altı domates yetiştiriciliğinde kullanılan arıtma çamurunun bitki beslenmesi üzerindeki etkilerine bakmak için yürüttükleri çalışmada, bitkilerden aldıkları yaprak analizleri sonuçlarına göre bitkide K, Ca, N, Mn, Fe ve Zn

içeriklerinin önemli derecede ($P<0.05$) arttığı fakat Mg ve P içeriklerinin bunlara paralel azaldığını bildirmişlerdir.

Akat ve ark. (2015), arıtma çamurun etkilerini incelemek amacıyla çam kabuğu, cüruf, torf çakıl ve toprak gibi farklı ortamlarda kesme çiçek yetiştiriciliğinin yapıldığı bir ortamda arıtma çamurunun *Limonium sinuatum* 'Compindi White' bitkisindeki gelişimleri ve verimindeki etkilerini analiz etmiştir. Yetiştirme ortamlarına ilave edilen (1:1) arıtma çamuru; bitki başına çiçek sayısı ve kök uzunlukları önemli derecede ($P<0,05$) çiçek sapı uzunluğu, yaprak sayısı ve bitki üst aksam yaş ağırlığı parametreleri üzerinde ise % 99 güvenle önemli ($P<0.05$) bir farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Çakır ve Çimrin (2018), tarafından yapılan bir çalışmada, artan oranda arıtma çamuru (% 0, % 2.5, % 5, % 7.5, % 10) uygulamaları sonrası kök ve fide gelişimlerini ve bazı bitki besin maddesi içeriklerinin mısır bitkisinin verimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Uygulamada deneme toprağının N, P, K ve Ca içeriklerinde istatistiki açıdan önemli, Mg içeriklerinde ise önemsiz artışlar meydana geldiğini belirtmiştir. Uygulamalar mısır bitkisinin toplam yaş ve kuru verimini tanığa göre tüm uygulamalarda istatistiki açıdan önemli ($P<0.05$) olarak arttırmıştır. Arıtma çamuru uygulamaları köke N, P, K, Ca ve Mg içerikleri üzerine etkileri istatistiki olarak çok önemli ($P<0,01$) olduğunu tespit etmiştir. Artan dozda uygulanan arıtma çamuru mısır bitkisinin kök üstü N, P, K, Ca ve Mg içeriklerine istatistiki olarak önemli ($P<0.05$) etkide bulunduğunu ve kök üstü N, P, Ca ve Mg içeriklerinde tanığa göre önemli artışlar meydana getirmiştir. Arıtma çamurunun bitki besin elementleri açısından olumlu etkilerde bulunmuş olsa bile, artan arıtma çamuru uygulamaları ile bitki yaş veriminin arıtma çamurunun % 7.5 dozunda, bitki kuru veriminin ise arıtma çamurunun % 5 dozunda azalmaya sebep olduğunu rapor etmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyalini hazırlanması

Araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü iklim odasında bardak denemesi olarak yürütülmüştür. Denemede bitki materyali olarak Sırık (Öz Ayşe) ve Bodur (Efsane) fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan tohumlar Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden temin edilmiştir. Çalışma süresince bitkilerde morfolojik gelişmeler takip edilerek bitkilerden alınan yaprak numunelerinin kurutulması suretiyle bitki besin elementleri ve ağır metal analizleri için hazır hale getirilmiştir.

Fasulye bitkisi gövde büyüme şekline göre sırık ve bodur olmak üzere iki forma sahiptir. Fasulye çeşitlerinin genetik yapılarına göre arıtma çamurunda gösterdikleri gelişim durumlarını belirlemek amacıyla tohumlar ekim için hazırlanmıştır.

Araştırmada kullanılan fasulye çeşitlerin özellikleri;

Efsane: Oturak tipte yüksek verimli, kılçıksız bir çeşittir. Erkenci olması sayesinde bütün fasulye ekilen bölgelerde tercih edilir. Baklaları yassı, yeşil renkli ve kılçıksızdır. Bakla boyu 16-18 cm, eni 1.8 cm yassı tiptedir. Tohum rengi beyazdır.

Öz Ayşe: Açık tarla ve örtü altı yetiştiriciliğine uygun, yüksek verimli, kaliteli hem taze hem kurusu tüketilebilen sırık orta erkenci fasulye çeşididir. Tohum rengi beyaz ve şekli yuvarlaktır. Baklaları orta uzunlukta kılçıksız, yarı enli, yeşil renkli, bakla boyu 13-15 cm, bakla eni 1.5-2 cm bakladaki dane sayısı 6-7 adettir.

3.1.2. Yetiştiricilik ortamının hazırlanması

Araştırmada katı materyal olarak Van Edremit Biyolojik Arıtma Tesisinden temin edilen arıtma çamuru kullanılmıştır. Taze temin edilen arıtma çamuru 3 ay süreyle açıkta bekletilerek kurumması sonrasında belirtilen dozlarda saksılara uygulanmıştır.

Aritma çamuru fiziksel özelliği bakımından, kentsel atıkların arıtımı sonucunda katı veya sıvı olarak elde edilen, kokulu, arıtım işlemlerinde sürece göre değişken miktarlarda ve içindeki katı oran olarak genellikle % 0.25-12 madde içeren katı atıklardır (Durak, 2005).

Denemede katı ortam olarak kullanılan arıtma çamurunun toprak porozitesinin yüksek olduğu ve toprak partiküllerinin iri boyutta olduğu belirlenmiştir. Bu özellikler doğrultusunda arıtma çamurunun su tutma kapasitesinin düşük olduğu gözlemlenmiştir.

3.1.3. Arıtma çamuru toprak analizi

Arıtma çamurunda Na, Ca, K, Mg, P, Cu, Fe, Zn, Mn, Co, Ni, Cd içerikleri Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ölçüm yöntemiyle belirlenmiştir (Khan ve Frankland, 1983). Tuzluluk değeri ise (1:2.5) oranında sulandırılmış örnekle hazırlanıp ölçülmüştür ve kireç değeri de HCl ile tepkimeye giren CaCO_3 'dan çıkan CO_2 hacminin ölçülmesi (%) ile belirlenmiştir (Richards, 1954). pH değeri (1:2.5) oranında sulandırılmış örnekler hazırlanmıştır (Grewelling ve Peech, 1960). Hazırlanan örnekler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Toprak Bölümünde analiz edilmiştir.

Çizelge 3.1. Arıtma çamuruna ait bazı kimyasal analiz sonuçları

Elementler	Analiz değerleri
CaCO₃	% 14.3
pH	7.4
E.C	1582.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Mg	5464.65 ppm
Fe	5815.02 ppm
Zn	31465.73 ppm
Mn	10138.8 ppm
Cu	5392.49 ppm
Co	388.11 ppm
Ni	1771.49 ppm
Cd	99.96 ppm
K	5983.32 ppm
Ca	7832.33 ppm
Cr	1896.69 ppm

3.1.4. Denemede kullanılan malzemeler

1.Hassas terazi: Arıtma çamuru ile bahçe toprağının karışım oranlarını belirlemek ve elde edilen fidelerin yaş ve kuru ağırlık ölçümü, kök aksamının yaş ve kuru ağırlık ölçümü, kurutulan yaprakların havanda dövüldükten sonra 0.5 g örneklerinin alınması amacıyla denemede kullanılmıştır.

2. Hot plate: Bitki örneklerinin yakılması işleminde kullanılmıştır.

3. Öğütücü: Bitki yapraklarını öğütmek amacıyla kullanılmıştır.

4. Etil alkol: Balon jöjeler de hazırlanan örnekleri yakmak için kullanılmıştır.

5. HCI: Yakılan örneklerin sarı renk alması için kullanılmıştır.

6. Filtre kâğıdı: Alınan örnekleri süzmek amacıyla kullanılmıştır.

7. Balon jöje: Süzülen örneklerin haznesinde toplamak ve üzerine derecesi tamamlanıncaya kadar saf su konulması için kullanılmıştır.

8. Numune kabı: Tekerrür numaralarıyla hazırlanan örnekleri muhafaza etmek amacıyla kullanılmıştır.

9. Saf su: Numune hazırlamada ve bitkilerin günlük olarak sulanmasında kullanılmıştır.

10. Karton bardak (330 cc): Bitkileri yetiştirmek amacıyla yüksekliği 11 cm, taban çapı 5.5 cm ve üst çapı 8 cm olan toplam 40 adet karton bardak kullanılmıştır.

11. Piset: Deneme bitkilerinin köklerine saf suyu ihtiyaç ölçüsünde tahliye etmek amacıyla sulama kabı olarak kullanılmıştır.

12. Kumpas ve cetvel: Bitki fide ve kök aksamının uzunluklarını ölçmek amacıyla kullanılmıştır.

13. Laboratuvar eldiveni ve maske: Arıtma çamurunun içerdiği patojen bakterilerinden korunmak amacıyla kullanılmıştır.

14. pH ölçer: Alınan numuneler pH değerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır.

15. E.C ölçer: Alınan numunelerin tuzluluk derecesini ölçmek amacıyla kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitki çeşitlerinin hazırlanması ve çimlendirmesi

Araştırmada kullanılan kentsel arıtma çamurunun fasulye çeşitleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla % 0, % 25, % 50, % 75 ve % 100 dozlarında arıtma çamuru, tesadüf parseli deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Belirtilen dozlarıyla çeşitler yüksekliği 11 cm, taban çapı 5.5 cm ve üst çapı 8 cm olan 330 cc'lik karton bardaklarda ekime hazır hale getirilerek toplamda 40 bardak olacak şekilde hazırlanmıştır. Her bardakta 2 adet tohum ekilmek suretiyle ekim işlemi gerçekleştirilmiş ve bitkilerin su ihtiyacı, piset yardımıyla saf su ilave edilerek sulama işlemleri periyodik olarak yapılmıştır. Ekimden sonra çeşitlerin çıkış oranları incelenerek bitkilerinin 4-5 gerçek yaprağa ulaşmalarıyla çalışma sonlandırılmıştır.

Bodur ve sırik çeşitlerde artan oranda arıtma çamuru uygulamalarının çeşitler üzerindeki etkileri analizler yapılarak çeşitler arasında ortaya çıkacak farklılıklar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde çeşitlerin çıkış süresi, ilk yaprak oluşumu, fide boyu, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak alanı ve yaprak rengi gibi parametreler ölçülmüş ve bitki bünyesindeki bazı ağır metaller analiz edilmiştir.

Kök boğazından kesilen fideler üzerinde belirli ölçüm ve gözlemler yapılmıştır.

1. Çıkış Süresi: Ekimi yapılan tohumların çimlenip toprak yüzeyine çıkış dönemleridir.
2. İlk Gerçek Yaprak Oluşum Dönemi: Bitkilerinin çimlenmesinden sonra oluşturdukları ilk yapraklanma dönemidir.
3. Fide Boyu: Olgunlaşmayı tamamlayan 10 ana sap üzerinde toprak yüzeyi ile bitki tepe noktası arasındaki uzunluk cm cinsinden ölçülerek belirlenmiştir.
4. Fide Yaş Ağırlığı: Bitki toprağından ayırdıktan sonra hassas terazide g cinsinden ölçülen değeridir
5. Kök uzunluğu: Bitki kökünün uç kısmından kök boğazına kadar ki uzunluğu cm cinsinden ölçülerek belirlenmiştir.
6. Yaprak Sayısı: Sülük harici ana sapta bulunan ilk gerçek yaprakların adedidir.

7. Yaprak Alanı: Deneme bitkilerinin yapraklarının alanları cm^2 cinsinden belirlenmiştir (Tosun, 2015).
8. Yaprak Rengi: Fidelerin yaprak renklerine bakılarak yaprak renkleri açık, orta ve koyu yeşil renk olarak değerlendirilmiştir.
9. Fide Kuru Ağırlığı: Deneme alanından alınan bitkilerin 5-6 gün kurutulduktan sonra elde edilen g cinsinden değeridir.
10. Kök Kuru Ağırlık: Deneme alanından alınan bitkilerin 5-6 gün kurutulduktan sonra elde edilen g cinsinden değeridir.
11. Kök Yaş Ağırlık: Kök boğazından kesilen bitki kökünün hassas terazide g cinsinden ölçülen değeridir.

3.2 2. Bitki mineral madde ve ağır metal içerik analizi

Bodur ve Sırık Fasulye çeşitlerinde 4 tekerrürlü toplamda 40 bitki olacak şekilde Na, Ca, K, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn, Co, Ni, Cr ve Cd değerlerini almak amacıyla kurutulmuş yapraklardan alınan numunelere Walkley – Black yaş yakma yöntemi (Allowand Jackson, 1991) uygulanıp bazı işlemler yapılmıştır. Bu işlemler;

1. Bitki yaprakları öğürücüden öğütüldükten sonra 0.25 g alınarak balon 50 ml'lik jodelerde 1 ml etil alkol ile ön yakma işlemi yapılmıştır.
2. Yakma işleminden sonra küle 3 N HCl' den 4 ml karıştırılmıştır. Daha sonra balon jodelerini hot plate üzerine bırakılıp sarı renk alınmaya kadar üzerinde bekletilmiştir.
3. Sarı renk oluşunca hot plate üzerinden alınıp balon jodeler önceden hazırlanmış süzme seti yardımıyla derecesi tamamlanmaya kadar (40 ml) saf su eklenmiştir.
4. Alınan ekstraktlar Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarında analiz edilmek üzere teslim edilmiştir.
5. Na, Ca, K, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn, Co, Ni, Cr, Cd elementlerinin belirlenmesi, Atomik AbsorpsiyonSpektrofotometre yöntemiyle yapılmıştır (Kacar, 1984).

3.2.3 Verilerin istatistiksel analizi

Araştırmadan elde edilen bulgular Costat V.6.0 programı ile tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi yapılarak, uygulamalar arası farklar en küçük asgari farklılara (LSD testi) göre değerlendirilmiştir.



şekil 3.1. Efsane ve Öz Ayşe çeşitlerinin ekimi.



şekil 3.2. Tohumun imlenmesi ve ilk gerçek yapraklarının oluşumu.



Şekil 3.3. Deneme çalışmasında % 0 dozdaki (soldaki resim) ve % 75 dozdaki (sağdaki resim) kök gelişimleri.



Şekil 3.4. Bitki fide ve kök ölçümleri.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Bitki Morfolojik Analizleri

Yapılan bu çalışmada % 100 arıtma çamuru uygulamalarında fasulye çeşitlerinde çıkışın olmadığı görülmüştür. Uygulamada kullanılan arıtma çamuru dozlarının etkilerinin varyans ve LSD analizleri ile çamur interaksiyonlarının değerleri verilmiştir.

4.1.1. Çıkış oranı (gün)

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi çeşitler arasındaki farklar istatistiksel olarak ($P>0.05$) önemsiz bulunurken, arıtma çamuru dozları arasında ise istatistiksel bakımdan çok önemli ($P<0.01$) farkların olduğu tespit edilmiştir. Çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. 1. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen ilk çıkış (gün) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F
Çeşit (Ç)	1	2.42	1.64
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	129.43	87.65 **
Ç x AÇ	4	3.35	2.27
Hata	30	1.48	
CV%		19.534	

** % 1 düzeyinde önemli.

Bitkilerde çıkış oran ortalama olarak Efsane çeşidinde 6.47 gün ve Öz Ayşe çeşidinin ise 5.98 gün olarak görülmüştür. Arıtma çamuru doz ortalamaları incelendiğinde en yüksek ilk çıkış ortalamaların (5.88 gün ve 5.67 gün) % 25 ve % 50 dozlarında görüldüğü tespit edilirken en düşük ilk çıkış ortalaması ise % 0 arıtma çamurunun kullanıldığı uygulamadan alınmıştır (Çizelge 4.2). Efsane çeşidinde en hızlı çıkış 6 gün ile % 25, en geç çıkış ise % 75 dozunda görülürken, Öz Ayşe çeşidinde ise en hızlı çıkış 5 gün ile % 50, en geç çıkış ise % 0 dozundan olduğu belirlenmiştir (Şekil

4.1). Arıtma çamurunun % 25 ve % 50 dozları fasulyede çıkış süresini hızlandırırken % 75 ve üzeri doz uygulamasının ilk çıkışlara olumsuz etki gösterdiği tespit edilmiştir.

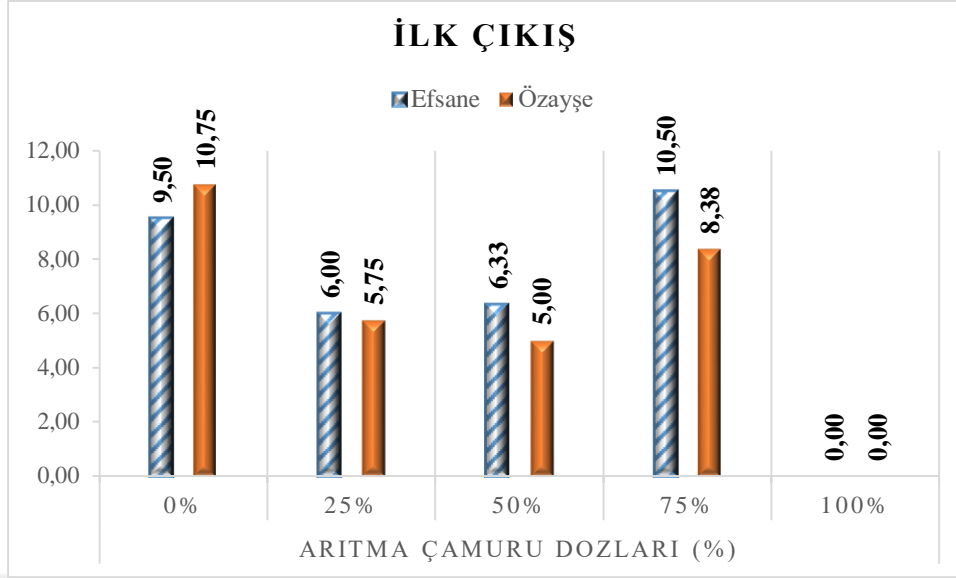
Türkmen ve ark. (2001), arıtma çamurunun hıyar üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, en düşük çimlenme hızı yüzdesinin % 0 dozunda olduğunu ve diğer uygulamalarda ise çıkış hızının % 100 olduğunu ve böylelikle arıtma çamurunun ilk çıkışa olumlu etki gösterdiğini belirtmiştir.

Çizelge 4.2. Fasulye çeşitlerinde farklı arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen ilk çıkış (gün) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)					Ortalama	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	9.50	6.00	6.33	10.50	0.00	6.47	0.78
Öz Ayşe	10.75	5.75	5.00	8.38	0.00	5.98	
Ortalama*	10.13	5.88	5.67	9.44	0.00		
LSD				1.24			

*: Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

Filibeli (1996), arıtma çamurunun yüksek dozlarının yüksek oranlarda amonyak içermeleri nedeniyle bitkinin çimlenmesi ve gelişimini engellediğini belirtmiştir. Yapılan başka bir çalışmada Taşatar (1997), arıtma çamurunun uygulandığı bitkide bitki çimlenme süresinin uzaması ve gelişiminin durması bitki bünyesinde biriken ağır metallerden kaynaklandığını rapor etmiştir.



Şekil 4. 1. Fasulye çeşitlerinde ilk çıkışa (gün) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu

4.1.2. İlk yaprak oluşumu (gün)

Çizelge 4.3'deki verilere baktığımızda çeşitler arasında istatistiksel olarak ($P > 0.05$) farklılığın önemsiz olduğu görülürken, arıtma çamuru dozları arasında istatistiksel olarak ($P < 0.01$) önemli farkın olduğu belirlenmiştir. Çeşit x arıtma çamuru uygulamaları arasında ise istatistiksel olarak ($P < 0.05$) önemli farkların olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen ilk yaprak oluşumu (gün) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F
Çeşit (Ç)	1	1.99	1.50
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	169.88	128.33 **
Ç x AÇ	4	6.26	4.73 *
Hata	30	1.32	
CV%		14.987	

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Efsane çeşidinin ilk yaprak oluşum ortalaması (7.90 gün) ve Öz Ayşe çeşidinin ise (7.45 gün) arasında istatistiksel ($P > 0.05$) bakımdan önemli bir fark görülmemiştir. Dozlar arasında % 0 dozunun ortalaması (11.75 gün) ve % 75 dozunun ortalaması

(10.72 gün) arasında istatistiki olarak ($P<0.05$) önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. Çeşit x arıtma çamuru arasında ise istatistiki açıdan ($P<0.05$) önemli bir fark olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). Efsane çeşidinde gerçek yaprak oluşumu incelendiğinde en hızlı ortalama 7.25 gün ile % 25 dozundan, en geç ise ortalama 12 gün ile % 75 dozundan ve Öz Ayşe çeşidinde en hızlı yaprak oluşumu 7 gün ile % 50 dozundan, en geç yaprak oluşumu % 0 dozundan alınmıştır. En erken ilk yaprak oluşumları % 25 ve % 50 dozlarından görülürken % 75 dozunda ise yaprak oluşum gün süresinin arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.2).

Çizelge 4.4. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen ilk yaprak oluşumu (gün) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

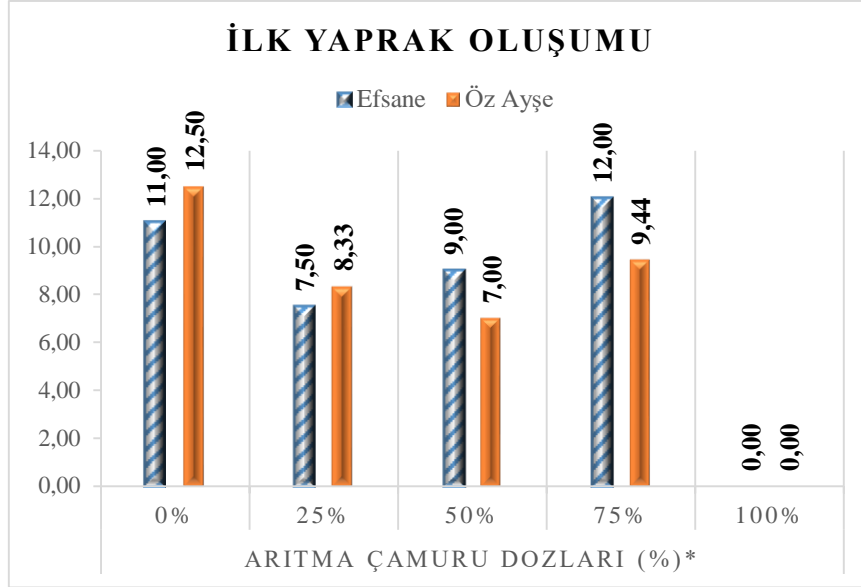
ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%) [*]					Ortalama	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	11.00 ab	7.50 de	9.00 bcd	12.00 a	0.00 f	7.90	0.743
Öz Ayşe	12.50 a	8.33 cd	7.00 e	9.44 bc	0.00 f	7.45	
Ortalama**	11.75 A	7.92 B	8.00 B	10.72 A	0.00 C		
LSD	1.175						

* Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$).

** Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

Taşatar (1997), ağır metallerin bitki yaprak oluşum süreleri üzerine etkilerini araştırdığı bir çalışmada yüksek dozlarda ağır metal içeren arıtma çamurunun bitki yaprak oluşumunu azalttığını belirtmiştir.

Türkmen ve ark. (2001), artan orandaki arıtma çamurunun hıyardaki etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada kontrolde gerçek yaprak çıkış zamanı 12.2 gün iken, diğer uygulamaların ilk yaprak oluşumu kontrolden 1 veya 2 gün önce olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.2. Fasulye çeşitlerinde ilk yaprak oluşumuna (gün) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.

4.1.3. Fide boyu (cm)

Çeşitler arasındaki farkların istatistiksel ($P < 0.05$) olarak önemli olduğu görülmüştür. Arıtma çamuru dozlarında ise istatistiki ($P < 0.01$) olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Çeşit x arıtma çamuru dozlarının arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak ($P < 0.005$) önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen fide boyu (cm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F
Çeşit (Ç)	1	81.05	9.96 *
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	355.11	43.64 **
Ç x AÇ	4	8.22	1.01
Hata	30	8.14	
CV%		26.218	

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Öz Ayşe çeşidinin fide boyu ortalaması (12.30 cm) ve Efsane çeşidinin fide boyu ortalamasının (9.46 cm) olarak ölçülmüştür. Arıtma çamuru uygulama dozları arasında ise çeşitlerdeki % 0 (kontrol) doz ortalamalarının diğer doz ortalamalarından daha fazla olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Fasulye çeşitlerinde farklı arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen fide boyu (cm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)					Ortalama**	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	%100		
Efsane	15.85	10.95	9.13	11.35	0.00	9.46	B
Öz Ayşe	19.48	16.27	10.90	14.88	0.00	12.30	A
Ortalama*	17.66	A	13.61	B	10.02	C	13.11
LSD						0.00	D
						2.913	

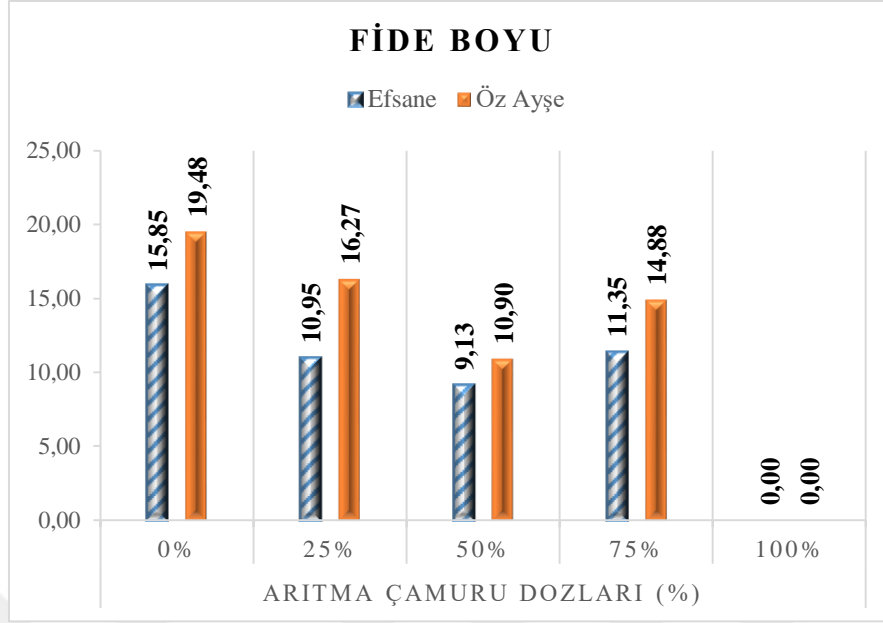
*: Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

** : Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

Akbulut ve ark. (2014), bitki genetik yapı farklılığından dolayı fasulyenin sırtık çeşidinin bodur çeşidinden uzun olduğu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada da sırtık çeşidinin ortalamalarının bodur çeşidin ortalamalarından daha fazla olduğu görülmüştür.

Demirkan ve ark. (2015), artan dozda uygulanan arıtma çamurunun sahil karanfili (*Limonium sinuatum* L.) bitkisi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada % 50 dozunun bitki gövde gelişimini en fazla arttırdığı ve en büyük sürgün uzunluğuna ulaştığı doz olduğu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada ise arıtma çamurunun fide boyuna olumsuz etki gösterdiği ve bitki boyunun en fazla kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir.

Efsane çeşidinde fide boyu en fazla 15.85 cm ile % 0 dozundayken en az bitki çıkışı olmayan % 50 dozundadır. Öz Ayşe çeşidinde ise en fazla fide boyu 19.48 cm ile % 0 dozunda, en az fide boyu ise çıkışın olmadığı % 50 dozunda görülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Fasulye çeşitlerinde fide boyuna (gün) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.

4.1.4. Kök uzunluğu (cm)

Çizelge 4.7'ye bakıldığında çeşitler arası farklar istatistiksel olarak ($P>0.005$) önemsiz bulunurken, arıtma çamuru dozlarının arasında ki farkların ise istatistiksel olarak ($P<0.01$) önemli olduğu belirlenmiştir. Çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkın istatistiki olarak ($P>0.05$) önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen kök uzunluğu (cm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F
Çeşit (Ç)	1	7.32	1.56
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	152.35	32.43 **
Ç x AÇ	4	5.56	1.18
Hata	30	4.70	
CV%		31.772	

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Artan dozlarda arıtma çamurunun fasulye çeşitlerindeki bitki kök gelişimleri üzerindeki etkileri incelendiğinde her iki çeşit arasında önemli bir fark bulunmadığı

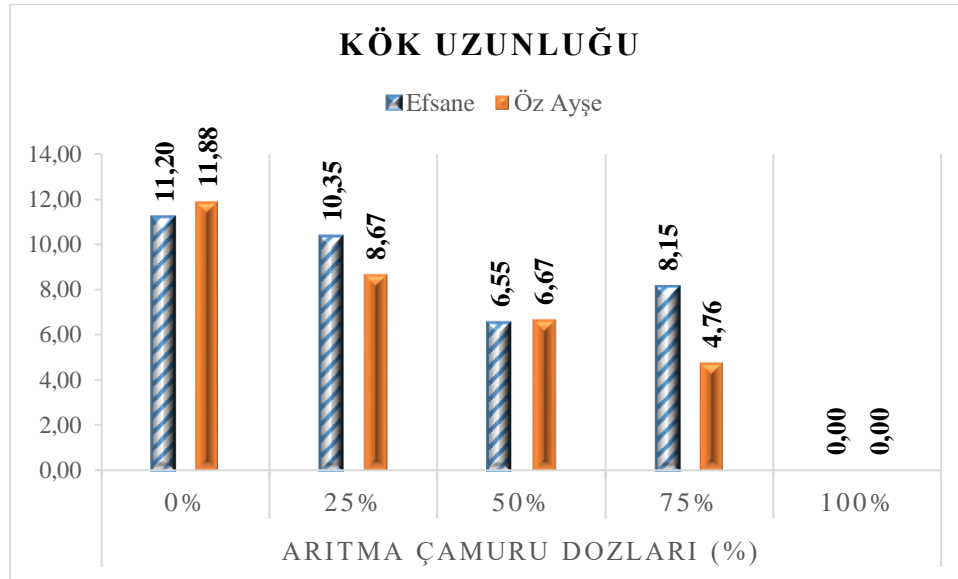
görülmüştür. Efsane çeşidinin kök uzunluğu ortalaması (7.25 cm) iken Öz Ayşe çeşidinin kök uzunluğu ortalaması (6.39 cm) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen kök uzunluğu (cm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)					Ortalama	LSD
	0 %	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	11.20	10.35	6.55	8.15	0.00	7.25	1.400
Öz Ayşe	11.88	8.67	6.67	4.76	0.00	6.39	
Ortalama*	11.54	A 9.51	A 6.61	B 6.46	B 0.00	C	
LSD	2.213						

*: Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

Türkmen ve ark. (2001), hıyar bitkisinin artan oranda arıtma çamuru uygulanan ortamda bitkinin kök uzunluğu ve çapı kontrol grubuna göre % 80 daha büyük olduğu belirtmişlerdir. Yapılan araştırmada ise arıtma çamurunun kök uzunluğuna olumsuz etki gösterdiği görülmektedir. Yapılan bir diğer çalışmada Korboulewsky ve ark. (2002), Bostan Penki (*Diplotaxis eruoides*) bitkisinde arıtma çamuru uygulamasının daha büyük bir kök sistemi oluşturduğu bildirirken, Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi arıtma çamuruna bağlı olarak dozların artışıyla kök gelişiminin azaldığı görülmüştür.



Şekil 4.4. Fasulye çeşitlerinde kök uzunluğuna (gün) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu

Şekil 4.4'de bakıldığında Efsane çeşidindeki uzun kök uzunluğu 11.20 cm ile % 0 dozundan, en kısa kök uzunluğu ise % 50 dozundan, Öz Ayşe çeşidinde ise en uzun kök uzunluğu 11.88 cm ile % 0 dozundan, en kısa kök uzunluğu ise % 75 dozundan alınmıştır.

4.1.5. Yaprak rengi (açık yeşil, orta yeşil, koyu yeşil)

Efsane çeşidinin % 0 dozunda yaprak renginin orta yeşil, % 25 ve % 50 dozlarında rengin açık yeşil ve % 75 dozunda ise orta yeşil renkte olduğu tespit edilmiştir. Öz Ayşe çeşidinin % 0 (kontrol) tekerrürlerinde yaprak renginin koyu olduğu ve artan dozlarda arıtma çamuruna bağlı olarak bitkide yaprak renginin açık yeşile döndüğü gözlemlenmiştir.

4.1.6. Yaprak alanı (cm²)

Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi, çeşitler arasında yaprak alanlarında istatistiki olarak ($P<0.01$) önemli fark olduğu tespit edilmiştir. Arıtma çamuru dozları arasında ise istatistiki olarak ($P<0.01$) önemli farkın olduğu görülmüştür. Çeşit x arıtma çamurunu dozları arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen yaprak alanı (cm²) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	155.83	18.06	**
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	248.57	28.81	**
Ç x AÇ	4	26.49	3.07	*
Hata	30	8.63		
CV%		29.809		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.10'da artan dozlarda arıtma çamuru uygulamasının yaprak alanlarına etkilerine bakıldığında, Efsane çeşidinin ortalaması (11.83 cm²) ile Öz Ayşe çeşidinin ortalaması (7.88 cm²) arasında önemli farkın olduğu görülmüştür. Dozlar arası ortalama ise bütün dozlarda ortalamaların birbirine yakın değerinde olduğu

görülmüştür. Arıtma çamurunun yaprak alanı üzerine olumlu bir etkisinin ve dozlar arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen bitki yaprak alanı (cm²) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

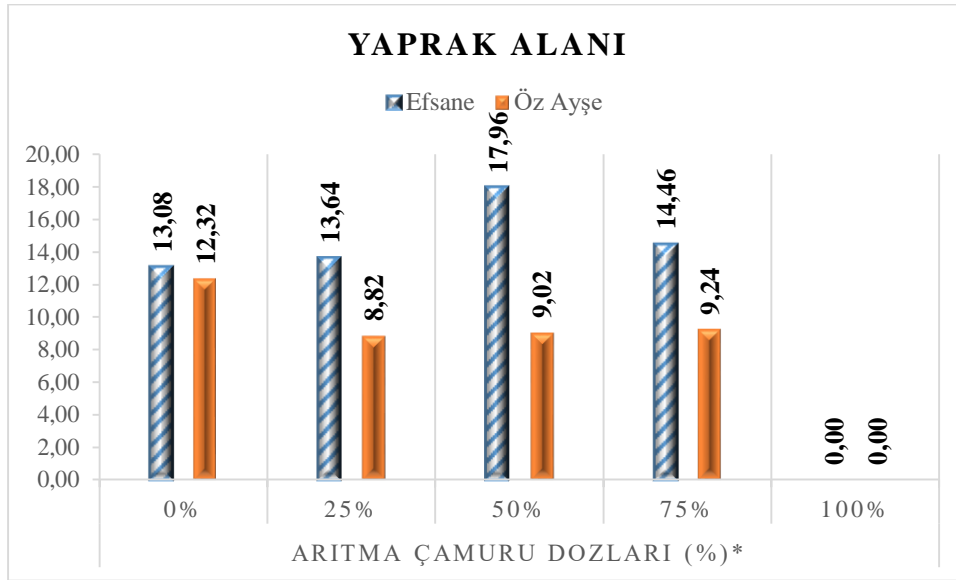
ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*					Ortalama***	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	13.08	13.64	17.96	14.46	0.00	11.83	A
Öz Ayşe	12.32	8.82	9.02	9.24	0.00	7.88	B
Ortalama**	12.70	11.23	13.49	11.85	0.00		
LSD						2.999	

*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05)

** : Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

***: Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

Türkmen ve ark. (2001), tarafından yapılan çalışmada hıyar bitkisine artan oranda arıtma çamuru uygulandığında elde edilen en küçük yaprak alanı kontrol grubunda olduğunu (71.30 cm²) ve % 0 dozunun % 10 dozundan iki kat daha yaprak alanına sahip olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.5. Fasulye çeşitlerinde yaprak alanına (cm²) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.

Efsane çeşidinde en büyük yaprak alanı 17.96 cm² ile % 50 dozundayken en küçük yaprak alanı ise % 0 dozundan alınmıştır. Öz Ayşe çeşidinde ise en büyük yaprak

alanı 12.32 cm² ile % 0 dozuyken en küçük yaprak alanı 8.82 cm² ile % 25 dozundan alınmıştır (Şekil 4.5).

4.1.7. Yaprak sayısı (Adet)

Çeşitler arasında istatistiki olarak önemli (P<0.05) farkların olduğu ve aynı zamanda arıtma çamuru dozları arasında da önemli (P<0.01) farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farklılığın önemli (P<0.01) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen yaprak sayısı (adet) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	17.56	8.92	*
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	145.40	73.90	**
Ç x AÇ	4	17.94	9.12	**
Hata	30	1.97		
CV%		18.945		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.12’de belirtildiği gibi çeşitlerin yaprak sayısı ortalamalarında Efsane çeşidinde (8.07 adet) Öz Ayşe çeşidinde ise (6.74 adet) olarak ölçülmüştür. Dozlar arasında ise % 0, % 25 ve % 75 de aynı interaksiyon değerlerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.12. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen yaprak sayısı (adet) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*					Ortalama***	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	12.50 a	10.00 ab	6.33 d	11.50 a	0.00 e	8.07	A
Öz Ayşe	7.00 cd	8.33 bc	9.00 b	9.38 b	0.00 e	6.74	B
Ortalama**	9.75	9.17	7.67	10.44	0.00		
LSD						1.432	

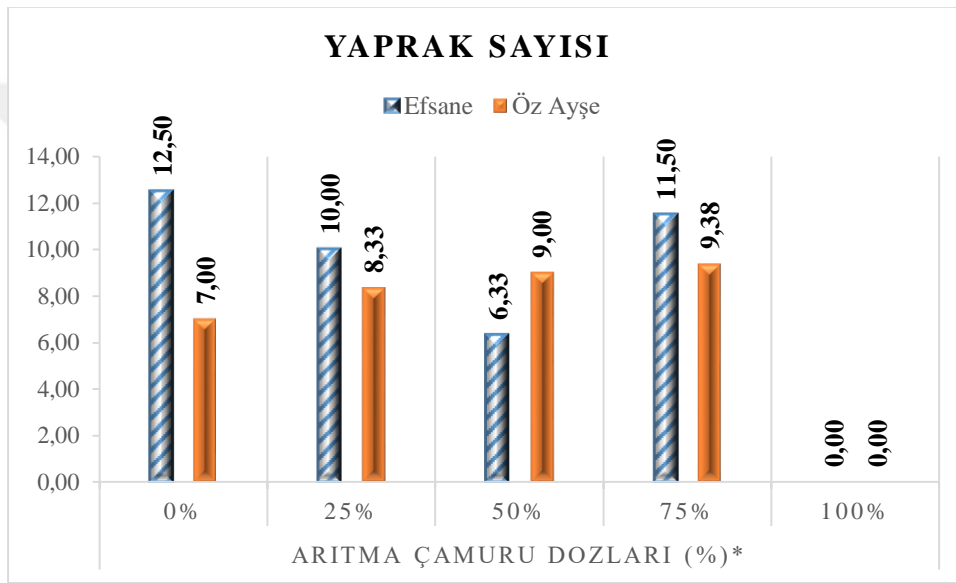
*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05)

** : Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

***: Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

Bitkilerin yaprak sayılarına bakıldığında Efsane çeşidinin Öz Ayşe çeşidinden daha fazla yaprak sayısı oluşturduğu tespit edilmiştir. Arıtma çamurunun yaprak sayısında önemli ölçüde bir etki göstermeyip % 50 dozunda yaprak sayısının düştüğü görülmüştür.

Yapılan bir çalışmada Türkmen ve ark. (2001), hıyar bitkisine artan oranda arıtma çamuru uygulandığında dozların bitkinin yaprak sayısına olumlu etki gösterdiğini ve en az yaprak sayısının kontrol grubunda (4 adet) olduğunu ve artan her dozda 1 yaprak arttığını belirtmişlerdir.



Şekil 4.6. Fasulye çeşitlerinde yaprak sayısına (adet) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.

Şekil 4.6'da görüldüğü gibi Efsane çeşidinin en fazla yaprak sayısı oluşturduğu doz 12.50 adetle ile % 0 dozu ve en az yaprak sayısı oluşturduğu doz ise % 50 dozudur. Öz Ayşe çeşidinde ise en fazla yaprak sayısı 9.38 adetle % 75 dozundan ve en az yaprak sayısı ise % 0 dozundan alınmıştır.

4.1.8. Fide yaş ağırlık (g)

Çizelge 4.13'de görüldüğü üzere çeşitler arasında istatistiki olarak tespit edilen farkın çok önemli ($P < 0.01$) olduğu görülmüştür. Arıtma çamuru dozları arasında ise

istatistiki farkların çok önemli ($P<0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkların ise önemli ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen fide yaş ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	11.08	40.19	**
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	10.26	37.23	**
Ç x AÇ	4	1.59	5.76	*
Hata	30	0.28		
CV%		27.198		

**% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Fide yaş ağırlığı ortalaması Efsane çeşidinde (2.46 g) Öz Ayşe çeşidinde ise (1.40 g) olarak ölçülmüştür. Uygulama dozları ortalamasında ise % 0 ve % 75 dozlarının en fazla fide yaş ağırlığı ortalamasına sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Yapılan çalışmada % 75 arıtma çamuru dozlarında fasulye çeşitlerinde ağırlık artışı olduğu görülmüştür. Bodur çeşidin sırk çeşide göre daha fazla ağırlık değerlerine sahip olduğu tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.14. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen fide yaş ağırlığı (g) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%) [*]										Ortalama ^{***}	LSD	
	% 0	% 25		% 50		% 75		% 100					
Efsane	3.60	ab	2.70	bc	2.17	cd	3.82	a	0.00	e	2.46	A	0.339
Öz Ayşe	1.93	cd	1.63	d	1.80	d	1.66	d	0.00	e	1.40	B	
Ortalama ^{**}	2.76	A	2.17	B	1.98	B	2.74	A	0.00	C			
LSD											0.536		

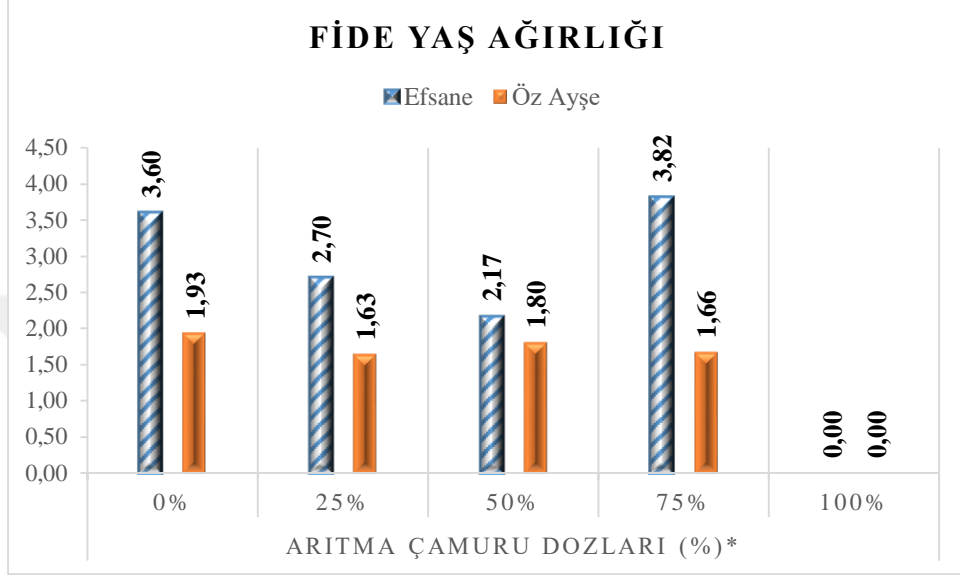
*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$)

** : Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

***: Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

Korboulewsy ve ark. (2002), tarafından yapılan çalışmaya göre, Bostan Penki (*Diplotaxis erucoides* L.) bitkisine artan dozlarda uygulanan arıtma çamurunun artma oranına bağlı olarak bitki gövdesinde büyüme ve bitki ağırlık artışı sağladığını belirtmişlerdir.

Çakır ve Çimrin (2018), artan dozlarda arıtma çamurunun mısır bitkisindeki etkilerini araştırdığı bir çalışmada arıtma çamurunun bitkinin yaş ağırlığında pozitif etkilerinin olduğunu ve tüm uygulamaların kontrol grubuna göre verimi artırdığını ancak % 75'lik dozdaki uygulamadan sonra verimin azaldığını rapor etmişlerdir.



Şekil 4.7. Fasulye çeşitlerinde fide yaş ağırlığına ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.

Şekil 4.7’de görüldüğü gibi Efsane çeşidinde en fazla yaş ağırlığı 3.82 g ile % 75 dozundan en az ağırlık ise % 100 dozundan alınmıştır. Öz Ayşe çeşidinde en fazla yaş ağırlık 1.93 g ile % 0 dozuyken en az ağırlık % 100 dozunda tespit edilmiştir.

4.1.9. Fide kuru ağırlık (g)

Çizelge 4.15’de ki verilere bakıldığında çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu ve arıtma çamuru dozlarındaki farklılığın istatistiksel olarak önem ($P < 0.01$) arz ettiği görülmüştür. Çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farklılık ise istatistiki açıdan önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen fide kuru ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	0.97	11.65	*
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	3.41	40.79	**
Ç x AÇ	4	0.35	4.13	*
Hata	30	0.08		
CV%		27.401		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Efsane çeşidinin kuru ağırlık ortalaması (1.21 g) Öz Ayşe çeşidinin kuru ağırlık ortalamasına göre (0.9 g) önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Arıtma çamuru dozlar arasındaki durum ise % 0 dozunun kuru ağırlık ortalaması (1.73 g) ile diğer dozlardan daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Efsane çeşidinde en fazla kuru ağırlık 1.85 g ile % 0 dozuna ait iken en az kuru ağırlık 0.97 g ile % 50 dozundan alınmıştır. Öz Ayşe çeşidinde ise en fazla kuru ağırlık 1.60 g ile % 0 dozunda, en az ağırlık ise 0.93 g ile % 50 dozunda görülmüştür (Şekil 4.8).

Çizelge 4.16. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen fide kuru ağırlığı (g) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

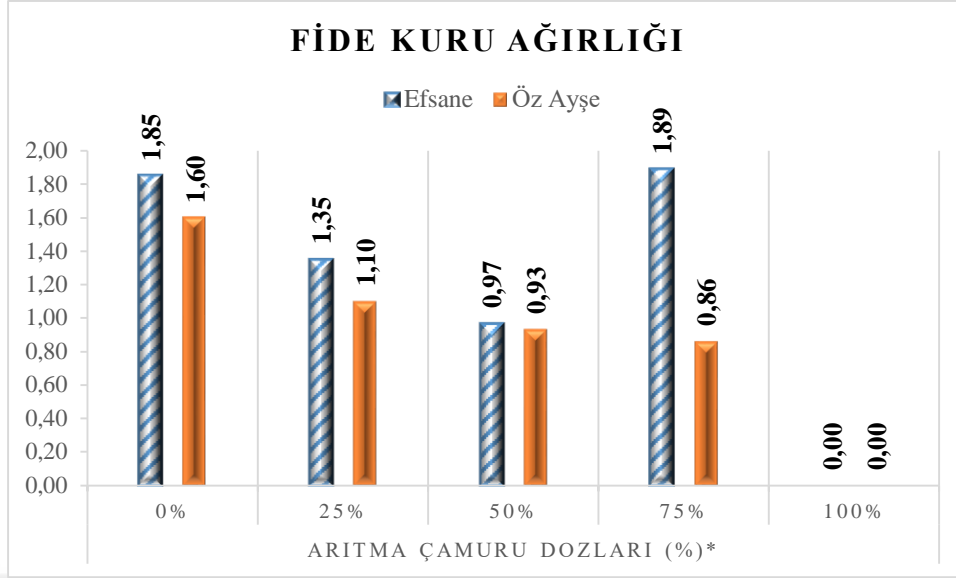
ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*					Ortalama***	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	1.85 ab	1.35 bc	0.97 cd	1.89 a	0.00 e	1.21	A
Öz Ayşe	1.60 ab	1.10 cd	0.93 cd	0.86 d	0.00 e	0.90	B
Ortalama**	1.73	A	1.23	BC	0.95	C	1.38
LSD						0.00	D
						0.295	

*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05)

** Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

*** Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

Arıtma çamurunun dozlarının artması ile beraber bitkideki kuru ağırlığın azaldığı görülmüştür. Bodur çeşidin sırik çeşide göre daha fazla kuru ağırlık içerdiği tespit edilmiştir. Çimrin ve ark. (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada, artan dozlarda arıtma çamurunun mısır bitkisindeki gelişime etkilerine bakılmış ve arıtma çamurunun bitkinin kuru ağırlığında pozitif etkilerinin olduğunu ve tüm uygulamaların kontrol grubuna göre verimi artırdığını ancak % 75'lik dozdaki uygulamadan sonra verimin azaldığını rapor etmişlerdir.



Şekil 4.8. Fasulye çeşitlerinde fide kuru ağırlığına ait (g) çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.

4.1.10. Kök yaş ağırlık (g)

Çizelge 4.17’de çeşitler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu görülürken ayrıca arıtma çamuru dozlarında da istatistiksel farkın önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.17. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen kök yaş ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	0.10	4.79	*
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	2.02	94.09	**
Ç x AÇ	4	0.16	7.61	**
Hata	30	0.02		
CV%		23.377		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Efsane çeşidinin kök yaş ağırlığı (0.68 g) ile Öz Ayşe çeşidinden (0.58 g) fazla olduğu belirlenmiştir. Uygulanan dozlar arasında ise en büyük değer % 0 dozunda ortaya çıktığı görülmüştür (Çizelge 4.18). Efsane çeşidinde kök yaş ağırlık en fazla 1.65

g ile % 0, en az 0.53 g ile % 50 dozundan alınmıştır. Öz Ayşe çeşidinde ise en fazla kök yaş ağırlığı 1.15 g ile % 0, en az 0.40 g % 75 dozunda ölçülmüştür (Şekil 4.9).

Çizelge 4.18. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen kök yaş ağırlığı (g) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

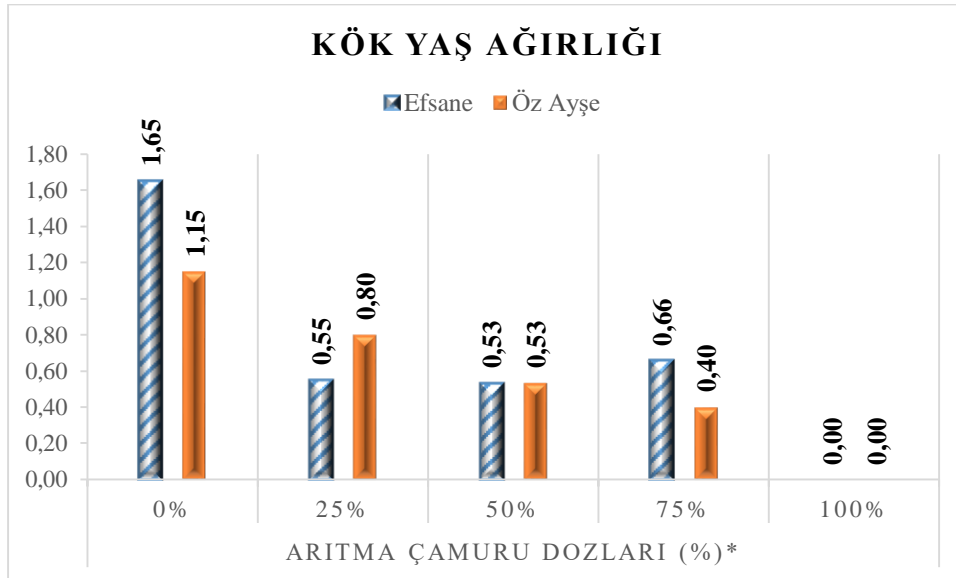
ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*										Ortalama***	LSD	
	% 0	% 25	% 50	% 75	%100								
Efsane	1.65	a	0.55	de	0.53	de	0.66	cd	0.00	f	0.68	A	0.095
Öz Ayşe	1.15	b	0.80	c	0.53	de	0.40	e	0.00	f	0.58	B	
Ortalama**	1.40	A	0.68	B	0.53	B	0.53	B	0.00	C			
LSD	0.150												

*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05)

** : Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

***: Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

Yapılan bu çalışmayla arıtma çamurunun fasulye kök aksamına olumsuz etkileri görülmüştür ve ayrıca arıtma çamuru doz artışıyla kök gelişiminin azaldığı görülmüştür. Türkmen ve ark. (2001), hıyar bitkisi üzerinde yaptığı bir çalışmada, arıtma çamuruna gösterdiği etkilerde kök yaş ağırlığının % 30 ve % 40 arıtma çamuru dozlarında kontrol bitkisine göre % 66 artış gösterirken, % 10 ve % 20 dozlarında ise % 50 oranında bir artışın olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4.9. Fasulye çeşitlerinde kök yaş ağırlığına (g) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.

4.1.11. Kök kuru ağırlık (g)

Çizelge 4.19'da belirtildiği gibi çeşitler arasında ki farkın istatistiki açıdan farkın önemsiz ($P>0.05$) olduğu ve arıtma çamuru dozları arasında ki farkların istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) olduğu görülmüştür. Çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkın ise istatistiki olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen kök kuru ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F
Çeşit (Ç)	1	0.01	0.34
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	0.71	33.25 **
Ç x AÇ	4	0.01	0.44
Hata	30	0.02	
CV%		38.338	

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Efsane çeşidinde (0.37 g) ve Öz Ayşe çeşidinde (0.39 g) kök kuru ağırlık ortalamaları arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Uygulanan dozların ortalamalarında ise kök kuru ağırlıkların (0.83 g) ile % 0 dozunda en fazla olduğu görülmüştür (Çizelge 4.20).

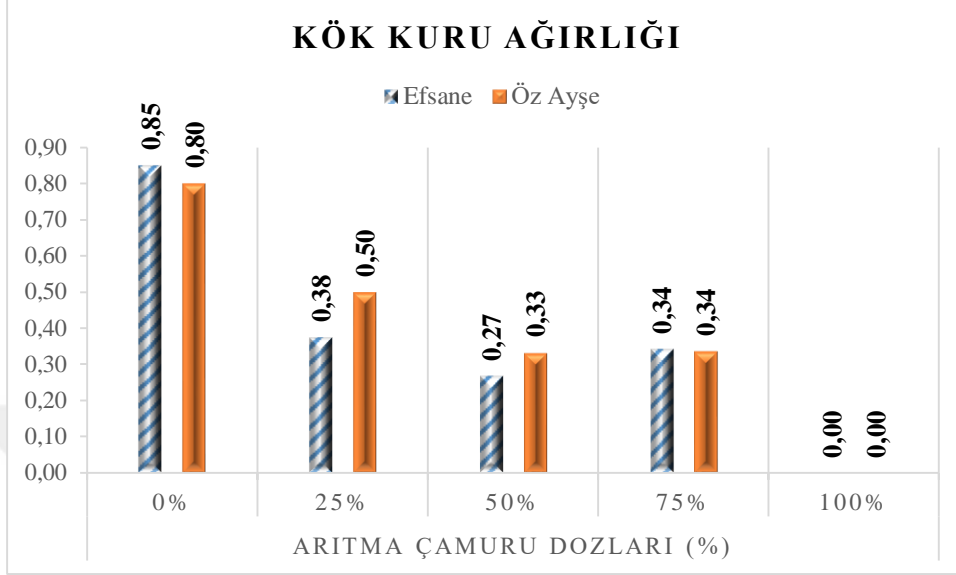
Çizelge 4.20. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen kök kuru ağırlığı (g) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)					Ortalama	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	0.85	0.38	0.27	0.34	0.00	0.37	0.094
Öz Ayşe	0.80	0.50	0.33	0.34	0.00	0.39	
Ortalama*	0.83 A	0.44 B	0.30 B	0.34 B	0.00 C		
LSD						0.149	

*: Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

Çimrin ve ark. (2000), yaptığı bir çalışmada kireçli toprakta yetiştirilen mısır bitkisine artan oranda arıtma çamuru ve tek doz olacak şekilde hümik asit uygulamasının mısır bitkisinin kök kuru ağırlığının arttığını rapor etmişlerdir. Çizelge

4.20'e bakıldığında, arıtma çamuru dozlarının artmasına bağlı olarak kök gelişiminin azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.10. Fasulye çeşitlerinde kök kuru ağırlığına (g) ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.

Kök kuru ağırlıkları en fazla Efsane çeşidinde 0.85 g'la % 0 dozundan Öz Ayşe de 0.80 g ile % 0 dozunda ortaya çıkmıştır. En az kök kuru ağılık ise Efsane çeşidinde 0.27 g ile % 50, Öz Ayşe çeşidinde ise 0.33 g ile % 50 dozunda ölçülmüştür (Şekil 4.10).

4.2. Bitkide Mineral Madde ve Ağır Metal İçerikleri

4.2.1. Kalsiyum (Ca)

Çizelge 4.21'de görüldüğü üzere kalsiyum (Ca) içeriği yönünden çeşitler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğu ve arıtma çamuru dozları arasındaki farklarında istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.21. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen kalsiyum (Ca) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F
Çeşit (Ç)	1	5625712.50	11240.12 **
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	328935000.00	657209.15 **
Ç x AÇ	4	6015461.50	12018.83 **
Hata	30	500.50	
CV%		0.246	

**% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çeşitler arasındaki ortalamalarda Ca içerikleri Efsane çeşidinde (9425.20 ppm) Öz Ayşe çeşidinde ise (8735.16 ppm) olduğu görülmüştür. Dozlar arasındaki ortalamalarda ise en yüksek Ca değeri % 25 dozunda olduğu tespit edilmiştir. Çeşitlerdeki en fazla Ca değer Efsane çeşidinde 16737.93 ppm ile % 0 dozunda Öz Ayşe çeşidinde ise 14679.57 ppm ile % 25 dozunda görülmüştür (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Ca (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%) [*]					Ortalama ^{***}	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	12930.87 e	16737.93 a	13339.09 c	4418.12 h	0.00 i	9485.20 A	14.448
Öz Ayşe	10046.59 f	14679.57 b	13047.34 d	5902.28 g	0.00 i	8735.16 B	
Ortalama ^{**}	11488.73 C	15708.75 A	13193.22 B	5160.20 D	0.00 E		
LSD	22.845						

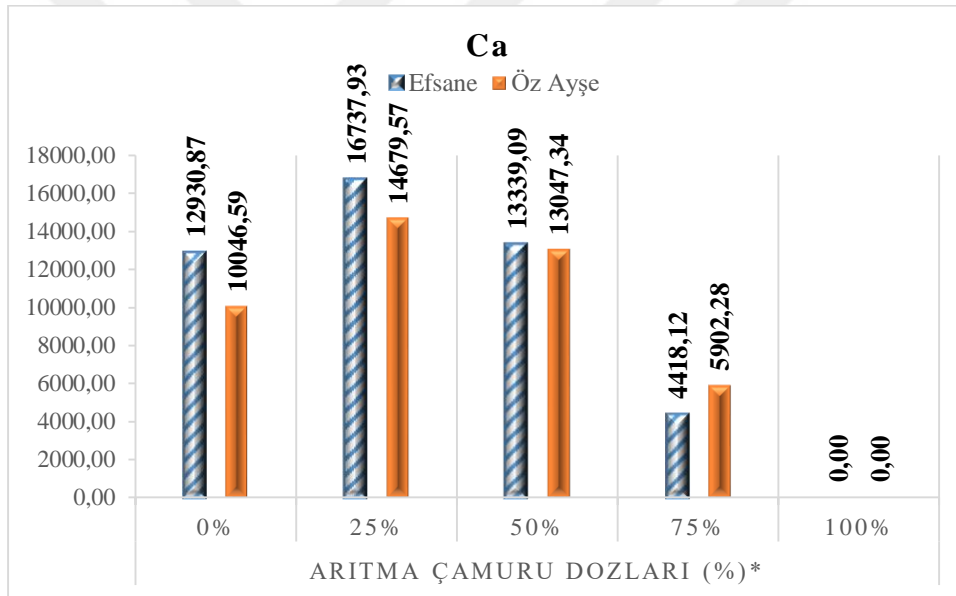
* Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$)

** Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

*** Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

Ouzounidou (1994), yaptığı bir çalışmada bitki bünyesindeki Cu elementinin bitki bünyesine girişiyle bitkinin hücre duvarında bulunan Ca elementini ayırarak buraya bağlanması suretiyle gerçekleştiğini bildirmiştir. Bu durumda hücre duvarı elastiki kabiliyetini kaybederek turgorun bozulmasına sebep olur. Böylelikle köklerden yapraklara Ca geçişini azaltmaktadır. Yapılan çalışmada ise % 25'lik dozdan sonra Ca miktarındaki azalma bitki bünyesine giren Cu elementinin artmasından dolayı olduğu görülmüştür.

Tuna ve Özer (2005), tarafından farklı kalsiyum bileşiklerinin bitki bünyesi üzerindeki etkileri araştırmak için yapılan bir çalışmada bitkiye yarayışlı Ca miktarının (6360 ppm) olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada bitki bünyesindeki Ca miktarının % 75 dozundan sonra yarayışlı seviyeye gelerek olumlu sonuç verdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.11. Fasulye çeşitlerinde Ca elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.

Her iki fasulye çeşidinde en az Ca değeri % 75 'lük dozlarda ortaya çıkmıştır (Şekil.4.11).

4.2.2. Bakır (Cu)

Çizelge 4.23'de belirtildiği üzere bakır (Cu) içeriği bakımından çeşitler arasındaki farkların arıtma çamuru dozları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu belirlenmiştir. Çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkın ise istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Cu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	0.25	1140.12	**
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	52881.82	2547.15	**
Ç x AÇ	4	5972.16	287.66	**
Hata	30	20.76		
CV%		20.761		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.24'de elementin çeşitler arasındaki değerlerine bakıldığında Efsane çeşidinin ortalamasının (163.16 ppm) Öz Ayşe (114.51 ppm) ortalamasından fazla olduğu görülmektedir. Dozlar arasındaki ortalamalarda önemli farklılığın % 50 dozunda olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.24. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Cu (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*					Ortalama***	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	194.47 c	242.51 a	191.49 c	187.34 c	0.00 g	163.16	A
Öz Ayşe	113.38 e	143.62 d	211.92 b	103.63 f	0.00 g	114.51	B
Ortalama**	153.92 C	193.06 B	201.70 A	145.48 D	0.00 E		
LSD						4.653	

*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P > 0.05$)

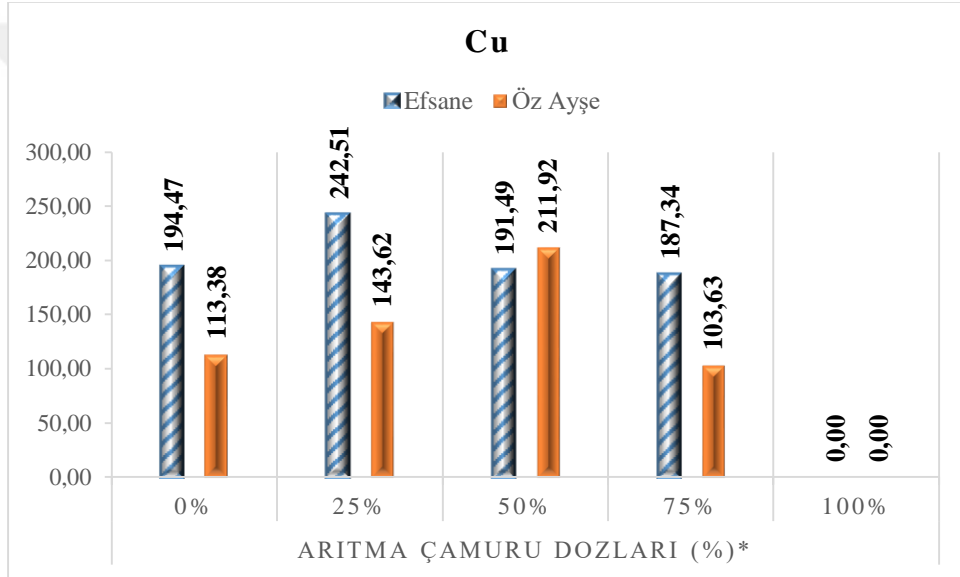
** Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P > 0.05$) olarak önemli değildir.

*** Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P > 0.05$) olarak önemli değildir.

Xu ve ark. (2006), çeltik bitkisine artan oranlarda bakır dozlarının uygulayarak bitki üzerindeki etkilerini inceledikleri bir araştırmada 100 ppm'lik bakır dozunda bitki

gelişiminin % 90 azaldığını ve 100 ppm Cu elementinin toksik etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada 100 ppm'lik sınırdan dolayı tüm dozlarda toksik etkinin olduğu saptanmıştır.

Asri ve Sönmez (2006), tarafından yapılan bir çalışmada bakır toksik sınırını aşan bitkilerde toksik etkisini kök sisteminde açığa çıkardığını belirtmişlerdir. Toksik etki kök sistemindeki membran geçirgenliğini etkileyerek bitki madde alımını engellediğini belirtmişlerdir. Çizelge 4.18'de fasulye kök gelişiminin dozların artmasıyla orantılı azalması kök bölgesindeki yüksek ppm değerinde toksik etki gösteren Cu elementinin varlığından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.12. Fasulye çeşitlerinde Cu elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu

Şekil 4.12'de görüldüğü üzere çeşitlerdeki en fazla Cu değeri Efsane çeşidinde 242.51 ppm ile % 25 dozundayken Öz Ayşe çeşidinde ise 211.92 ppm ile % 50 dozunda olduğu görülmüştür. Her iki çeşit için en az Cu değeri % 75 dozunda meydana geldiği bulunmuştur.

4.2.3. Potasyum (K)

Çizelge 4.25'e bakıldığında potasyum (K) içeriği açısından çeşitler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu görülmüştür. Arıtma çamuru

dozları arasındaki farkların ise istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğu tespit edilmiş ve çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.25. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen K değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	36043858.00	4682.91	**
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	79425264.00	319.14	**
Ç x AÇ	4	4309125.50	559.85	**
Hata	30	7696.89		
CV%		1.565		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.26'da potasyum elementinin çeşitler arasındaki değerlerine bakıldığında Efsane çeşidinin ortalaması (6554.33 ppm) Öz Ayşe çeşidinin ise (4655.81 ppm) olduğu görülmüştür. Dozların ortalamalarındaki farklılıklar % 50 dozunda önemli derecede olduğu tespit edilmiştir. Çeşitlerin bünyesindeki potasyum miktarı, yararışlı miktarın çok üzerinde ve en yüksek potasyum değerinin ise % 50 dozunda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen K (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*								Ortalama***	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100					
Efsane	7483.28 d	7823.72 c	8497.53 b	8967.13 a	0.00 G				6554.33 A	56.659
Öz Ayşe	6482.31 e	5225.11 f	6423.23 e	5148.39 f	0.00 G				4655.81 B	
Ortalama**	6982.80 B	6524.42 C	7460.38 A	7057.76 B	0.00 D					
LSD									89.586	

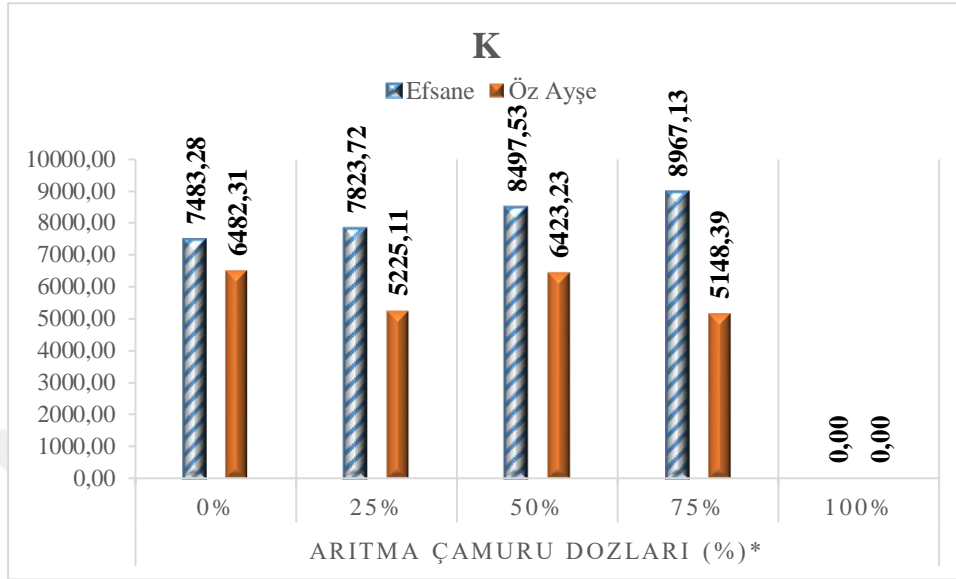
*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$).

** : Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

***: Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

Çimrin ve ark. (2000), artan dozlarda arıtma çamurunun mısır bitkisine etkisini inceledikleri araştırmada, bitkide turgor düzenleyicisi olarak bilinen potasyum kök gelişimini olumlu etkilediğini ve bitki için yararışlı miktarın 5610 ppm olduğunu

bildirmişlerdir. Yarayışlı miktarın üzerindeki oranlar bitki köklerindeki turgor basıncını azaltmakta ve madde geçişini engelleyici faktör niteliği taşıdığını belirtmiştir.



Şekil 4.13. Fasulye çeşitlerinde K içeriğine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.

Şekil 4.13’de görüldüğü gibi en fazla potasyum değeri Efsane çeşidinde 8967.13 ppm’le % 75 dozunda ve Öz Ayşe çeşidinde ise 5148.39 ppm ile % 75 dozunda görülmüştür. Her iki çeşit için en az potasyum değeri Efsanede % 0 Öz Ayşe’de % 75 dozunda ortaya çıkmıştır.

4.2.4. Magnezyum (Mg)

Magnezyum (Mg) içeriği bakımından çeşitler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu görülmüştür. Arıtma çamuru dozları arasındaki farkların ise istatistiksel çok önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Mg değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	110215000.00	7799.10	**
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	62931661.00	4453.19	**
Ç x AÇ	4	16206619.00	1146.82	**
Hata	30	14131.80		
CV%		2.761		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.28'de Efsanenin çeşidinin magnezyum ortalaması (5965.61 ppm) ve Öz Ayşe çeşidinin (2645.74 ppm) olduğu bulunmuştur. Dozların ortalamalarındaki farklılıklar % 50 dozunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.28. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Mg (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

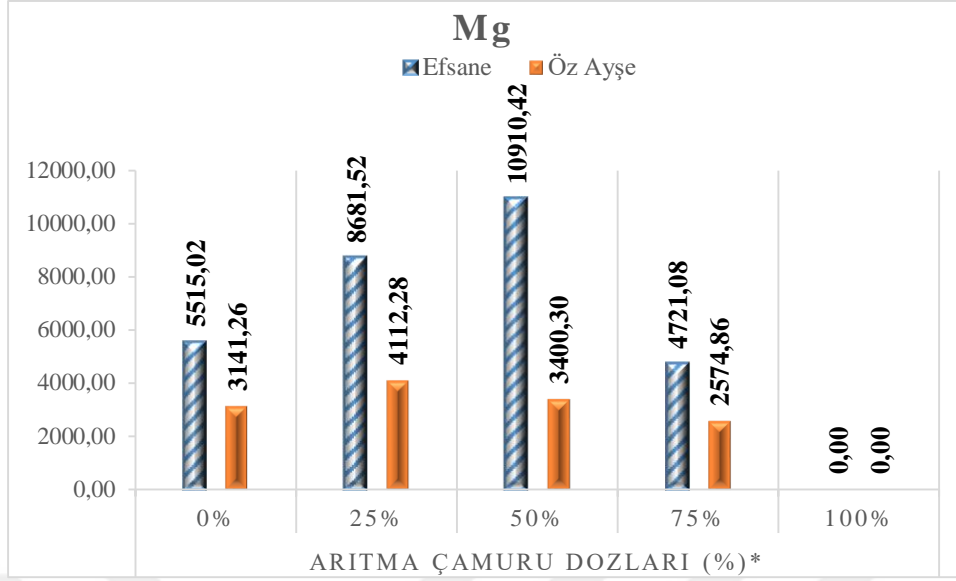
ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*					Ortalama***	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	5515.02 c	8681.52 B	10910.42 a	4721.08 d	0.00 i	5965.61 A	76.774
Öz Ayşe	3141.26 g	4112.28 E	3400.30 f	2574.86 h	0.00 i	2645.74 B	
Ortalama**	4328.14 C	6396.90 B	7155.36 A	3647.97 D	0.00 E		
LSD	121.390						

*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05)

** : Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

***: Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

Topçuğlu ve ark. (2003), Gatap arıtma çamurunun domates bitkisi üzerinde yaptığı bir çalışmaya göre 1. yıl ve 2. yıl uyguladıkları arıtma çamurunun bitkide Mg miktarında artış yaptığı (1850 ppm) ve bu artışın bitkiye yararlı miktarda olduğunu rapor etmişlerdir. Yapılan çalışmada çeşitler arasındaki Mg miktarının Efsane ve Öz Ayşe çeşitlerinde yararlı değerinden çok fazla bir miktarda olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.14. Fasulye çeşitlerinde Mg içeriğine ait çeşit ve farklı arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.

Şekil 4.14’de belirtildiği üzere çeşitlerdeki en fazla Mg değeri Efsane çeşidinde 10910.42 ppm’le % 50 dozundayken Öz Ayşe çeşidinde ise 4112.28 ppm ile % 25 dozu olduğu görülmüştür. Her iki çeşit için en az Mg değeri % 0 dozunda meydana geldiği bulunmuştur.

4.2.5. Kadmiyum (Cd)

Çizelge 4.29’de belirtildiği üzere kadmiyum (Cd) içeriği bakımından çeşitler arasındaki ve arıtma çamuru dozları arasındaki farkların ve çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.29. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Cd değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	43.45	37.21	**
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	2483.22	2126.70	**
Ç x AÇ	4	42.33	36.26	**
Hata	30	1.17		
CV%		3.475		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.30'da kadmiyum elementinin çeşitler arasındaki değerleri incelendiğinde Efsane çeşidinin ortalamasının (32.14 ppm) ve Öz Ayşe (30.06 ppm) ortalamasından büyük farklılığın olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.30. Fasulye çeşitlerinde farklı arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Cd (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%) [*]					Ortalama ^{***}	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	41.02 abc	41.83 ab	37.96 d	39.89 c	0.00 f	32.14	A
Öz Ayşe	40.91 bc	42.23 a	37.54 d	29.60 e	0.00 f	30.06	B
Ortalama**	40.96 A	42.03 A	37.75 B	34.74 C	0.00 D		
LSD	1.103						

*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05).

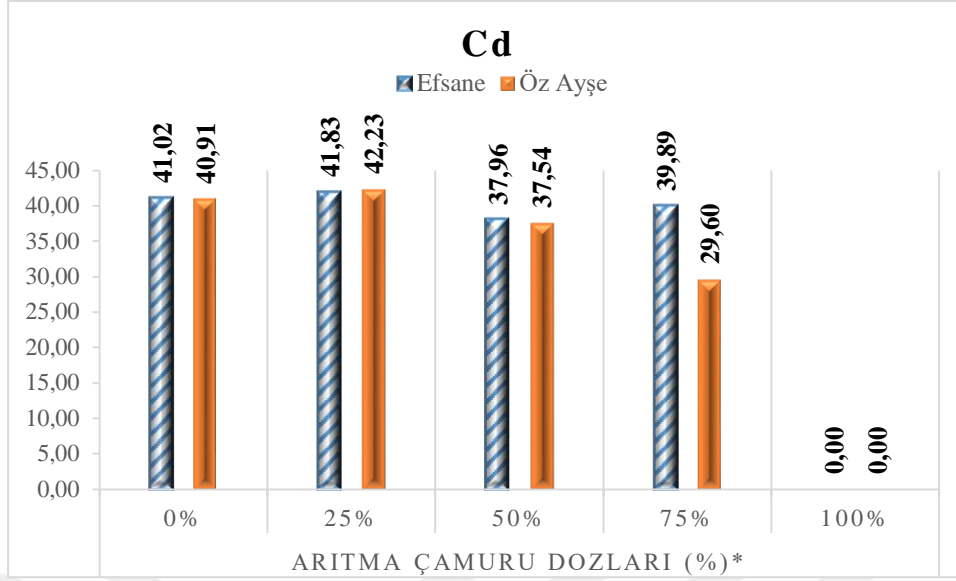
** Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

***: Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

Dozların ortalamalarındaki farklılıklarda önemli derecede % 50 dozunda olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada bitkinin artan dozlarda arıtma çamuru uygulamasında morfolojik özelliklerin değişim göstermesine karşın bitki bünyedeki kadmiyum içeriğinin azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.30).

Zengin ve Munzuroğlu (2003), tarafından yapılan bir çalışmada fasulye bitkisine artan dozlarda ve kadmiyumun bitkide kök, gövde ve yaprak büyümesinde negatif etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Demirkan ve Söğüt, (2018), yaptıkları bir çalışmada bitkide alınabilir Cd değerini 5-30 ppm aralığında olduğunu 30 ppm'den sonra toksik etki gösterebileceğini rapor etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada ise bitkinin iki çeşidi ve tüm dozlarının toksik düzeyine ulaştığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. Fasulye çeşitlerinde Cd elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.

Şekil 4.15’de belirtildiği gibi en fazla Cd değeri Efsane çeşidinde 41.83 ppm’le % 25 dozundayken, Öz Ayşe çeşidinde ise 42.23 ppm ile % 25 dozunda tespit edilmiştir. Her iki çeşit için en az Cd miktarı Efsane çeşidinde % 50 dozunda, Öz Ayşe çeşidinde % 75 dozunda ortaya çıkmıştır.

4.2.6. Nikel (Ni)

Nikel (Ni) içeriği bakımından çeşitler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu görülmüştür. Arıtma çamuru dozları arasındaki farkların ve çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Ni değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	10318.55	1277.76	**
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	139865.24	17319.64	**
Ç x AÇ	4	9617.16	1190.90	**
Hata	30	8.08		
CV%		1.772		

**% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.32’de belirtildiği gibi dozların ortalamalarındaki farklılıklar % 0 dozunda önemli derecede olduğu tespit edilmiştir. Artan dozlarda arıtma çamuru uygulamalarında bitki bünyesindeki uygulanan dozların artmasıyla Ni oranının azaldığı ve TKKY (2005) sınır değerlerinin (400 ppm) altında olduğu tespit edilmiştir. Belirtilen çalışmada nikel elementinin oransal olarak azaldığı ve bitkide toksik düzeyinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.32. Fasulye çeşitlerinde farklı arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Ni (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

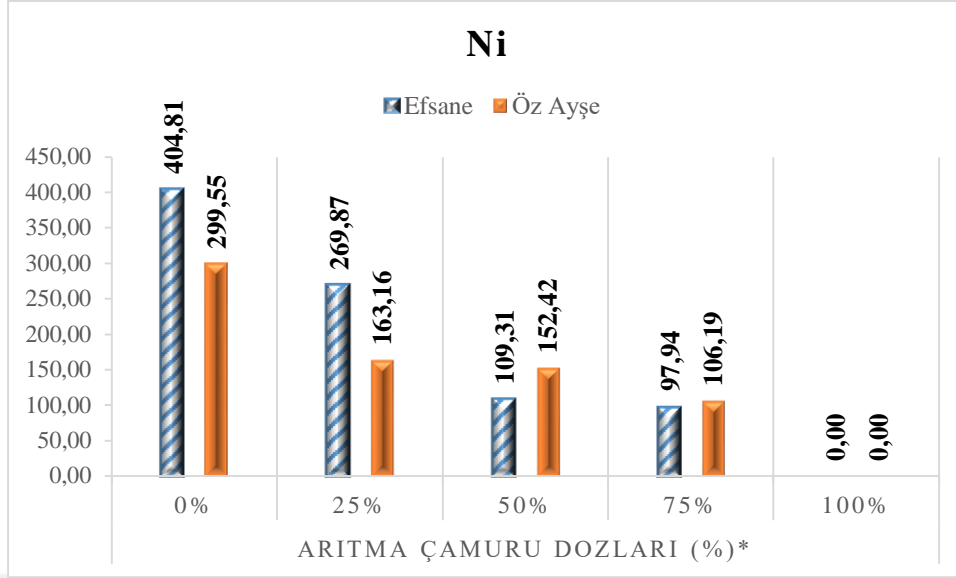
ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*										Ortalama***	LSD
	% 0		% 25		% 50		% 75		% 100			
Efsane	404.81	a	269.87	c	109.31	f	97.94	g	0.00	h	176.39	A
Öz Ayşe	299.55	b	163.16	d	152.42	e	106.19	f	0.00	h	144.26	B
Ortalama**	352.18	A	216.51	B	130.86	C	102.07	D	0.00	E		
LSD											2.902	

*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05)

** : Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

***: Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir

Kacar ve Katkat (2006)’da yaptığı bir çalışmada Nikel üreaz ve hidrogenaz enzimlerinin metal yapı maddesi olması nedeniyle Nikel içerikleri az olan bitkiler toksik etki yapabileceğini tespit etmişlerdir.



Şekil 4.16. Fasulye çeşitlerinde Ni elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.

Şekil 4.16’da belirtildiği üzere çeşitlerdeki en fazla Ni değeri Efsane çeşidinde 404.81 ppm’le % 0 dozundayken Öz Ayşe çeşidinde ise 299.55 ppm ile % 0 dozunda tespit edilmiştir. Her iki çeşit için en az Ni değer % 75 dozunda ölçülmüştür.

4.2.7. Kobalt (Co)

Çizelge 4.33’e bakıldığında kobalt (Co) içeriği bakımından çeşitler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu bulunmuştur. Arıtma çamuru dozları arasındaki farkların ($P < 0.01$) ve çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.33. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Co değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	3361.36	1830.34	**
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	14459.23	7873.38	**
Ç x AÇ	4	308.13	167.78	**
Hata	30	1.84		
CV%		2.250		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.34'te Co elementinin çeşitler arasındaki değerlerine bakıldığında Efsane çeşidinin ortalamasının (69.40 ppm) Öz Ayşe (51.07 ppm) ortalamasından daha fazla olduğu görülmüştür. Arıtma çamuru dozlarının ortalamalarındaki farklılıklar % 25 dozunda önemli derecede olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.34. Fasulye çeşitlerinde farklı arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Co (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

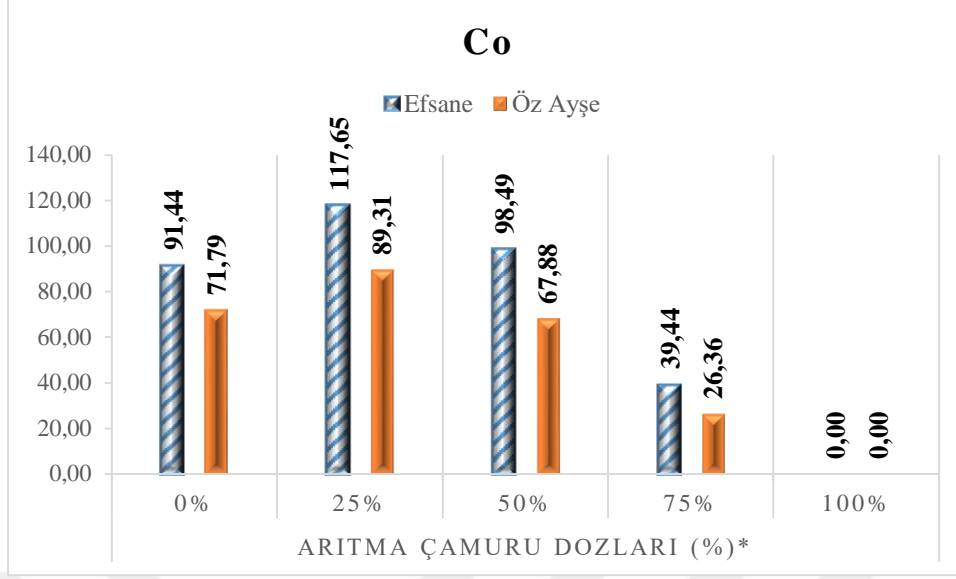
ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*										Ortalama***	LSD	
	% 0		% 25		% 50		% 75		%100				
Efsane	91.44	c	117.65	a	98.49	b	39.44	f	0.00	h	69.40	A	0.875
Öz Ayşe	71.79	d	89.31	c	67.88	e	26.36	g	0.00	h	51.07	B	
Ortalama**	81.61	C	103.48	A	83.19	B	32.90	D	0.00	E			
LSD	1.384												

* Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05).

** Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

*** Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

Çakır ve Çimrin (2018), arıtma çamurunun mısır bitkisi gelişimi üzerine etkilerini araştırdığı bir çalışmada uygulanan arıtma çamurunun % 25 (90.8 ppm) dozunda en yüksek Co değerini verdiğini ve doz artışlarında ise Co miktarının azaldığını rapor etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada ise benzer sonuçlar alındığı görülmüştür.



Şekil 4.17. Fasulye çeşitlerinde Co elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.

Şekil 4.17'ye göz atıldığında çeşitlerdeki en fazla Co değeri Efsane çeşidinde 117.65 ppm'le % 25 dozundayken, Öz Ayşe çeşidinde ise 89.91 ppm ile % 25 dozunda olduğu belirlenmiştir. Her iki çeşit için en az Co değer % 75 dozunda meydana geldiği bulunmuştur.

4.2.8. Mangany (Mn)

Çizelge 4.35'te görüldüğü gibi çeşitler arasındaki farkların, arıtma çamuru dozları arasındaki farkların ve çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.35. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Mn değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	6442895.60	83.25	**
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	16734617.00	216.23	**
Ç x AÇ	4	2707727.50	34.99	**
Hata	30	77391.68		
CV%		11.474		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.36'de Mn içeriğinin çeşitler arasındaki değerlerine bakıldığında analiz Efsane çeşidinin ortalaması (2825.92 ppm) Öz Ayşe (2023.24 ppm) ortalamasından fazla olduğu bulunmuştur. Dozların ortalamalarındaki farklılıkların önemli derecede olduğu ve bu farklılığın % 25 ile % 50 dozunda olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada ise fasulye bitkisinin kontrol grubuna göre % 25 ve % 50 dozunda Mn miktarında artış olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.36. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Mn (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*					Ortalama***	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	3787.03 b	4653.57 a	2996.30 c	2692.70 cd	0.00 g	2825.92 A	179.66
Öz Ayşe	2298.65 e	2411.68 de	3678.00 b	1727.88 f	0.00 g	2023.24 B	
Ortalama**	3042.84 B	3532.62 A	3337.15 A	2210.29 C	0.00 D		
LSD	284.074						

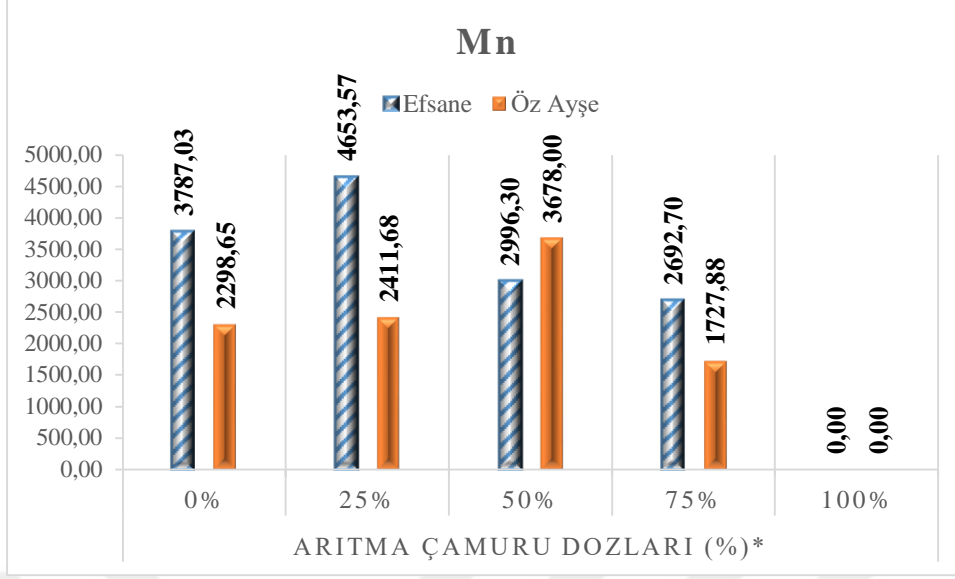
*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$)

** : Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

***: Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

Küçükhemek ve ark. (2006), çim bitkileri üzerini yaptıkları bir çalışmaya göre artan oranda uygulanan arıtma çamurunun 40 ton/ha için 231 ppm. 80 ton/ha için 216 ppm ve 120 ton/ha için 222 ppm Mn miktarının açığa çıktığını ve böylelikle bitki bünyesindeki Mn miktarının azalttığını tespit etmişlerdir.

Demirkan ve Söğüt (2018), yaptıkları çalışmada mangan elementinin bitkiye yarayışlı değer 400-1000 ppm arası olduğu 1000 ppm üzeri toksik etki gösterdiğini belirtmişlerdir.



Şekil 4.18. Fasulye çeşitlerinde Mn elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu

Çeşitlerdeki en fazla Mn değeri Efsane çeşidinde 4653.57 ppm'le % 25 dozundayken, Öz Ayşe çeşidinde ise 2411.68 ppm ile % 25 dozunda ortaya çıkmıştır. Her iki çeşit için en az Mn değeri % 75 dozunda tespit edilmiştir (Şekil 4.18).

4.2.9. Çinko (Zn)

Çizelge 4.37'ye göz atıldığında çinko (Zn) içeriği yönünden çeşitler arasındaki farkların, arıtma çamuru dozları arasındaki farkların ve çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farklarının istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.37. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Zn değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	23568.60	32.62	**
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	10504774.00	14537.79	**
Ç x AÇ	4	152658.17	211.27	**
Hata	30	722.58		
CV%		2.694		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.38’de Zn elementinin çeşitler arasında ki değerlerine bakıldığında Efsane çeşidinin ortalamasının (973.42 ppm) ve Öz Ayşe çeşidinin (1021.97 ppm) ortalamasından fazla olduğu bulunmuştur. Arıtma çamuru dozlar ortalamalarındaki farklılıklar önemli fazlalığın % 75 dozunda olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada her iki fasulye çeşidinin artan dozlardaki arıtma çamuru dozlarının kontrol (% 0) grubuna göre kök bölgelerinin gelişmediği belirlenmiştir. Bitki gelişiminin % 100 dozda meydana gelmemesi arıtma çamurundaki ağır metal olan Çinko elementinden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.38. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Zn (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*					Ortalama***	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	481.37 g	637.61 e	1080.06 d	2668.08 b	0.00 i	973.42 A	17.36
Öz Ayşe	228.56 h	562.33 f	1159.82 c	3159.16 a	0.00 i	1021.97 B	
Ortalama**	354.96 D	599.97 C	1119.94 B	2913.62 A	0.00 E		
LSD	27.449						

*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$)

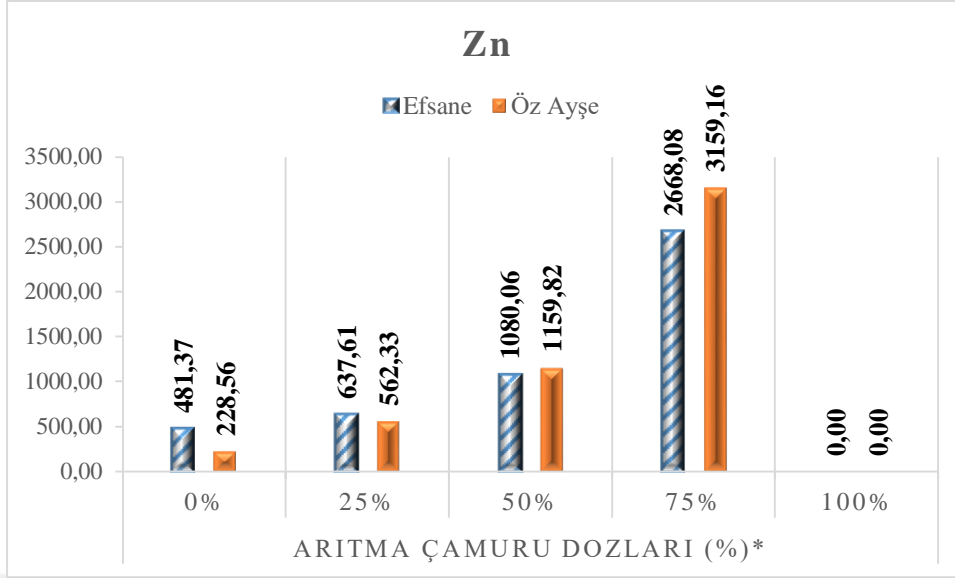
** Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

*** Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel ($P>0.05$) olarak önemli değildir.

Zengin ve Munzuroğlu (2005), yaptıkları bir çalışmada fasulye bitkisinin artan Çinko oranının kök, gövde ve yaprak büyümesindeki etkisinin olumsuz olduğunu ve kök bölgesinde hücre membranlarına bağlanarak madde geçişlerini engellemesiyle bitkinin madde alınımını engellediğini bildirmişlerdir.

Özbek ve ark. (1995), tarafından yapılan bir çalışmada Zn yoğunluğunun normal bitkilerde 5-100 ppm arasında olduğunu ve bitkideki toksik etkisinin genellikle 400 ppm’den sonra başladığını belirtmişlerdir.

Taşatar, (1997)’de yaptığı bir çalışmaya % 100 arıtma çamurunun ağır metal içeriğinden dolayı bitki ilk kök gelişimini sağlayamadığını ve bundan dolayı bitki gelişimini engellediğini belirtmiştir. Yapılan çalışmada arıtma çamurunun dozlarının artmasıyla bitki kök oluşumu ters oranda büyüme göstermiş olduğu benzer çalışmalarla aynı sonuçlar verdiği ve bitkinin toksik düzeye ulaştığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.19. Fasulye çeşitlerinde Zn elementine ait çeşit ve farklı arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu

Şekil 4.19’da belirtildiği üzere çeşitlerdeki en fazla Zn değeri Efsanede 2668.08 ppm’le % 75 dozundayken Öz Ayşe çeşidinde ise en yüksek değer % 75 dozunda 1021.97 ppm olarak ölçülmüştür. Her iki çeşit için en az Zn değeri % 0 dozunda olduğu görülmüştür.

4.2.10. Sodyum (Na)

Çeşitler arasındaki sodyum (Na) içeriği bakımından istatistiksel farkların önemli ($P < 0.05$) olduğu görülmüştür. Arıtma çamuru dozları arasındaki farkların ve çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Na değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	947.12	8.70	*
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	728081.08	6686.11	**
Ç x AÇ	4	26452.67	242.92	**
Hata	30	108.89		
CV%		2.061		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.40'da incelendiği Na elementinin çeşitler arasındaki değerleri Efsane çeşidinde ortalama (511.09 ppm), Öz Ayşe çeşidinde (501.35 ppm) olduğu bulunmuştur. Na elementlerinin dozların ortalamalarında farklılıklar önemli derecede olup en fazla interaksiyon % 0 dozunda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.40. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Na (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

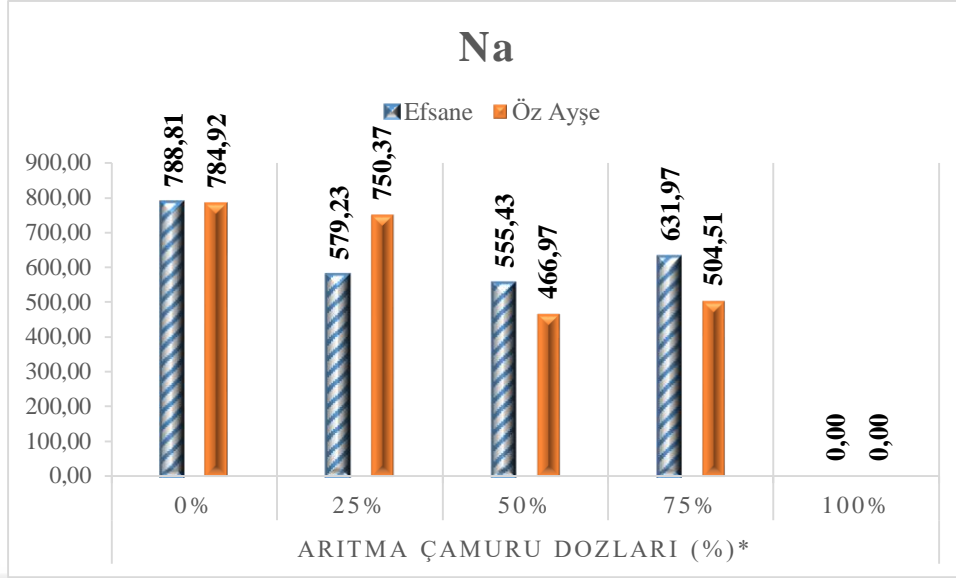
ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*					Ortalama***	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	788.81 a	579.23 d	555.43 e	631.97 c	0.00 h	511.09	A
Öz Ayşe	784.92 a	750.37 b	466.97 g	504.51 f	0.00 h	501.35	B
Ortalama**	786.86	664.80	511.20	568.24	0.00	E	
LSD	10.656						

*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05)

** Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

*** Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

Almaz (2017), arıtma çamurunun mısır bitkisi içeriğindeki ağır metallerle etkisini araştırdığı bir çalışmada bitkideki sodyum içeriğini 1390.5 ppm olduğunu belirtmiştir. Artan oranda arıtma çamurunun fasulye bitkisindeki Na miktarında azalmaya neden olduğu gözlemlenmiştir. Arıtma çamurunun uygulaması topraktaki (% 0) Sodyum miktarının azalttığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.20. Fasulye çeşitlerinde Na elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu

Şekil 4.20’de belirtildiği gibi en fazla Na değeri Efsanede 788.81 ppm’le % 0 dozundayken, Öz Ayşe çeşidinde ise en yüksek değer % 0 dozunda ve 784.92 ppm olarak ölçülmüştür. Her iki çeşit için en az Na değeri % 50 dozunda meydana geldiği bulunmuştur.

4.2.11. Krom (Cr)

Çizelge 4.41’de görüldüğü gibi çeşitler arasındaki interaksiyon farklarını istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu görülmüştür. Arıtma çamuru dozları arasındaki interaksiyon farklarını ve çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.41. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Cr değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	446.49	5.56	*
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	165220.61	2058.71	**
Ç x AÇ	4	6571.36	81.88	**
Hata	30	80.25		
CV%		3.980		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.42’de Cr elementinin çeşitler arasında ki değerleri incelendiğinde Efsane çeşidinin ortalamasının (228.45 ppm), Öz Ayşe ortalamasının da (221.76 ppm) olduğu belirlenmiştir. Cr elementlerinin dozların ortalamalarındaki farklılıklarda önemli derecede olup en fazla interaksiyon 400.92 ppm ile % 0 dozunda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.42. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Cr (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*					Ortalama***	LSD					
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100							
Efsane	430.07	a	279.40	c	200.89	e	231.87	d	0.00	f	228.45	A
Öz Ayşe	371.77	b	223.70	d	283.71	c	229.64	d	0.00	f	221.76	B
Ortalama**	400.92	A	251.55	B	242.30	C	230.75	D	0.00	E		
LSD							9.148					

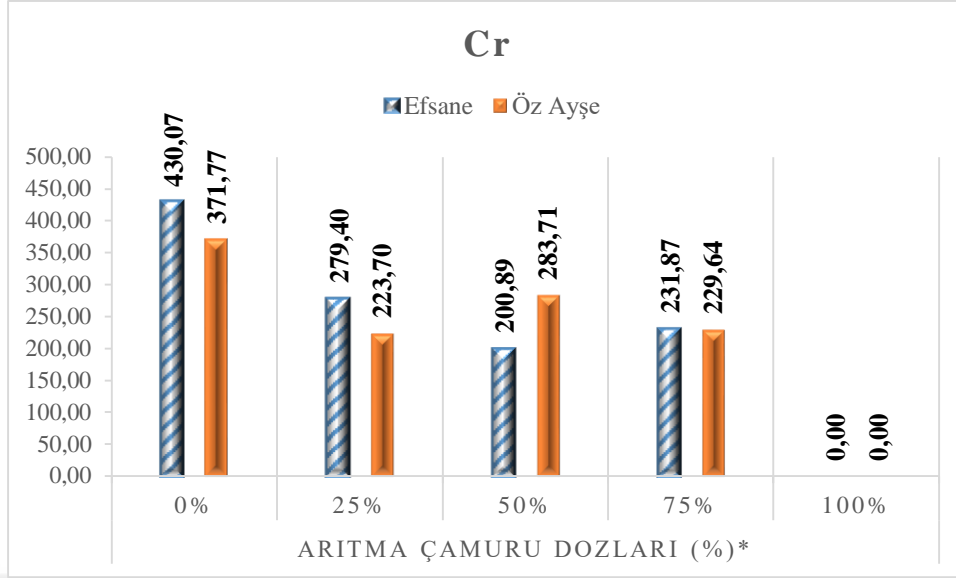
*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05)

** Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

*** Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

Özbek ve ark. (1995), yaptıkları araştırmaya göre kuru maddesinde Kromun 100 ppm’lik miktarının toksik etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Yapılan bu çalışmada elde edilen Krom miktarı belirlenen toksik miktarından çok daha fazla olduğu görülmüştür.

Jain ve ark. (2000), fasulye üzerine yaptıkları bir çalışmada toprakta 500 ppm Kromun bulunmasının, fasulye tohumlarının çimlenmesini % 48 oranında azalttığını tespit etmişlerdir. Bitkide toksik seviyeye ulaşan Kromun etkilediği ilk fizyolojik olay tohumun çimlenmesi olduğunu ve Kromun, proteaz olayının hızlandırması ve amilaz oluşumuyla tohum çimlenmesini engellediğini bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada ilk çıkışlarının kontrol grubuna göre düzensiz olması yapılan diğer çalışmalarla benzer sonuçların olduğunu ve bitkinin toksik düzeye ulaştığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.21. Fasulye çeşitlerinde Cr elementine ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksiyonu.

Çeşitlerdeki en fazla Cr değeri Efsanede 430.07 ppm'le % 0 dozundayken Öz Ayşe çeşidinde de en yüksek değer % 0 dozunda olup 371.77 ppm olarak ölçülmüştür. Her iki çeşit için en az Cr değeri Efsanede % 50 dozundayken, Öz Ayşe çeşidinde % 25 dozunda ortaya çıkmıştır (Şekil 4.21).

4.2.12. Demir (Fe)

Çeşitler arasındaki farkların, arıtma çamuru dozları arasındaki farkların ve çeşit x arıtma çamuru dozları arasındaki interaksiyon farkının istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.43. Fasulye çeşitlerinde arıtma çamuru uygulaması sonucunda elde edilen Fe değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	K.O.	F	
Çeşit (Ç)	1	565902.25	4391.96	**
Arıtma Çamuru (AÇ)	4	735249.59	5706.27	**
Ç x AÇ	4	105324.26	817.42	**
Hata	30	128.85		
CV%		2.407		

*% 5 Düzeyinde önemli. ** % 1 düzeyinde önemli

Fe elementinin çeşitler arasında ki değerleri analiz edildiğinde Efsane çeşidinin ortalamasının (590.59 ppm) Öz Ayşe çeşidinin (352.71 ppm) ortalamasından önemli derecede farklı olduğu bulunmuştur. Fe elementlerinin dozların ortalamalarındaki farklılıklarda önemli derecede olup en fazla interaksiyon 838.73 ppm ile % 0 dozunda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.44).

Çizelge 4.44. Fasulye çeşitlerinde farklı arıtma çamuru uygulamaları sonucunda elde edilen Fe (ppm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar

ÇEŞİT	Arıtma Çamuru Dozları (%)*					Ortalama***	LSD
	% 0	% 25	% 50	% 75	% 100		
Efsane	976.45 a	566.25 d	721.19 b	689.08 c	0.00 g	590.59	A
Öz Ayşe	701.01 c	565.12 d	287.83 e	209.57 f	0.00 g	352.71	B
Ortalama**	838.73	565.69	504.51	449.32	0.00		E
LSD	11.591						

*Aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05)

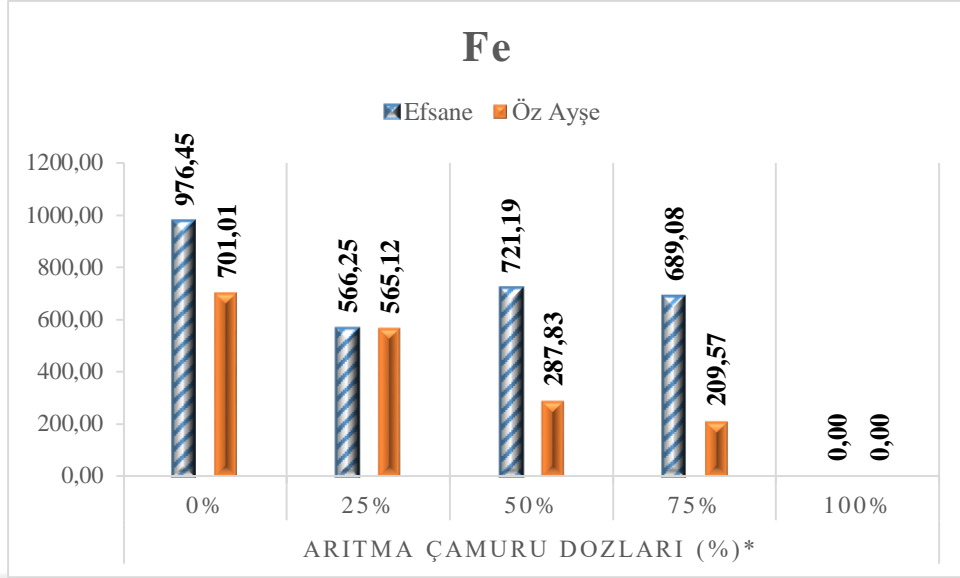
** : Aynı satırda ve aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

***: Aynı sütunda ve aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel (P>0.05) olarak önemli değildir.

Özbek ve ark. (1984), yapraklarda Fe içeriğinin 1000 mg/kg sınırını aştığında nekrotik lekelerle sebep olabileceğini belirtmişlerdir. Yapılan bu araştırmada hiçbir dozda Fe toksit düzeye ulaşmadığı görülmüştür.

Kabata ve Pendias (2011), bitkideki Fe miktarının 2-200 mg/kg aralığında olması bitki fizyolojisinde kabul edilebilir bir sınır olduğunu belirtmişlerdir.

Cimrin ve ark. (2018), artan oranda uygulanan arıtma çamurunun mısır bitkisi üzerine etkilerini inceledikleri bir araştırmada bitkinin içerdiği Fe değerinin uygulanan arıtma çamurunun dozlarıyla uyumlu bir artış gösterdiğini ve en yüksek değer % 100 dozundan (570.8 ppm) elde edildiğini rapor etmişlerdir. Yapılan çalışmada ise elde edilen sonuçlar benzer çalışmalardan farklı olarak arıtma çamurunun dozlarının artmasıyla Fe içeriğinin paralel bir şekilde azaldığı görülmüştür.



Şekil 4.22. Fasulye çeşitlerinde Fe ait çeşit ve arıtma çamuru uygulamaları interaksyonu.

Çeşitlerdeki en fazla Fe değeri Efsane çeşidinde 976.45 ppm'le % 0 dozundayken Öz Ayşe çeşidinde de en yüksek değer % 0 dozunda olup 701.01 ppm olarak ölçülmüştür. Her iki çeşit için en küçük Fe değeri Efsane çeşidinde % 25 dozundayken, Öz Ayşe çeşidinde % 50 dozunda meydana geldiği görülmüştür (Şekil 4.22).



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada artan dozlarda % 0, % 25, % 50, % 75, % 100 arıtma çamurunun Efsane sırtık fasulye ve Öz Ayşe bodur fasulye çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimlerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla incelenen morfolojik parametrelerde arıtma çamurunun kontrole göre % 25 ve % 50'lik dozlarının fide çıkışı ve ilk gerçek yaprak oluşumunu hızlandırdığı tespit edilmiştir. Çeşitler üzerinde uygulanan dozların kontrole göre fide boyuna olumsuz etki gösterdiği görülmüştür. Uygulamanın kontrole göre kök uzunluğu da etkisi olumsuz olup dozlar artıkça kök uzunlukların paralel olarak azaldığı görülmüştür. Arıtma çamurunun bitkilerde yaprak renginde bir değişiklik yapmadığı ve çeşitlere uygulanan dozlarda yaprak sayısının ve yaprak alanının ortalama değerinde kaldığı görülmüştür. Uygulamanın fide yaş ağırlık, fide kuru ağırlık, kök yaş ağırlık ve kök kuru ağırlık parametrelerine kontrole göre olumsuz etki gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Arıtma çamurunun çeşitler üzerindeki kimyasal etkilerine bakılmış ve Ca içeriğinin kontrole göre azalış gösterip % 75 dozunda yarayırlı miktarda olduğu görülmüştür. Cu, Cd, Ni, Mn, Zn ve Cr'un çeşitler üzerinde toksik düzeyinde etkili olduğu ve bitki gelişimlerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Elde edilen K içeriğinde bitkiye yarayırlı değer aralığında olmadığı ve bitki gelişiminde inhibe edici etki gösterdiği tespit edilmiştir. Mg içeriğinde ise bitkiye yarayırlı değer aralığında olmadığı belirlenmiştir. Co içeriğinde bitkiye yararlı değer aralığında olmadığı dozlar artıkça Co içeriğinin de arttığı tespit edilmiştir. Kontrole göre dozların artmasıyla Na içeriğinin de azaldığı görülmüştür. Fe içeriği toksik düzeyde ve yarayırlı değer aralığında olmadığı ve buna paralel olarak dozların artmasıyla da Fe içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Fasulye çeşitlerinde ağır metalin etkisinin % 100 dozunda olduğu ve bu dozlarda çıkışın olmadığı görülmüştür. Bitki bünyesindeki Cu, Cd, Ni, Mn, Zn ve Cr ağır metallerin yüksek miktarda toksik etki göstermelerinden dolayı % 100 arıtma çamuru dozlarında bitki çıkışları gözlenmemiştir. Çinko (Zn) içeriğinin bitki köklerinde membran geçirgenliğini azaltarak bitkiye besin alınımını engellediği için bitki çıkışını ve gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Artan dozlarda arıtma çamurunda bodur

eşidinin sırk çeşide göre daha mukavemetli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bütün kimyasal analizlerde bodur çeşidin sırk çeşitten daha fazla ağır metal içerdđi tespit edilmiştir.

Artan dozlarda arıtma çamurunun fasulye yetiştiriciliğinde çimlenme ve ilk gerçek yaprak oluşumunu hızlandırarak doğrudan olumlu etki gösterdiği ve Ca içeriğinin % 75 dozunda yarayışlı hale geldiği fakat diğer dozlarda olumlu etki göstermediği tespit edilmiştir. Arıtma çamurundaki ağır metal içerikleri ve bünyesindeki patojenlerden dolayı insan sağlığına olumsuz etki gösterebileceği dikkate alınmalıdır. Bu bağlamda Van Edremit İlçesi kentsel arıtma çamurunda tespit edilen ağır metallerin toksik miktarının olumsuz etkilerini giderilmesi amacıyla yapılacak stabilize işlemlerinden sonra yetiştiricilikte kullanılması daha uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akat, H., Demirkan, G. Ç., Akat, Ö., Yokaş, İ., 2015. 'Limonium sinuatum' yetiştiriciliğinde farklı ortamlara ilave edilen atık su arıtma çamurunun süs bitkisi yetiştirme materyali karışımı olarak kullanımı. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **12**(1): 81-90
- Akbulut, B., Karakurt, Y., Tonguç, M., 2014. Fasulye genotiplerinin morfolojik ve fenolojik karakterizasyonu. *Fen Bilimleri Dergisi*, **30**(4): 227-233.
- Akçin, A., 1988. *Yemeklik Tane Baklagiller*. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 8, Konya.
- Alloway, B. J., Jackson, A. P., 1991. The behaviour of heavy metals in sewage sludge-amended soils. *Science of the Total Environment*, **100**: 151-176.
- Almaz, 2017. *Arıtma Çamuru Uygulamalarının Kumlu Tın Bünyeli Toprağın Ve Mısırın Ağır Metal İçeriği Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi). EÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- Anonim, 2005. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete, 31.05.2005–25831. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100608-3.htm> Erişim tarihi: 20.08.2019
- Anonim, 2008. WHO. <https://www.who.int/> Erişim tarihi:02.01.2020
- Asri, F. Ö., Sönmez, S., 2006. Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. *Derim*, **23**(2): 36-45.
- Ayol, A., Dentel, S. K., Filibeli, A., 2005. Dual, polymer conditioning of water treatment residuals. *Journal of Environmental Engineering*, **131**(8): 1132-1138.
- Cimrin, K. M., Bozkurt, M. A., Erdal, İ. 2000. Kentsel arıtma çamurunun tarımda fosfor kaynağı olarak kullanılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **10**(1): 85-90.
- Çakır, H. N., Çimrin, K. M. 2018. Kentsel arıtma çamur uygulamalarının etkisi: I. mısır bitkisi ve topraktaki bazı besin maddesi (N, P, K, Ca, Mg) İçerikleri Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, **21**(6): 882-890.
- Demirkan, G. Ç., Söğüt, Z. 2018. kentsel atık su arıtma çamuru uygulamalarının anadolu sıgla ağacı'nda (*Liquidambar orientalis*) bitki gelişimi üzerine etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, **15**(1): 57-66.
- Demirtaş, E. I., Öktüren, F., Arı, A. N. 2013. Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompostu kullanımının bakiye etkilerinin belirlenmesi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **8**(2): 23-35.
- Durak, Z. 2005, *Adana Sofulu Düzensiz Çöp Depolama Alanında Oluşan Çöp Sızıntı Sularının Bitki Yetiştirilmesinde Kullanılması*, (yüksek lisans tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Filibeli, A. 1996. *Arıtma Çamurlarının İşlenmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İzmir.
- Greweling, T., Peech, M., 1960. *Chemical Soil Tests*. Cornell University Agricultural Experiment Station, New York.
- Jain, R., Srivastava, S., Madan, V.K., 2000. Influence of chromium on growth and cell division of sugarcane. *Indian J. Plant Physiol*, **5**:228-31.
- Kabata-Pendias, A., 2011. *Trace Elements in Soil and Plants*. CRC Press, New York.

- Kacar, B. Katkat, V., 2006. *Bitki Besleme*. Nobel Yayın, Ankara
- Kaçar, B. (1984). *Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu*. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Khan, K. D., Frankland, B., 1983. Chemical forms of Cd and Pb in some contaminated soils. *Environmental Pollution*, **6**: 15-31.
- Korboulewsky, N., Bonin, G., Massiani, C., 2002. Biological and ecophysiological reactions of white wall rocket (*Diplotaxis eruroides* L.) grown on sewage sludge compost. *Environmental Pollution*, **117**(2): 365-370.
- Küçükhemek, M., Kemal, G. Ü. R., Berktaş, A. 2006. Eysel karakterli atıksu arıtma çamurlarının çim bitkisi ağır metal (Mn, Zn, Ni, Cu, Cr, Pb, Cd) içeriği üzerine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **21**(3): 1-12
- Logan, T. J., Chaney, R. L., 1983. Utilization of municipal wastewater and sludge on land-metals. *In Proceedings of the Workshop on Utilization of Municipal Wastewater and Sludge on Land* University of California Riverside, CA.
- Ouzounidou, G., 1994. Alyssum montanum L. bitkilerinin büyüme, metal içeriği ve fotosentetik fonksiyonlarında bakır kaynaklı değişiklikler. *Çevresel ve Deneysel Botanik*, **34** (2): 165-172.
- Önder, M., 1993. *Bodur Kuru Fasulye Çeşitlerinin Tane Verimine ve Morfolojik, Fenolojik, Teknolojik Özelliklerine Bakteri Aşılama ve Azot Uygulamalarının Etkisi*. (Doktora Tezi, Basılmamış) S.Ü. Fen Bilimleri Enst., Konya
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1995. *Toprak Bilimi*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yayın No:16, Adana.
- Özbek, H., Z. Kaya., M. Tamcı., 1984. *Bitkinin Beslenmesi ve Metabolizması*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils Agricultural Handbook*, Washington.
- Salt, D., Price, R., Pickering, I and Raskin, I., 1995. Mechanisms of cadmium mobility and accumulation in Indian mustard. *Plant Physiol* **109**:1427-1433.
- Sepetoğlu, H. 1992. *Yemelik Dane Baklagiller*. Ege Üniv. Zir. Fak. Ders Notları, İzmir.
- Şehirali, S. 1988. *Yemelik Dane Baklagiller*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Tabatabai, M. A., Frankenberger Jr. W. T., 1979. Chemical composition of sewage sludges in Iowa. *Research Bulletin (Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station)*, **36**(586): 1.
- Taşatar, B., 1997. *Endüstriyel Nitelikli Arıtma Çamurlarının Bazı Toprak Özelliklerine Etkileri* (doktora tezi). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Ankara
- Topcuoğlu, B., Önal, M. K., Arı, N. 2003. Toprağa uygulanan kentsel arıtma çamurunun domates bitkisine etkisi: 1. Bitki besinleri ve ağır metal içerikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **16**(1): 87-96.
- Tosun, 2015. *Görüntü İşleme ile Yaprak Alanı Ölçüm Sistemi tasarımı* (yüksek lisans tezi). SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Tuna, A. L., Ömer, Ö., 2005. Farklı kalsiyum bileşiklerinin karpuz (*Citrullus lanatus*) bitkisinde verim, beslenme ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **42**(1): 203-212.

- Türkmen, Ö., Şensoy, S., Çırka, M. (2001). The effect of sewage sludge on the emergence and seedling growth in cucumber. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **11**(1): 1-4.
- Xu, J., Yang, L., Wang, Z., Dong, G., Huang, J and Wang, Y., 2006. Toxicity of copper on rice growth and accumulation of copper in rice grain in copper contaminated soil. *Chemosphere* **62**:602- 607.
- Zengin, K. F., Munzuroğlu, Ö. 2003. Fasulye fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) kök, gövde ve yaprak büyümesi üzerine kadmiyum (Cd⁺⁺) ve Civa (Hg⁺⁺)'nın etkileri. *Fen Bilimleri Dergisi*, **24**(1): 64-75.





ÖZ GEÇMİŞ

1991 yılında Van'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Van'da tamamladı. 2013 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne kayıt yaptırdı ve 2017 yılında lisans eğitimini tamamlayıp Ziraat Mühendisi unvanıyla mezun oldu. 2017 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 30/01/2020

Tez Başlığı / Konusu:

Kentsel Arıtma Çamurunun Fasulye de (*Phaseolus vulgaris* L.) Çıkış Oranı ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri

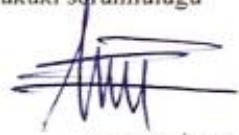
Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 65 sayfalık kısmına ilişkin 29/01/2020 tarihinde şahsım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 16 (onaltı) dır.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimededen daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksininin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.



Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Turgay BAŞDINÇ

Öğrenci No:17910001013

Anabilim Dalı: Bahçe Bitkileri

Programı: Tezli Yüksek Lisans

Statüsü: Y. Lisans

Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR


Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÇIRKA

