T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU KÜLTÜRÜNDE FARKLI MİKTARLARDA UYGULANAN KALSİYUMUN FASULYE VE MISIR BİTKİLERİNİN BESLENMESİ VE GELİŞİMİNE ETKİSİ

Tural HASANOV

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Temmuz-2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

Tural HASANOV tarafından hazırlanan "Su kültüründe farklı miktarlarda uygulanan kalsiyumun fasulye ve mısır bitkilerinin beslenmesi ve gelişimine etkisi" adlı tez çalışması 09.07.18 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Prof. Dr Sait GEZGİN	.....
Danışman Prof. Dr Sait GEZGİN	.....
Üye Doç.Dr Mehmet HAMURCU	.....
Üye Doç.Dr Ceyda ÖZFİDAN KONAKÇI	.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that. as required by these rules and conduct. I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Tural HASANOV

Tarih: 09.07.2018

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU KÜLTÜRÜNDE FARKLI MİKTARLARDA UYGULANAN KALSİYUMUN FASULYE VE MISIR BİTKİLERİNİN BESLENMESİ VE GELİŞİMİNE ETKİSİ

Tural HASANOV

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

Danışman: Prof. Dr. Sait GEZGİN

2018,109 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Sait GEZGİN

Bu çalışmada su kültüründe hoagland besin sollüsyonunda, artan dozlarda kalsiyum uygulaması ile besin çözeltisinde diğer besin elementleriyle (Ca,P, K, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, B) arasındaki dengenin değişimine bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin besin elementi alımı, kaldırdığı besin elementlerinin miktarı ve kalsiyum diğer besin elementlerine oranını, kök ve gövde gelişimine etkilerini, klorofil içeriklerini, MDA ve Prolin içeriklerini belirlemeye çalışılmıştır. Çalışmada farklı kalsiyum dozlarından (10, 20, 40, 60, 80, 100 mg L^{-1}) oluşan 6 farklı uygulama ile bitkisel materyal olarak borgondia fasulye çeşiti ile pioner mısır çeşidi kullanılmıştır. Çalışmamızın ana konusu kök katyon değişim kapasitesi farklı olan 2 bitkinin kalsiyum uygulamasına bağlı olarak bitki gelişiminin ve bitkinin besin elementi alımındaki farklılıkları ortaya koymaktır.

Araştırmamızın sonucuna göre kalsiyum uygulamaları ile her iki bitkinin hem gövde hem de kök kısmının kuru ağırlığında, uzunluğunda, MDA kapsamında, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn kapsamlarında önemli düzeylerde artışlar belirlenmiştir. Fasulye bitkisinin en yüksek gövde kuru ağırlığı 100 mg kg^{-1} Ca (Ca100) uygulamasında elde edilirken, kök kuru ağırlığı ise 40 mg L^{-1} Ca (Ca 40) uygulamasında elde edilmiştir. Mısır bitkisinde ise gövde ve kök kuru ağırlığı en fazla kontrol olarak kabul ettiğimiz 40 mg L^{-1} Ca (Ca40) uygulamasında elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fasulye, Mısır, Su kültürü, Hoagland, Kalsiyum

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECT OF DIFFERENTLY APPLIED CALCIUM IN THE DEVELOPMENT AND THE NUTRITION OF BEANS AND MAIZE PLANTS IN HYDROPONIC SYSTEMS

Tural HASANOV

Advisor: Prof. Dr. Sait GEZGİN

2018, 109 Pages

Jury
Prof.Dr Sait GEZGİN

In this study, increasing doses of calcium application to increased nutrient uptake of beans and maize plants due to the change in balance between other nutrients (Ca, P, K, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, B) in hoagland nutrient solution in water culture. The amount of nutrients removed and the ratio of calcium to other nutrients, effects of grwoth of root and stem, chlorophyll content, MDA and Prolin content were determined. In the experiment, burgundia variety of bean and pioneer variety of maıze were used as plant material with 6 different applications of calcium doses (10, 20, 40, 60, 80, 100 mg L^{-1}). The main topic of our study is to demonstrate the differences of plant nutrient uptake and plant development depending on the calcium application of 2 different plants with different root CEC.

According to the results of our research, calcium application had significant increases in the dry weight, length, MDA, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu and Mn contents of the stem and root parts of both plants were determined. The root dry weight was obtained in the application of 40 mg L^{-1} Ca (Ca40), while the dry weight of the bean plant was obtained in the highest hoagland solution at 100 mg L^{-1} Ca (Ca100) application. In corn plant, the hightest stem and root dry weight were obtained in the application of 40 mg L^{-1} Ca (Ca40), in comparison to the control.

KeyWords: **Bean, Maize, Hydroponic, Hoagland, Calcium**

ÖNSÖZ

Yüksek lisans dönemim süresince daima yardımlarını, manevi desteğini esirgemeyen, çalışmam sırasında ve değerlendirilmesinde her zaman desteğini gördüğüm danışman hocam S.Ü Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Sait GEZGİN'e, yardımlarını gördüğüm bölüm hocalarıma ve çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Mehmet HAMURCU'ya, Dr.Fatma GÖKMEN YILMAZ, Kimyager Ali KAHRAMAN, Uzman Nesim DURSUN, Ziraat Müh. Öznur YALÇIN, Yüksek Ziraat Müh. Duygu AKÇAY'a,Yüksek Ziraat Müh. Zuhal Zeynep AVŞAROĞLUN'a, Yüksek Ziraat Müh.Ayşegül KORKMAZ'a, Ziraat Mühendisi Yağmur KAYA'ya, Yüksek Ziraat Müh.Ahmed Mohammed YOSSİF'e, ve onun nezdinde bütün Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Toprak, Gübre ve Bitki Besleme Araştırma Laboratuarındaki çalışmalarımda desteklerini esirgemeyen diğer hocalarım ve bölüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu meşakkatli süreçte maddi ve manevi her daim yanımda olan, hiçbir zaman dualarını ve desteğini eksik etmeyen babam Agil HASANOV'a, annem Malahat TAĞIYEVA'ya ve amcam Adil HASANOV'a teşekkürlerimi sunarım.

Tural HASANOV

KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **xi**

ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **xiv**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **6**

3.1. Materyal 6
3.1.1. Bitki materyallerinin temini 6
3.2.Yöntem 6
3.2.1. İklim odasının hazırlanması 7
3.2.2. Deneme serilerinin hazırlanması 7
3.2.3. Tohum ekimi 8
3.2.4. Analiz Yöntemleri 8
3.2.4.1. Büyüme parametreleri 8
3.2.4.2. Bitki örneklerinde P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn ve B analizleri 9
3.2.5. Klorofil içeriği (Spad) 9
3.2.6. Klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b 10
3.2.7. Prolin analizi 11
3.2.8. Lipit peroksidasyonun belirlenmesi 11
3.2.9 İstatistiksel analizler 11

4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **12**

4.1. Büyüme parametreleri 12
4.1.1 Gövde ve kök kuru ağırlığı 12
4.1.2 Gövde ve kök uzunlukları 15
4.2. Fizyolojik parametre bulguları 18
4.2.1 Gövde klorofil içeriği (Spad) 18
4.2.2 Gövde klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b 20
4.2.3 Gövde ve kökün prolin miktarı 27
4.2.4 Gövde ve kökün MDA kapsamı 30
4.3 Gövde ve kökün makro besin elementleri 33
4.3.1 Gövde ve kökün kalsiyum konsantrasyonu ve kalsiyum alımı 33
4.3.2 Gövde ve kökün fosfor konsantrasyonu, fosfor alımı ve Ca/P oranı 38

4.3.3 Gövde ve kökün potasyum konsantrasyonu, potasyum alımı ve Ca/K oranı 45
4.3.4 Gövde ve kökün magnezyum konsantrasyonu, magnezyum alımı ve Ca/Mg oranı ... 52
4.4 Gövde ve kökün mikro besin element kapsamları ... 59
4.4.1 Gövde ve kökün demir konsantrasyonu, demir alımı ve Ca/Fe oranı ... 59
4.4.2 Gövde ve kökün çinko konsantrasyonu, çinko alımı ve Ca/Zn oranı ... 67
4.4.3 Gövde ve kökün bakır konsantrasyonu, bakır alımı ve Ca/Cu oranı ... 74
4.4.4 Gövde ve kökün mangan konsantrasyonu, mangan alımı ve Ca/Mn oranı ... 81
4.4.5 Gövde ve kökün bor konsantrasyonu, bor alımı ve Ca/B oranı ... 88
4.5. Elde edilen veriler arasındaki ilişkiler ... 95
4.5.1 Kalsiyum uygulamaları ile fasulye bitkisinin gövdeında elde edilen veriler arasındaki ilişkiler ... 95
4.5.2 Kalsiyum uygulamaları ile fasulye bitkisinin kökünde elde edilen veriler arasındaki ilişkiler ... 98
4.5.3 Kalsiyum uygulamaları ile mısır bitkisinin gövdeında elde edilen veriler arasındaki ilişkiler ... 100
4.5.4. Kalsiyum uygulamaları ile mısır bitkisinin kökünde elde edilen veriler arasındaki ilişkiler ... 103

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER ... 105

KAYNAKLAR ... 107

ÖZGEÇMİŞ ... 109

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%: Yüzde

ºC: Derece santigrat

µg: Mikrogram

g: Gram

kg: Kilogram

da:dekar

KM:Kuru madde

L: Litre

mg: Miligram

ml: Mililitre

mM: Milimol

µM: Mikromol

MDA: Malondialdehit

Ca: Kalsiyum

P: Fosfor

K: Potasyum

Mg: Magnezyum

Fe: Demir

Zn:Çinko

Cu: Bakır

Mn: Mangan

B: Bor

Kısaltmalar

Ca: Kalsiyum

K: Potasyum

NH_4:Amonyum

NO_3:Nitrat

$Ca(NO_3)_2$:Kalsiyum Nitrat

$CaCO_3$: Kalsiyum Karbonat

$Ca(OH)_2$: Kalsiyum Hidroksit

$CaCl_2$: Kalsiyum Klorür

$CaSO_4$:KalsiyumSülfat

AAS: Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi

SD: Serbestlik Derecesi

ICP-AES: Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer

KDK: Katyon Değişim Kapasitesi

Ort.: Ortalama

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Araştırmada kullanılan fasulye ve mısır genotiplerine ait resimler 6
Şekil 2. İklim odası kontrollü koşullarında yetiştirilen fasulye ve mısır ait resimler 7
Şekil 3.1. Kontrollü koşullarında yetiştirilen fasulye ve mısır genotiplerinin Spad-502 tipi cihaz ile ölçümler yapılırken 10
Şekil 3.2. Denemeden genel görüntüler 11
Şekil 4.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdeının kuru ağırlığı üzerine etkileri 13
Şekil 4.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kök kuru ağırlığı üzerine etkileri 14
Şekil 5.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdeının uzunluğu üzerine etkileri 16
Şekil 5.2. Kalsiyum uygulamalarının fasulye ve mısır bitki köklerinin uzunluğu üzerine etkileri 17
Şekil 6.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdenin klorofil içeriği (Spad) üzerine etkileri 19
Şekil 7.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye bitkilerinin gövdenin klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b üzerine etkileri 24
Şekil 7.2. Kalsiyum uygulamasının mısır bitkilerinin gövdenin klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b üzerine etkileri 25
Şekil 8.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdenin prolin üzerine etkileri 28
Şekil 8.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kök prolin üzerine etkileri 29
Şekil 9.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdenin MDA üzerine etkileri 31
Şekil 9.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kök MDA üzerine etkileri 32
Şekil 10.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum konsantrasyonu üzerine etkileri 34
Şekil 10.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkileri 35
Şekil 10.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kalsiyum konsantrasyonu üzerine etkileri 36
Şekil 10.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkileri 37
Şekil 11.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin fosfor konsantrasyonu üzerine etkileri 39
Şekil 11.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkileri 40
Şekil 11.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/P oranı üzerine etkileri 41
Şekil 11.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün fosfor konsantrasyonu üzerine etkileri 42
Şekil 11.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkileri 43

Şekil 11.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/P oranı üzerine etkileri..... 44
Şekil 12.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin potasyum konsantrasyonu üzerine etkileri 46
Şekil 12.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkileri 47
Şekil 12.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/K oranı üzerine etkileri..... 48
Şekil 12.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün potasyum konsantrasyonu üzerine etkileri 49
Şekil 12.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkileri 50
Şekil 12.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/K oranı üzerine etkileri..... 51
Şekil 13.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin magnezyum konsantrasyonu üzerine etkileri 53
Şekil 13.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkileri 54
Şekil 13.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/Mg oranı üzerine etkileri 55
Şekil 13.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün magnezyum konsantrasyonu üzerine etkileri 56
Şekil 13.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkileri 57
Şekil 13.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/Mg oranı üzerine etkileri..... 58
Şekil 14.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin demir konsantrasyonu üzerine etkileri 60
Şekil 14.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı demir miktarı üzerine etkileri..... 61
Şekil 14.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/Fe oranı üzerine etkileri 62
Şekil 14.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün demir konsantrasyonu üzerine etkileri 64
Şekil 14.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı demir miktarı üzerine etkileri..... 65
Şekil 14.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/Fe oranı üzerine etkileri..... 66
Şekil 15.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin çinko konsantrasyonu üzerine etkileri 68
Şekil 15.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkileri 69
Şekil 15.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/Zn oranı üzerine etkileri 70
Şekil 15.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün çinko konsantrasyonu üzerine etkileri 71
Şekil 15.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkileri 72
Şekil 15.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/Zn oranı üzerine etkileri..... 73

Şekil 16.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin bakır konsantrasyonu üzerine etkileri 75
Şekil 16.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkileri 76
Şekil 16.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/Cu oranı üzerine etkileri 77
Şekil 16.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün bakır konsantrasyonu üzerine etkileri 78
Şekil 16.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkileri 79
Şekil 16.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/Cu oranı üzerine etkileri 80
Şekil 17.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin mangan konsantrasyonu üzerine etkileri 82
Şekil 17.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkileri 83
Şekil 17.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/Mn oranı üzerine etkileri 84
Şekil 17.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün mangan konsantrasyonu üzerine etkileri 85
Şekil 17.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkileri 86
Şekil 17.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/Mn oranı üzerine etkileri 87
Şekil 18.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin bor konsantrasyonu üzerine etkileri 89
Şekil 18.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı bor miktarı üzerine etkileri 90
Şekil 18.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/B oranı üzerine etkileri 91
Şekil 18.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün bor konsantrasyonu üzerine etkileri 92
Şekil 18.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı bor miktarı üzerine etkileri 93
Şekil 18.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/B oranı üzerine etkileri 94

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Deneme planı 8
Çizelge 4.1. Kalsiyum uygulamaların fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün kuru ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları 12
Çizelge 4.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövde ve kök kuru ağırlığı üzerine etkileri 13
Çizelge 5.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün uzunluklarına ait varyans analiz sonuçları 15
Çizelge 5.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve kökünün uzunluğu üzerine etkisi 15
Çizelge 6.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin klorofil içeriğine ait varyans analiz sonuçları 18
Çizelge 6.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin klorofil içeriği (Spad) üzerine etkileri 18
Çizelge 7.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin klorofil a, klorofil b, klorofil a+b ve klorofil a/b'ye ait varyans analiz sonuçları 21
Çizelge 7.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b üzerine etkileri 23
Çizelge 8.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün proline ait varyans analiz sonuçları 27
Çizelge 8.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve kökünün prolin üzerine etkisi 27
Çizelge 9.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün MDA ait varyans analiz sonuçları 30
Çizelge 9.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve kökünün MDA içeriği üzerine etkisi 30
Çizelge 10.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün kalsiyum kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları 33
Çizelge 10.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum miktarı ve kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkileri 33
Çizelge 10.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin kalsiyum miktarı ve kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkileri 36
Çizelge 11.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün fosfor kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları 38
Çizelge 11.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin fosfor miktarı, kaldırdığı fosfor miktarı ve kaldırdığı fosfor miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 39
Çizelge 11.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin fosfor miktarı, kaldırdığı fosfor miktarı ve kaldırdığı fosfor miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 42
Çizelge 12.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün potasyum kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları 45
Çizelge 12.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin potasyum miktarı, kaldırdığı potasyum miktarı ve kaldırdığı potasyum miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 45
Çizelge 12.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin potasyum miktarı, kaldırdığı potasyum miktarı ve kaldırdığı potasyum miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 48

Çizelge 13.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün magnezyum kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları 52
Çizelge 13.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin magnezyum miktarı, kaldırdığı magnezyum miktarı ve kaldırdığı magnezyum miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 52
Çizelge 13.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin magnezyum miktarı, kaldırdığı magnezyum miktarı ve kaldırdığı magnezyum miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 55
Çizelge 14.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün demir kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları 59
Çizelge 14.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin demir miktarı, kaldırdığı demir miktarı ve kaldırdığı demir miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 60
Çizelge 14.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin demir miktarı, kaldırdığı demir miktarı ve kaldırdığı demir miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 63
Çizelge 15.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün çinko kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları 67
Çizelge 15.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin çinko miktarı, kaldırdığı çinko miktarı ve kaldırdığı çinko miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 67
Çizelge 15.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin çinko miktarı, kaldırdığı çinko miktarı ve kaldırdığı çinko miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 70
Çizelge 16.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün bakır kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları 74
Çizelge 16.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin bakır miktarı, kaldırdığı bakır miktarı ve kaldırdığı bakır miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 74
Çizelge 16.3 Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin bakır miktarı, kaldırdığı bakır miktarı ve kaldırdığı bakır miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 77
Çizelge 17.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün mangan kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları 81
Çizelge 17.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin mangan miktarı, kaldırdığı mangan miktarı ve kaldırdığı mangan miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 81
Çizelge 17.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin mangan miktarı, kaldırdığı mangan miktarı ve kaldırdığı mangan miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 85
Çizelge 18.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün bor kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları 88
Çizelge 18.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin bor miktarı, kaldırdığı bor miktarı ve kaldırdığı bor miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 89
Çizelge 18.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin bor miktarı, kaldırdığı bor miktarı ve kaldırdığı bor miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri 92
Çizelge 19.1. Kalsiyum uygulamaları ile fasulye bitkisinin gövdeında elde edilen veriler arasındaki korelasyon katsayıları(r) 97

Çizelge 19.2. Kalsiyum uygulamaları ile fasulye bitkisinin kökünde elde edilen veriler arasındaki korelasyon katsayıları(r) 99
Çizelge 20.1. Kalsiyum uygulamaları ile mısır bitkisinin gövdeında elde edilen veriler arasındaki korelasyon katsayıları(r) 102
Çizelge 20.2. Kalsiyum uygulamaları ile mısır bitkisinin kökünde elde edilen veriler arasındaki korelasyon katsayıları(r) 104

1. GİRİŞ

Günümüzde dünya nüfusun artması nedeniyle insanoğlu açlık problemi ve beslenme sorunları ile yüz yüzedir. İnsan için gerekli olan besin maddelerinden biride proteindir. Bitkiler içerisinde protein içeren yemekli baklagillerdir. Baklagiller %17-35 protein içerir ve aynı zamanda A, B ve D vitaminlerince zengindir (Eser, 1978; Şehirali, 1988). Baklagiller içerisinde ekim alanına ve üretim bakımından ilk sırada olan fasulyedir. Fasulye (Bean, Phaseolus vulgaris) zengin protein içeriği ile hem yem sanayisinde ve aynı zamanda insan beslenmesinde önemli rol oynar (Smith ve Huyser, 1987). Bazı botanikçilere göre fasulyenin kökeni Hindistan, diğer bilim adamlarının açıklamalarına göre ise Batı Asya, Avustralya ve Afrika olduğunu bildirmişlerdir (Şehirali, 1988).

Baklagiller familyasının diğer bitkilerden farklı kılan özelliği, köklerinde bulunan ismi nodül olan yumrucuklardır ki, bu yumrucuklar içeriği nodozite bakterileriyle doludur. Kök üzerinde bulunan bu nodüller bitkinin çeşitlerine göre farklı büyüklükte ve şekillerde olur. Baklagillerde olan nodüller vasıtasıyla havanın serbest azotunu kendinde toplayarak topraktaki azot miktarını artırmaktadır. Mikroorganizmaların sayesinde bitki öldükten sonra parçalanmaya başlar. Parçalanma sonucunda toplanan azotun bir kısmı atmosfere, diğer kısmı ise bitkiler tarafından kullanılmaya başlıyor. Aynı zamanda kök bölgesinde fazla miktarda bulunan Ca,P ve K gibi besin elementleri de parçalanarak diğer bitkilerin dengeli bir şekilde alınmasına neden olur (Şehirali, 1988).

2017 yılının statiklerine göre Türkiye'deki ekim alanı 897. 221 da, üretimi 239 000 ton, birim alandan alınan tane verimi ise 266 kg da^{-1}'dır (Tüik, 2017a).

Fasulye bitkisi gibi hayvansal protein üretimine büyük ölçüde katkıda bulunan bitkilerinden biride mısır bitkisidir. Mısır bitkisinin (Maize, Zea mays L.) kökeni Amerika kıtasıdır. Fasulye bitkisinden farklı olarak mısır bitkisinin tanesinden ve aynı zamanda otlu gövdesinden yararlanılır.

Mısır bitkisinin tanesinden elde edilen nişasta, yağ, şeker bir çok ürünler yapımında kullanılan ham maddedir (Süzer, 2003).

2017 yılının statiklerine göre dane mısır bitkisini Türkiye'deki ekim alanı 6 390844 da, üretimi 5 900 000 ton, birim alandan alınan tane verimi ise 923 kg da^{-1}'dır (Tüik, 2017b).

Bitkiler için gerekli olan besin elementleri makro, mikro ve faydalı elementler olarak 3 gruba ayrılır. Makro elementlerinden olan kalsiyum (Ca^{+2}) yer kabuğunun % 3.6`sını oluşturur.

Toprak çözeltisinde kalsiyumun yarayışsız hale gelme nedenleri başlıca olarak drenaj sularıyla yıkanması, organizmalara tarafından adsorbe edilmesi, killer tarafından adsorbe edilmesi ve kurak koşullarda çökmesidir (Tisdale ve ark., 1993).

Bitkiler tarafından kalsiyum Ca^{+2} iyonu şeklinde alınır. Kalsiyum bitki bünyesine kök bölgesinde olan kök tüylerinin epidermal hücre duvarlarında kalsiyum geçirebilen iyon kanalları vasıtasıyla alınır ve oradan ksilemeya taşınır (White, 2000; Hong-Qiang ve Yu-Ling, 2005). Kalsiyum bitkilerde Ca-malat ve Ca-sitrat gibi şelat formunda da taşınabilmektedir (Xiao ve Hu, 1997).

Makro elementlerinden biri olan kalsiyum bitki büyümesi ve gelişmesi için mutlak gerekli bir elementtir. Kalsiyum hücre büyüme ve gelişme sürecinde, membran geçirgenliğinin ayarlanmasında, dokuların stabilizasyonunda ve bitkilerin kalite ile ilgili kriterlerini kazanmasında oldukça önemli rollere sahiptir (Marschner, 1995).

Mix ve Marschner (1976), su kültüründe fasulye ve kırmızı biberde yaptıkları bir çalışmada, transprasyon oranın bitkilerin Ca içerikleri üzerine önemli bir etki yaptığını söylemişler. Transprasyon arttıkça (sıcaklık arttıkça) bitkideki Ca içeriğinin de arttığını belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, su kültüründe artan dozlarda kalsiyum uygulaması ile besin çözeltisinde diğer besin elementleriyle (K, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, NH_4, NO_3, H_2PO_4) arasındaki dengenin değişimine bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin temel büyüme parametreleri (kök boyu, gövde boyu ve kuru ağırlık), kök ve gövde Ca^{+2}/K^{+} oranları ile diğer besin elementleri arasındaki ilişkiler yanında MDA ve prolin kapsamları belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Lahaye ve Epstein (1971), kalsiyum uygulamalarının fasulye bitkisinin kuru ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir.

Kaya ve ark. (2002), kum kültüründe yüksek tuz koşulları altında (35 mM L^{-1} NaCl) yetiştiriciliği yapılan 2 farklı çilek çeşidine yapraktan uygulanan kalsiyumun (9 mM L^{-1} $Ca(NO_3)_2$) bitki büyümesini, klorofil içeriğini ve bitkinin kalsiyum içeriğini arttığını tespit etmişlerdir.

Türkmen ve ark. (2002), iklim odası koşullarında yürütülen saksı denemesinde, kalsiyum uygulamalarının (0,100, 200,400 mg kg^{-1} Ca^{+2}) tuzlu fide yetiştirme ortamlarında (0, 25, 50, ve 100 mmol NaCl) domateste çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri ile ilgili çalışmada, fide boyu ve sürgün kuru madde miktarını artığını, kök kuru madde miktarını ve kök uzunluğunun azaldığını belirtmişlerdir.

Lixuan ve ark. (2003), çilek bitkisinin yapraklarına kalsiyum uygulamasının bitkinin yaprağının Ca, Zn ve Mn miktarını artırdığını tespit etmişlerdir.

Sera koşullarında mısır ve fasulyenin gelişimi ve bitki besin maddeleri içeriğine farklı tuz uygulamalarının (NaCl, Na_2SO_4, $CaCl_2$, $CaSO_4$, $MgCl_2$, $MgSO_4$ tuzları ve 0, 4, 8, 12 g $saksı^{-1}$ doz) etkisini belirlemek için saksı denemesi yapılmıştır. Denemede fasulye bitkisinde artan dozda kalsiyum tuzlarının ($CaCl_2$, $CaSO_4$) uygulaması sonucunda, bitkinin Ca ve K kapsamlarının artığını, P, Mg, Fe, Mn, Zn kapsamının azaldığını, mısır bitkisinde ise bitkinin Ca, Zn kapsamları artığını, P, Mg kapsamının azaldığını tespit etmişlerdir (Malkoç ve Aydın, 2010).

Sungur (2005), plastikle örtülü ısıtmasız serada, domates ile yapmış olduğu tez çalışmasında, farklı kalsiyum kaynaklarından elde edilen kalsiyum elementinin değişik dozlarını (0, 50, 100, 150 kg da^{-1} $CaCO_3$) kullanarak bitkinin bazı özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda kalsiyum miktarı arttıkça fide boyunun arttığı tespit etmiştir.

Tuna ve Özer (2005), farklı kalsiyum bileşiklerinin (100,150, 200, 250 kg da^{-1} Calne gübresi (topraktan yaklaşık olarak % 85 $Ca(OH)_2$ + $CaCO_3$) ve yapraktan % 1, 2, 3 $Ca(NO_3)_2$) karpuz (citrullus lanatus) bitkisinde verim, beslenme ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi ilgili tarla denemesi sonucunda, Calne ve Kalsiyum Nitrat uygulamalarına bağlı olarak verimin ve yaprak örneklerinin K ve Ca kapsamlarının artığını, P konsantrasyonunun azalttığını bildirmişlerdir.

Sera koşullarında hibrit mısır çeşiti kullanarak yürütülen saksı denemesinde, tuz stresi altındaki bitkinin stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'un etkilerini belirlemek için yapılan çalışmada, bitkilerin genel beslenmesi Hoagland besin çözeltisi (Hothem ve ark., 2003) ile sağlanmış, NaCl tuzu ve Ca, Mg ve K elementlerinin nitrat ve klor tuzlarıda Hoagland besin çözeltisine ilave edilmiştir (Yakıt ve Tuna, 2006). Çalışma sonucunda, klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve bitki boyu, yaprak Ca konsantrasyonunu artırdığını tespit etmişlerdir.

Khayyat ve ark. (2009), tuzlu koşullarda (35 mM NaCl) çilek bitkisine kalsiyum uygulaması (5, 10 mM $CaCl_2$ ve $CaSO_4$) yaparak bitkinin kuru ağırlığını, klorofil içeriğini ve Fe, Zn, Mn kapsamlarını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda tuz uygulamasından sonra verilen kalsiyum uygulamasının çilek bitkisinin kuru ağırlığını, klorofil içeriğini, Zn, Mn ve Fe kapsamlarını artırdığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda tuzluluk stresine maruz kalan çilek bitkisi için kalsiyumun $CaSO_4$ formunda kullanılması gerektiğini önermişlerdir.

Tuna (2011), plastikle örtülü ısıtmasız serada farklı kalsiyum kaynak ve dozlarının ($CaCl_2$, $CaCO_3$, $Ca(OH)_2$, $CaSO_4$ ve 0, 50, 100, 150, 200, 250 kg da^{-1} Ca) biber fidesinin gelişimi ve kalsiyum içeriğine etkisi ile ilgili araştırdığı tez çalışması sonucunda, bitki boyu, kuru ağırlığı artığını, bitkide ve kökte Ca, konsantrasyonunun arttığını, kök kuru ağırlığının kalsiyum dozlarına bağlı olarak artıp sonra ise azaldığını belirlemiştir.

Köksal (2011), cam serada yapraktan kalsiyum uygulamasının (0, % 0.125, 0.250 ve % 0.500 $CaCl_2$ H_2O) karanfil çeşitlerinde (Standart ve Sprey) verim, kalite ve besin elementi içeriğine etkisini araştırdığı tez çalışması sonucunda, standart karanfil çeşidinde bitki kuru ağırlığı, P, K, Ca, Mg kapsamlarının artığı, Mn kapsamının azaldığı, sprey karanfil çeşitlerinde ise bitki kuru ağırlığı, P, K, Ca, Mn kapsamlarının artığı ve Mg kapsamının azaldığını belirlemiştir.

Sarıdaş (2013), serada farklı dozlarda kalsiyum uygulamalarının (0, 150, 300 ve 450 ml $100L^{-1}$ $Ca(NO_3)_2$) bazı çilek çeşitlerinde meyve verim ve kalite kriterleri ile yapraklardaki besin element konsantrasyonları üzerine etkileri ile ilgili tez çalışmasında, bitkilerde ocak, şubat, mart, nisan, mayıs aylarında bitkinin besin elementlerinin konsantrasyonlarını belirlemiştir. Artan dozda kalsiyum uygulaması bitkinin ocak, şubat, mart, nisan, mayıs aylarında genel olarak Ca, P, K, Fe, Cu, Mn kapsamlarının arttığını, Mg kapsamının ise azaldığını bildirmiştir.

Akat ve Özzambak (2013), örtü altı tuzlu koşullarda limonium sinuatum bitkisinde kalsiyum uygulamalarının (0, 10, 20 ve 30 mM $Ca(NO_3)_2$ $4H_2O$ ve $CaCl_2$ $2H_2O$) stres parametreleri üzerine etkilerini belirlemek için yapmış oldukları çalışma sonucunda, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil arttığı, MDA ve prolinin kalsiyum uygulamasına bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir.

Hatipoğlu (2016), serada yürüttüğü saksı denemesinde, kalsiyumun tuz stresinde yetişen mısır bitkisinin gelişmesine ve mineral beslenmesine etkisi ile ilgili tez çalışması sonucunda, artan dozda uygulanan kalsiyumun (100 mM NaCl ve 0, 200, 300 mg Ca) bitkinin kuru ağırlığının, toplam klorofilin ve bitkinin Ca, K kapsamlarını artırdığını belirlemiştir.

Budak ve Erdal (2016), yapraktan kalsiyum uygulamasının (0 (kontrol), % 0.25 ve % 0.50 $CaCl_2$ $2H_2O$) serada farklı domates çeşitlerinde verim, meyve kalitesi ve mineral beslenmesine etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışma sonucunda, kalsiyum uygulamasına bağlı olarak verimin, yaprakta ve meyvede Ca, P, K, Fe, Zn, Mn kapsamlarının arttığını ve Mg kapsamının azaldığını bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyallerinin temini

Araştırmada Bourgondia fasulye ve Pioneer mısır genotipleri ilgili kurum ve kuruluşlardan temin edilmştir. Denemede kullanılan fasulye genotipinin tarımsal özellikleri oturak tipte yüksek verimli ve kılçıksızdır. Erkenci olması nedeniyle bütün fasulye ekilen bölgelerde tercih edilir. Bakla boyu 16-18 cm, eni 1.8 cm yassı tipdedir. Uygun bakım koşullarında ortalama taze ürün verimi 1.5-2 tondur. Fasulye mozaik virüsüne dayanıklıdır.

Pioneer mısır genotipinin tarımsal özellikleri dik ve geniş yaprakları sayesinde oldukça geniş fotosentez alanına sahiptir. Bu özelliği sayesinde koçanda sıra sayısı fazladır. Derin, kaliteli ve hektolitre ağırlığı yüksek taneler oluşturur. Türkiye'de yaygın görülen yaprak hastalıklarına toleransı yüksektir.



Bourgondia fasulye **Pioneer mısır**

Şekil 1 Araştırmada kullanılan fasulye ve mısır genotiplerine ait resimler

3.2.Yöntem

Araştırma materyali olan fasulye ve mısır genotipleri iklim odasında kontrollü koşullarda su kültürü ortamında yetiştirilmişlerdir. Gerekli ısı, nem, ışık ve ayrıca sterilizasyon kontrolleri yapılmıştır.

3.2.1. İklim odasının hazırlanması

Araştırmada kullanılan bitkiler iklim odasında kontrollü koşullarda yetiştirilmişlerdir (Şekil 2). İklim odası; bitkilerin tohum çimlenmesi ve çimlenme sonrası genç fidecikleri, büyüme ve gelişme süresince % 45-55 nem, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık fotoperiyod, 21±1 °C sıcaklık ile 10000 Lüx Gün^{-1} ışık yoğunluğu olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 2. **İklim odası kontrollü koşullarında yetiştirilen fasulye ve mısıra ait resimler**

3.2.2. Deneme serilerinin hazırlanması

Farklı miktarlarda kalsiyum uygulamalarının (10, 20, 40 (kontrol), 60, 80 ve 100 mh kg^{-1}) fasulye ve mısır bitkilerinin beslenmesi ve gelişimine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, test bitkisi olarak Pioneer mısır genotipi ve Bourgoundia fasulye genotipi kullanılmış olup 4 tekerrürlü olarak 48 adet saksıda 1/5x'lik Hoagland besin solüsyonunda (43.204 mg L^{-1} N, 46.92 mg L^{-1} K, 6.21 mg L^{-1} P, 40 mg L^{-1} Ca, 9.72 mg L^{-1} Mg, 12.86 mg L^{-1} S, 2.24 mg L^{-1} Fe, 0.028 mg L^{-1} Mn, 0.0127 mg L^{-1} Cu, 0.026 mg L^{-1} Zn, 0.0325 mg L^{-1} B, 0.672 mg L^{-1} Mo, 0.036 mg L^{-1} Cl) su kültüründe yürütülmüştür. Hoagland solüsyonuna bulunan 40 mg L^{-1} Ca kontrol olarak, 40 mg L^{-1} Ca seviyesinden daha düşük olan 10 ve 20 mg L^{-1} Ca seviyeleri kontrolden daha düşük, 60, 80 ve 100 mg L^{-1} Ca seviyeleri ise kontrolden daha yüksek seviyeler olarak değerlendirilmiştir. Deneme planı (Çizelge 1) aşağıdaki gibidir.

Çizelge 1. Deneme planı

Değerlendirme	Ca dozu mg L^{-1}
Kontrol (Hoagland solüsyonu)	40
Kontrolden düşük	10
	20
Kontrolden yüksek	60
	80
	100

3.2.3. Tohum ekimi

Denemede kullanılan fasulye ve mısır tohumları önce %0,5'lik sodyum hipoklorid ile 10'ar dakika muamele edildikten sonra de-iyonize su (dI -H_2O) ile 4-5 kez yıkanarak sterilize edilmiştir. Daha sonra her iki genotipde su kültürü düzeneği kurulmuştur. Genotiplere ait tohumlar 3 saat deiyonize suda şişirildikten sonra nemli filtre kağıdı içeren petrilere yerleştirilerek 4 °C'de gece boyunca bekletilmiş, çimlenen tohumlar, naylon telin üzerine alınarak 0.5 mM'lık $CaCl_2$ solüsyonunda 25 °C'de karanlıkta inkübe edilmiştir. Daha sonra fideler sürekli havalandırılan 1/5'lik Hoagland solüsyonuna aktarılarak (pH 6.0) bitki büyüme odasında yetiştirilmiştir. Bitkiler ilk üç yapraklı evreye geldiklerinde uygulamaların ilk başlangıç günü yani 0. gün Hoagland çözeltisinde bulunan 40 mg L^{-1} Ca, bu dozdan daha düşük (10 ve 20 mg L^{-1}) ve daha yüksek (60, 80 ve 100 mg L^{-1}) içeren Hoagland solüsyonu ile sulanmaya başlanmıştır.

3.2.4. Analiz Yöntemleri

Su kültürü koşullarında kalsiyum uygulamasının etkisini belirlemek için hasat edilen fasulye ve mısır genotiplerine ait örneklerde aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

3.2.4.1. Büyüme parametreleri

Deneme kapsamında oluşturulan gruplardan; uygulamaların ilk başlangıç günü, yani 0. günde ve ilk tepkinin görüldüğü günde (16. gün) bitki örnekleri alınarak kökleri ve gövdeleri birbirinden ayrılmıştır. Kök ve gövdenin uzunlukları ölçülmüş, yaş ağırlıkları tartılmıştır. Örnekler 70 °C de 72 saat etüvde kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

3.2.4.2. Bitki örneklerinde P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn ve B analizleri

Örnekleme sonrası kese kağıtları içerisinde laboratuvara getirilen bitkilerin ve vejatif aksamı ve kök aksamı tamamen temizleninceye kadar musluk suyu ile yıkandıktan sonra sırasıyla bir kez saf su, 0.2 N HCl çözeltisi, iki kez saf su ve bir kez de deiyonize su ile yıkanıp, kaba filtre kağıdı üzerinde fazla suları alınmıştır. Daha sonra kese kâğıdına ayrı ayrı konulan bitki kısımları hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 70 ^{o}C' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kuruyan bitki örneklerinin ağırlıkları belirlendikten sonra tungsten kaplı bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür. Polietilen kavanozlara konulan öğütülmüş bitki örnekleri analizde kullanılmadan önce 70 ^{o}C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutma dolabında bırakılacak ve kavanozların kapakları sıkıca kapatılmıştır.

Kurutulan ve öğütülen bitki örneklerinden 0.3 g tartılacak 5 ml HNO_3 ile yüksek basınç (200 PSI) altında mikrodalga cihazında (CEM MarsXpress) çözündürülmüşve analizin güvenilirliğini sağlamak için 40 hücrelik mikrodalga seti içerisine 1 blank ve 1 sertifikalı referans materyal (1547a WheatFlour, 8346 Durum WheatFlour, 1547 PeachLeaves, NIST) ilave edilmiştir. Daha sonra örnekler 25 ml' lik balonjoje'ye aktarılarak soğutulmuş, deiyonize su ile derecesine tamamlanmıştır. Bu süzükler hemen ince gözenekli (Whatman No:42 veya mavibant) filtre kağıdı ile süzülerek 25 ml'lik polietilen şişelere aktarılmış ve süzükte gerekli besin elementlerininiçerikleri ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer) (Varian- Vista, Axiel) cihazı ile Elementel Analiz Laboratuarlarımızda yapılmıştır (Burt, 2004).

3.2.5. Klorofil içeriği (Spad)

Klorofil miktarlarının ölçümleri çiçeklenme başlangıcında her saksıdan tesadüfi olarak seçilen 12 bitkinin genç ve sağlıklı 3 adet yaprağında, Minolta Spad-502 tipi cihaz ile ölçümler yapılarak ortalamaları alınıp birimi "spad" olarak kaydedilmiştir (Peryea ve Kammereck, 1997).



Şekil 3.1. Kontrollü koşullarında yetiştirilen fasulye ve mısır genotiplerinin Spad-502 tipi cihaz ile ölçümler yapılırken

3.2.6. Klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b

Deneme sonunda bitkilerden Witham ve Blaydes (1971) tarafından bildirildiği gibi 0.5 g taze bitki örneği alınmış ve porselen havan içerisinde 20 ml % 80'lik aseton ile homojenize edilerek 50 ml'lik ölçü balonuna süzülmüştür. Elde edilen ekstrakt, vakit geçirilmeden 645 nm ve 663 nm dalga boyunda spektro foto metrede okunmuş ve aşağıdaki eşitliklerden yararlanarak toplam klorofil hesaplanmıştır.

Klf a (mg/g) m = 12.7 x (D663-2.69) x (D645) x V/ 1000 x W

Klf a (mg/g) m = 12.7 x (D663-2.69) x (D645) x V/ 1000 x W

Toplam klorofil (mg / g) = klorofil a + klorofil b

V = Ekstrakt hacmi (ml)

W = Ekstrakte edilen bitki ağırlığı (g)

D = Belirtilen dalga boyunda elde edilen okuma değeri

3.2.7. Prolin analizi

Serbest prolin içeriğinin belirlenmesi Bates ve ark. (1973) göre yapılmıştır.Sıvı fazdan aspire edilen toluen fraksiyonunun 520 nm'deki absorbansı spektrofotometreden okunmuştur. Prolin konsantrasyonu, kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmış ve μmol prolin g^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

3.2.8. Lipit peroksidasyonun belirlenmesi

Lipit peroksidasyonunun belirlenmesi TBAR reaksiyonu sonucu oluşan malondialdehit (MDA) miktarının belirlendiği R.K.V. ve T.V.S. (2000) tanımladığı yönteme göre yapılmıştır. Aktivite için 532-600 nm aralığında absorbans değişimlerine bakılmıştır.

3.2.9 İstatistiksel analizler

Su kültürü denemesinin sonuçları MSTAT-C ve JMP.5.0.1a istatistik paket programlarından yararlanılarak analiz edilmiştir.



Şekil 3.2. Denemeden genel görüntüler

4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırmada artan dozlarda kalsiyum uygulamalarının fasulye ve mısır bitkilerinin besin elementi alımı ve kalsiyumun diğer besin elementlerine etkileri ile ilgili incelenen özellikler aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

4.1. Büyüme parametreleri

Fasulye ve mısır bitkilerine kalsiyum uygulamalarının bitkilerin kök ve gövde kuru ağırlık değerleri ile kök ve gövde uzunluğu değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.2, 5.2' te ve bu değerlere ait grafikler Şekil 4.1, 4.2, 5.1 ve 5.2' te verilmiştir.

4.1.1 Gövde ve kök kuru ağırlığı

Kalsiyum uygulamalarının fasulye ve mısır bitkilerinin gövde ve kök kuru ağırlık değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1' de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.Kalsiyum uygulamaların fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün kuru ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		Mısır	
		Gövde Kuru Ağırlık	Kök Kuru Ağırlık	Gövde Kuru Ağırlık	Kök Kuru Ağırlık
Genel	**23**	---	---	---	---
Tekerrür	**3**	0.051	0.007	0.016	0011
Ca Uyg. Dozu	**5**	0.139**	0.085**	0.464**	0.042
Hata	**15**	0.035	0.002	0.007	0.032
C. V. (%)		6.21	7.50	5.42	11.14

**p<0.01

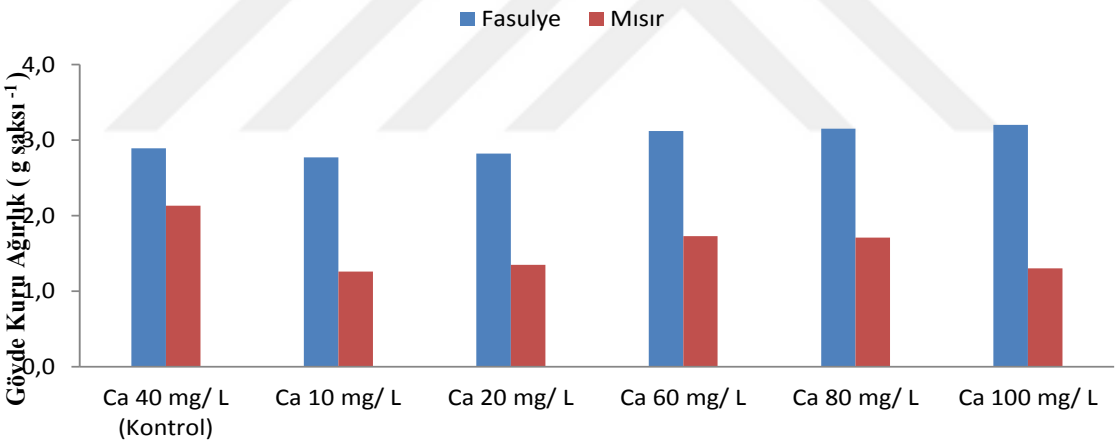
Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkisinin gövde ve kök kuru ağırlığı üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövde ve kök kuru ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama Dozu (mg L^{-1})	Fasulye				Mısır			
	Kuru ağırlık (g saksı$^{-1}$)				Kuru ağırlık (g saksı$^{-1}$)			
	Gövde	%	Kök	%	Gövde	%	Kök	%
Ca40 (Kontrol)	2.89 **ab**		0.73 **a**		2.13 **a**		0.71	
Ca10	2.77 **b**	*-4*	0.61 **b**	*-16*	1.26 **c**	*-41*	0.62	*-13*
Ca20	2.82 **ab**	*-2*	0.62 **b**	*-15*	1.35 **c**	*-37*	0.63	*-11*
Ca60	3.12 **ab**	*8*	0.49 **c**	*-33*	1.73 **b**	*-19*	0.50	*-30*
Ca80	3.15 **ab**	*9*	0.37 **d**	*-49*	1.71 **b**	*-20*	0.60	*-15*
Ca100	3.20 **a**	*11*	0.37 **d**	*-49*	1.30 **c**	*-39*	0.42	*-41*
Ortalama	**2.99**		**0.53**		**1.58**		**0.58**	

Fasulye $LSD_{(Gövde;Kök)}$=0.3898; 0.09318
Mısır $LSD_{(Gövde)}$= 0.1743

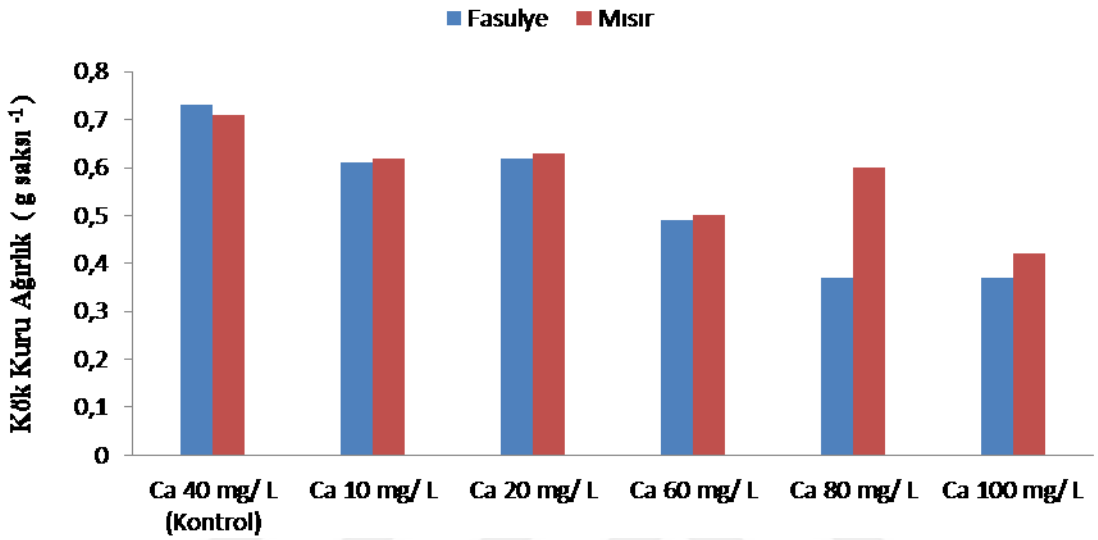
Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövde kuru ağırlıkları kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde kontrole göre azalma olurken fasulye bitkisinde artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2; Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kuru ağırlığı üzerine etkileri

Çizelge 4.2'nin incelendiğinde görülebileceği gibi kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinin gövde kuru ağırlığı sırasıyla %41 ve %37 oranlarında azalma olurken, fasulye bitkisinde bu oranlar sırasıyla %4 ve %2 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre mısır bitkisinde sırasıyla %19, %20 ve %39 oranlarında azalma olurken, fasulye bitkisinde kontrole göre sırasıyla %8, %9 ve %11 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2; Şekil 4.1). Nitekim Türkmen ve

ark. (2002) yaptığı çalışmada belirledikleri gibi kalsiyum uygulamasının bitki kuru ağırlığı üzerine etkilerinin bitki çeşitlerine göre değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışmalarda (Flowers ve ark., 1977; Taylor ve Locascio, 2004; Zhang ve ark., 2004), yetiştirme ortamında kalsiyumun diğer besin elementleri (Ca/Na, Ca/K, Ca/N) ile ilişkisinin bozulmasının bitki kuru ağırlığını etkilediğini belirtmişlerdir.



Şekil 4.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kök kuru ağırlığı üzerine etkileri

Her iki bitkide kontrole göre (Ca40 mg L^{-1}) kalsiyumun az veya fazla seviyelerde uygulandığı dozlarda kök kuru ağırlığında azalmaların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2; Şekil 4.2). Kontrole göre (Ca40 mg L^{-1}) yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde kök kuru ağırlık değerlerinde sırasıyla %13 ve %11 oranlarında azalma olurken, fasulye bitkisinde bu oranlar sırasıyla %16 ve %15 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre mısır bitkisinde sırasıyla %30, %15 ve %41 oranlarında azalma olurken, fasulye bitkisinde kontrole göre sırasıyla %33, %49 ve %49 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2; Şekil 4.2). Nitekim yapılan çalışmalarda kalsiyum uygulamasına bağlı olarak bitki kuru ağırlığının değiştiğini, uygulama dozunun artışına bağlı olarak kuru ağırlığının da arttığını bildirmişlerdir (Lahaye ve Epstein, 1971; Hatipoğlu, 2016).

Daha önce yapılan çok sayıda çalışmalarda benzer bulgular ortaya konulmuştur (Türkmen ve ark., 2002; Tuna ve Özer, 2005; Khayyat ve ark., 2009; Köksal, 2011; Tuna, 2011).

4.1.2 Gövde ve kök uzunlukları

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövde ve kök uzunluk değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 5.1' de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün uzunluklarına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		Gövde uzunluğu	Kök uzunluğu	Gövde uzunluğu	Kök uzunluğu
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	4.260	20.622	6.556	68.500
Ca Uyg. Dozu	5	75.060**	348.060**	195.800**	127.200**
Hata	15	5.327	6.872	13.422	41.667
C. V. (%)		5.20	5.01	5.09	9.12

**p<0.01

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 5.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkisinin gövde ve kök uzunlukları üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

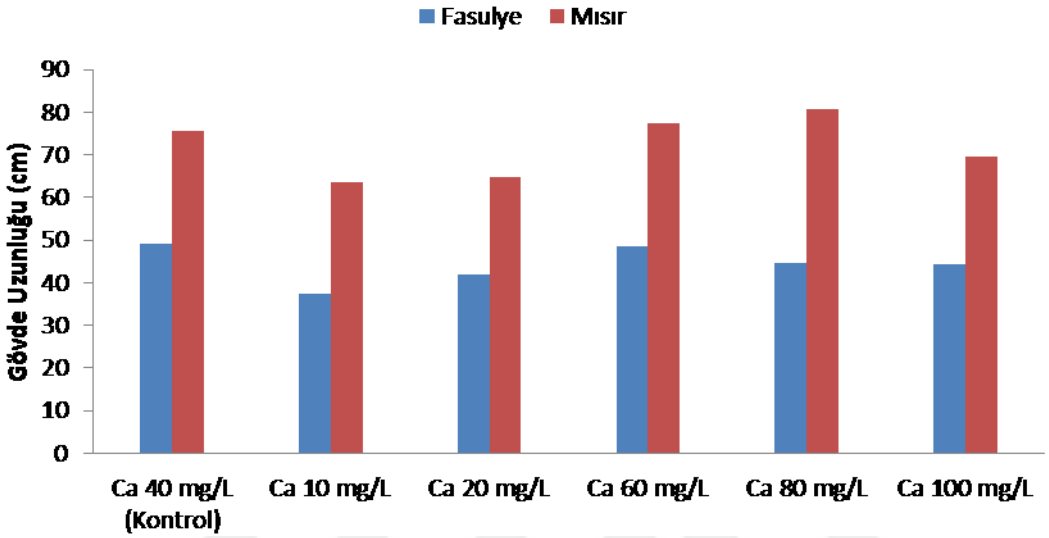
Çizelge 5.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve kökünün uzunluğu üzerine etkisi

Uygulama Dozu (mg L^{-1})	**Fasulye**				**Mısır**			
	Boy (cm)				Boy (cm)			
	Gövde	%	Kök	%	Gövde	%	Kök	%
Ca40 (Kontrol)	49,25 **a**		49,50 **c**		75,50 **ab**		72,00 **ab**	
Ca10	37,50 **d**	*-24*	57,50 **b**	*16*	63,75 **c**	*-16*	69,75 **ab**	*-3*
Ca20	42,00 **cd**	*-15*	64,00 **a**	*29*	64,75 **c**	*-14*	77,00 **a**	*7*
Ca60	48,50 **ab**	*-2*	38,75 **d**	*-22*	77,50 **a**	*3*	74,25 **a**	*3*
Ca80	44,75 **abc**	*-9*	45,86 **c**	*-7*	80,75 **a**	*7*	71,00 **ab**	*-1*
Ca100	44,38 **bc**	*-10*	58,50 **b**	*18*	69,75 **bc**	*-8*	60,50 **b**	*-16*
Ortalama	**44,4**		**52,35**		**72,00**		**70,75**	

Fasulye $LSD_{(Gövde;Kök)}$= 4,809; 5,462
Mısır $LSD_{(Gövde;Kök)}$= 4,809;13,75

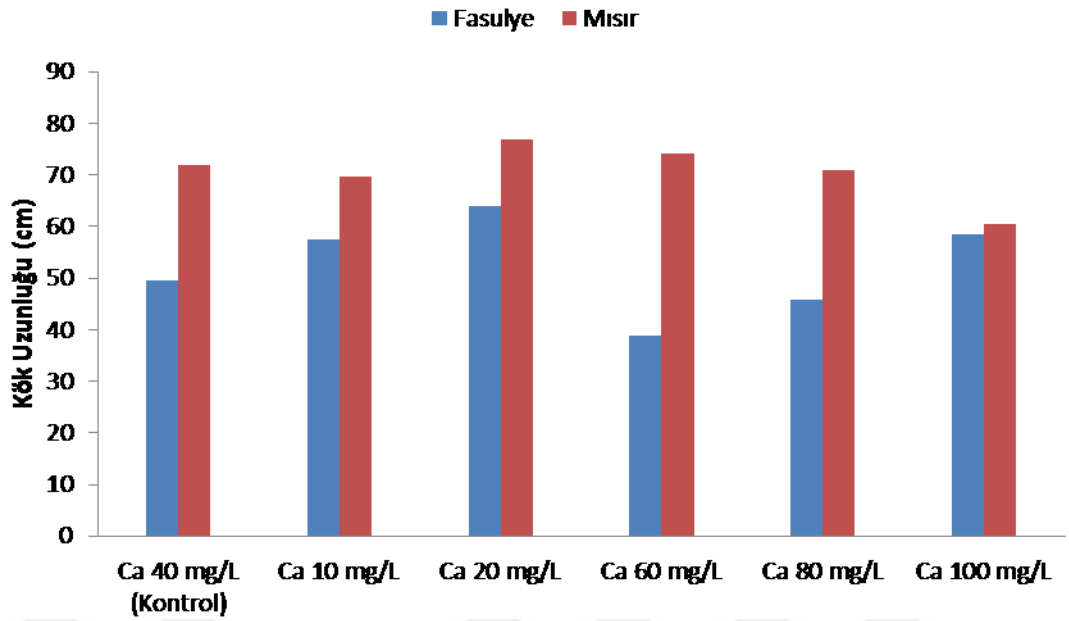
Tabloda görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitkisinin gövde uzunluklarında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövde uzunluk değerlerinin kalsiyumun yeterli

seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1},Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde kontrole göre azalma olurken mısır bitkisinde Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} dozlarında artış, Ca100 mg L^{-1} dozunda ise azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.2; Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin uzunluğu üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde sırasıyla %16 ve %14 oranlarında azalma olurken, fasulye bitkisinde bu oranlar sırasıyla %24 ve %15 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %2, %9 ve %10 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %3, %7 oranlarında artış, %8 oranlarında ise azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.2; Şekil 5.1).



Şekil 5.2. Kalsiyum uygulamalarının fasulye ve mısır bitki köklerinin uzunluğu üzerine etkileri

Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin kök uzunluk değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış gösterdiği, mısır bitkisinde Ca10 dozunda azalma, Ca20 dozunda ise artış, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1}dozlarında fasulye bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} ve Ca80 mg L^{-1} dozlarında azalma Ca100 mg L^{-1} dozunda ise artış, mısır bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda artış, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.2; Şekil 2.2). Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %16 ve %29 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde sırasıyla bu oranlar %3 azalma ve %7 oranlarında artış olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %22, %7 azalma ve %18 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %3 oranında artış, %1 ve%16 oranlarında ise azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.2; Şekil 2.2).

Yapılan çalışmalarda (Türkmen ve ark., 2002; Hothem ve ark., 2003; Sungur, 2005; Tuna, 2011; Budak ve Erdal, 2016) bitki kök katyon değişim kapasitelerine ve uygulanan kalsiyum dozuna bağlı olarak bitki uzunluğunun değiştiğini bildirmişlerdir.

4.2. Fizyolojik parametre bulguları

Fasulye ve mısır bitkilerine kalsiyum uygulamalarının bitkilerin gövdesinin klorofil içeriği (spad), klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b değerleri ile kök ve gövdesinin prolin ve MDA değerlerine ait ortalamalar Çizelge 6.2;7.2;8.2;9.2'de ve bu değerlere ait grafikler Şekil 6.1;7.1;7.2;8.1;8.2;9.1;9.2'de verilmiştir.

4.2.1 Gövde klorofil içeriği (Spad)

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin klorofil içeriği (Spad) değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 6.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 6.2'de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin klorofil içeriğine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	
		Fasulye	**Mısır**
		Klorofil içeriği (Spad)	Klorofil içeriği (Spad)
Genel	23	---	---
Tekerrür	3	0.863	1.755
Ca Uyg. Dozu	5	19.604**	16.680**
Hata	15	2.383	2.086
C. V. (%)		4.65	4.77

**p<0.01

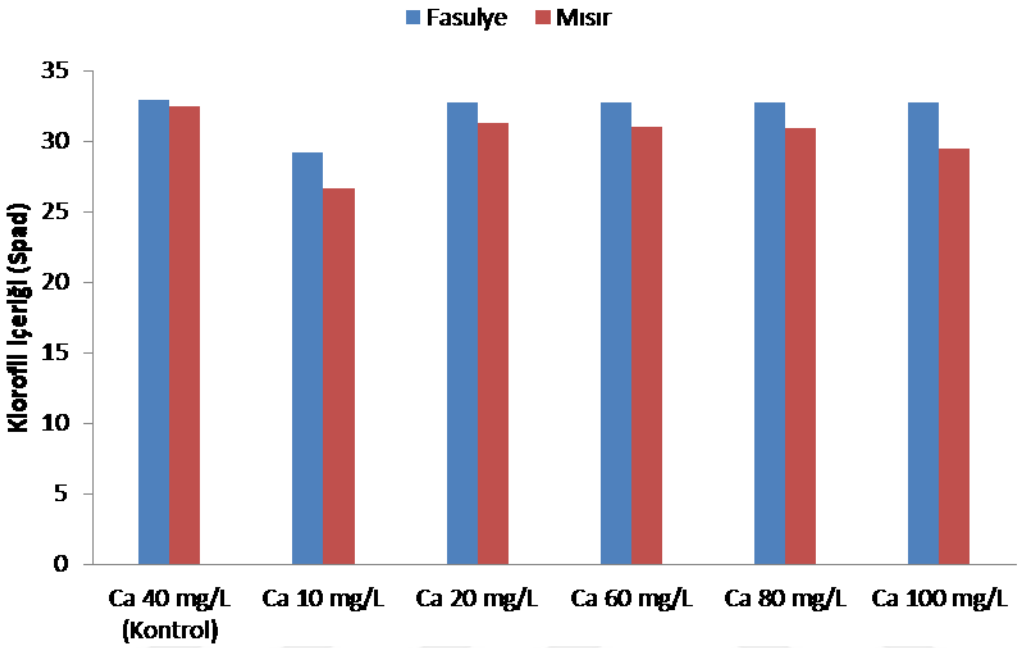
Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 6.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin klorofil içeriği üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 6.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin klorofil içeriği (Spad) üzerine etkileri

Uygulama Dozu (mg L^{-1})	**Fasulye**		**Mısır**	
	Klorofil içeriği (Spad)	%	Klorofil içeriği (Spad)	%
Ca40 (Kontrol)	32.98 **a**		32.50 **a**	
Ca10	29.18 **b**	*-12*	26.63 **b**	*-18*
Ca20	32.78 **a**	*-1*	31.30 **a**	*-4*
Ca60	35.13 **a**	*7*	31.00 **a**	*-5*
Ca80	34.80 **a**	*6*	30.93 **a**	*-5*
Ca100	34.55 **a**	*5*	29.51 **ab**	*-9*
Ortalama	**33.24**		**30.31**	
Fasulye LSD=3.217 Mısır LSD=3.009				

Çizelge 6.2.'den de görülebileceği gibi fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin klorofil içeriklerinin kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin klorofil içeriklerinin

kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1}dozlarında mısır bitkisinde kontrole göre azalma olurken fasulye bitkisinde artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin klorofil içeriği (Spad) üzerine etkileri

Kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde sırasıyla %18 ve %14 oranlarında azalma olurken, fasulye bitkisinde bu oranlar sırasıyla %12 ve %1 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre mısır bitkisinde sırasıyla %5, %5 ve %9 oranlarında azalma olurken, fasulye bitkisinde kontrole göre sırasıyla %7, %6 ve %5 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6.2, Şekil 6.1).

Khayyat ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada kalsiyum uygulamalarının domates bitkisinin klorofil içeriğini (SPAD) artırdığını belirlemişlerdir.

4.2.2 Gövde klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b

Kalsiyum uygulamalarının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 7.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 7.2'de verilmiştir.

Çizelge 7.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin klorofil a, klorofil b, klorofil a+b ve klorofil a/b'ye ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması							
		Fasulye				**Mısır**			
		Klorofil a	Klorofil b	Klorofil a+b	Klorofil a/b	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil a+b	Klorofil a/b
Genel	23	---	---	---	---	---	---	---	---
Tekerrür	3	0.047	0.027	0.114	0.002	0.032	0.006	0.022	0.190
Ca Uyg. dozu	5	3.997**	1.832**	11.047**	0.024	0.055	0.018*	0.123	0.089
Hata	15	0.589	0.130	0.964	0.010	0.046	0.004	0.058	0.088
C. V. (%)		3.85	4.33	3.47	4.15	8.78	8.00	7.36	9.92

**p<0.01

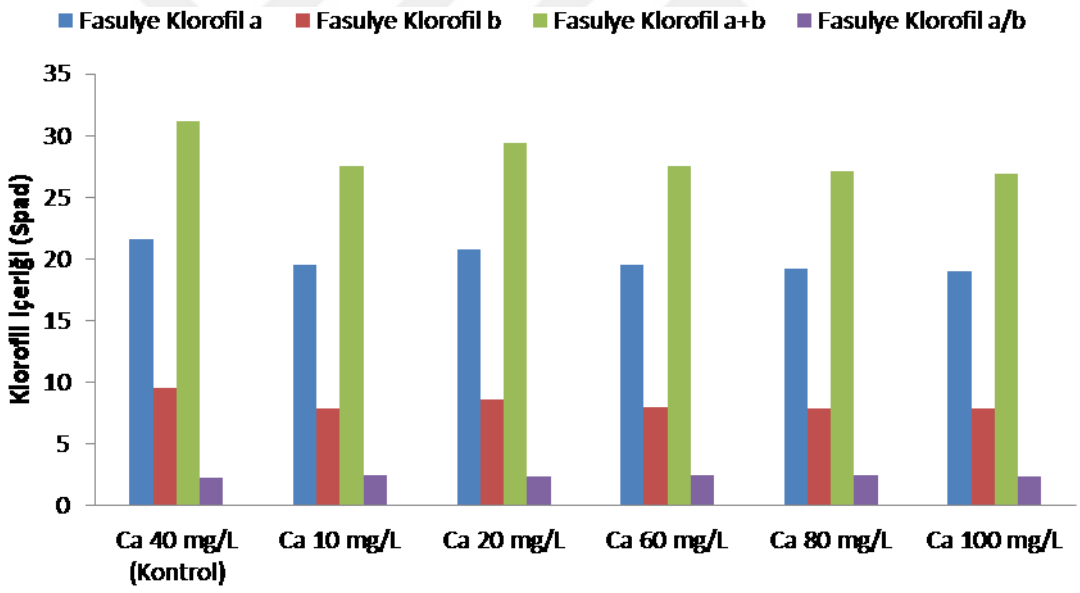
Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 7.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin klorofil a, klorofil b, klorofil a+b üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 7.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b üzerine etkileri

Uygulama Dozu (mg L^{-1})	Fasulye								Mısır							
	Klorofil a	%	Klorofil b	%	Klorofil a+b	%	Klorofil a/b	%	Klorofil a	%	Klorofil b	%	Klorofil a+b	%	Klorofil a/b	%
Ca40 (Kontrol)	21.57 **a**		9.58 **a**		31.14 **a**		2.26		2.61		0.92 **a**		3.52		2.89	
Ca10	19.57 **bc**	*-9*	7.94 **b**	*-17*	27.51 **bc**	*-12*	2.47	*9*	2.45	*-6*	0.75 **b**	*-18*	3.20	*-9*	3.26	*13*
Ca20	20.78 **ab**	*-4*	8.63 **b**	*-10*	29.41 **ab**	*-6*	2.41	*7*	2.55	*-2*	0.87 **a**	*-5*	3.42	*-3*	2.93	*1*
Ca60	19.58 **bc**	*-9*	7.98 **b**	*-17*	27.56 **bc**	*-11*	2.46	*9*	2.44	*-7*	0.85 **a**	*-8*	3.30	*-6*	2.87	*-1*
Ca80	19.25 **bc**	*-11*	7.89 **b**	*-18*	27.14 **c**	*-13*	2.44	*8*	2.38	*-9*	0.82 **ab**	*-11*	3.20	*-9*	2.91	*1*
Ca100	19.00 **c**	*-12*	7.90 **b**	*-18*	26.90**c**	*-14*	2.40	*6*	2.28	*-13*	0.75 **b**	*-18*	3.03	*-14*	3.05	*6*
Ortalama	**19.56**		**8.32**		**28.28**		**2.41**		**2.45**		**0.83**		**25.67**		**2.99**	

Fasulye $LSD_{(KA;KB;KA+B)}$=1.599;0.7513;2.046
Mısır $LSD_{(KB)}$=0.09532

Çizelge 7.2.'den de görülebileceği gibi fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin klorofil içeriklerinin (Klorofil a, Klorofil b, Klorofil a+b, Klorofil a/b) kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Bitkilerinin yeşil Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin klorofil a değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında Ca10 mg L^{-1}, Ca20 mg L^{-1} ve yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1}dozlarında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7.2, Şekil 7.1;7.2). Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkisinde sırasıyla %9, %4 ve %6, %2 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye ve mısır bitkisinde klorofil a değerlerinde sırasıyla %9, %11, %12 ve %7, %9,%13 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7.2, Şekil 7.1;7.2).

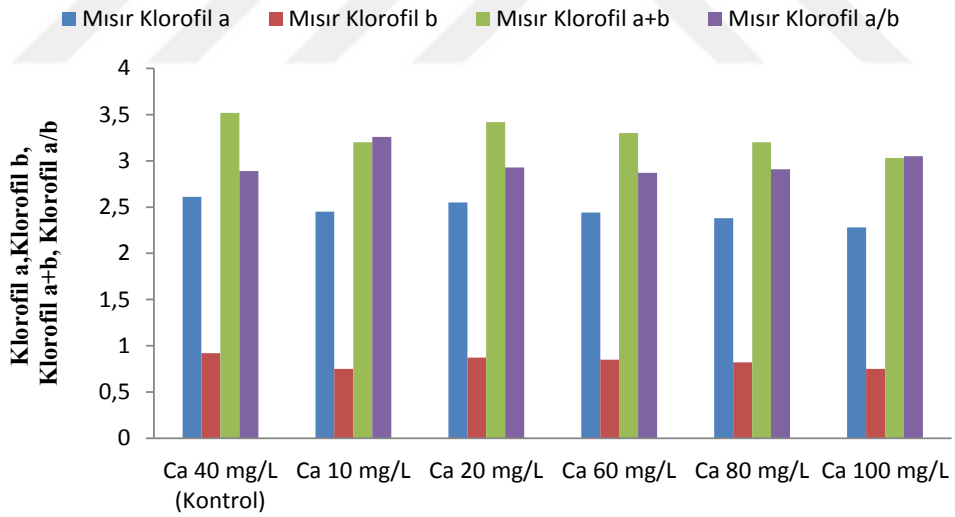


Şekil 7.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye bitkilerinin gövdesinin klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b üzerine etkileri

Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin klorofil b değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} ve yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7.2, Şekil 7.1;7.2). Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1}, Ca20 mg

L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkisinde sırasıyla %17, %10 ve %18, %5 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1}dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye ve mısır bitkisinde klorofil b değerlerinde sırasıyla %17, %18, %18 ve %8, %11,%18 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7.2, Şekil 7.1;7.2).

Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin klorofil a+b değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} ve yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7.2, Şekil 7.1;7.2). Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10, Ca20 dozlarında fasulye ve mısır bitkisinde sırasıyla %12, %6 ve %9, %3 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1}dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye ve mısır bitkisinde klorofil a+b değerlerinde sırasıyla %11, %13, %14 ve %6, %9,%14 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7.2, Şekil 7.1;7.2).



Şekil 7.2. Kalsiyum uygulamasının mısır bitkilerinin gövdesinin klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, klorofil a/b üzerine etkileri

Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin klorofil a/b değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} ve yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1}dozlarında

azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7.2, Şekil 7.1;7.2). Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1}, Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkisinde sırasıyla %12, %6 ve %9, %3 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1}dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye ve mısır bitkisinde klorofil a/b değerlerinde sırasıyla %11, %13, %14 ve %6, %9,%14 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7.2, Şekil 7.1;7.2).

Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin klorofil a/b değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında artış gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde kontrole göre artış olurken mısır bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7.2, Şekil 7.1;7.2). Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde sırasıyla %9 ve %7 oranlarında artış olurken, fasulye bitkisinde bu oranlar sırasıyla %13 ve %1 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %9, %8 ve %6 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %1azalma, %1 ve %6 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7.2, Şekil 7.1;7.2).

Mısır bitkisinde kalsiyum uygulaması arttıkça bitkinin klorofil a, klorofil b, klorofil a+b düzeylerinin arttığını belirlemişlerdir (Hothem ve ark., 2003). Daha önce yapılan çok sayıda çalışmada benzer bulgular ortaya konulmuştur (Akat ve Özzambak, 2013; Hatipoğlu, 2016). Bu değerler, tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

4.2.3 Gövde ve kökün prolin miktarı

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün prolin değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 8.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 8.2'de verilmiştir.

Çizelge 8.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün proline ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		Gövde Prolin	Kök Prolin	Gövde Prolin	Kök Prolin
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Ca Uyg. Dozu	5	0.0001	0.0001**	0.0001	0.001**
Hata	15	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
C. V. (%)		16.64	6.28	37.56	11.37

**p<0,01

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 8.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkisinin kökünün prolin üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

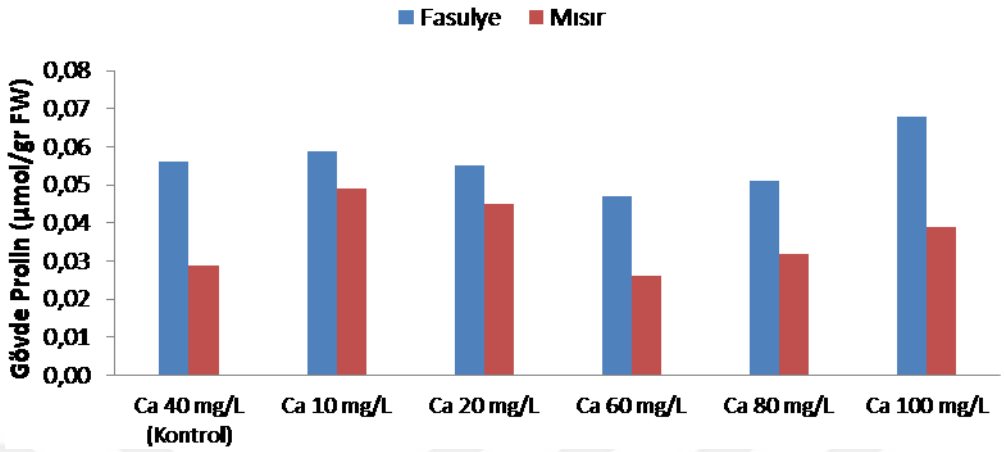
Çizelge 8.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve kökünün prolin üzerine etkisi

Uygulama Dozu (mg L^{-1})	**Fasulye**				**Mısır**			
	Prolin (µmol/gr FW)				Prolin (µmol/gr FW)			
	Gövde	%	Kök	%	Gövde	%	Kök	%
Ca40 (Kontrol)	0.056		0.048**abc**		0.029		0.038**c**	
Ca10	0.059	*5*	0.053**ab**	*10*	0.049	*69*	0.048**bc**	*26*
Ca20	0.055	*-2*	0.047**bc**	*-2*	0.045	*55*	0.047**bc**	*24*
Ca60	0.047	*-16*	0.055**a**	*15*	0.026	*-10*	0.046 **bc**	*21*
Ca80	0.051	*-9*	0.051**abc**	*6*	0.032	*10*	0.070**a**	*84*
Ca100	0.068	*21*	0.046 **c**	*-4*	0.039	*34*	0.066**ab**	*74*
Ortalama	**0.056**		**0.050**		**0.037**		**0.0525**	

Fasulye $LSD_{(Kök)}$=0.006589
Mısır $LSD_{(Kök)}$=0.02084

Araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitkisinin gövde prolin değerlerinin farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin prolin değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde artış, fasulye bitkisinde ise Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma

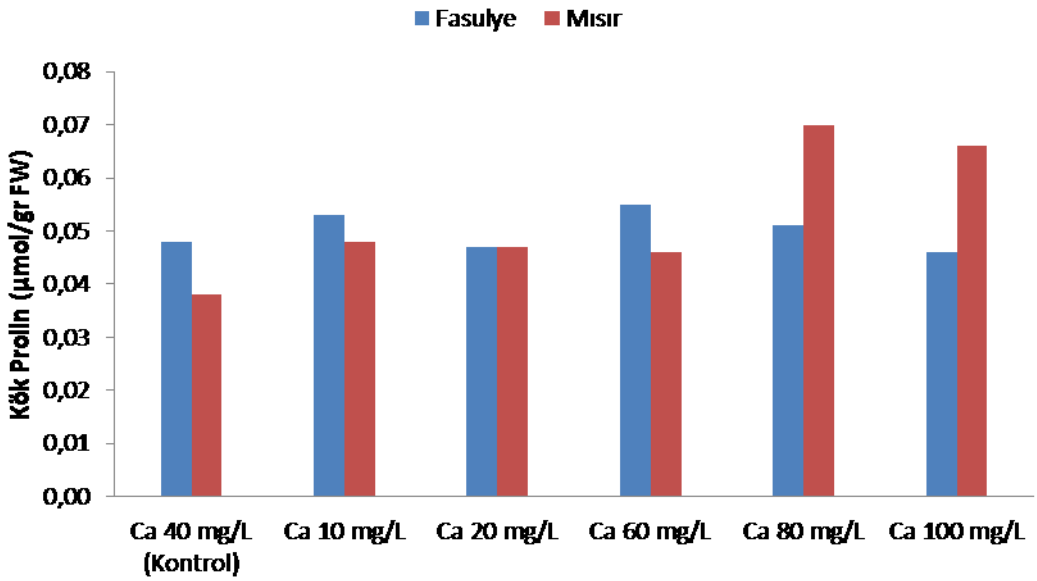
Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında artma olurken fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} ve Ca80 mg L^{-1} dozlarında azalma Ca100 mg L^{-1} dozunda ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8.2, Şekil 8.1).



Şekil 8.1. **Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin prolin üzerine etkileri**

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde sırasıyla %69 ve %55 oranlarında artış olurken, fasulye bitkisinde bu oranlar sırasıyla %5 artış ve %2 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %16, %9 azalma ve %21 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %10 azalma ve %10, %34 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 8.2, Şekil 8.1).

Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin kök prolin değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde artış, fasulye bitkisinde ise Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1}dozlarında mısır bitkisinde kontrole göre artış olurken fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} ve Ca80 mg L^{-1} dozlarında artış Ca100 mg L^{-1} dozunda ise azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8.2, Şekil 8.2).



Şekil 8.2.Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kök prolin üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde sırasıyla %26 ve %24 oranlarında artış olurken, fasulye bitkisinde bu oranlar sırasıyla %10 artış ve %2 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %15, %6 artış ve %4 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %21, %84 ve %74 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 8.2, Şekil 8.2).

Yapılan bir çalışmada *Limonium sinuatum* bitkisinde kalsiyum uygulaması arttıkca bitkinin prolin içeriğinin arttığı belirlemişlerdir (Akat ve Özzambak, 2013). Bu değerler, tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bazı değerlerdeki farklılıklar ise yetiştirme şartları farklılığından kaynaklanmış olabilir.

4.2.4 Gövde ve kökün MDA kapsamı

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün MDA değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 9.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 9.2'de verilmiştir.

Çizelge 9.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün MDA ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		Gövde MDA	Kök MDA	Gövde MDA	Kök MDA
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	0.225	0.954	0.443	0.078
Ca Uyg. Dozu	5	16.029**	14.369**	5.520**	2.458**
Hata	15	0.298	0.668	0.619	0.235
C. V. (%)		4.27	7.67	4.38	8.46

**p<0.01

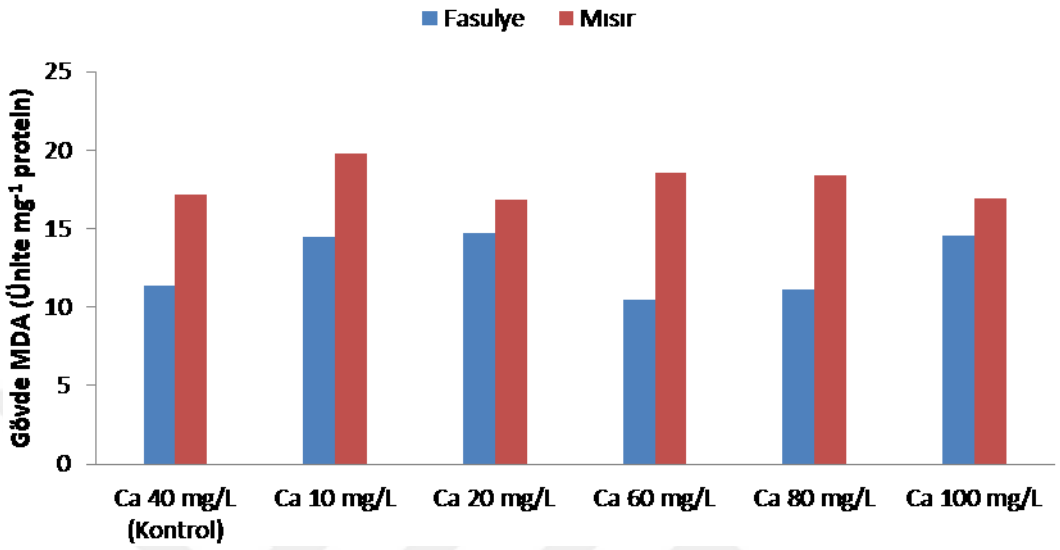
Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 9.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün MDA üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 9.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve kökünün MDA içeriği üzerine etkisi

Uygulama Dozu (mg L^{-1})	**Fasulye**				**Mısır**			
	MDA (ünite mg^{-1} protein)				MDA (ünite mg^{-1} protein)			
	Gövde	%	Kök	%	Gövde	%	Kök	%
Ca40 (Kontrol)	11.39 **b**		10.480**bc**		17.20 **bc**		5.435**bc**	
Ca10	14.513 **a**	*27*	12.852 **a**	*23*	19.77 **a**	*15*	6.612**a**	*22*
Ca20	14.75**a**	*29*	11.250 **ab**	*7*	16.82 **c**	*-2*	5.883**ab**	*8*
Ca60	10.49 **b**	*-8*	12.355 **a**	*18*	18.57 **ab**	*8*	6.635**a**	*22*
Ca80	11.10 **b**	*-3*	8.895**cd**	*-15*	18.42 **abc**	*7*	5.058**bc**	*-7*
Ca100	14.56 **a**	*28*	8.055**d**	*-23*	16.89 **c**	*-2*	4.775 **c**	*-12*
Ortalama	**12.80**		**10.648**		**17.94**		**5.733**	
Fasulye $LSD_{(Gövde;Kök)}$= 1.137; 1.703								
Mısır $LSD_{(Gövde;Kök)}$= 1.639; 1.010								

Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin MDA'da farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin MDA değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış, mısır bitkisinde ise Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} ve

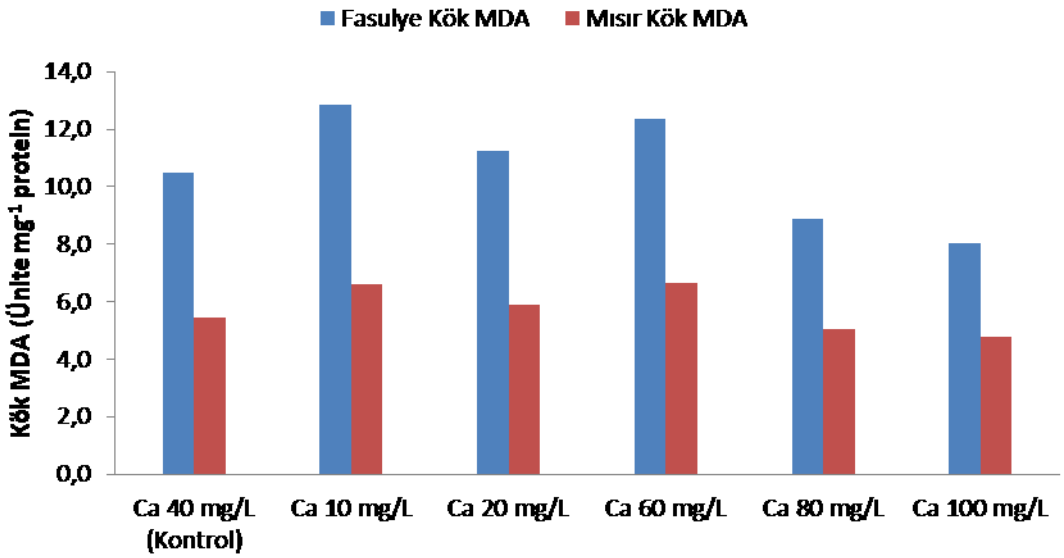
Ca80 mg L^{-1} dozlarında artış Ca100 mg L^{-1} dozunda ise azalma olurken fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} ve Ca80 mg L^{-1} dozlarında azalma Ca100 mg L^{-1} dozunda ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 9.2, Şekil 9.1).



Şekil 9.1. **Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin MDA üzerine etkileri**

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %27 ve %29 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %15 artış ve %2 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %8, %3 azalma ve %28 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %8, %7 artış ve %2 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 9.2, Şekil 9.1).

Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin kök MDA değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır ve fasulye bitkilerinde artış gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda artış Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında azalma olurken fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda artış Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 9.2, Şekil 9.2).



Şekil 9.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kök MDA üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde sırasıyla %22 ve %8 oranlarında artış olurken, fasulye bitkisinde bu oranlar sırasıyla %23 ve %7 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %8 artış %15 ve %23 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %22 artış %7 ve %12 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 9.2, Şekil 9.2).

Bitkilerde algılanan stres sonucunda gelen oksidatif hasarın önemli bir göstergesi membran lipidlerinin peroksidasyonudur ve ortamdaki malondialdehit (MDA) miktarına göre tayin edilmektedir (Elstner ve Osswald, 1994).

Yapılan bir çalışmada limonium sinuatum bitkisinde kalsiyum uygulaması arttıkca bitkinin MDA içeriğinin arttığı belirlemişlerdir (Akat ve Özzambak, 2013). Bu değerler, tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bazı değerlerdeki farklılıklar ise yetiştirme şartları farklılığından kaynaklanmış olabilir.

4.3 Gövde ve kökün makro besin elementleri

Fasulye ve Mısır bitkilerine kalsiyum uygulamalarının bitkilerin gövde ve kökün Ca, P, K, Mg konsantrasyonları, kaldırdıkları Ca, P, K, Mg miktarı ve Ca/P, Ca/K, Ca/Mg oranlarına ait ortalamalar Çizelge 10.2; 10.3; 11.2; 11.3; 12.2; 12.3; 13.2; 13.3'te ve bu değerlere ait grafikler Şekil 10.1;10.2;10.3;10.4;11.1; 11.2;11.3;11.4; 11.5; 11.6;;12.1; 12.2;12.3;12.4; 12.5; 12.6;;13.1; 13.2;13.3;13.4; 13.5; 13.6;'da verilmiştir.

4.3.1 Gövde ve kökün kalsiyum konsantrasyonu ve kalsiyum alımı

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve kökünün kalsiyum konsantrasyonu ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 10.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 10.2 ve Çizelge 10.3'de verilmiştir.

Çizelge 10.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün kalsiyum kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		Ca kapsamı %		Ca kapsamı %	
		Gövde	Kök	Gövde	Kök
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	0.034	0.010	0.001	0.009
Ca Uyg. Dozu	5	3.115**	0.206**	0.136**	1.702**
Hata	15	0.013	0.008	0.001	0.011
C. V. (%)		3.66	8.29	5.27	7.77

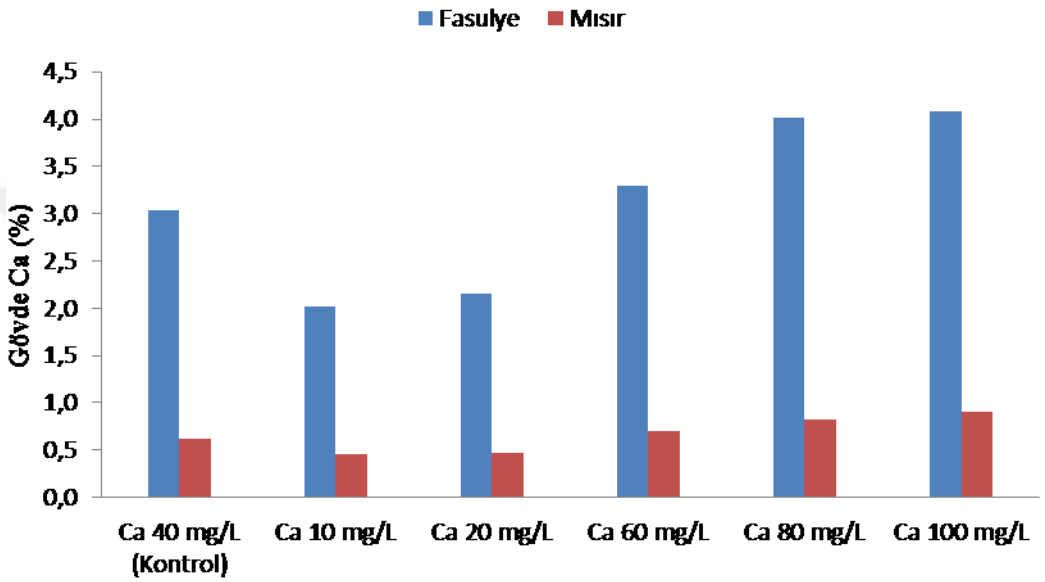
**p<0.01

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 10.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün kalsiyum konsantrayonu üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 10.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum miktarı ve kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkileri

Uygulama Dozu (mg L^{-1})	**Fasulye**				**Mısır**			
	Ca %	%	Ca mg $bitki^{-1}$	%	Ca %	%	Ca mg $bitki^{-1}$	%
Ca40 (Kontrol)	3.04 **c**		87.7		0.62 **d**		13.18	
Ca10	2.02 **d**	*-34*	56.1	*-36*	0.45 **e**	*-27*	5.67	*-57*
Ca20	2.16 **d**	*-29*	60.8	*-31*	0.47 **e**	*-24*	6.30	*-52*
Ca60	3.29 **b**	*8*	102.8	*17*	0.70 **c**	*13*	12.06	*-8*
Ca80	4.01 **a**	*32*	126.4	*44*	0.82 **b**	*32*	13.96	*6*
Ca100	4.08 **a**	*34*	130.7	*49*	0.91 **a**	*47*	11.81	*-10*
Ortalama	**3.10**		**94.1**		**0.66**		**10.50**	
Fasulye LSD=0.2376 Mısır LSD=0.06589								

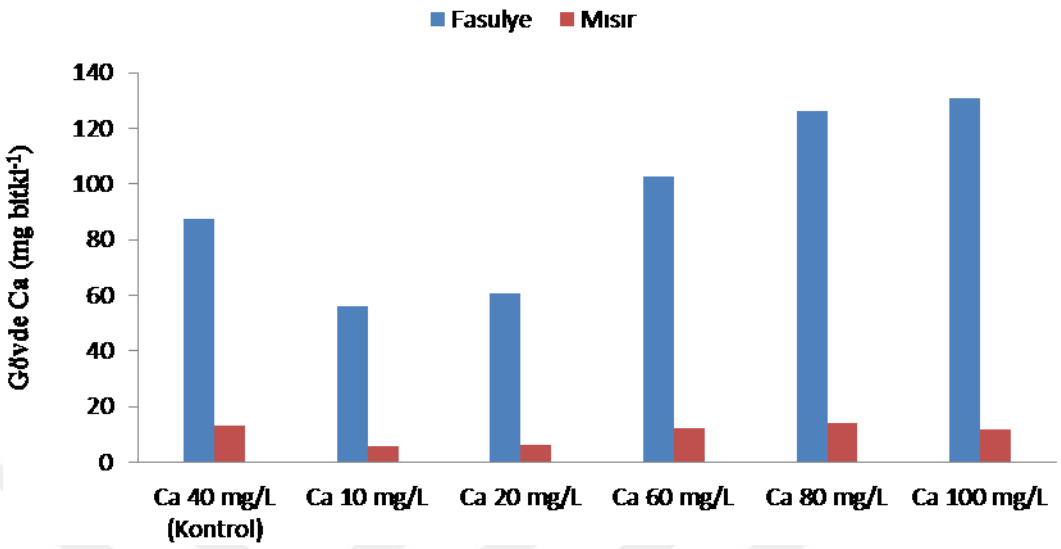
Çizelge de görüldüğü gibi fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10.2, Şekil 10.1).



Şekil 10.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %34 ve %29 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %27 ve %24 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %8, %32 ve %34 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %13, %32 ve %47 oranlarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 10.2,Şekil 10.1). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı kalsiyum değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde Ca60

mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında azalma Ca80 dozunda ise kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10.2, Şekil 10.2).



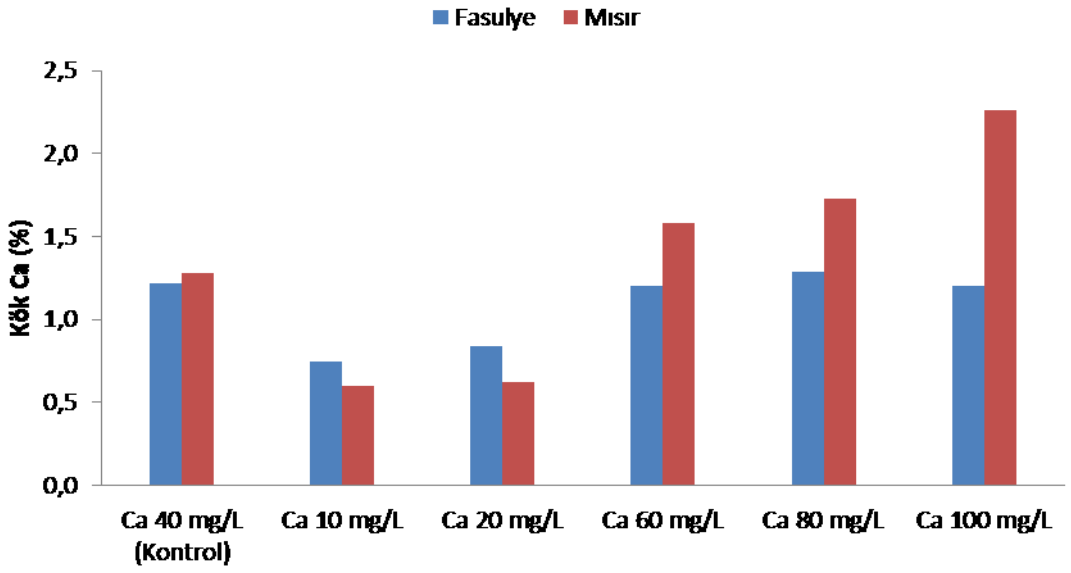
Şekil 10.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %36 ve %31 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %57 ve %52 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %17, %44ve %49 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %8 azalma, %6 artış ve %10 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 10.2, Şekil 10.2). Kök katyon değişim kapasitesi (25 me/100 g) yüksek olan fasulye bitkisinin aldığı kalsiyum miktarı, kök katyon değişim kapasitesi düşük olan (15 me/100 g) mısır bitkisine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 10.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin kalsiyum miktarı ve kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkileri

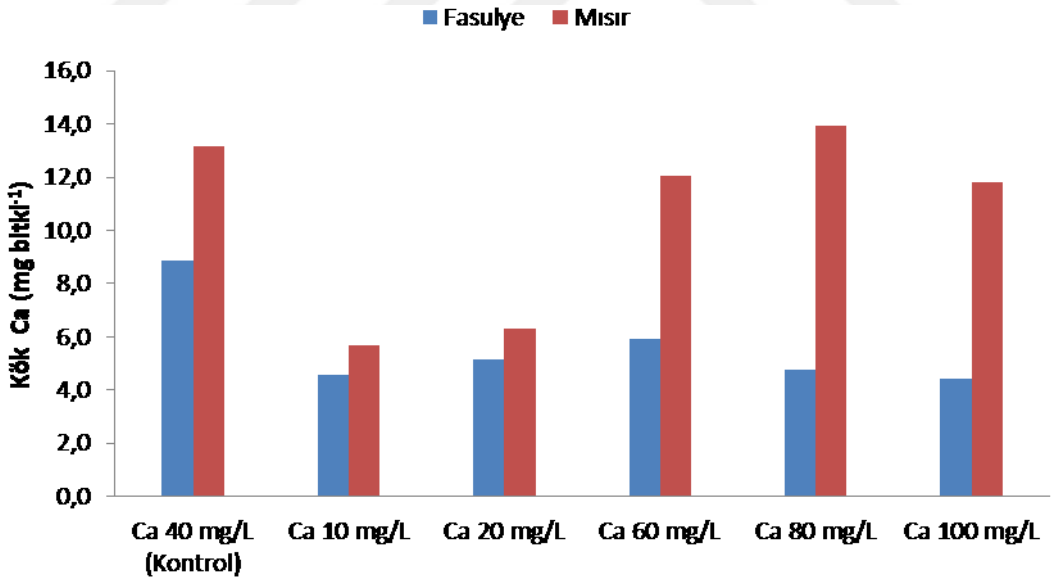
Uygulama Dozu (mg L^{-1})	Fasulye				Mısır			
	Ca %	%	Ca mg bitki^{-1}	%	Ca %	%	Ca mg bitki^{-1}	%
Ca40 (Kontrol)	1.22 **a**		8.88		1.28 **c**		9.02	
Ca10	0.75 **b**	*-39*	4.57	*-49*	0.60 **d**	*-53*	3.72	*-59*
Ca20	0.84 **b**	*-31*	5.16	*-42*	0.62 **d**	*-52*	3.89	*-57*
Ca60	1.20 **a**	*-2*	5.92	*-33*	1.58 **b**	*23*	7.79	*-14*
Ca80	1.29 **a**	*6*	4.76	*-46*	1.73 **b**	*35*	10.31	*14*
Ca100	1.20 **a**	*-2*	4.40	*-50*	2.26 **a**	*77*	9.49	*5*
Ortalama	**1.08**		**5.61**		**1.35**		**7.37**	
Fasulye LSD=0.1864 Mısır LSD=0.2185								

Araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitkisinin kök kalsiyum konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin kök kalsiyum konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} dozunda artış, Ca100 mg L^{-1} dozunda azalma olurken mısır bitkisinde artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10.3,Şekil 10.3).



Şekil 10.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kalsiyum konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %39 ve %31 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %53 ve %52 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %2 azalma, %6 artış ve %2 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %23, %35 ve %77 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 10.3,Şekil 10.3). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin kök kaldırdığı kalsiyum değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma mısır bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10.3,Şekil 10.4).



Şekil 10.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı kalsiyum miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %49 ve %42 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %59 ve

%57 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %33, %46 ve %50 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %14 azalma, %14 ve %5 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 10.3,Şekil 10.4).

Araştırmacılar (Kaya ve ark., 2002; Lixuan ve ark., 2003; Tuna ve Özer, 2005; Malkoç ve Aydın, 2010; Köksal, 2011; Tuna, 2011; Sarıdaş, 2013; Hatipoğlu, 2016) kalsiyum uygulamasına bağlı olarak bitkilerin kalsiyum konsantrasyonun artığını belirlemişlerdir. Elde edilen bulgular ile çalışmamız sonuçları uyumludur.

4.3.2 Gövde ve kökün fosfor konsantrasyonu, fosfor alımı ve Ca/P oranı

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün fosfor konsantrasyonu değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 11.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 11.2 ve Çizelge 11.3'de verilmiştir.

Çizelge 11.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün fosfor kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		P kapsamı %		P kapsamı %	
		Gövde	Kök	Gövde	Kök
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	0.001	0.014	0.006	0.0001
Ca Uyg. Dozu	5	0.003**	0.084**	0.007	0.002**
Hata	15	0.0001	0.003	0.013	0.0001
C. V. (%)		5.04	9.32	7.44	5.27

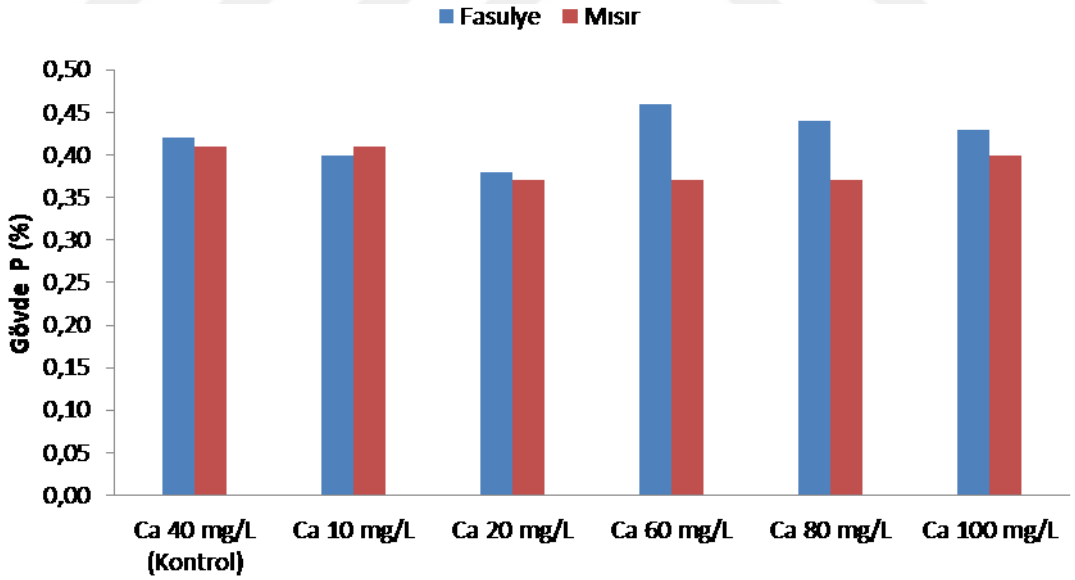
**p<0.01

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 11.1) kalsiyum uygulamaları fasulye bitkisinin gövdesinin ve kökünün, mısır bitkisinin ise kökünün fosfor konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 11.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin fosfor miktarı, kaldırdığı fosfor miktarı ve kaldırdığı fosfor miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

Uygulama	Fasulye						Mısır					
Dozu (mg L^{-1})	P %	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ P	%	P %	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ P	%
Ca40 (Kontrol)	0.42 **bc**		12.23		11.1		0.41		8.6		2.4	
Ca10	0.40 **c**	*-5*	11.13	*-9*	7.8	*-30*	0.41	*0*	5.2	*-40*	1.7	*-29*
Ca20	0.38 **d**	*-10*	10.74	*-12*	8.8	*-21*	0.37	*-10*	5.0	*-42*	1.9	*-21*
Ca60	0.46 **a**	*10*	14.41	*18*	11.1	*0*	0.37	*-10*	6.4	*-26*	2.9	*21*
Ca80	0.44 **ab**	*5*	13.99	*14*	14.0	*26*	0.37	*-10*	6.3	*-27*	3.4	*42*
Ca100	0.43 **b**	*2*	13.93	*14*	14.5	*31*	0.40	*-2*	5.2	*-40*	3.5	*46*
Ortalama	**0.42**		**12.74**		**1.22**		**0.39**		**6.1**		**2.6**	
Fasulye LSD=0.02084												

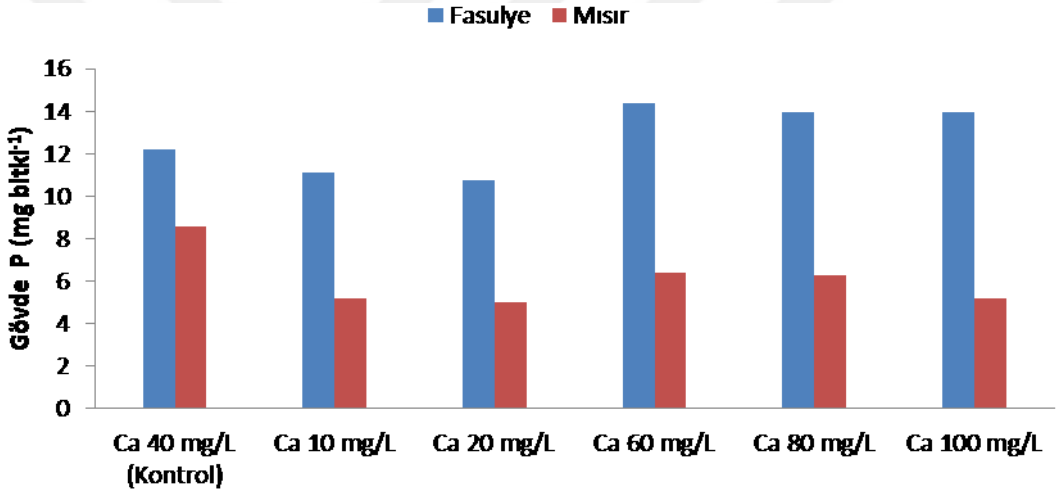
Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin fosfor konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma olurken mısır bitkisinde Ca10 mg L^{-1} dozunda sabit kalmış Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 11.2,Şekil 11.1).



Şekil 11.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin fosfor konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %5 ve %10 oranlarında

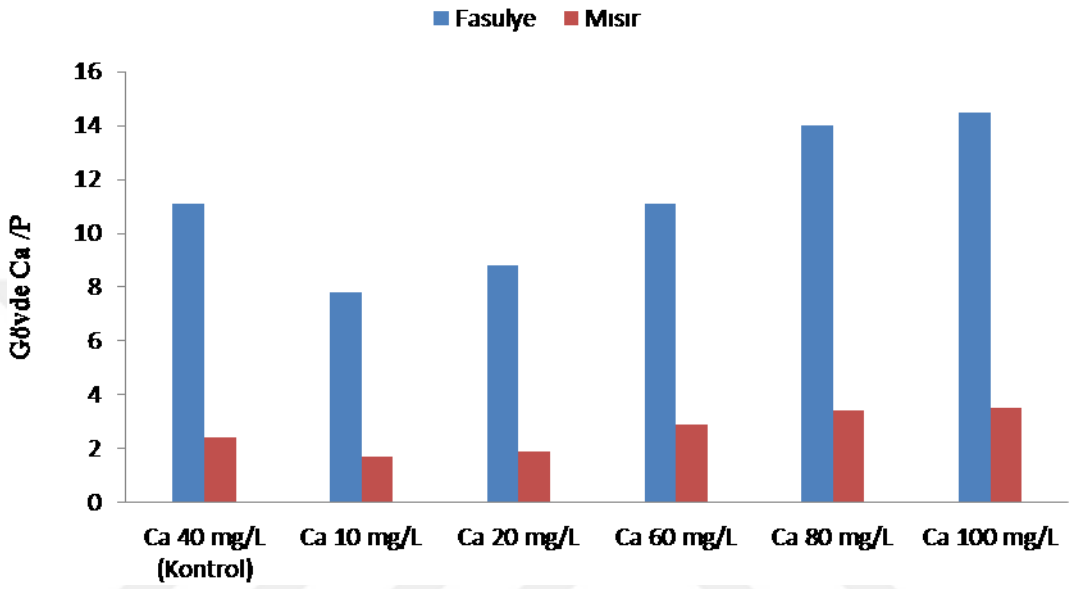
azalma olurken, mısır bitkisinde %10 oranında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %10, %5 ve %2 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %10, %10 ve %2 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 11.2,Şekil 11.1). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı fosfor değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 11.2,Şekil 11.2).



Şekil 11.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %9 ve %12 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %40 ve %42 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %18, %14 ve %14 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %26, %27 ve %40 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 11.2,Şekil 11.2). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum fosfor oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında

uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1}dozunda sabit kaldığı Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise artış, mısır bitkisinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 11.2,Şekil 11.3).



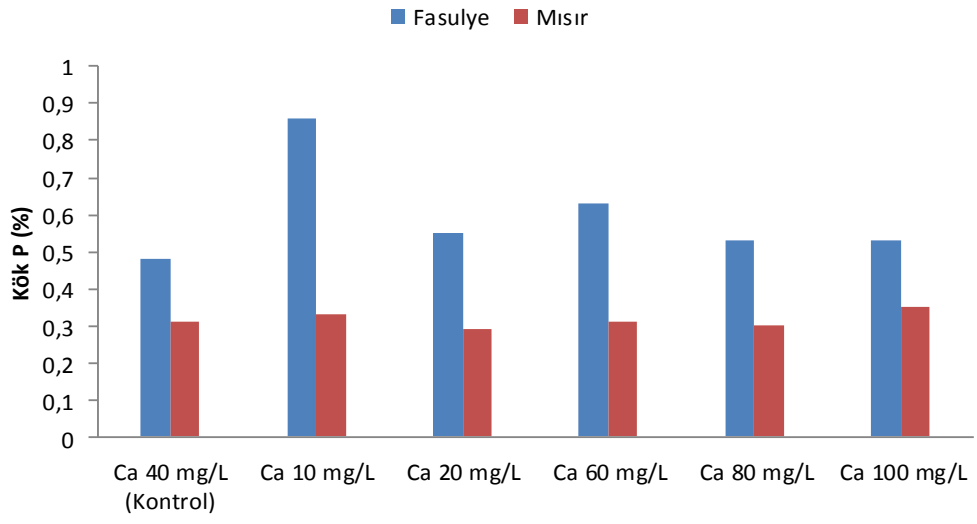
Şekil 11.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/P oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %30 ve %21 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %29 ve %21 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %0 sabit kalmış, %26 ve %31 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %21, %42 ve %46 oranlarında olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulaması ile bitkilerin fosfor alımları artmış olup, uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte Ca/P oranlarında da artışlar belirlenmiştir (Çizelge 11.2,Şekil 11.3).

Çizelge 11.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin fosfor miktarı, kaldırdığı fosfor miktarı ve kaldırdığı fosfor miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

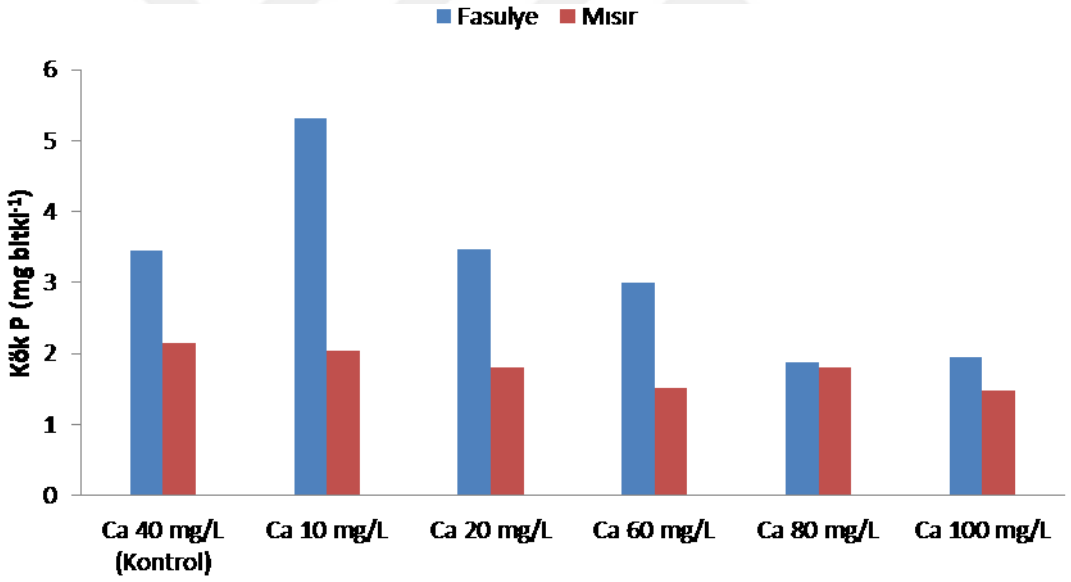
Uygulama	Fasulye						Mısır					
Dozu (mg L^{-1})	P %	%	mg bitki^{-1}	%	Ca /P	%	P %	%	mg bitki^{-1}	%	Ca /P	%
Ca40 (Kontrol)	0.48 **c**		3.46		4.0		0.31 **cd**		2.15		6.5	
Ca10	0.86 **a**	*79*	5.32	*54*	1.3	*-68*	0.33 **b**	*6*	2.04	*-5*	2.8	*-57*
Ca20	0.55 **bc**	*15*	3.47	*0.3*	2.3	*-43*	0.29 **d**	*-6*	1.80	*-16*	3.3	*-49*
Ca60	0.63 **b**	*31*	2.99	*-14*	3.1	*-23*	0.31 **c**	*0*	1.52	*-29*	7.9	*22*
Ca80	0.53 **bc**	*10*	1.88	*-46*	3.9	*-3*	0.30 **cd**	*-3*	1.81	*-16*	8.8	*35*
Ca100	0.53 **bc**	*10*	1.95	*-44*	3.5	*-13*	0.35 **a**	*13*	1.48	*-31*	9.9	*52*
Ortalama	**0.60**		**3.18**		**3.0**		**0.31**		**1.80**		6.6	
Fasulye LSD=0.1141												
Mısır LSD=0.02084												

Çizelgenin incelenmesiyle görülebileceği gibi fasulye ve mısır bitki köklerinin fosfor konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin fosfor konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış olurken mısır bitkisinde Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda sabit kalmış, Ca80 mg L^{-1} dozunda azalmış ve Ca100 mg L^{-1} dozunda artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 11.3,Şekil 11.4).



Şekil 11.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün fosfor konsantrasyonu üzerine etkileri

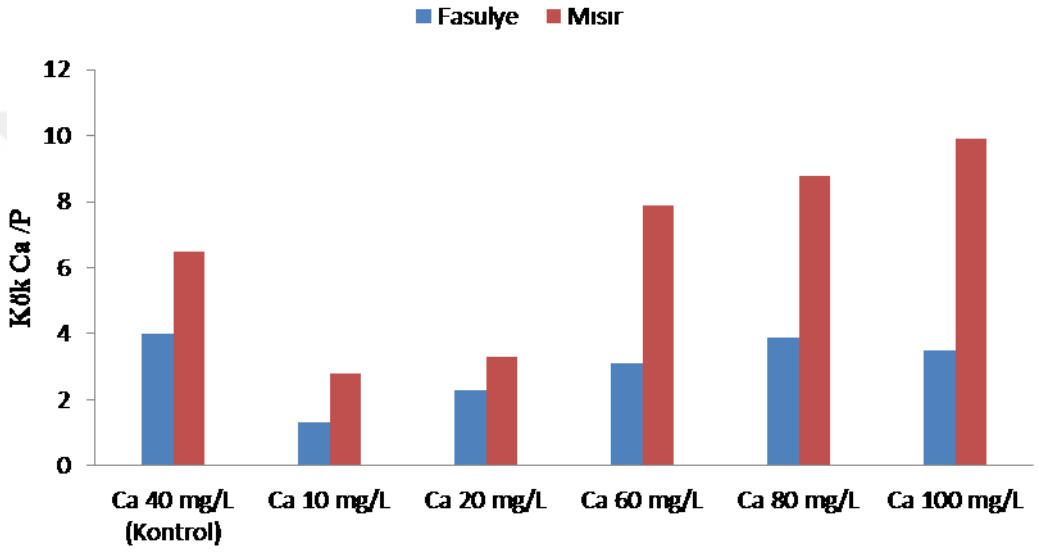
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %79 ve %15 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %6 artış ve %6 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %31, %10 ve %10 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %0 sabit kalmış, %3 azalmış ve %13 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 11.3,Şekil 11.4). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kaldırdığı fosfor değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 11.3,Şekil 11.5).



Şekil 11.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı fosfor miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %54 ve %0,3 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %5 ve %16 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına

göre fasulye bitkisinde sırasıyla %14, %46 ve %44 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %29, %16 ve %31 oranlarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 11.3,Şekil 11.5). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kalsiyum fosfor oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma mısır bitkisinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 11.3,Şekil 11.6).



Şekil 11.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/P oranı üzerine etkileri

Kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %68 ve %43 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %57 ve %49 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %23, %3 ve %13 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %22, %35 ve %52 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 11.3,Şekil 11.6).

Kalsiyum uygulamaları ile fasulye genotipinin gövdesindeki P konsantrasyonunda değişiklikler belirlemiştirler (Malkoç ve Aydın, 2010). (Tuna ve Özer, 2005; Köksal, 2011; Sarıdaş, 2013; Budak ve Erdal, 2016) tarafından yapılan çalışmalarda kalsiyum uygulaması ile bitki konsantrasyonun arttığı belirlenmiş olup bu da çalışmamız uyumludur.

4.3.3 Gövde ve kökün potasyum konsantrasyonu, potasyum alımı ve Ca/K oranı

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün potasyum konsantrasyonu değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 12.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 12.2 ve Çizelge 12.3'de verilmiştir.

Çizelge 12.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün potasyum kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		K kapsamı %		K kapsamı %	
		Gövde	Kök	Gövde	Kök
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	0.133	0.152	0.013	0.007
Ca Uyg. Dozu	5	0.234**	1.481**	0.190	0.067**
Hata	15	0.034	0.042	0.066	0.010
C. V. (%)		6.40	6.56	10.06	7.58

**p<0.01

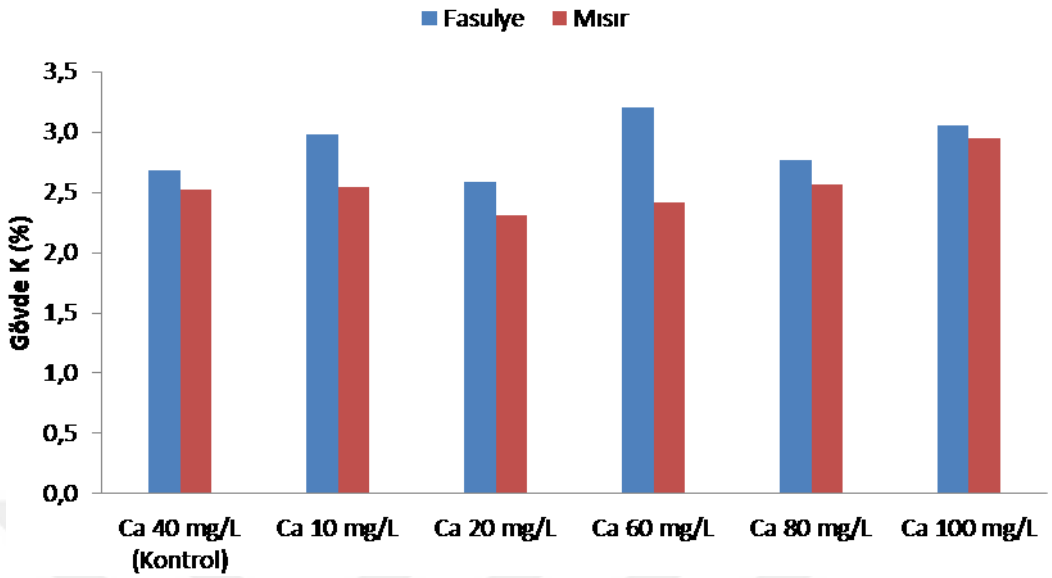
Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 12.1) kalsiyum uygulamaları fasulye bitkisinin gövdesinin ve kökünün, mısır bitkisinin ise kökünün potasyum konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 12.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin potasyum miktarı, kaldırdığı potasyum miktarı ve kaldırdığı potasyum miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

Uygulama	**Fasulye**						**Mısır**					
Dozu (mg L^{-1})	K %	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ K	%	K %	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ K	%
Ca40 (Kontrol)	2.68 **bc**		77.4		2.2		2.52		53.67		0.5	
Ca10	2.98 **ab**	*11*	82.6	*7*	1.3	*-41*	2.54	*1*	31.93	*-41*	0.3	*-40*
Ca20	2.59 **c**	*-3*	73.0	*-6*	1.6	*-27*	2.31	*-8*	31.06	*-42*	0.4	*-20*
Ca60	3.21 **a**	*20*	100.3	*30*	2.0	*-9*	2.42	*-4*	41.86	*-22*	0.6	*20*
Ca80	2.77 **bc**	*3*	87.2	*13*	2.8	*27*	2.57	*2*	43.99	*-18*	0.6	*20*
Ca100	3.06 **ab**	*14*	97.9	*26*	2.6	*18*	2.95	*17*	38.18	*-29*	0.6	*20*
Ortalama	**2.88**		**86.39**		**2.10**		**2.55**		**40.11**		**0.5**	
Fasulye LSD=0.3812												

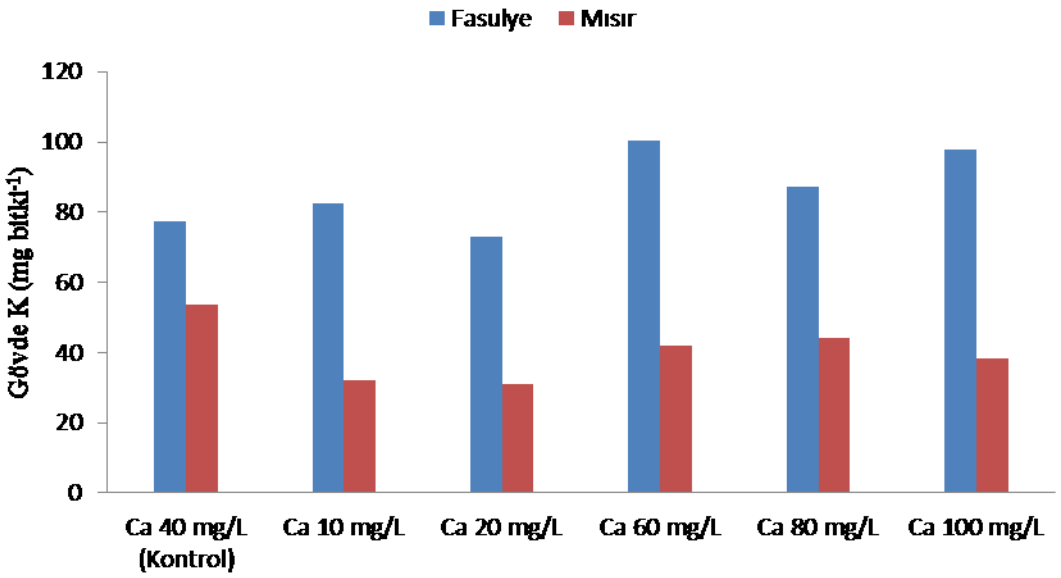
Çizelgeden de görüldüğü gibi fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin potasyum konsantrasyonunda kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak farklılıklar tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin potasyum konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye

bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 12.2,Şekil 12.1).



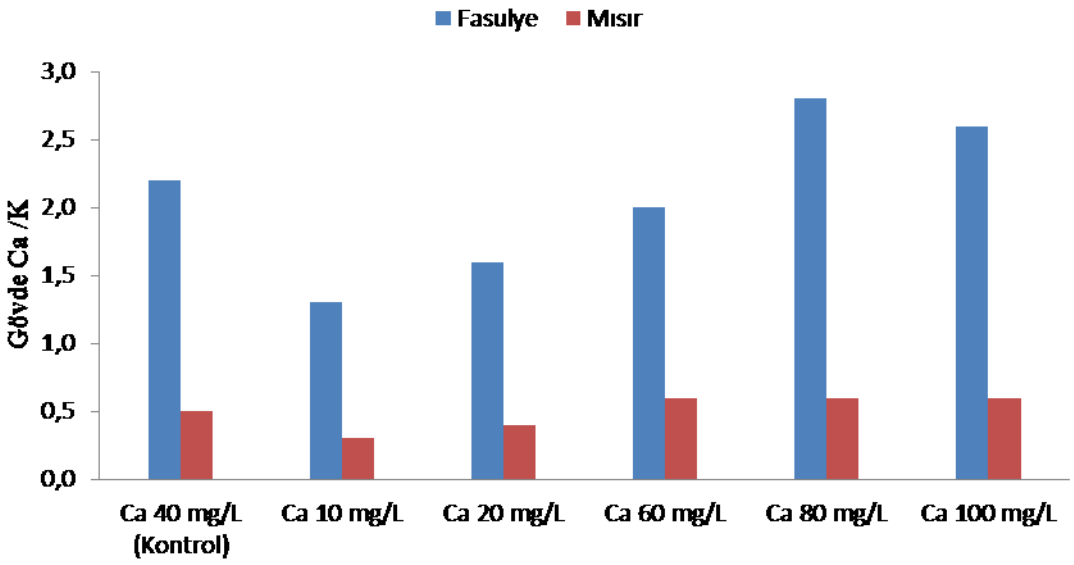
Şekil 12.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin potasyum konsantrasyonu üzerine etkileri

Kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %11 artış ve %3 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %1 ve %8 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %20, %3 ve %14 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %4 azalma, %2 ve %17 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 12.2,Şekil 12.1). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı potasyum değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde azalma olurken fasulye bitkisinde Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 12.2,Şekil 12.2).



Şekil 12.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %7 artış ve %6 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %41 ve %42 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %30, %13 ve %26 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %22, %18 ve %29 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 12.2,Şekil 12.2). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum potasyum oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise artış, mısır bitkisinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 12.2,Şekil 12.3).



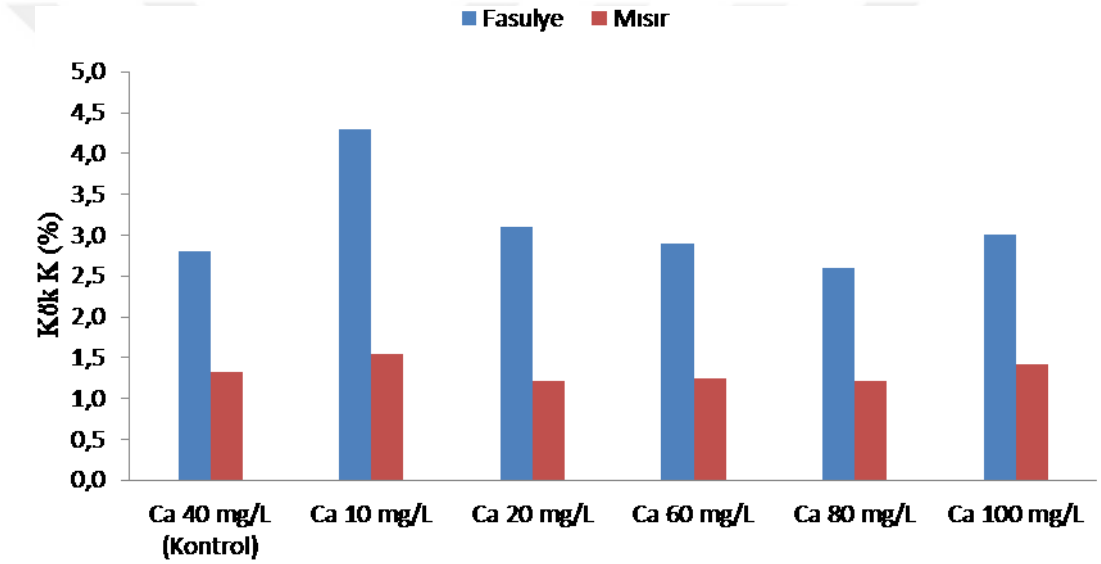
Şekil 12.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/K oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %41 ve %27 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %40 ve %20 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %9 azalma, %27 ve %18 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %20, %20 ve %20 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 12.2,Şekil 12.3).Kalsiyum uygulaması ile bitkilerin potasyum alımları artmış olup, uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte Ca/K oranlarında da artışlar belirlenmiştir.

Çizelge 12.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin potasyum miktarı, kaldırdığı potasyum miktarı ve kaldırdığı potasyum miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

Uygulama	**Fasulye**						**Mısır**					
Dozu (mg L^{-1})	K %	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ K	%	K %	%	Mg bitki^{-1}	%	Ca/ K	%
Ca40 (Kontrol)	2.8 **bc**		20.2		0.9		1.33 **b**		9.40		1.8	
Ca10	4.3 **a**	*54*	26.1	*29*	0.3	*-67*	1.54 **a**	*16*	9.50	*1*	0.8	*-56*
Ca20	3.1 **b**	*11*	19.1	*-5*	0.5	*-44*	1.22 **b**	*-8*	7.66	*-19*	1.0	*-44*
Ca60	2.9 **bc**	*4*	14.5	*-28*	0.8	*-11*	1.25 **b**	*-6*	6.17	*-34*	2.5	*39*
Ca80	2.6 **c**	*-7*	9.6	*-52*	1.0	*11*	1.22 **b**	*-8*	7.28	*-23*	2.8	*56*
Ca100	3.0 **bc**	*7*	11.1	*-45*	0.8	*-11*	1.42 **ab**	*7*	5.94	*-37*	3.1	*72*
Ortalama	**3.1**		**16.8**		**0.7**		**1.33**		**7.66**		2.0	
Fasulye LSD=0.4270 Mısır LSD=0.02084												

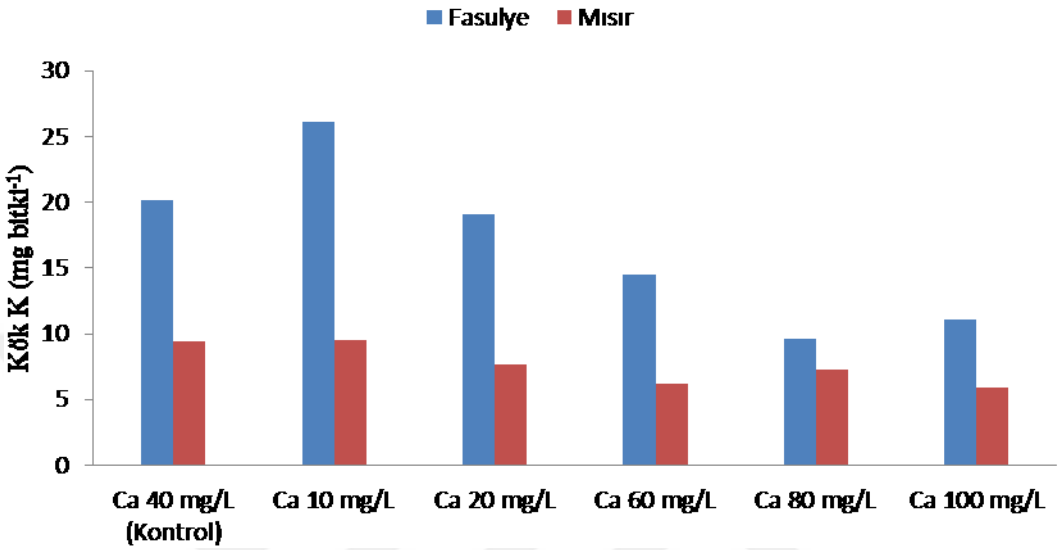
Çizelgede de görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitki köklerinin potasyum konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin potasyum konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış olurken mısır bitkisinde Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda artış, Ca80 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca100 mg L^{-1} dozunda ise artış mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} ve Ca80 mg L^{-1} dozlarında azalma, Ca100 mg L^{-1} dozunda ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 12.3,Şekil 12.4).



Şekil 12.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün potasyum konsantrasyonu üzerine etkileri

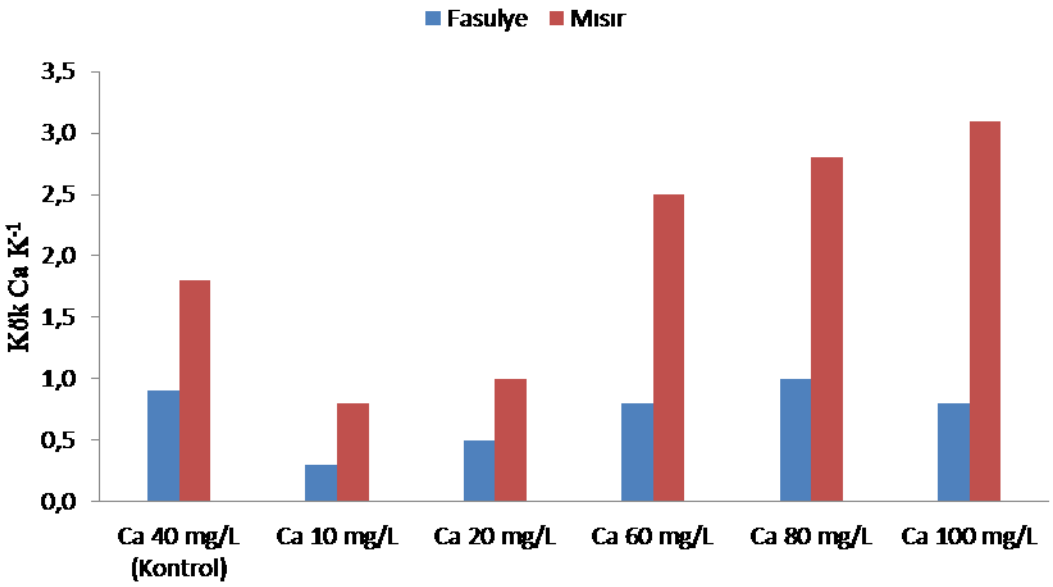
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %54 ve %11 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %16 artış ve %8 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %4 artış, %7 azalma ve %7 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %6 ve %8 azalma, %7 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 12.3,Şekil 12.4). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kaldırdığı potasyum değerlerinin kalsiyumun

yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 12.3,Şekil 12.5).



Şekil 12.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı potasyum miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %29 artış ve %5 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %1 artış ve %19 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %28, %52 ve %45 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %34, %23 ve %37 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 12.3,Şekil 12.5). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kalsiyum potasyum oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} dozunda artış ve Ca100 mg L^{-1} dozunda ise azalma mısır bitkisinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 12.3,Şekil 12.6).



Şekil 12.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/K oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %67 ve %44 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %56 ve %44 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %11 azalma, %11 artış ve %11 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %39, %56 ve %72 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 12.3,Şekil 12.6).

Her iki bitki de de kalsiyum uygulaması ile bitki köklerinin kaldırdığı potasyum miktarı Ca10 mg L^{-1} uygulamasında kontrole göre artarken, diğer uygulamalarda azalmalar belirlenmiştir. Kalsiyum miktarının artışı ile bitki köklerinin kaldırdığı potasyum miktarını azaltması nedeniyle Ca/K oranında azalmalara neden olmuştur.

Tuna ve Özer (2005); (Malkoç ve Aydın, 2010; Köksal, 2011; Sarıdaş, 2013; Budak ve Erdal, 2016) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen K konsantrasyonu ile çalışmamız uyumludur. Bu değerler, tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bazı değerlerdeki farklılıklar ise yetiştirme şartları farklılığından kaynaklanmış olabilir.

4.3.4 Gövde ve kökün magnezyum konsantrasyonu, magnezyum alımı ve Ca/Mg oranı

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün magnezyum konsantrasyonu değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 13.1' de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 13.2 ve Çizelge 13.3'de verilmiştir.

Çizelge 13.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün magnezyum kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		Mg kapsamı %		Mg kapsamı %	
		Yeşil aksam	Kök	Yeşil aksam	Kök
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Ca Uyg. Dozu	5	0.002**	0.007**	0.003**	0.003**
Hata	15	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
C. V. (%)		6.14	2.32	4.68	3.36

**p<0.01

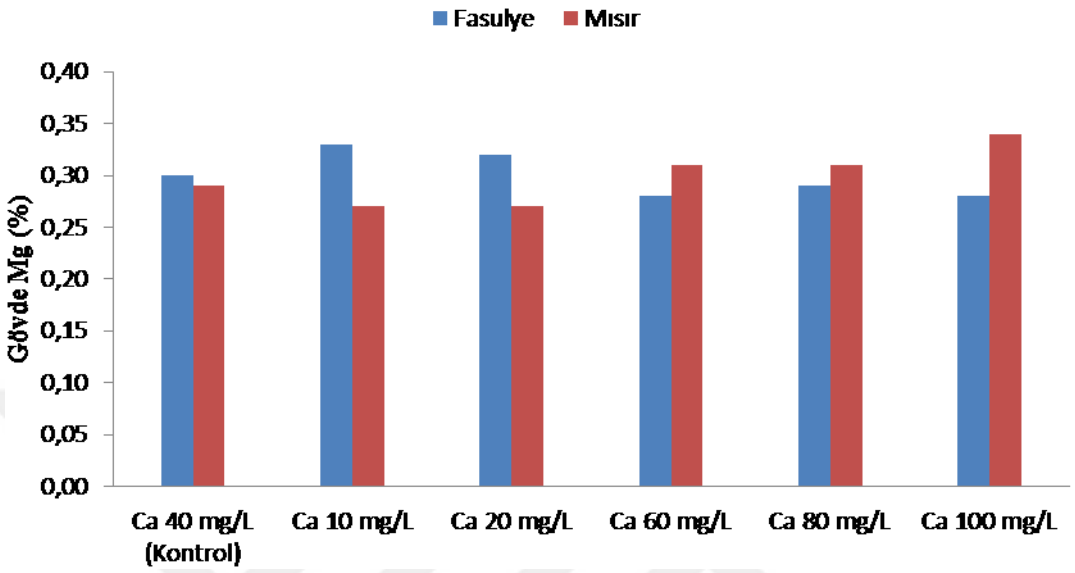
Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 13.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve kökünün magnezyum konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 13.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin magnezyum miktarı, kaldırdığı magnezyum miktarı ve kaldırdığı magnezyum miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

Uygulama Dozu (mg L^{-1})	**Fasulye**						**Mısır**					
	Mg %	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Mg	%	Mg %	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Mg	%
Ca40 (Kontrol)	0.30 **b**		8.59		6.1		0.29 **ab**		6.08		1.3	
Ca10	0.33 **a**	*10*	9.14	*6*	3.7	*-39*	0.27 **ab**	*-7*	3.43	*-44*	1.0	*-23*
Ca20	0.32 **a**	*7*	9.09	*6*	4.0	*-34*	0.27 **b**	*-7*	3.58	*-41*	1.1	*-15*
Ca60	0.28 **b**	*-7*	8.89	*3*	6.9	*13*	0.31 **ab**	*7*	5.24	*-14*	1.4	*8*
Ca80	0.29 **b**	*-3*	9.19	*7*	8.2	*34*	0.31 **ab**	*7*	5.28	*-13*	1.6	*23*
Ca100	0.28 **b**	*-7*	9.03	*5*	8.7	*43*	0.34 **a**	*17*	4.32	*-29*	1.6	*23*
Ortalama	**0.30**		**8.99**		**6.3**		**0.30**		**4.65**		**1.3**	
Fasulye LSD=0.02084 Mısır LSD=0.06589												

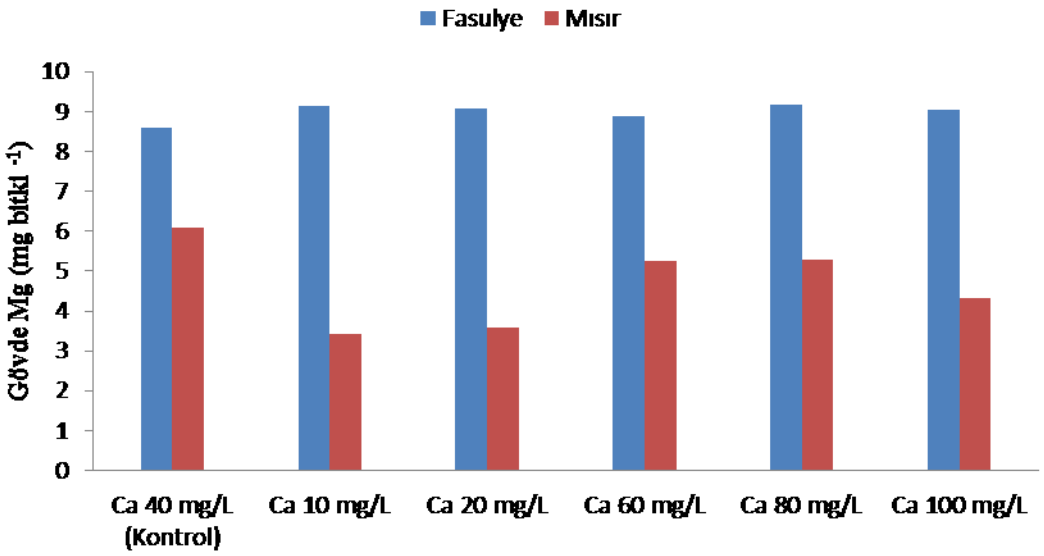
Çizelgede de görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin magnezyum konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin magnezyum konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır

bitkisinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma mısır bitkisinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 13.2,Şekil 13.1).



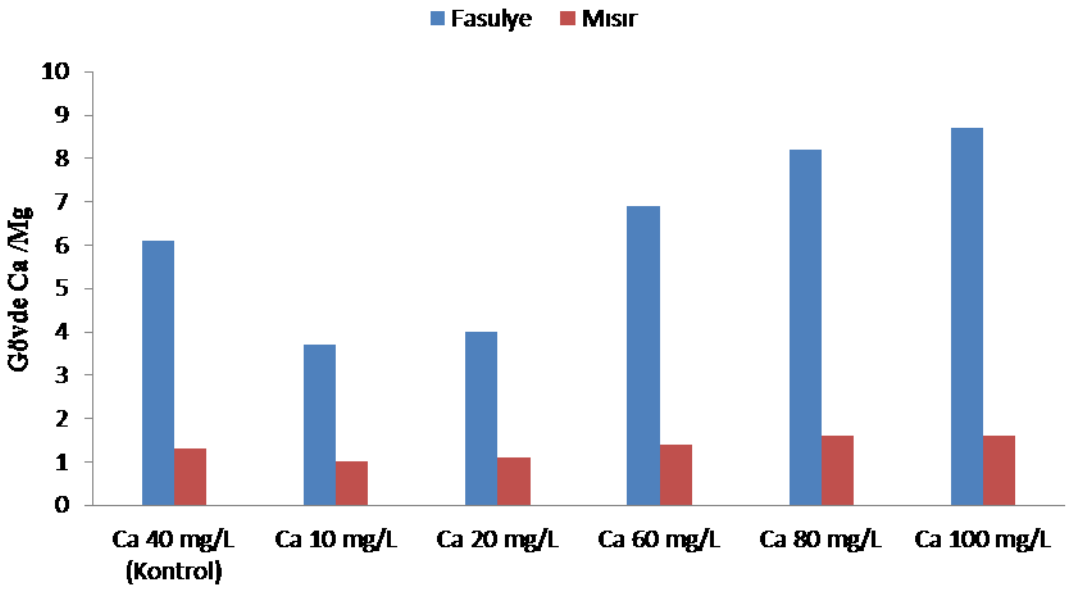
Şekil 13.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin magnezyum konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %10 ve %7 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %7 ve %7 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %7, %3 ve %7 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %7, %7 ve %17 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 13.2,Şekil 13.1). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı magnezyum değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde azalma olurken fasulye bitkisinde artış gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 13.2,Şekil 13.2).



Şekil 13.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %6 ve %6 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %44 ve %41 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %3, %7 ve %5 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %14, %13 ve %29 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 13.2,Şekil 13.2). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum magnezyum oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 13.2,Şekil 13.3).



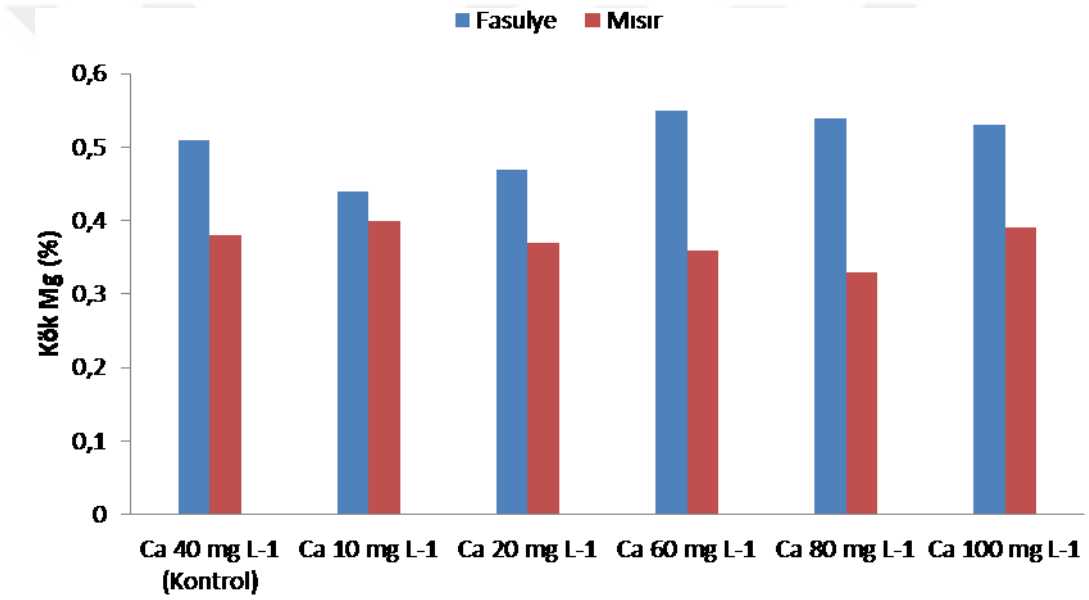
Şekil 13.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/Mg oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %39 ve %34 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %23 ve %15 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %13, %34 ve %43 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %8, %23 ve %23 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 13.2,Şekil 13.3).Kalsiyum uygulaması ile bitkilerin magnezyum alımları artmış olup, uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte Ca/Mg oranlarında da artışlar belirlenmiştir.

Çizelge 13.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin magnezyum miktarı, kaldırdığı magnezyum miktarı ve kaldırdığı magnezyum miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

Uygulama Dozu (mg L^{-1})	Fasulye						Mısır					
	Mg %	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Mg	%	Mg %	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Mg	%
Ca40 (Kontrol)	0.51 **b**		3.73		1.4		0.38 **ab**		2.67		2.0	
Ca10	0.44 **d**	*-14*	2.67	*-28*	1.0	*-29*	0.40 **a**	*5*	2.46	*-8*	0.9	*-55*
Ca20	0.47 **c**	*-8*	2.90	*-22*	1.1	*-21*	0.37 **bc**	*-3*	2.34	*-12*	1.0	*-50*
Ca60	0.55 **a**	*8*	2.67	*-28*	1.3	*-7*	0.36 **c**	*-5*	1.76	*-34*	2.6	*30*
Ca80	0.54 **a**	*6*	1.98	*-47*	1.4	*0*	0.33 **d**	*-13*	1.94	*-27*	3.2	*60*
Ca100	0.53 **ab**	*4*	1.95	*-48*	1.4	*0*	0.39 **ab**	*3*	1.61	*-40*	3.5	*75*
Ortalama	**0.51**		**2.65**		**1.3**		**0.37**		**2.13**		2.2	
Fasulye LSD=0.02084 Mısır LSD=0.02084												

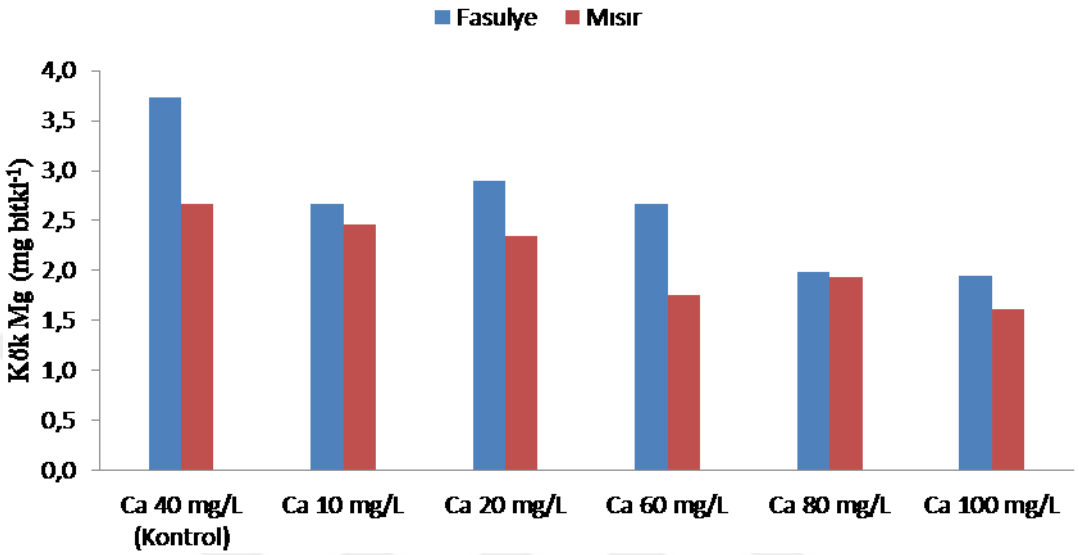
Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitki köklerinin magnezyum konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin magnezyum konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma olurken mısır bitkisinde Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} ve Ca80 mg L^{-1} dozlarında azalma, Ca100 dozunda ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 13.3,Şekil 13.4).



Şekil 13.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün magnezyum konsantrasyonu üzerine etkileri

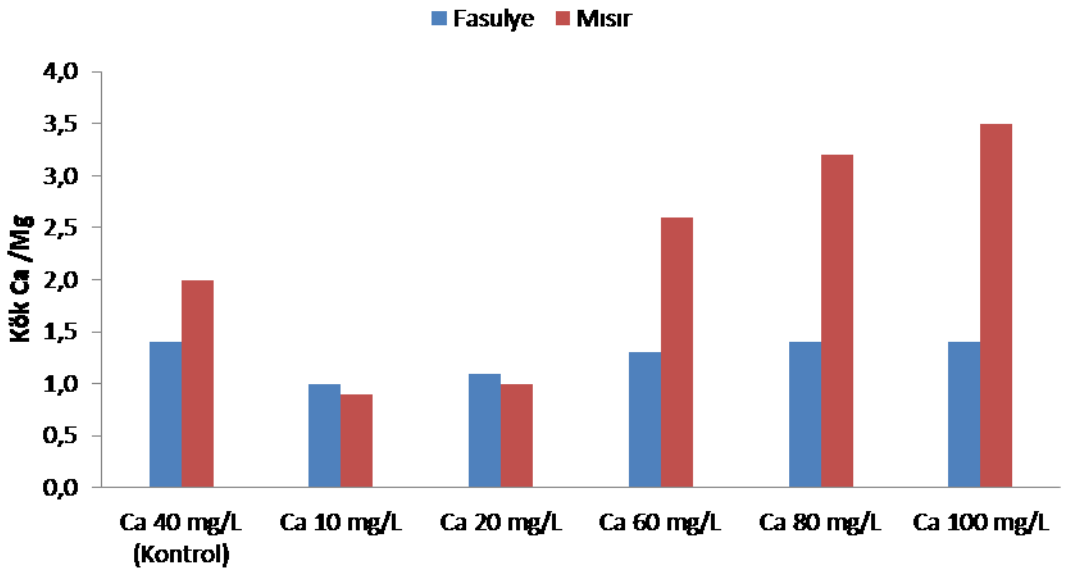
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %14 ve %8 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %5 artış ve %3 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %8, %6 ve %4 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %5, %13 azalma, %3 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 13.3,Şekil 13.4). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak

fasulye ve mısır bitki köklerinin kaldırdığı magnezyum değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 13.3,Şekil 13.5).



Şekil 13.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı magnezyum miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %28 ve %22 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %8 ve %12 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %28, %47 ve %48 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %34, %27 ve %40 oranlarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 13.3,Şekil 13.5). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kalsiyum magnezyum oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında sabit kaldığı mısır bitkisinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 13.3,Şekil 13.6).



Şekil 13.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/Mg oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %29 ve %21 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %55 ve %50 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %7 azalma, 0 ve 0 olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %30, %60 ve %75 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 13.3,Şekil 13.6).

Her iki bitki de de kalsiyum uygulaması ile bitki köklerinin kaldırdığı kalsiyum miktarı Ca10 uygulamasında kontrole göre artarken, diğer uygulamalarda azalmalar belirlenmiştir. Kalsiyum miktarının artışı ile bitki köklerinin kaldırdığı potasyum miktarını azaltması nedeniyle Ca/Mg oranında azalmalara neden olmuştur.

Malkoç ve Aydın (2010); (Köksal, 2011; Sarıdaş, 2013; Budak ve Erdal, 2016) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen Mg konsantrasyonu ile çalışmamız uyumludur. Bu değerler, tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bazı değerlerdeki farklılıklar ise yetiştirme şartları farklılığından kaynaklanmış olabilir.

4.4 Gövde ve kökün mikro besin element kapsamları

Fasulye ve Mısır bitkilerine kalsiyum uygulamalarının bitkilerin gövde ve kökün Fe, Zn, Cu, Mn, B Konsantrasyonları, kaldırdıkları Fe, Zn, Cu, Mn, B miktarı ve Ca/Fe, Ca/Zn, Ca/Cu, Ca/Mn, Ca/B oranlarına ait ortalamalar Çizelge 14.2;14.3;15.2;15.3;16.2;16.3;17.2;17.3;18.2;18.3'te ve bu değerlere ait grafikler Şekil 14.1; 14.2；14.3;14.4; 14.5; 14.6;;15.1; 15.2；15.3;15.4; 15.5; 15.6;;16.1; 16.2；16.3;16.4; 16.5; 16.6;17.1; 17.2；17.3;17.4; 17.5; 17.6;18.1; 18.2；18.3;18.4; 18.5; 18.6'da verilmiştir.

4.4.1 Gövde ve kökün demir konsantrasyonu, demir alımı ve Ca/Fe oranı

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün demir konsantrasyonu değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 14.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 14.2 ve Çizelge 14.3'de verilmiştir.

Çizelge 14.1. **Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün demir kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları**

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		Fe kapsamı mg kg^{-1}		Fe kapsamı mg kg^{-1}	
		Gövde	Kök	Gövde	Kök
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	18.172	1045.8	0.876	637.7
Ca Uyg. Dozu	5	1196.846**	42077.2**	224.539**	49498.2**
Hata	15	33.863	1263.5	11.170	1134.83
C. V. (%)		4.37	10.37	4.32	13.40

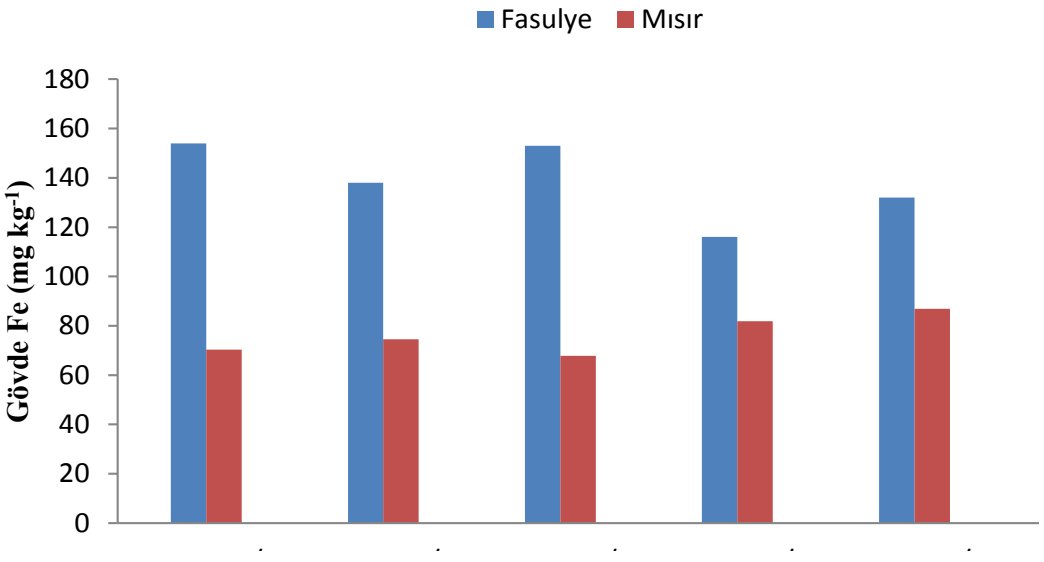
**p<0.01

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 14.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve kökünün demir konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 14.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin demir miktarı, kaldırdığı demir miktarı ve kaldırdığı demir miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

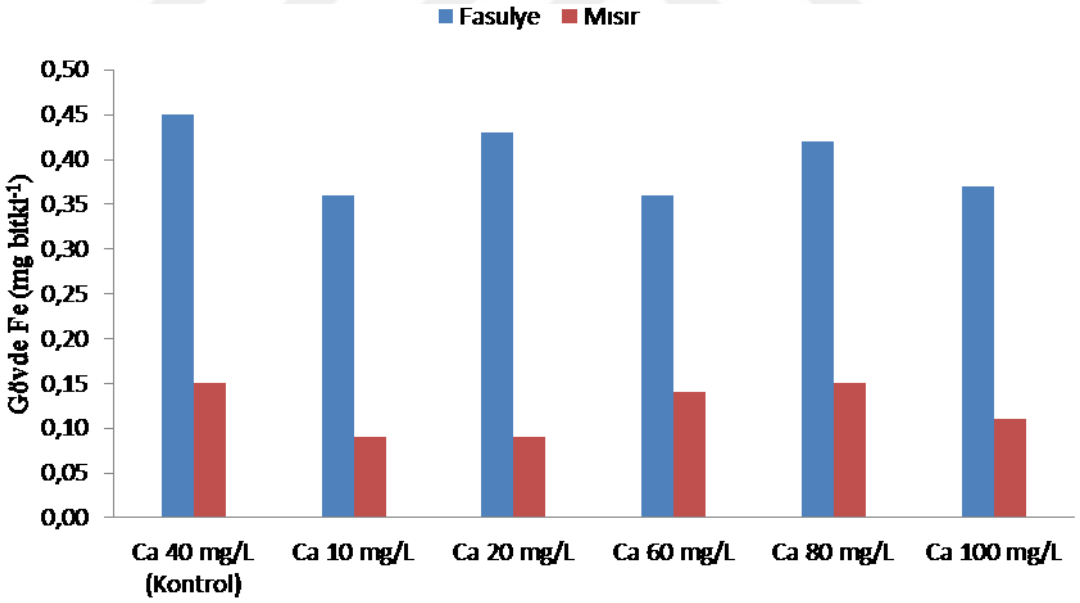
Uygulama	Fasulye						Mısır					
Dozu (mg L^{-1})	Fe mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Fe	%	Fe mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Fe	%
Ca40 (Kontrol)	154 **a**		0.45		275		70.4 **b**		0.15		123	
Ca10	138 **b**	*-10*	0.36	*-20*	220	*-20*	74.6 **b**	*6*	0.09	*-40*	85	*-31*
Ca20	153 **a**	*-1*	0.43	*-4*	197	*-28*	67.8 **b**	*-4*	0.09	*-40*	96	*-22*
Ca60	116 **c**	*-25*	0.36	*-20*	397	*44*	81.9 **a**	*16*	0.14	*-7*	119	*-3*
Ca80	132 **b**	*-14*	0.42	*-7*	425	*55*	86.9 **a**	*23*	0.15	*0*	132	*7*
Ca100	115 **c**	*-25*	0.37	*-18*	497	*81*	82.1 **a**	*17*	0.11	*-27*	155	*26*
Ortalama	**135**		**0.40**		**335**		**77.3**		**0.12**		**118**	
Fasulye LSD=3.217 Mısır LSD=6.964												

Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin demir konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin demir konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma mısır bitkisinde Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma mısır bitkisinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 14.2,Şekil 14.1).



Şekil 14.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin demir konsantrasyonu üzerine etkileri

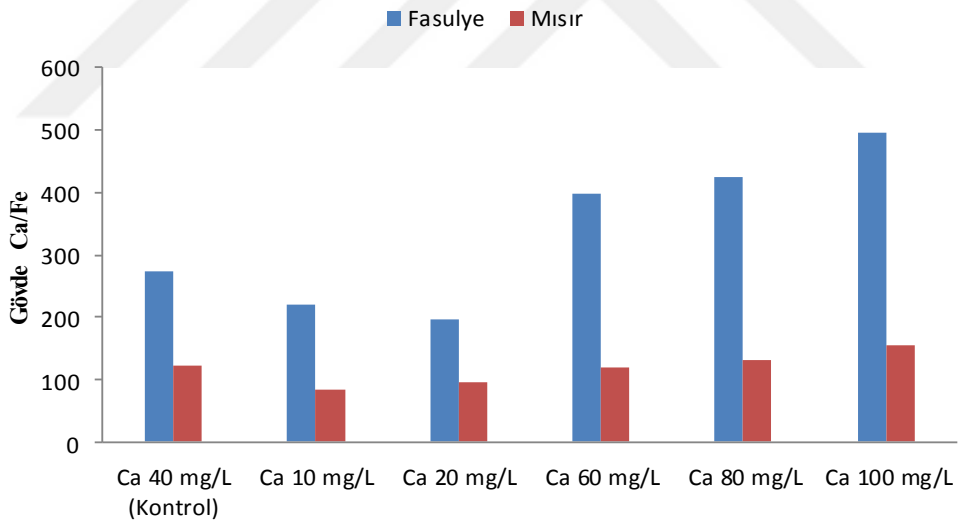
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %10 ve %1 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %6 artış ve %4 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %25, %14 ve %25 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %16, %23 ve %17 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 14.2,Şekil 14.1). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı demir değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} dozunda sabit kalmış ve Ca100 mg L^{-1} dozunda ise azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 14.2,Şekil 14.2).



Şekil 14.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı demir miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %20 ve %4 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %40 ve

%40 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %20, %7 ve %18 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %7 ve %27 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 14.2,Şekil 14.2). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum demir oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 14.2,Şekil 14.3). Kalsiyum uygulaması ile fasulye bitkisinin demir alımı kontrole kadar artarken mısır bitkisinde kontrolden sonra artmış olup, uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte Ca/Fe oranlarında da artışlar belirlenmiştir.



Şekil 14.3. **Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/Fe oranı üzerine etkileri**

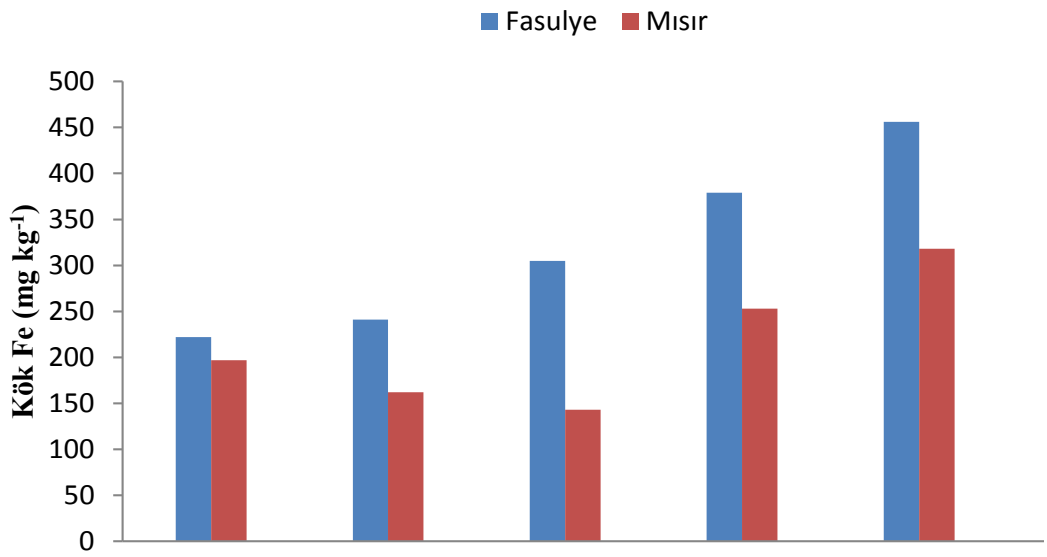
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %20 ve %28 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %31 ve %22 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg

L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %44, %55 ve %81 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %3 azalma, %7 ve %26 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 14.2,Şekil 14.3).

Çizelge 14.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin demir miktarı, kaldırdığı demir miktarı ve kaldırdığı demir miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

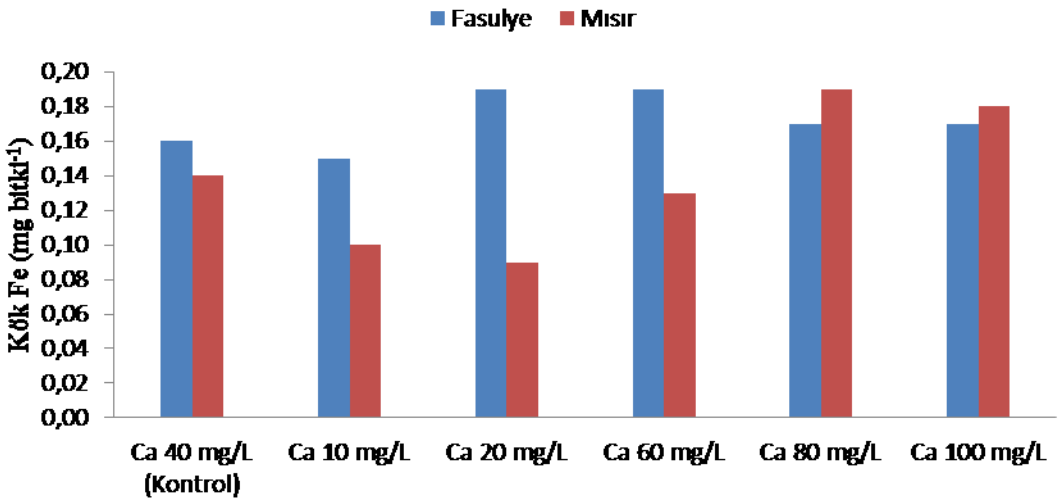
Uygulama	**Fasulye**						**Mısır**					
Dozu (mg L^{-1})	Fe mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Fe	%	Fe mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Fe	%
Ca40 (Kontrol)	222 **e**		0.16		77		197 **cd**		0.14		91	
Ca10	241 **de**	*9*	0.15	*-6*	43	*-44*	162 **d**	*-18*	0.10	*-29*	52	*-43*
Ca20	305 **cd**	*37*	0.19	*19*	38	*-51*	143 **d**	*-27*	0.09	*-36*	62	*-32*
Ca60	379 **bc**	*71*	0.19	*19*	44	*-43*	253 **bc**	*28*	0.13	*-7*	87	*-4*
Ca80	456 **a**	*105*	0.17	*6*	40	*-48*	318 **b**	*61*	0.19	*36*	76	*-16*
Ca100	453 **ab**	*104*	0.17	*6*	37	*-52*	436 **a**	*121*	0.18	*29*	73	*-20*
Ortalama	**343**		**0.17**		47		**252**		**0.14**		73	
Fasulye LSD=74.06 Mısır LSD=70.19												

Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitki köklerinin demir konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin demir konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış olurken mısır bitkisinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 14.3,Şekil 14.4).



Şekil 14.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün demir konsantrasyonu üzerine etkileri

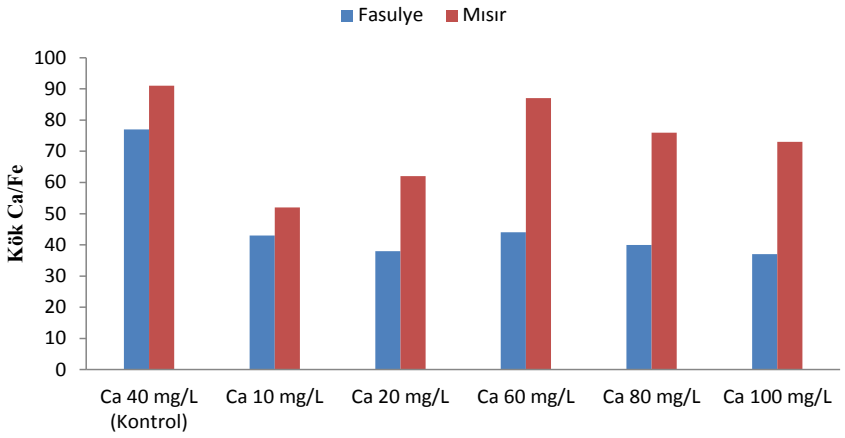
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %9 ve %37 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %18 ve %27 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %71, %105 ve %104 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %28, %61 ve %121 oranlarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 14.3,Şekil 14.4). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kaldırdığı demir değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinin Ca10 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca20 mg L^{-1} dozunda artış olurken mısır bitkisinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L-1 dozlarında fasulye bitkisinde artış olurken mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 14.3,Şekil 14.5).



Şekil 14.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı demir miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %6 azalma ve %19 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %29 ve %36 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %19, %6 ve %6 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %7 azalma, %36 ve %29 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 14.3,Şekil 14.5).

Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kalsiyum demir oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 14.3,Şekil 14.6).



Şekil 14.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/Fe oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %44 ve %51 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %43 ve %32 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %43, %48 ve %52 azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %4, %16 ve %20 oranlarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 14.3,Şekil 14.6). Her iki bitki de de kalsiyum uygulaması ile bitki köklerinin kaldırdığı demir miktarı Ca10 mg L^{-1} uygulamasında kontrole göre azalırken, diğer uygulamalarda artmalar belirlenmiştir. Kalsiyum miktarının artışı ile bitki köklerinin kaldırdığı demir miktarını artması nedeniyle Ca/Fe oranında azalmalara neden olmuştur.

Kaya ve ark. (2002); (Sarıdaş, 2013; Budak ve Erdal, 2016) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen Fe konsantrasyonu ile çalışmamız uyumludur. Bu değerler, tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bazı değerlerdeki farklılıklar ise yetiştirme şartları farklılığından kaynaklanmış olabilir.

4.4.2 Gövde ve kökün çinko konsantrasyonu, çinko alımı ve Ca/Zn oranı

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün çinko konsantrasyonu değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 15.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 15.2 ve Çizelge 15.3'de verilmiştir.

Çizelge 15.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün çinko kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		Zn kapsamı mg kg^{-1}		Zn kapsamı mg kg^{-1}	
		Gövde	Kök	Gövde	Kök
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	4.203	21.559	3.014	16.947
Ca Uyg. Dozu	5	55.532**	2135.14**	154.619**	936.615**
Hata	15	5.216	145.54	5.517	23.305
C. V. (%)		4.94	8.74	6.20	8.45

**p<0.01

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 15.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkileriningövdesinin ve kökünün çinko konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

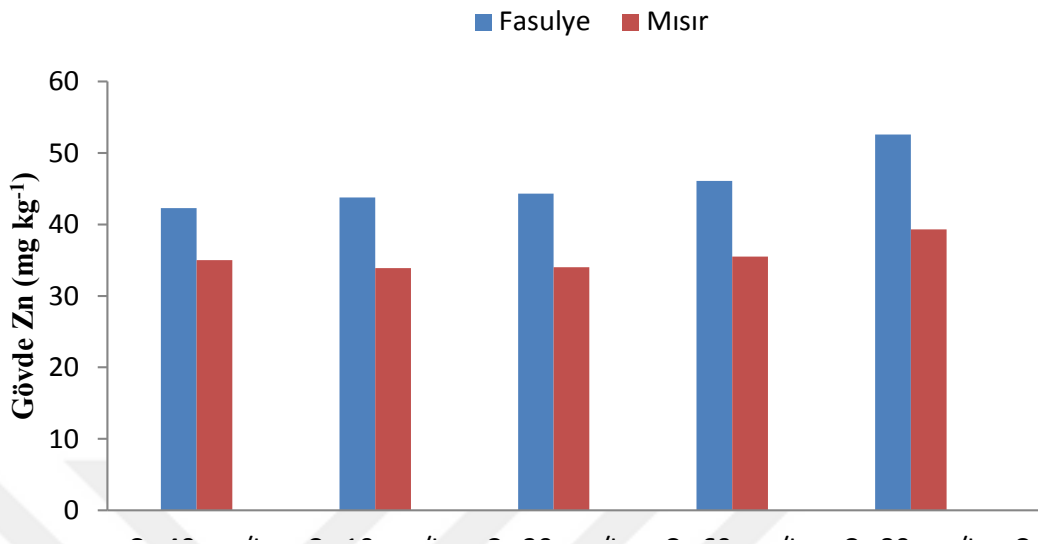
Çizelge 15.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin çinko miktarı, kaldırdığı çinko miktarı ve kaldırdığı çinko miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

Uygulama Dozu (mg L^{-1})	**Fasulye**						**Mısır**					
	Zn mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/Zn	%	Zn mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Zn	%
Ca40 (Kontrol)	42.3 **c**		0.12		1166		35.0 **bc**		0.07		290	
Ca10	43.8 **bc**	*4*	0.12	*0*	749	*-36*	33.9 **c**	*-3*	0.04	*-43*	216	*-26*
Ca20	44.3 **bc**	*5*	0.12	*0*	790	*-32*	34.0 **c**	*-3*	0.05	*-29*	224	*-23*
Ca60	46.1 **bc**	*9*	0.14	*17*	1160	*-1*	35.5 **bc**	*1*	0.06	*-14*	320	*10*
Ca80	52.6 **a**	*24*	0.17	*42*	1239	*6*	39.3 **b**	*12*	0.07	*0*	338	*17*
Ca100	48.1 **ab**	*14*	0.15	*25*	1377	*18*	49.9 **a**	*43*	0.06	*-14*	297	*2*
Ortalama	**46.2**		**0.14**		**1080**		**37.9**		**0.06**		**281**	

Fasulye LSD=4.759
Mısır LSD=4.894

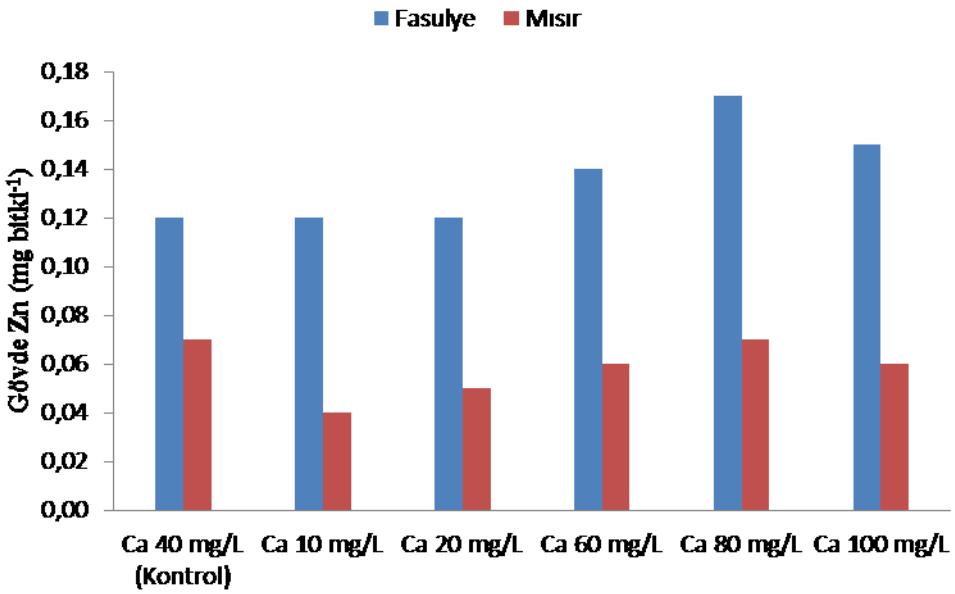
Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin çinko konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin çinko konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg

L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 15.2,Şekil 15.1).



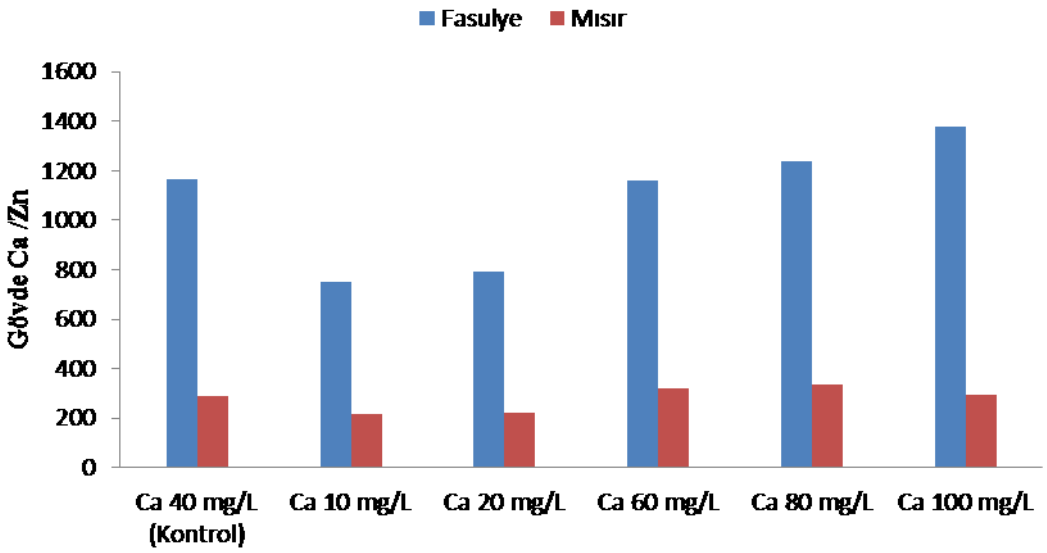
Şekil 15.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin çinko konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %4 ve %5 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %3 ve %3 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %9, %24 ve %14 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %1, %12 ve %43 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 15.2,Şekil 15.1). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı çinko değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sabit kaldığı mısır bitkisinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} dozunda sabit kalmış ve Ca100 mg L^{-1} dozunda ise azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 15.2,Şekil 15.2).



Şekil 15.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sabit olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %43 ve %29 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %17, %42 ve %25 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %14 azalma, 0 ve %14 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 15.2,Şekil 15.2). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum çinko oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde artış fasulye bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 15.2,Şekil 15.3). Kalsiyum uygulaması ile bitkilerin çinko alımları artmış olup, uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte Ca/Zn oranlarında da artışlar belirlenmiştir.



Şekil 15.3. **Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/Zn oranı üzerine etkileri**

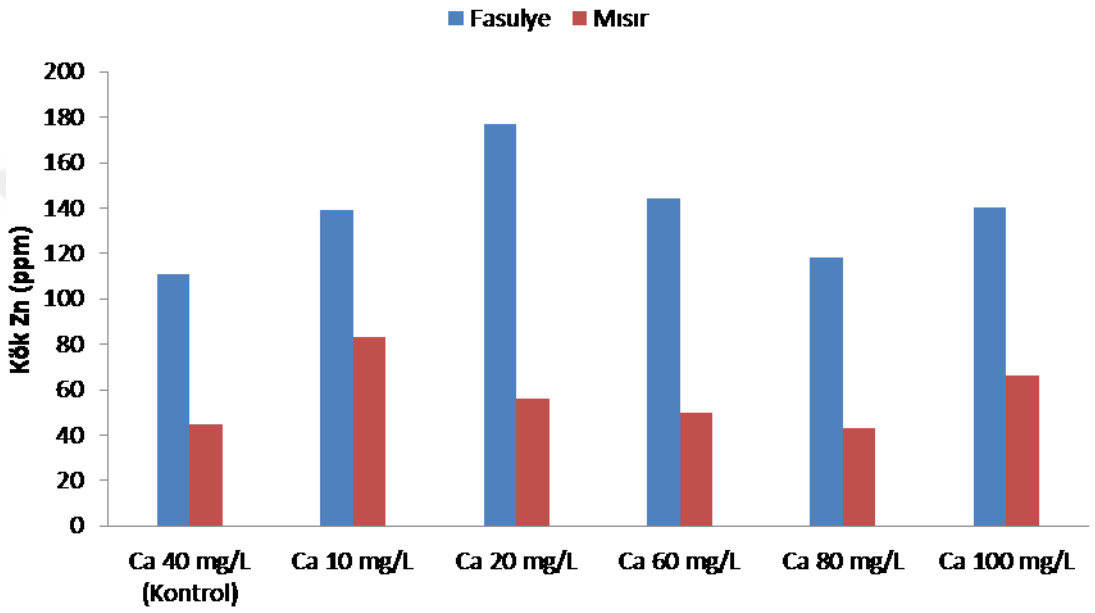
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %36 ve %32 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %26 ve %23 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre mısır bitkisinde sırasıyla %10, %17 ve %2 oranlarında artış olurken, fasulye bitkisinde kontrole göre sırasıyla %1 azalma, %6 ve %18 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 15.2,Şekil 15.3).

Çizelge 15.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin çinko miktarı, kaldırdığı çinko miktarı ve kaldırdığı çinko miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

Uygulama	**Fasulye**						**Mısır**					
Dozu (mg L^{-1})	Zn mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Zn	%	Zn mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Zn	%
Ca40 (Kontrol)	111 **b**		0.08		178		45 **d**		0.03		465	
Ca10	139 **bc**	*25*	0.08	*0*	88	*-51*	83 **a**	*84*	0.05	*67*	118	*-75*
Ca20	177 **a**	*59*	0.11	*38*	77	*-57*	56 **c**	*24*	0.04	*33*	180	*-61*
Ca60	144 **b**	*30*	0.07	*-13*	136	*-24*	50 **cd**	*11*	0.02	*-33*	514	*11*
Ca80	118 **cd**	*6*	0.04	*-50*	178	*0*	43 **d**	*-4*	0.03	*0*	649	*40*
Ca100	140 **bc**	*26*	0.05	*-38*	139	*-22*	66 **b**	*47*	0.03	*0*	557	*20*
Ortalama	**138**		**0.07**		133		**57**		**0.03**		414	
Fasulye LSD=25.14 Mısır LSD=10.06												

Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitki köklerinin çinko konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına

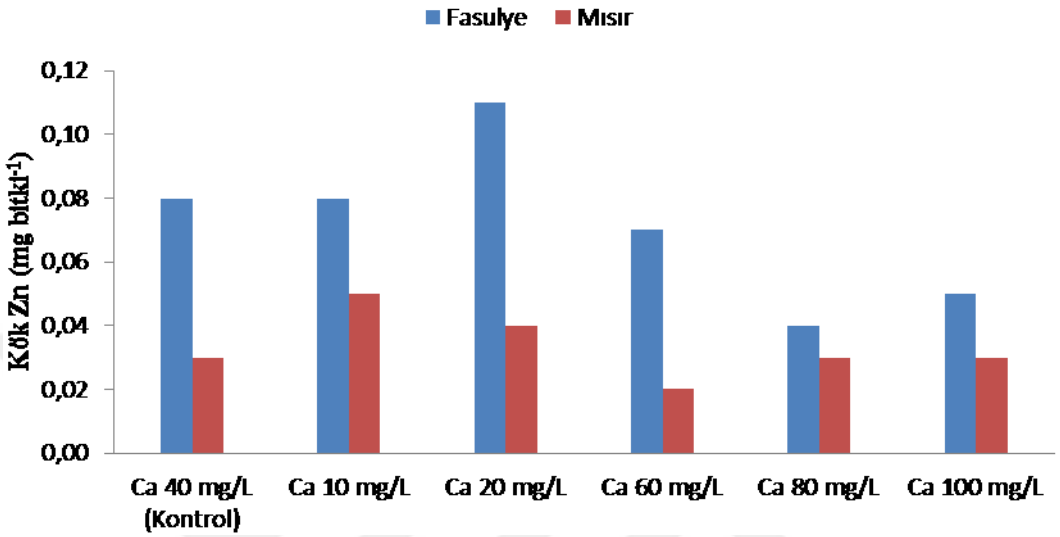
bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin çinko konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde artış gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda artış, Ca80 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca100 mg L^{-1} dozunda ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 15.3,Şekil 15.4).



Şekil 15.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün çinko konsantrasyonu üzerine etkileri

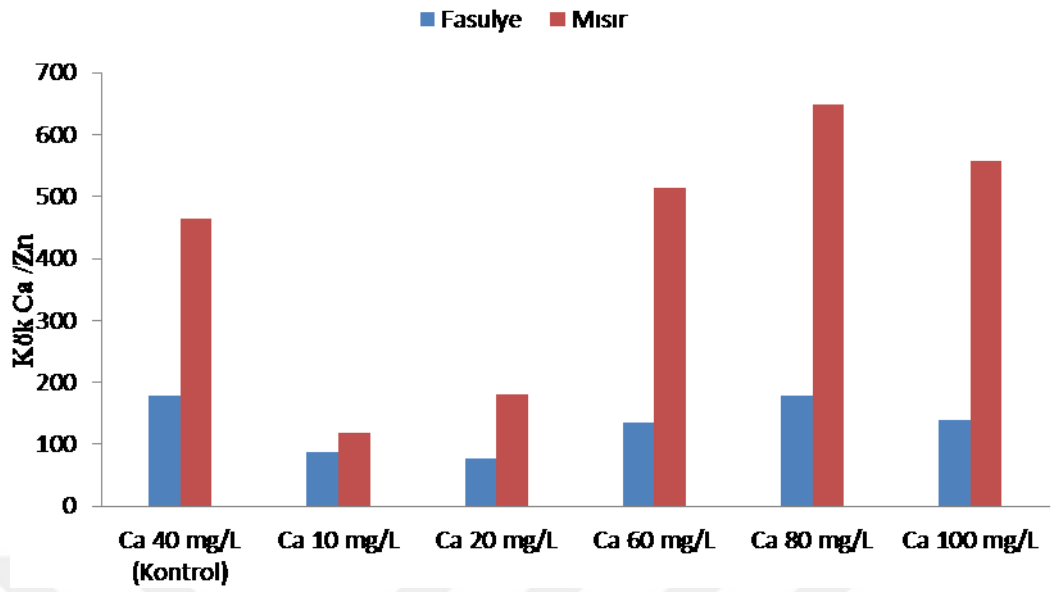
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %25 ve %59 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %84 ve %24 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %30, %6 ve %26 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %11 artış, %4 azalma ve %47 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 15.3,Şekil 15.4). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kaldırdığı çinko değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinin Ca10 mg L^{-1}

dozunda sabit kalmış, Ca20 mg L^{-1} dozunda artış olurken mısır bitkisinde artış gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma olurken mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise sabit olduğu belirlenmiştir (Çizelge 15.3,Şekil 15.5).



Şekil 15.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı çinko miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %0 ve %38 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %67 ve %33 oranlarında artış olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %13, %50 ve %38 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %33 azalma ve herhangi bir değişme olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 15.3,Şekil 15.5). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kalsiyum çinko oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} dozunda sabit kalmış ve Ca100 mg L^{-1} dozunda ise azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 15.3,Şekil 15.6).



Şekil 15.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/Zn oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %51 ve %57 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %75 ve %61 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %24 azalma, 0 ve %22 azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %11, %40 ve %20 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 15.3,Şekil 15.6). Kalsiyum uygulaması ile bitki kökünün kaldırdığı çinko miktarı fasulye bitkisinde Ca10 mg L^{-1} uygulamasında, mısır bitkisinde ise Ca20 mg L^{-1} uygulamasında kontrole göre artarken, diğer uygulamalarda azalmalar belirlenmiştir. Kalsiyum miktarının artışı ile bitki köklerinin kaldırdığı çinko miktarını azaltması nedeniyle Ca/Zn oranında fasulye bitkisinde azalmalara, mısır bitkisinde ise artışlara neden olmuştur.

Kaya ve ark. (2002); (Malkoç ve Aydın, 2010; Budak ve Erdal, 2016) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen Zn konsantrasyonu ile çalışmamız uyumludur. Bu değerler, tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bazı değerlerdeki farklılıklar ise yetiştirme şartları farklılığından kaynaklanmış olabilir.

4.4.3 Gövde ve kökün bakır konsantrasyonu, bakır alımı ve Ca/Cu oranı

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün bakır konsantrasyonu değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 16.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 16.2 ve Çizelge 16.3'de verilmiştir.

Çizelge 16.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün bakır kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		Cu kapsamı mg kg^{-1}		Cu kapsamı mg kg^{-1}	
		Gövde	Kök	Gövde	Kök
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	0.838	3.454	0.225	7.686
Ca Uyg. Dozu	5	7.912**	15.099*	10.366**	28.374**
Hata	15	0.597	3.902	0.919	1.548
C. V. (%)		5.51	8.50	6.73	7.36

**p<0.01

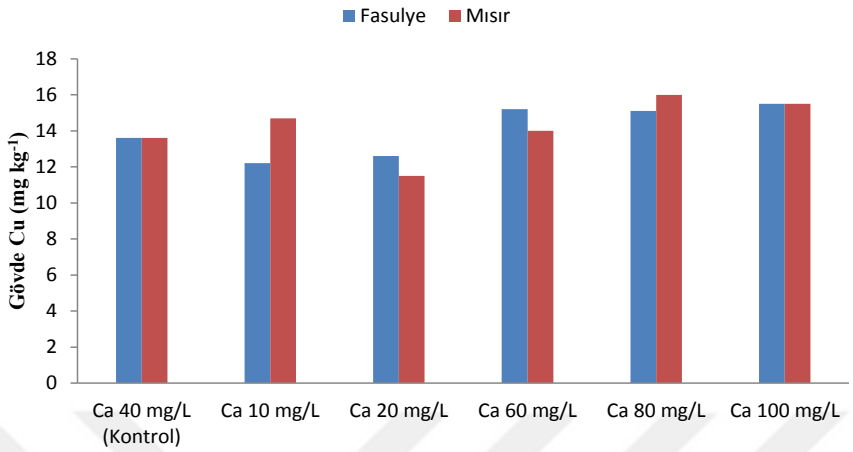
Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 16.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve kökünün bakır konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 16.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin bakır miktarı, kaldırdığı bakır miktarı ve kaldırdığı bakır miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

Uygulama	**Fasulye**						**Mısır**					
Dozu (mg L^{-1})	Cu mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Cu	%	Cu mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Cu	%
Ca40 (Kontrol)	13.6 **bc**		0.039		3579		13.6 **b**		0.030		737	
Ca10	12.2 **c**	*-10*	0.034	*-13*	2652	*-26*	14.7**ab**	*8*	0.018	*-40*	500	*-32*
Ca20	12.6 **c**	*-7*	0.036	*-8*	2721	*-24*	11.5 **c**	*-15*	0.016	*-47*	660	*-10*
Ca60	15.2 **ab**	*12*	0.047	*21*	3474	*-3*	14.0 **b**	*3*	0.024	*-20*	809	*10*
Ca80	15.1 **ab**	*11*	0.047	*21*	4263	*19*	16.0 **a**	*18*	0.027	*-10*	828	*12*
Ca100	15.5 **a**	*14*	0.050	*28*	4216	*18*	15.5 **ab**	*14*	0.020	*-33*	954	*29*
Ortalama	**14.0**		**0.04**		**3484**		**14.2**		**0.023**		**748**	
Fasulye LSD=1.610												
Mısır LSD=1.997												

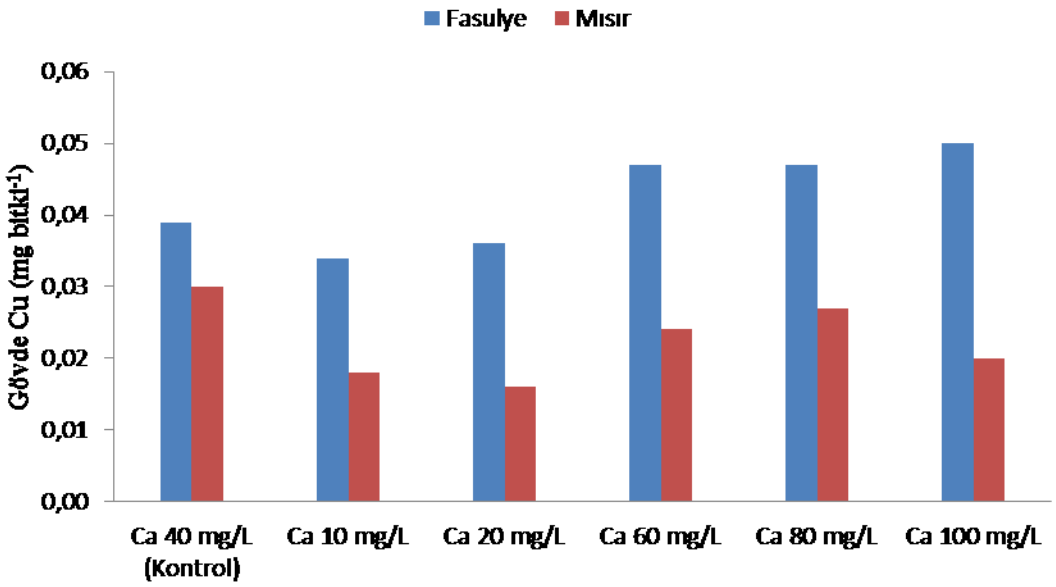
Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin bakır konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin bakır konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma mısır bitkisinde Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin

üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16.2,Şekil 16.1).



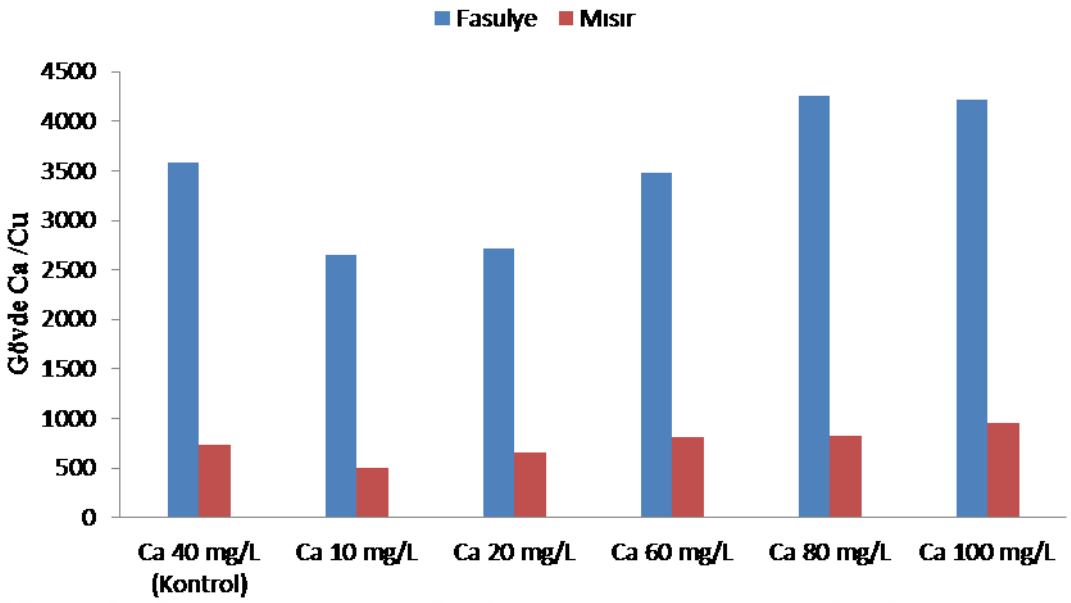
Şekil 16.1. **Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin bakır konsantrasyonu üzerine etkileri**

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %10 ve %7 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %8 artış ve %15 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %12, %11 ve %14 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %3, %18 ve %14 oranlarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 16.2,Şekil 16.1). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı bakır değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16.2,Şekil 16.2).



Şekil 16.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde %13 ve %8 azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %40 ve %47 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %21, %21 ve %28 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %20, %10 ve %33 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 16.2,Şekil 16.2). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum bakır oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde artış fasulye bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16.2,Şekil 16.3).



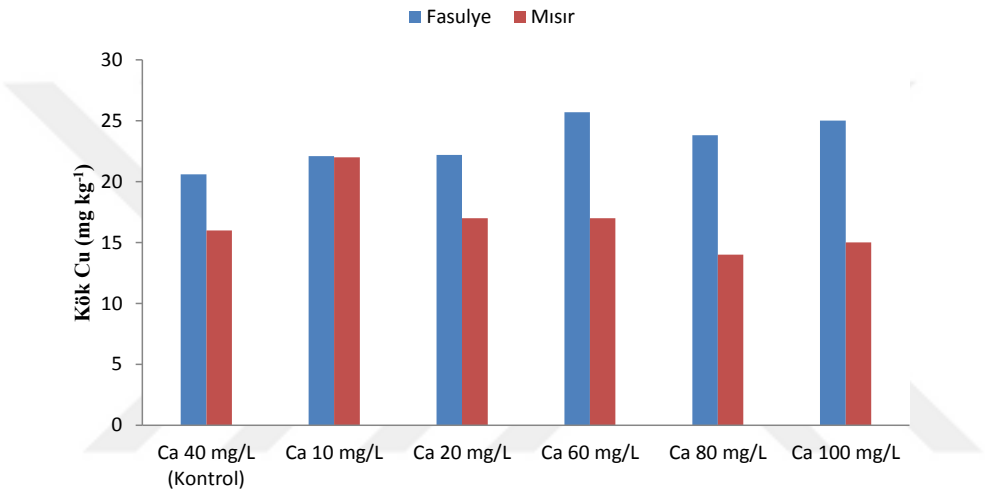
Şekil 16.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/Cu oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %26 ve %24 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %32 ve %10 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre mısır bitkisinde sırasıyla %10, %12 ve %29 oranlarında artış olurken, fasulye bitkisinde kontrole göre sırasıyla %3 azalma, %19 ve %18 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 16.2,Şekil 16.3).Kalsiyum uygulaması ile bitkilerin bakır alımları artmış olup, uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte Ca/Cu oranlarında da artışlar belirlenmiştir.

Çizelge 16.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin bakır miktarı, kaldırdığı bakır miktarı ve kaldırdığı bakır miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

Uygulama	**Fasulye**						**Mısır**					
Dozu (mg L^{-1})	Cu mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Cu	%	Cu mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Cu	%
Ca40 (Kontrol)	20.6 **c**		0.015		947		16 **bc**		0.010		1283	
Ca10	22.1 **bc**	*7*	0.013	*-13*	545	*-42*	22 **a**	*38*	0.013	*30*	442	*-66*
Ca20	22.2 **bc**	*8*	0.014	*-7*	603	*-36*	17 **b**	*6*	0.012	*20*	579	*-55*
Ca60	25.7 **a**	*25*	0.013	*-13*	749	*-21*	17 **b**	*6*	0.009	*-10*	1471	*15*
Ca80	23.8 **ab**	*16*	0.009	*-40*	868	*-8*	14 **c**	*-13*	0.011	*10*	1945	*52*
Ca100	25.0 **ab**	*21*	0.009	*-40*	767	*-19*	15 **bc**	*-6*	0.011	*10*	2384	*86*
Ortalama	**23.2**		**0.012**		746		**17**		**0.011**		**1351**	
Fasulye LSD=2.977 Mısır LSD=2.592												

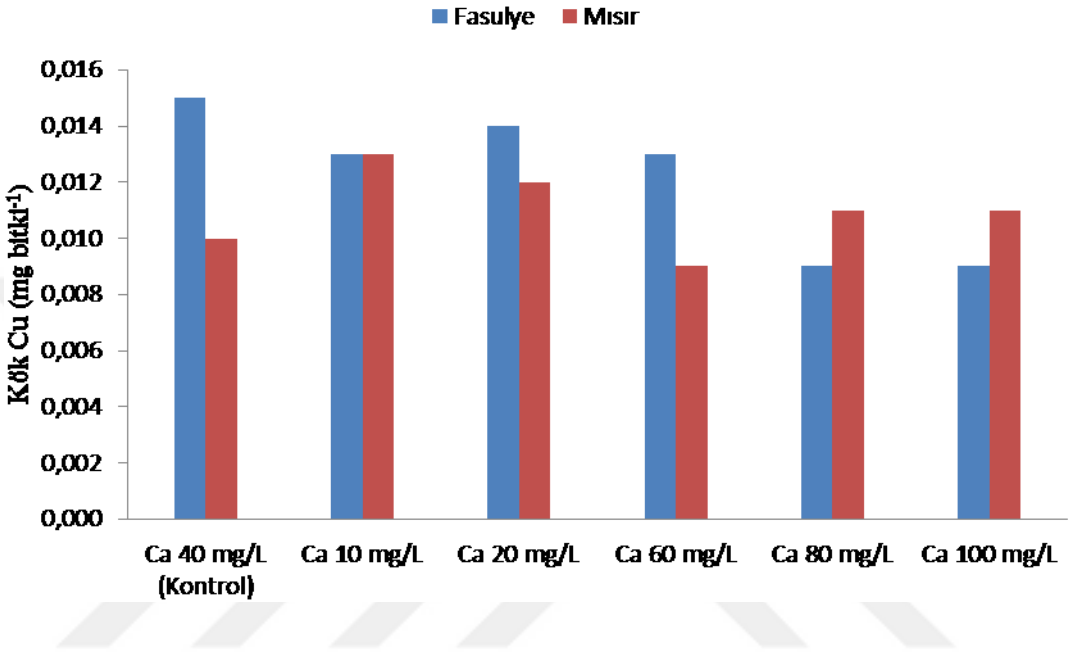
Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitki köklerinin bakır konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin bakır konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde artış gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda artış, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16.3,Şekil 16.4).



Şekil 16.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün bakır konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %7 ve %8 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %38 ve %6 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %25, %16 ve %21 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %6 artış, %13 ve %6 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 16.3,Şekil 16.4). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kaldırdığı bakır değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında

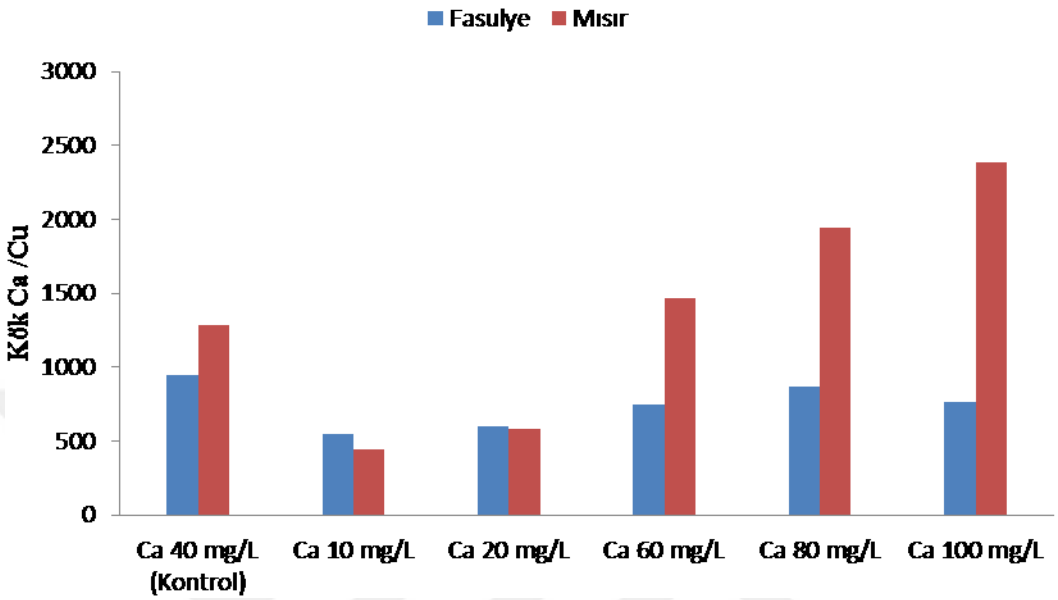
uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinin azalma olurken mısır bitkisinde artış gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L-1 dozlarında fasulye bitkisinde azalma olurken mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1}dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16.3,Şekil 16.5).



Şekil 16.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı bakır miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %13 ve %7 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %30 ve %20 oranlarında artış olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %13, %40 ve %40 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %10 azalma,%10 ve %10 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 16.3,Şekil 16.5). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kalsiyum bakır oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma

olurken, mısır bitkisinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16.3,Şekil 16.6).



Şekil 16.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/Cu oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %42 ve %36 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %66 ve %55 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %21, %8 ve %19 azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %15, %52 ve %86 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 16.3,Şekil 16.6).

Kalsiyum uygulaması ile bitki kökünün kaldırdığı bakır miktarı mısır bitkisinde Ca10 mg L^{-1} uygulamasında kontrole göre artarken, diğer uygulamalarda azalmalar belirlenmiştir. Kalsiyum miktarının artışı ile bitki köklerinin kaldırdığı bakır miktarını azaltması nedeniyle Ca/Cu oranında fasulye bitkisinde azalmalara, mısır bitkisinde ise artışlara neden olmuştur.

Sarıdaş (2013) yapmış olduğu tez çalışması sonucunda çilek bitkisinde kalsiyum uygulamasına bağlı olarak bitkinin bakır konsantrasyonun arttığını belirlemiştir. Bu

değerler, tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bazı değerlerdeki farklılıklar ise yetiştirme şartları farklılığından kaynaklanmış olabilir.

4.4.4 Gövde ve kökün mangan konsantrasyonu, mangan alımı ve Ca/Mn oranı

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün mangan konsantrasyonu değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 17.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 17.2 ve Çizelge 17.3'de verilmiştir.

Çizelge 17.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün mangan kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		Mn kapsamı mg kg^{-1}		Mn kapsamı mg kg^{-1}	
		Gövde	Kök	Gövde	Kök
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	14.66	48.828	4.846	26.165
Ca Uyg. Dozu	5	82.46**	7156.95**	231.996**	697.344**
Hata	15	13.63	24.415	5.680	60.162
C. V. (%)		10.25	5.25	7.79	13.73

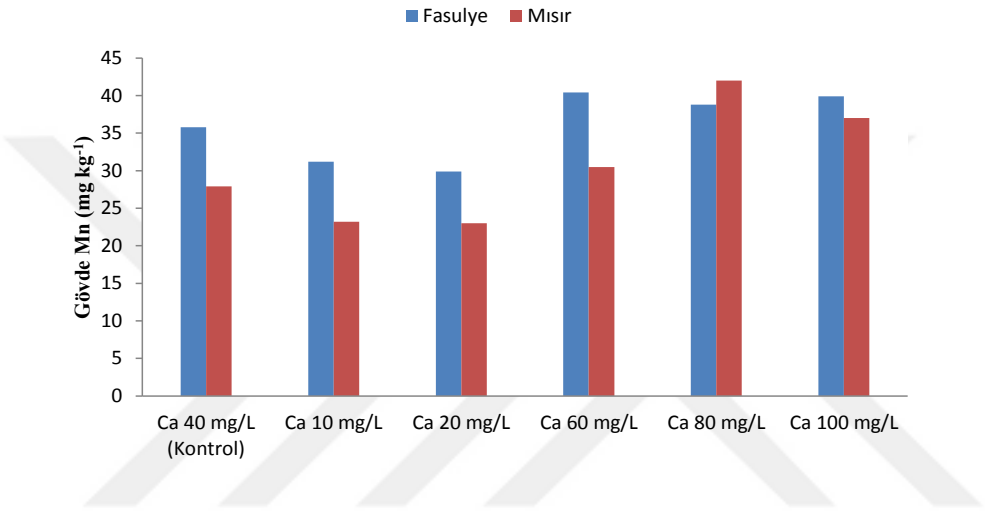
**p<0.01

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 17.1) kalsiyum uygulamaları fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve kökünün mangan konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 17.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin mangan miktarı, kaldırdığı mangan miktarı ve kaldırdığı mangan miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

Uygulama	**Fasulye**						**Mısır**					
Dozu (mg L^{-1})	Mn mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Mn	%	Mn mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Mn	%
Ca40 (Kontrol)	35.8 **abc**		0.10		1164		27.9 **bc**		0.06		305	
Ca10	31.2 **bc**	*-13*	0.09	*-10*	892	*-23*	23.2 **c**	*-17*	0.03	*-50*	268	*-12*
Ca20	29.9 **c**	*-16*	0.08	*-20*	989	*-15*	23.0 **c**	*-18*	0.03	*-50*	279	*-9*
Ca60	40.4 **a**	*13*	0.13	*30*	1120	*-4*	30.5 **b**	*9*	0.05	*-17*	315	*3*
Ca80	38.8 **ab**	*8*	0.12	*20*	1421	*22*	42.0 **a**	*51*	0.07	*17*	268	*-12*
Ca100	39.9 **a**	*11*	0.13	*30*	1406	*21*	37.0 **a**	*33*	0.05	*-17*	339	*11*
Ortalama	**36.0**		**0.11**		**1166**		**30.6**		**0.05**		**296**	
Fasulye LSD=7.694 Mısır LSD=4.966												

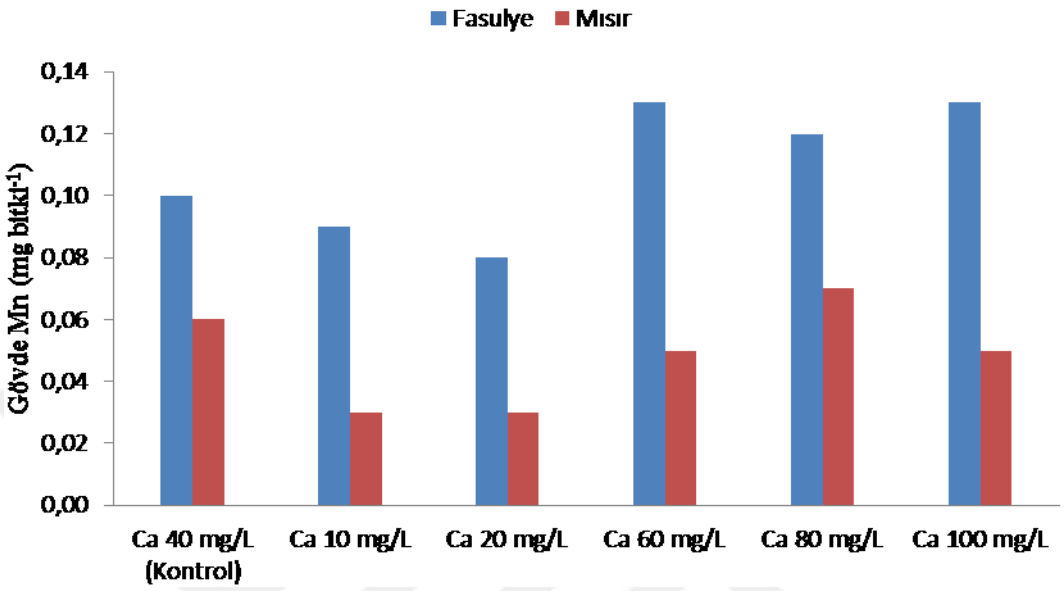
Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin mangan konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin mangan konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 17.2,Şekil 17.1).



Şekil 17.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin mangan konsantrasyonu üzerine etkileri

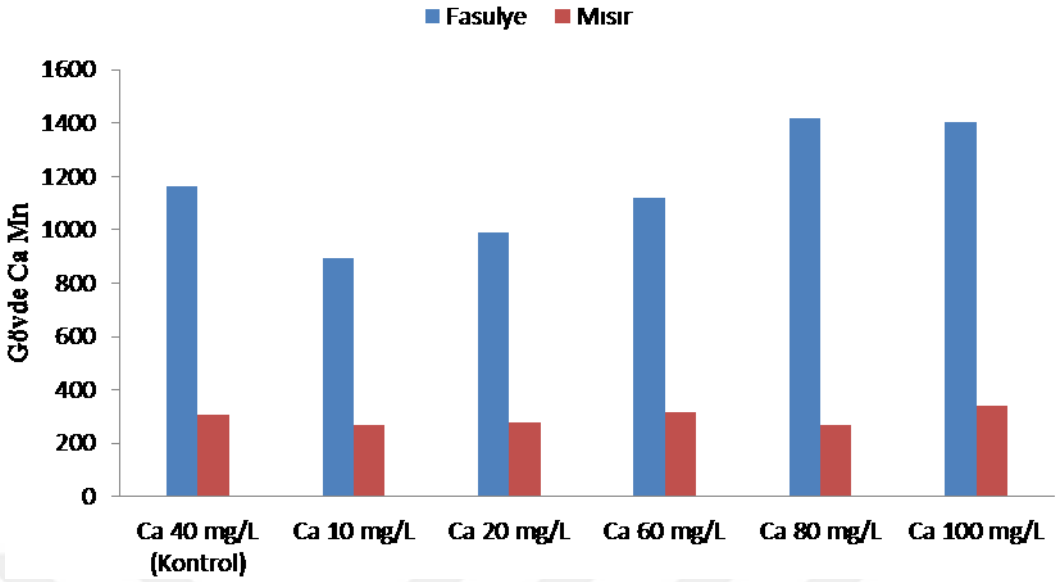
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %13 ve %16 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %8 artış ve %15 oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %13, %8 ve %11 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %9, %51 ve %33 oranlarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 17.2,Şekil 17.1). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı mangan değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı

Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1}dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1}dozunda artış, Ca100 mg L^{-1} dozunda azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 17.2,Şekil 17.2).



Şekil 17.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde %10 ve %20 azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %50 ve %50 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %30, %20 ve %30 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %17 azalma, %17 artış ve %17 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 17.2,Şekil 17.2). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum mangan oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında ise artış mısır bitkisinde kontrole göre Ca60 mg L^{-1} dozunda artış, Ca80 mg L^{-1} dozunda azalma ve Ca100 mg L^{-1} dozunda ise artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 17.2,Şekil 17.3).



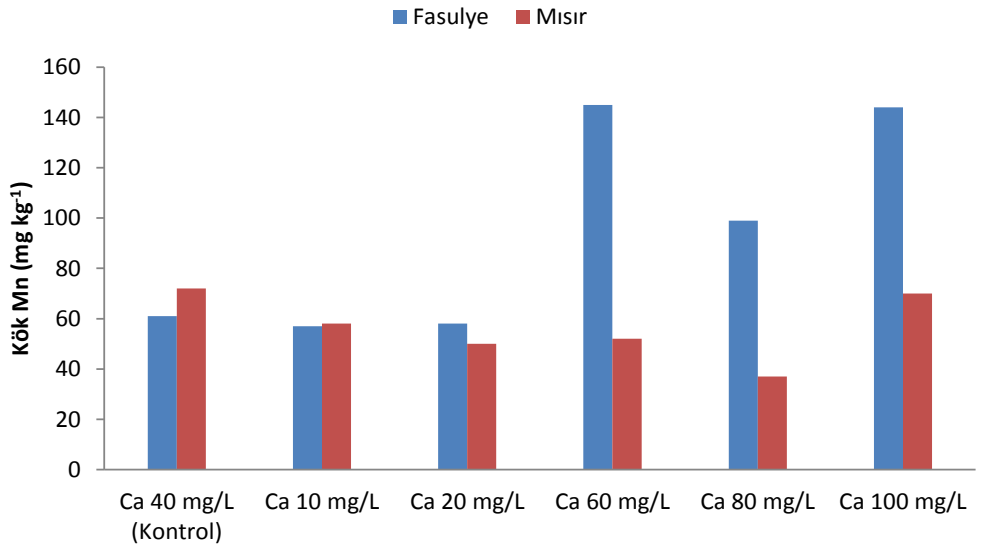
Şekil 17.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/Mn oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %23 ve %15 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %12 ve %9 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %4 azalma, %22 ve %21 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %3 artış, %12 azalma ve %11 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 17.2,Şekil 17.3).Kalsiyum uygulaması ile bitkilerin mangan alımları artmış olup, uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte Ca/Mn oranlarında da artışlar belirlenmiştir.

Çizelge 17.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin mangan miktarı, kaldırdığı mangan miktarı ve kaldırdığı mangan miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

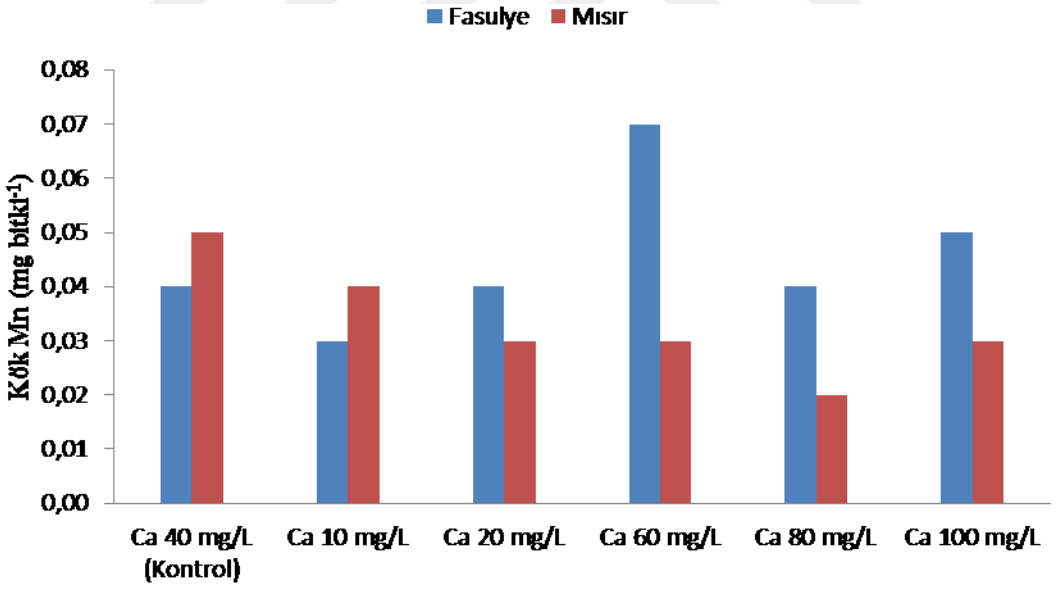
Uygulama Dozu (mg L^{-1})	Fasulye						Mısır					
	Mn mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Mn	%	Mn mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ Mn	%
Ca40 (Kontrol)	61 **c**		0.04		275		72 **a**		0.05		244	
Ca10	57 c	*-7*	0.03	*-25*	183	*-33*	58 **ab**	*-19*	0.04	*-20*	143	*-41*
Ca20	58 **c**	*-4*	0.04	*0*	197	*-28*	50 **bc**	*-31*	0.03	*-40*	169	*-31*
Ca60	145 **a**	*139*	0.07	*75*	114	*-59*	52 **bc**	*-28*	0.03	*-40*	416	*70*
Ca80	99 **b**	*63*	0.04	*0*	179	*-35*	37 **c**	*-49*	0.02	*-60*	645	*164*
Ca100	144 **a**	*137*	0.05	*25*	114	*-59*	70 **a**	*-3*	0.03	*-40*	444	*82*
Ortalama	**94**		**0.05**		177		**56**		**0.03**		**344**	
Fasulye LSD=10.30 Mısır LSD=16.16												

Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitki köklerinin mangan konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin mangan konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 17.3,Şekil 17.4).



Şekil 17.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün mangan konsantrasyonu üzerine etkileri

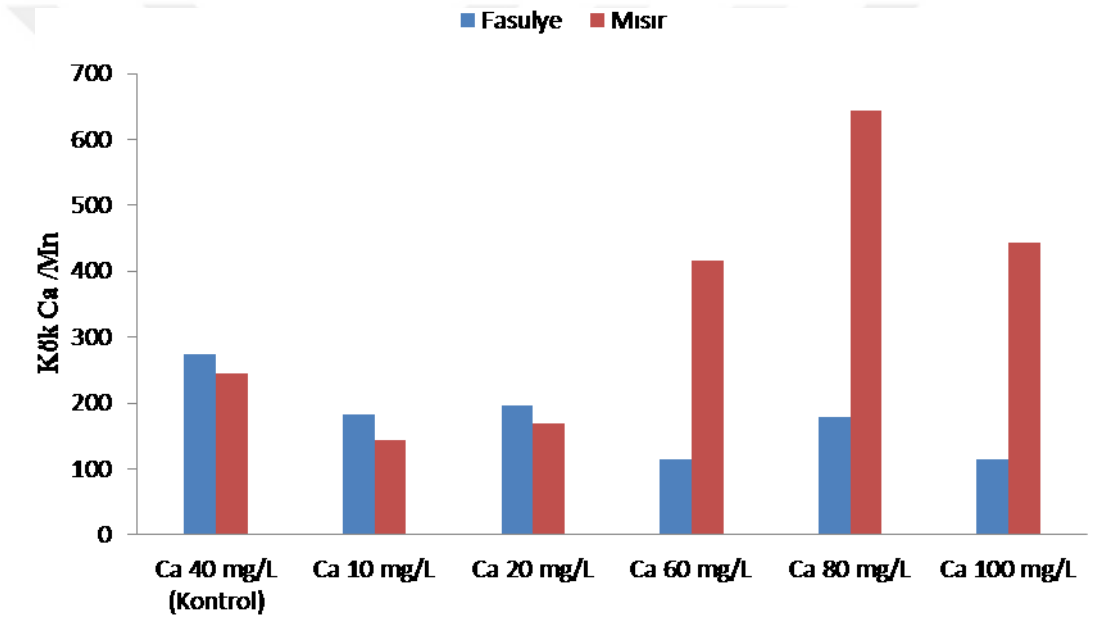
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %7 ve %4 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %19 ve %31 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %139, %63 ve %137 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %28, %49 ve %3 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 17.3,Şekil 17.4). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kaldırdığı mangan değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinin Ca10 mg L^{-1} dozunda artış, Ca20 mg L^{-1} dozunda sabit olurken mısır bitkisinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda artış, Ca80 mg L^{-1} dozunda sabit kalmış, Ca100 mg L^{-1} dozunda ise artış olurken mısır bitkisinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 17.3,Şekil 17.5).



Şekil 17.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı mangan miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %25 artış ve 0 oranlarında olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %20 ve %40

oranlarında azalma olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %75 artış, 0 ve %25 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %40,%60 ve %40 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 17.3,Şekil 17.5). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kalsiyum mangan oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L-1, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma mısır bitkisinde artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 17.3,Şekil 17.6).



Şekil 17.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/Mn oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %33 ve %28 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %41 ve %31 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %59, %35 ve %59 azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %70, %164 ve %82 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 17.3,Şekil 17.6).

Kalsiyum uygulaması ile bitki kökünün kaldırdığı mangan miktarı fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} uygulamasında kontrole göre artarken, diğer uygulamalarda azalmalar belirlenmiştir. Kalsiyum miktarının artışı ile bitki köklerinin kaldırdığı bakır miktarını azaltması nedeniyle Ca/Mn oranında fasulye bitkisinde azalmalara, mısır bitkisinde ise artışlara neden olmuştur.

Lixuan ve ark. (2003); (Khayyat ve ark., 2009; Köksal, 2011; Sarıdaş, 2013; Budak ve Erdal, 2016) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen Mn konsantrasyonu ile çalışmamız uyumludur. Bu değerler, tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bazı değerlerdeki farklılıklar ise yetiştirme şartları farklılığından kaynaklanmış olabilir.

4.4.5 Gövde ve kökün bor konsantrasyonu, bor alımı ve Ca/B oranı

Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin ve kökünün bor konsantrasyonu değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 18.1'de, ortalama değerler ile LSD grupları Çizelge 18.2 ve Çizelge 18.3'de verilmiştir.

Çizelge 18.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin ve bitki kökünün bor kapsamlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması			
		Fasulye		**Mısır**	
		B kapsamı mg kg^{-1}		B kapsamı mg kg^{-1}	
		Gövde	Kök	Gövde	Kök
Genel	23	---	---	---	---
Tekerrür	3	0.603	1.061	0.226	0.896
Ca Uyg. Dozu	5	1.794	68.557**	1.944**	2.304
Hata	15	0.775	1.154	0.680	0.889
C. V. (%)		4.75	5.08	3.41	4.07

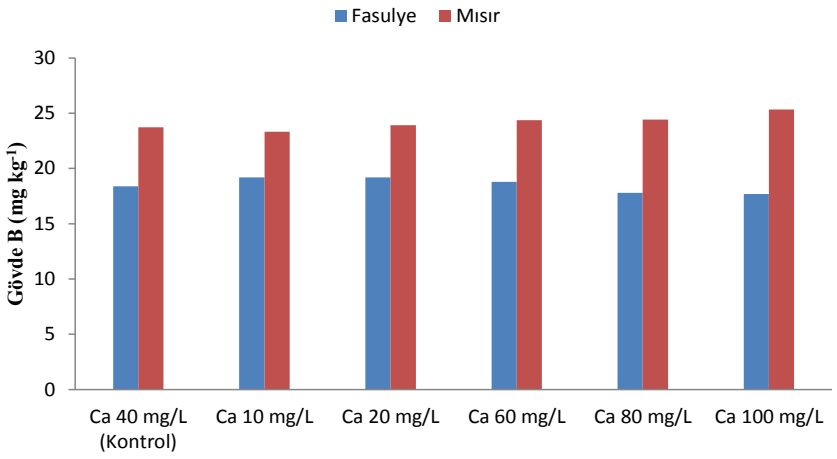
**p<0.01

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 18.1) kalsiyum uygulamaları fasulye bitkisinin kökünü, mısır bitkisinin gövdesinin bor konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiki bakımdan %1düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 18.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin bor miktarı, kaldırdığı bor miktarı ve kaldırdığı bor miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

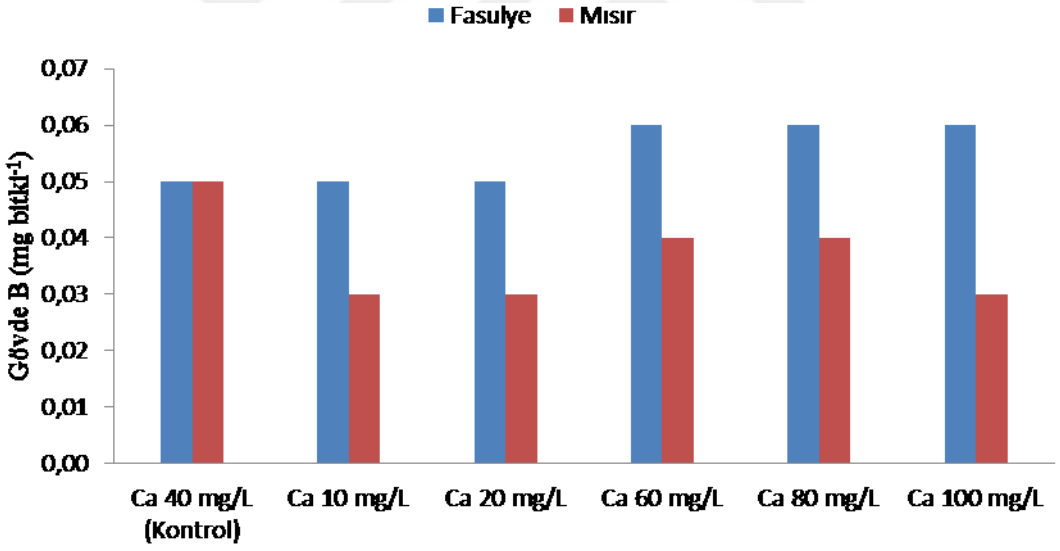
Uygulama	Fasulye						Mısır					
Dozu (mg L^{-1})	B mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca B^{-1}	%	B mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca B^{-1}	%
Ca40 (Kontrol)	18.4		0.05		894		23.73 **b**		0.05		141	
Ca10	19.2	*4*	0.05	*0*	569	*-36*	23.33 **b**	*-2*	0.03	*-40*	104	*-26*
Ca20	19.2	*4*	0.05	*0*	604	*-32*	23.92 **b**	*1*	0.03	*-40*	106	*-25*
Ca60	18.8	*2*	0.06	*20*	944	*6*	24.36 **ab**	*3*	0.04	*-20*	155	*10*
Ca80	17.8	*-3*	0.06	*20*	1219	*36*	24.43 **ab**	*3*	0.04	*-20*	181	*28*
Ca100	17.7	*-4*	0.06	*20*	1242	*39*	25.34 **a**	*7*	0.03	*-40*	194	*38*
Ortalama	**18.4**		**0.06**		**912**		**24.19**		**0.04**		**147**	
Mısır LSD=1.243												

Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitkisinin gövdesinin bor konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin bor konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde Ca10 mg L^{-1} dozunda azalma, Ca20 mg L^{-1} dozunda artış gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L-1 dozlarında fasulye bitkisinde Ca60 mg L^{-1} dozunda artış, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında azalma mısır bitkisinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 18.2,Şekil 18.1).



Şekil 18.1. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin bor konsantrasyonu üzerine etkileri

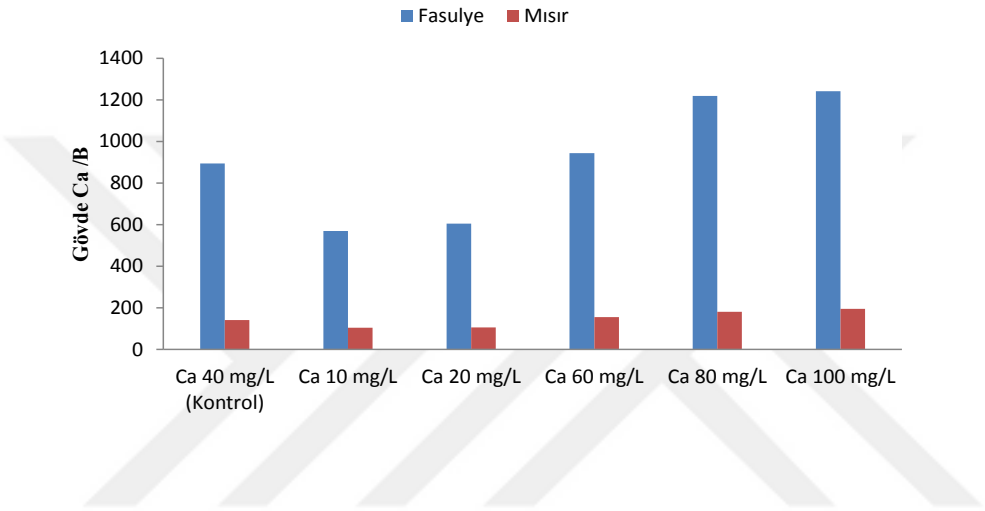
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %4 ve %4 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %2 azalma ve %1 oranlarında artış olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %2 artış, %3 ve %4 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %3, %3 ve %7 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 18.2,Şekil 18.1). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı bor değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sabit kaldığı mısır bitkisinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde artış mısır bitkisinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 18.2,Şekil 18.2).



Şekil 18.2. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kaldırdığı bor miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde herhangi bir değişme olmazken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %40 ve %40 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre

fasulye bitkisinde sırasıyla %20, %20 ve %20 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %20, %20 ve %40 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 18.2,Şekil 18.2). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin kalsiyum bor oranının kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 18.2,Şekil 18.3).



Şekil 18.3. **Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin gövdesinin Ca/B oranı üzerine etkileri**

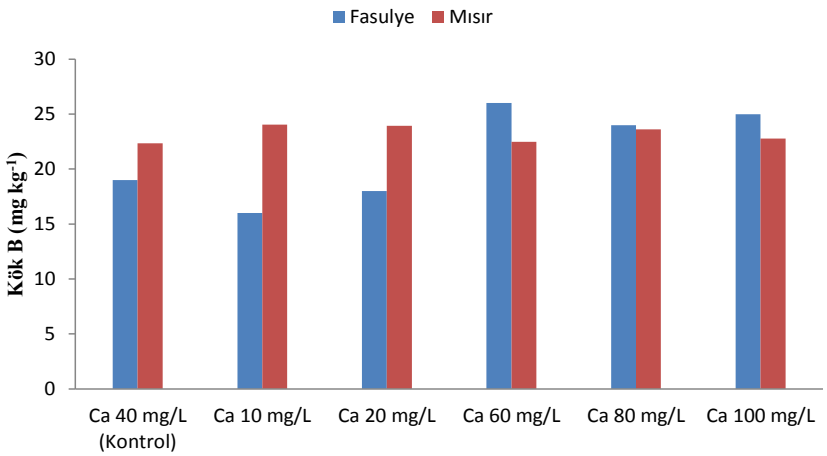
Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %36 ve %32 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %26 ve %25 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %6, %36 ve %39 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %10, %28 ve %38 oranlarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 18.2,Şekil 18.3).

Kalsiyum uygulaması ile fasulye bitkisinin bor alımında azalma olup, mısır bitkisinin ise bor alımında artış olmuştur. Uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte Ca/B oranlarında da artışlar belirlenmiştir.

Çizelge 18.3. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitki köklerinin bor miktarı, kaldırdığı bor miktarı ve kaldırdığı bor miktarının mebitki^{-1} cinsinden elementin oranları üzerine etkileri

Uygulama	Fasulye						Mısır					
Dozu (mg L^{-1})	B mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ B	%	B mg kg^{-1}	%	mg bitki^{-1}	%	Ca/ B	%
Ca40 (Kontrol)	19 **b**		0.01		347		22.33		0.015		310	
Ca10	16 **c**	*-16*	0.01	0	255	*-27*	24.05	*8*	0.015	*0*	136	*-56*
Ca20	18 **bc**	*-5*	0.01	0	256	*-26*	23.93	*7*	0.017	*13*	140	*-55*
Ca60	26 **a**	*37*	0.01	0	252	*-27*	22.48	*1*	0.011	*-27*	378	*22*
Ca80	24 **a**	*26*	0.01	0	295	*-15*	23.60	*6*	0.014	*-7*	395	*27*
Ca100	25 **a**	*32*	0.01	0	260	*-25*	22.78	*2*	0.010	*-33*	536	*73*
Ortalama	**21**		**0.01**		277		**23.20**		**0.013**		**316**	
Fasulye LSD=2.238												

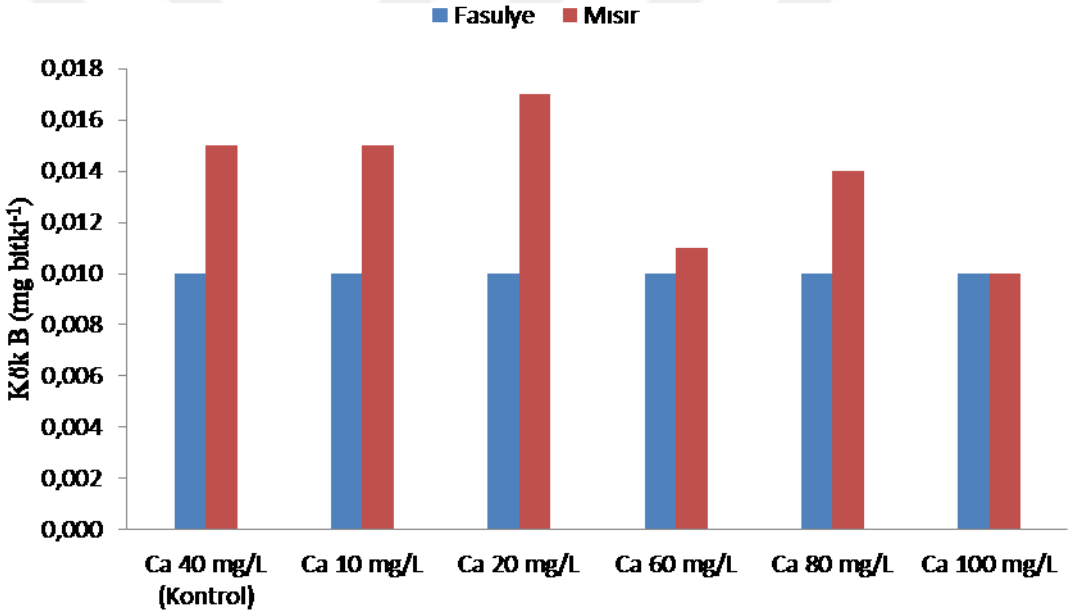
Çizelgede görüldüğü gibi araştırmada kullanılan fasulye ve mısır bitki köklerinin bor konsantrasyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin bor konsantrasyon değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma mısır bitkisinde artış gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde kontrole göre artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 18.3,Şekil 18.4).



Şekil 18.4. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün bor konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla

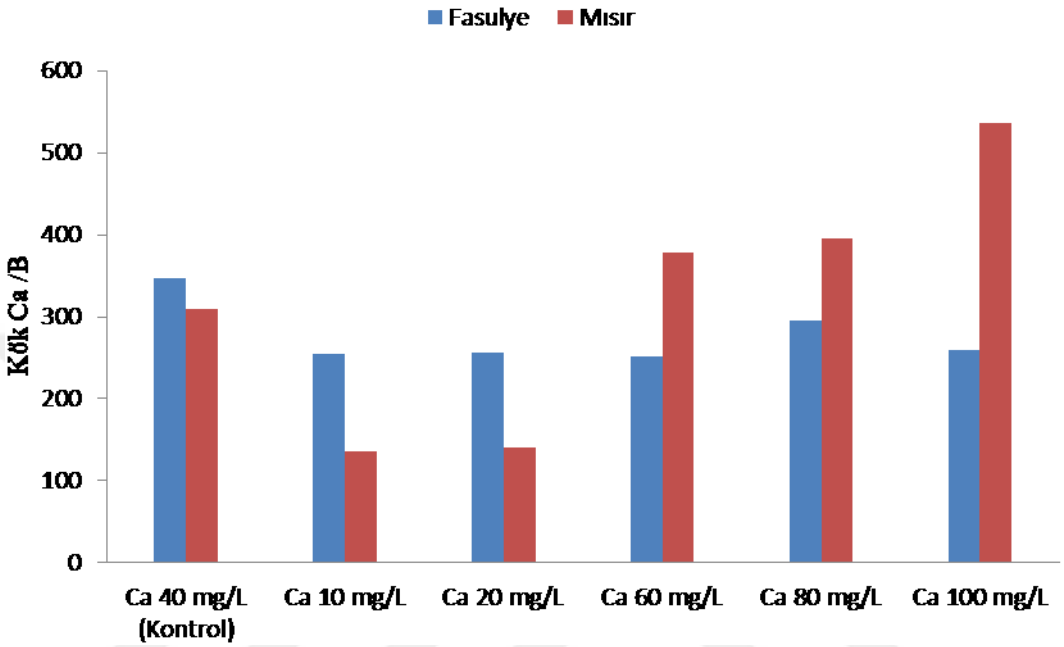
%16 ve %5 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %8 ve %7 oranlarında artış olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %37, %26 ve %32 oranlarında artış olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %1, %6 ve %2 oranlarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 18.3,Şekil 18.4). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kaldırdığı bor değerlerinin kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sabit kaldığı mısır bitkisinde Ca10 mg L^{-1} dozunda sabit kaldığı, Ca20 mg L^{-1} dozunda ise artış gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sabit kaldığı, mısır bitkisinde kontrole göre azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 18.3,Şekil 18.5).



Şekil 18.5. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün kaldırdığı bor miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında mısır bitkisinde sırasıyla %0 ve %13 oranlarında artış olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %27,%7 ve %33 oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 18.3,Şekil 18.5). Kalsiyum uygulamalarına bağlı olarak fasulye ve mısır bitki köklerinin kalsiyum bor oranının

kalsiyumun yeterli seviyenin altında uygulandığı Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye ve mısır bitkilerinde azalma gösterdiği, kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde azalma mısır bitkisinde artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 18.3,Şekil 18.6).



Şekil 14.6. Kalsiyum uygulamasının fasulye ve mısır bitkilerinin kökünün Ca/B oranı üzerine etkileri

Uygulamalar kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre mukayese edildiğinde yetersiz kalsiyum uygulanan Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1} dozlarında fasulye bitkisinde sırasıyla %27 ve %15 oranlarında azalma olurken, mısır bitkisinde bu oranlar sırasıyla %56 ve %55 oranlarında olmuştur. Kalsiyumun yeterli seviyenin üzerinde uygulandığı Ca60 mg L^{-1}, Ca80 mg L^{-1} ve Ca100 mg L^{-1} dozlarında kontrol (Ca40 mg L^{-1}) uygulamasına göre fasulye bitkisinde sırasıyla %27, %15 ve %25 azalma olurken, mısır bitkisinde kontrole göre sırasıyla %22, %27 ve %73 oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 18.3,Şekil 18.6).

4.5. Elde edilen veriler arasındaki ilişkiler

4.5.1 Kalsiyum uygulamaları ile fasulye bitkisinin gövdeında elde edilen veriler arasındaki ilişkiler

Su kültüründe artan dozlarda kalsiyum uygulaması fasulye bitkisinin gövdeındaki temel büyüme parametirleri,besin elementleri ve biyokimyasal parametirler arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Çizelge 19.1'de verilmiştir. Çizelge 34'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi fasulye bitkisinin gövdeındaki magnezyum konsantrasyonu ile fosfor (r=-0.876*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde, kalsiyum (r=-0.917**)konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve negatif ilişki bulunmuştur. Fasulye bitkisinin gövdesindeki demir konsantrasyonu ile potasyum (r=-0.926**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde negatif ilişki bulunmuştur. Fasulye bitkisinin gövdeındaki bakır konsantrasyonu ile fosfor (r=0.871*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde, kalsiyum (r=0.948**) konsantrasyonu ile % 1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur. Fasulye bitkisinin gövdesindeki bakır konsantrasyonu ile magnezyum (r=-0.965**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde negatif ilişki bulunmuştur. Fasulye bitkisinin gövdeındaki mangan konsantrasyonu ile fosfor (r=0.955**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde , kalsiyum (r=0.911*) konsantrasyonu ile % 5 seviyesinde ve bakır (r=0.966**) konsantrasyonu ile ise % 1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur.Fasulye bitkisinin gövdeındaki bor konsantrasyonu ile kalsiyum (r=-0.936**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde negatif ilişki bulunmuştur.

Çizelge 19.1'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi fasulye bitkisinin gövdesinin kuru ağırlığı ile fosfor (r=0.828*) konsantrasyonu ile % 5 seviyesinde, kalsiyum (r=0.946**) konsantrasyonu ile % 1 seviyesinde, bakır (r=0.989**) konsantrasyonu ile % 1 seviyesinde ve mangan (r=0.932**) konsantrasyonu ile ise % 1 seviyesinde istatistiki bakımından önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur. Fasulye bitkisinin gövdesinin kuru ağırlığı ile magnezyum (r=-0.918**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde negatif ilişki bulunmuştur.

Fasulye bitkisinin gövdesinin klorofil içeriği (Spad) ile bakır (r=0.890*) konsantrasyonu ve gövdenin kuru ağırlığı (r=0.855*) arasında % 5 seviyesinde pozitif ilişki bulunmuştur. Fasulye bitkisinin gövdesinin klorofil içeriği (Spad) ile mangan (r=-

0.884*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde istatistiki bakımından önemli ve negatif ilişki bulunmuştur.

Çizelge 19.1'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi fasulye bitkisinin gövdesinin klorofil içeriği (klorofil a) ile demir (r=0.895*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde pozitif ilişki bulunmuştur. Fasulye bitkisinin gövdesinin klorofil içeriği (klorofil b) ile demir (r=0.832*) konsantrasyonu ile % 5 seviyesinde, klorofil a (r=0.964**) ile % 1 seviyesinde istatistiki bakımından önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur. Fasulye bitkisinin gövdesinin klorofil a+b ile demir (r=0.877*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde, klorofil a (r=0.994**) ve klorofil b (r=0,987**) ile % 1 seviyesinde istatistiki bakımından önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur. Fasulye bitkisinin gövdesinin klorofil a/b ile klorofil b (r=-0.920**) arasında % 1 seviyesinde, klorofil a+b (r=-0.848*) % 5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve negatif ilişki bulunmuştur.

Çizelge 19.1. **Kalsiyum uygulamaları ile fasulye bitkisinin gövdeında elde edilen veriler arasındaki korelasyon katsayıları(r)**

Özellikler	P,%	K,%	Ca,%	Mg,%	Fe, mg kg^{-1}	Zn, mg kg^{-1}	Cu, mg kg^{-1}	Mn, mg kg^{-1}	B, mg kg^{-1}	Gövde K	Gövde U	Spad	Klorofil a(mg/L)	Klorofil b(mg/L)	Klorofil a+b(mg/L)	Klorofil a/b(mg/L)	MDA
K,%	0,641																
Ca,%	0,784	0,298															
Mg,%	-0,876*	-0,434	-0,917**														
Fe, mg kg^{-1}	-0,638	-0,93**	-0,487	0,490													
Zn, mg kg^{-1}	0,523	0,155	0,753	-0,511	-0,469												
Cu, mg kg^{-1}	0,871*	0,487	0,948**	-0,965**	-0,616	0,690											
Mn, mg kg^{-1}	0,955**	0,577	0,911*	-0,970	-0,635	0,580	0,966**										
B, mg kg^{-1}	-0,588	-0,077	-0,936**	0,764	0,301	-0,695	-0,778	-0,744									
Gövde K	0,828*	0,496	0,946**	-0,918**	-0,669	0,766	0,990**	0,932**	-0,786								
Gövde U	0,656	0,070	0,549	-0,775	0,052	0,051	0,615	0,675	-0,414	0,495							
Spad	0,701	0,175	0,810	-0,884*	-0,278	0,581	0,890*	0,804	-0,615	0,855*	0,753						
Klorofil a(mg/L)	-0,454	-0,678	-0,480	0,3170	0,895*	-0,714	-0,524	-0,472	0,370	-0,628	0,313	-0,207					
Klorofil b(mg/L)	-0,315	-0,636	-0,276	0,130	0,832*	-0,640	-0,361	-0,294	0,137	-0,475	0,441	-0,103	0,964**				
Klorofil a+b(mg/L)	-0,401	-0,667	-0,401	0,243	0,877*	-0,690	-0,462	-0,404	0,278	-0,571	0,367	-0,167	0,994**	0,987**			
Klorofil a/b(mg/L)	0,090	0,505	-0,062	0,163	-0,637	0,446	0,071	0,002	0,225	0,181	-0,565	-0,077	-0,786	-0,92**	-0,848*		
MDA	-0,762	-0,161	-0,439	0,577	0,055	-0,261	-0,496	-0,618	0,289	-0,406	-0,770	-0,550	-0,093	-0,154	-0,119	0,192	
Prolin	-0,286	0,036	0,120	0,021	-0,151	-0,100	-0,026	-0,070	-0,322	0,021	-0,338	-0,253	-0,172	-0,035	-0,118	-0,193	0,713

*, p<0.05; **, p<0.01

Gövde K: Gövde Kuru Ağırlık (g), Gövde U: Gövde Uzunluğu (cm)

4.5.2 Kalsiyum uygulamaları ile fasulye bitkisinin kökünde elde edilen veriler arasındaki ilişkiler

Su kültüründe artan dozlarda kalsiyum uygulaması fasulye bitkisinin kökünde temel büyüme parametirleri,besin elementleri ve biyokimyasal parametreler arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Çizelge 19.2'de verilmiştir. Fasulye bitkisinin kökündeki potasyum konsantrasyonu ile fosfor (r=0,962**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur.Çizelge 19.2'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi fasulye bitkisinin kökündeki kalsiyum konsantrasyonu ile potasyum (r=-0,835*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve negatif ilişki bulunmuştur.

Fasulye bitkisinin kökündeki magnezyum konsantrasyonu ile potasyum (r=-0,837*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde negatif ilişki bulunmuştur. Fasulye bitkisinin kökündeki magnezyum konsantrasyonu ile kalsiyum (r=0,956**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde pozitif ilişki bulunmuştur.

Fasulye bitkisinin kökündeki bakır konsantrasyonu ile demir (r=0,825*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde pozitif ilişki bulunmuştur. Fasulye bitkisinin kökündeki mangan konsantrasyonu ile bakır (r=0,935**) konsantrasyonu ile %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur.

Çizelge 19.2'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi fasulye bitkisinin kökündeki bor konsantrasyonu ile magnezyum (r=0,925**) ve mangan (r=0,947**) konsantrasyonları % 1seviyesinde, demir (r=0,841*) ve bakır (r=0,862*) konsantrasyonları arasında ise % 5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur.

Fasulye bitkisinin kökünün kuru ağırlığı ile demir (r=-0,969**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde, bakır (r=-0,827*) konsantrasyonu ile % 5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve negatif ilişki bulunmuştur.

Çizelge 19.2. Kalsiyum uygulamaları ile fasulye bitkisinin kökünde elde edilen veriler arasındaki korelasyon katsayıları(r)

Özellikler	P,%	K,%	Ca,%	Mg,%	Fe, mg kg^{-1}	Zn, mg kg^{-1}	Cu, mg kg^{-1}	Mn, mg kg^{-1}	B, mg kg^{-1}	Kök Kuru	Kök Uzunluğu	MDA
K,%	0,962**											
Ca,%	-0,754	-0,835*										
Mg,%	-0,725	-0,837*	0,956**									
Fe, mg kg^{-1}	-0,391	-0,500	0,576	0,703								
Zn, mg kg^{-1}	0,237	0,274	-0,640	-0,415	-0,018							
Cu, mg kg^{-1}	-0,068	-0,224	0,396	0,611	0,825*	0,167						
Mn, mg kg^{-1}	-0,272	-0,384	0,614	0,774	0,787	-0,049	0,935**					
B, mg kg^{-1}	-0,490	-0,625	0,803	0,925**	0,841*	-0,208	0,862*	0,947**				
Kök Kuru	0,176	0,290	-0,460	-0,575	-0,969**	0,049	-0,827*	-0,757	-0,768			
Kök Uzunluğu	0,204	0,419	-0,680	-0,688	-0,243	0,554	-0,400	-0,474	-0,608	0,204		
MDA	0,696	0,622	-0,631	-0,567	-0,668	0,324	-0,219	-0,372	-0,494	0,597	-0,101	
Prolin	0,589	0,364	-0,119	-0,043	-0,099	-0,078	0,278	0,116	0,076	-0,006	-0,625	0,708

*, $p<0.05$; **, $p<0.01$

Kök Kuru: Kök Kuru Ağırlık (g), Kök Uzunluğu: Kök Uzunluğu (cm)

4.5.3 Kalsiyum uygulamaları ile mısır bitkisinin gövdeında elde edilen veriler arasındaki ilişkiler

Su kültüründe artan dozlarda kalsiyum uygulaması mısır bitkisinin gövdesindeki temel büyüme parametirleri,besin elementleri ve biyokimyasal parametirler arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Çizelge 20.1'de verilmiştir. Çizelge 36'ın incelenmesiyle de görülebileceği gibi mısır bitkisinin gövdeındaki magnezyum konsantrasyonu ile potasyum(r=0.818*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde, kalsiyum (r=0.976**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur. Mısır bitkisinin gövdeındaki çinko konsantrasyonu ile potasyum (r=0.920**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde, kalsiyum (r=0.846*) ve magnezyum (r=0.887*) konsantrasyonları arasında % 5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur. Mısır bitkisinin gövdesindeki bakır konsantrasyonu ile demir (r=0.852*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur. Mısır bitkisinin gövdesindeki mangan konsantrasyonu ile kalsiyum (r=0.923**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde, magnezyum (r=0.848*) ve demir (r=0.848*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur.Mısır bitkisinin gövdeındaki bor konsantrasyonu ile kalsiyum(r=0.905*), magnezyum (r=0.912*) ve çinko (r=0,909*) konsantrasyonları arasında % 5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişki bulunmuştur.

Çizelge 20.1'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi mısır bitkisinin gövdesindeki klorofil a ile magnezyum (r=-0.817*) ve çinko (r=-0.835*) konsantrasyonları arasında % 5 seviyesinde istatistiki bakımından önemli negatif ilişki bulunmuştur. Mısır bitkisinin gövdeındaki klorofil b ile klorofil içeriği (spad) (r=0.868*) ve klorofil a (r=0.816*) arasında % 5 seviyesinde istatistiki bakımından önemli pozitif ilişki bulunmuştur. Mısır bitkisinin gövdeındaki klorofil a+b ile klorofil a (r=0.976**) ve klorofil b (r=0.923**) arasında % 1 seviyesinde istatistiki bakımından önemli pozitif ilişki bulunmuştur. Mısır bitkisinin gövdeındaki klorofil a/b ile klorofil içeriği (spad) (r=-0.958**) arasında % 1 seviyesinde istatistiki bakımından önemli negatif ilişki bulunmuştur.

Mısır bitkisinin gövdeındaki prolin ile gövdenin kuru ağırlığı (r=-0.816*) arasında % 5, gövde uzunluğu (r=-0.922**) arasında % 1 seviyesinde istatistiki bakımından önemli negatif ilişki bulunmuştur.

Çizelge 20.1. Kalsiyum uygulamaları ile mısır bitkisinin gövdeında elde edilen veriler arasındaki korelasyon katsayıları(r)

Özellikler	P,%	K,%	Ca,%	Mg,%	Fe, mg kg^{-1}	Zn, mg kg^{-1}	Cu, mg kg^{-1}	Mn, mg kg^{-1}	B, mg kg^{-1}	Gövde K	Gövde	Spad	Klorofil a(mg/L)	Klorofil b(mg/L)	Klorofil a+b(mg/L)	Klorofil a/b(mg/L)	MDA
K,%	0,462																
Ca,%	-0,171	0,746															
Mg,%	-0,049	0,818*	0,976**														
Fe, mg kg^{-1}	-0,268	0,509	0,801	0,803													
Zn, mg kg^{-1}	0,118	0,920**	0,846*	0,887*	0,561												
Cu, mg kg^{-1}	0,230	0,727	0,714	0,740	0,852*	0,591											
Mn, mg kg^{-1}	-0,300	0,590	0,923**	0,848*	0,875*	0,682	0,784										
B, mg kg^{-1}	-0,261	0,703	0,905*	0,912*	0,639	0,909*	0,455	0,746									
Gövde Kuru Ağırlık (g)	-0,125	-0,229	0,137	0,016	-0,014	-0,299	0,002	0,176	-0,153								
Gövde Uzunluğu (cm)	-0,449	0,053	0,615	0,499	0,631	0,104	0,462	0,718	0,326	0,742							
Spad	-0,558	-0,296	0,217	0,055	-0,120	-0,103	-0,340	0,203	0,176	0,739	0,586						
Klorofil a(mg/L)	-0,009	-0,775	-0,739	-0,817*	-0,808	-0,835*	-0,756	-0,688	-0,769	0,507	-0,109	0,441					
Klorofil b(mg/L)	-0,403	-0,652	-0,265	-0,404	-0,464	-0,560	-0,609	-0,238	-0,319	0,768	0,365	0,868*	0,816*				
Klorofil a+b(mg/L)	-0,159	-0,764	-0,593	-0,698	-0,715	-0,769	-0,735	-0,549	-0,634	0,628	0,065	0,622	0,976**	0,923**			
Klorofil a/b(mg/L)	0,732	0,324	-0,305	-0,152	-0,086	0,084	0,247	-0,316	-0,267	-0,684	-0,697	-0,958**	-0,296	-0,790	-0,496		
MDA	0,211	-0,165	-0,278	-0,195	0,300	-0,384	0,383	-0,100	-0,469	-0,143	0,010	-0,660	-0,122	-0,409	-0,236	0,526	
Prolin	0,392	0,014	-0,528	-0,449	-0,441	-0,042	-0,243	-0,504	-0,307	-0,816*	-0,922**	-0,684	-0,041	-0,513	-0,222	0,772	0,112

*, $p<0.05$; **, $p<0.01$

Gövde K: Gövde Kuru Ağırlık (g), Gövde U: Gövde Uzunluğu (cm)

4.5.4. Kalsiyum uygulamaları ile mısır bitkisinin kökünde elde edilen veriler arasındaki ilişkiler

Su kültüründe artan dozlarda kalsiyum uygulaması mısır bitkisinin kökünde temel büyüme parametirleri,besin elementleri ve biyokimyasal parametirler arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Çizelge 20.2'de verilmiştir. Mısır bitkisinin kökündeki demir konsantrasyonu ile magnezyum (r=-0.254**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde istatistiki bakımından önemli negatif ilişki bulunmuştur.

Çizelge 20.2'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi mısır bitkisinin kökündeki çinko konsantrasyonu ile potasyum (r=0.865*) konsantrasyonu arasında % 5 seviyesinde istatistiki bakımından önemli pozitif ilişki bulunmuştur.

Çizelge 20.2'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi mısır bitkisinin kök uzunluğu ile fosfor (r=-0.938**) konsantrasyonu arasında % 1 seviyesinde istatistiki bakımından önemli negatif ilişki bulunmuştur.

Çizelge 20.2. Kalsiyum uygulamaları ile mısır bitkisinin kökünde elde edilen veriler arasındaki korelasyon katsayıları(r)

Özellikler	P,%	K,%	Ca,%	Mg,%	Fe, mg kg^{-1}	Zn, mg kg^{-1}	Cu, mg kg^{-1}	Mn, mg kg^{-1}	B, mg kg^{-1}	Kök Kuru	Kök Uzunluğu	MDA
K,%	0,764											
Ca,%	0,496	-0,138										
Mg,%	0,478	0,793	-0,362									
Fe, mg kg^{-1}	0,648	0,024	0,954	-0,254**								
Zn, mg kg^{-1}	0,629	0,865*	-0,331	0,752	-0,095							
Cu, mg kg^{-1}	0,148	0,664	-0,725	0,656	-0,614	0,790						
Mn, mg kg^{-1}	0,518	0,558	0,147	0,773	0,1237	0,277	0,112					
B, mg kg^{-1}	-0,155	0,138	-0,604	0,019	-0,381	0,475	0,453	-0,560				
Kök Kuru	-0,636	-0,088	-0,691	0,035	-0,773	-0,216	0,206	-0,064	0,235			
Kök Uzunluğu	-0,938**	-0,578	-0,674	-0,293	-0,811	-0,397	0,171	-0,485	0,220	0,6146		
MDA	-0,244	0,168	-0,655	0,261	-0,688	0,346	0,797	-0,156	0,206	0,1683	0,564	
Prolin	0,412	-0,062	0,630	-0,465	0,781	0,002	-0,485	-0,381	0,234	-0,5444	-0,588	-0,642

*, p<0.05; **, p<0.01

Kök Kuru: Kök Kuru Ağırlık (g), Kök Uzunluğu: Kök Uzunluğu (cm)

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırma, artan dozlarda kalsiyum uygulamalarının fasulye ve mısır bitkilerinin besin elementi alımına etkilerinin belirlenmesi amacıyla su kültürü ortamında yürütülmüştür.

Araştırma sonuçlarına göre kalsiyum uygulamaları ile her iki bitkinin hem gövde hem de kök kısmının kuru ağırlığında, uzunluğunda, MDA kapsamında, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn kapsamlarında önemli düzeylerde artışlar belirlenmiştir. Fasulye bitkisinin gövde kuru ağırlığı en yüksek hoagland çözeltisine 100 mg L^{-1} Ca (Ca100) uygulamasında elde edilirken, kök kuru ağırlığı ise 40 mg L^{-1} Ca (Ca40) uygulamasında elde edilmiştir. Mısır bitkisinde ise gövde ve kök kuru ağırlığı en fazla kontrol olarak kabul ettiğimiz 40 mg L^{-1} Ca (Ca40) uygulamasında elde edilmiştir.

Kalsiyum uygulaması ile fasulye bitkisin gövde kısmının P, K, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn ve B elementlerinin alınımını mısır bitkisinin gövde kısmının P, K, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn ve B elementlerinin alınımına göre sırasıyla 2.09, 2.15, 1.93, 3.33, 3.84, 4.66, 3.94 ve 6.20 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Fasulye bitkisinin kök kısmının P, K, Mg ve Fe elementlerinin alınımının mısır bitkisinin kök kısmının P, K, Mg ve Fe alınımına göre sırasıyla 1.77, 2.19, 1.24 ve 1.23 kat daha fazla olduğu belirlenirken bu durumun Zn, Cu, Mn ve B elementlerinin alınımında sırasıyla 1.40, 1.81, 1.94 ve 0.74 kat daha az olduğu belirlenmiştir.

Düşük kalsiyum uygulamalarında (Ca10 mg L^{-1} ve Ca20 mg L^{-1}) kontrole (Ca40 mg L^{-1}) göre her iki bitkinin gövde kısımlarının Ca/P, Ca/K, Ca/Mg, Ca/Fe, Ca/Zn, Ca/Cu, Ca/ Mn ve Ca/B oranlarının azaldığı, yüksek kalsiyum uygulamalarında ise arttığı belirlenmiştir.

Kök KDK'sı yüksek olan bitki, kök KDK'sı düşük olan bitkiye göre daha fazla kalsiyum alır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarda da, yetersiz ve yüksek kalsiyum uygulamasında kök KDK'sı yüksek olan fasulye bitkisinin kök KDK'sı düşük olan mısır bitkisine göre potasyum alımında çok önemli düzeylerde farklılık olmamasına rağmen Ca alımının 9 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yetersiz (Ca<40 mg L^{-1}) Ca uygulamalarında her iki bitkinin fosfor alımında önemli bir değişiklik olmamasına rağmen yüksek (Ca>40 mg L^{-1}) düzeyde Ca uygulamasıyla her iki bitkinin P alımı azalmıştır. P alımındaki bu azalma kök KDK'sı düşük olan mısır bitkisinde fasulye bitkisine göre daha büyük oranlarda olmuştur. Yetersiz (Ca<40 mg L^{-1}) ve yüksek (Ca>40 mg L^{-1}) düzeyde Ca uygulamalarında kök KDK'sı yüksek olan fasulye bitkisinin Mg, Fe, Zn, Cu, Mn ve B alımı üzere kök KDK'sı düşük olan mısır bitkisine göre özellikle düşük Ca uygulamalarında daha büyük oranda olmak önemli düzeyde fazla olmuştur.

Elde ettiğimiz sonuçlara göre fasulye bitkisinde besin elementi alımları mısır bitkisine kıyasla daha fazla oranda olduğundan dolayı fasulye bitkisinin kuru ağırlığı mısır bitkisine göre daha fazla olduğu ve bitkinin gelişiminin daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Gövde MDA içeriği kontrollere göre kök KDK'sı yüksek fasulye bitkisinde düşük (10 ve 20 mg L^{-1} Ca) ve yüksek (100 mg L^{-1} Ca) Ca uygulamalarında daha yüksek iken kök KDK'sı düşük olan mısır bitkisinde en düşük Ca uygulamasında (10 mg L^{-1} Ca) ve yüksek Ca (60 mg L^{-1} ve 80 mg L^{-1} Ca) uygulamalarında daha yüksek olmuştur. Bu sonuçlar düşük Ca uygulamalarından fasulye bitkisinin, yüksek Ca uygulamalarından ise mısır bitkisinin daha fazla etkilendiğini ve strese maruz kaldığını göstermektedir.

Sonuç olarak; bitkilerin gelişmesi be besin elementi alımları gelişme ortamındaki besin elementlerinin miktarları ve aralarındaki denge ve bitkilerin kök KDK'sine bağlı olarak önemli düzeylerde değişmektedir. Bu duruma özellikle alınabilir Ca içeriği yüksek olan kireçli ve alınabilir Ca içeriği düşük olan asit tepkimeli topraklarda yetiştirilen bitkilerin besin elementti ihtiyacının karşılanmasında göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun yanında bu çalışmanın sera ve tarla şartlarında toprakta yapılacak çalışmalar ile teyit edilmelidir.

KAYNAKLAR

Akat, H. ve Özzambak, M. E., 2013, The effects of calcium applications on stress parameters in Limonium sinuatum plant cultivated in greenhouse saline conditions, *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty of Namık Kemal University*, 10 (1), 48-58.

Bates, L., S., Waldren, R., P. ve Tear, I. D., 1973, Rapid determination of free prolin for water-stress studies, *Plant and Soil*, 39, 205-207.

Budak, Z. ve Erdal, İ., 2016, Yapraktan kalsiyum uygulamasının farklı sera domates çeşitlerinde verim, meyve kalitesi ve mineral beslenmesine etkisi.

, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi,Isparta*, 4 (1), 1-10.

Burt, R., 2004, Soil survey laboratory methods manual.

Elstner, E. F. ve Osswald, W., 1994, Mechanisms of oxygen activation during plant stres, *Proc.R. Soc. Edinburg lO2B*, 131-154.

Eser, D., 1978, Yemeklik Tane Baklagiller Ders Notu, *Ankara Üniv. Zir. Fak. Bitki Yetiştirme ve Islahı Kürsüsü, Ankara*, 98.

Flowers, T., Troke, P. ve Yeo, A., 1977, The mechanism of salt tolerance in halophytes, *Annual review of plant physiology*, 28 (1), 89-121.

Hatipoğlu, H., 2016, Kalsiyumun tuz stresinde yetişen mısır bitkisinin gelişmesine ve mineral beslenmesine etkisi, *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 28.

Hong-Qiang, Y. ve Yu-Ling, J., 2005, Uptake and transport of calcium in plants, *Journal of Plant Physiology and Molecular Biology*, 31 (3), 227-234.

Hothem, S. D., Marley, K. A. ve Larson, R. A., 2003, Photochemistry in Hoagland's nutrient solution., *Journal of Plant Nutrition*, 26 (4), 845–854.

Kaya, C., Ak, B. E., Higgs, D. ve Murillo-Amador, B., 2002, Influence of foliar-applied calcium nitrate on strawberry plants grown under salt-stressed conditions, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42 (5), 631-636.

Khayyat, M., Rajaee, S., Eshghi, S. ve Tafazoli, E., 2009, Calcium effects on changes in chlorophyll contents, dry weight and micronutrients of strawberry (Fragaria× ananassa Duch.) plants under salt-stress conditions, *Fruits*, 64 (1), 53-59.

Köksal, F., 2011, The effect of foliar calcium application on yield, quality and nutrition content in carnation species (standard and spray). *Süleyman Demirel University, Institute of Sciences, Master Thesis*, 67.

Lahaye, P. A. ve Epstein, E., 1971, Calcium and salt toleration by bean plants, *Physiologia Plantarum*, 25 (2), 213-218.

Lixuan, C., Lihong, C. ve Rongfu, Z., 2003, Effects of Caluim Spray on Nutrient Element Contents in Fruit and Leaf of Strawberry, *Acta Horticulturae Sinica*, 30 (4), 449-451.

Malkoç, M. ve Aydın, A., 2010, Mısır (Zea Mays L.) ve Fasulye (Phaseolus Vulgaris L.)'nin Gelişimi ve Bitki Besin Maddeleri İçeriğine Farklı Tuz Uygulamalarının Etkisi/Effects of Different Salt Sources on Zea Mays and Phaseolus Growth and Mineral Conten, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (3).

Marschner, H., 1995, Mineral nutrition of higher plants, *Academic Press, London*.

Mix, G. ve Marschner, H., 1976, Calciumgehalte in Früchten von Paprika, Bohne, Quitte und Hagebutte im Verlauf des Fruchtwachstums, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 139 (5), 537-549.

Peryea, F. ve Kammereck, R., 1997, Use of Minolta SPAD-502 chlorophyll meter to quantify the effectiveness of mid-summer trunk injection of iron on chlorotic pear trees, *Journal of Plant Nutrition*, 20 (11), 1457-1463.

R.K.V., M. ve T.V.S., S., 2000, Antioxidative Parameters in the Seedlings of pigeonpea (Cajanus cajan L. Millspaugh) in Response to Zn and Ni Stresses., *Plant Science*, 157, 113-128.

Sarıdaş, M. A., 2013, Farklı dozlarda kalsiyum uygulamalarının bazı çilek çeşitlerinde meyve verim ve kalite kriterleri ile yapraklardaki besin element konsantrasyonları üzerine etkileri., *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 99.

Smith, K. J. ve Huyser, W., 1987, World distribution and significance of soybean, *Agronomy*.

Sungur, A., 2005, Farklı kalsiyum ve dozları ile farklı azot kaynaklarının domatesin verimi ve çiçek burnu çürüklüğü üzerine etkisi ile ilgili bir araştırma., *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 30.

Süzer, S., 2003, Mısır Tarımı, *Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne*.

Şehirali, S., 1988, Yemeklik dane baklagiller, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, p.

Taylor, M. D. ve Locascio, S. J., 2004, Blossom-end rot: a calcium deficiency, *Journal of Plant Nutrition*, 27 (1), 123-139.

Tisdale, S. L., Nelson, W. L., Beaton, J. D. ve Havlin, J. L., 1993, Soil Fertility and Fertilizers., *Fith edition. McMillan Publishing Company. New York.*

Tuna, A., 2011, Farklı kalsiyum kaynak ve dozlarının biber fidesinin gelişimi ve kalsiyum içeriğine etkisi., *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 95.

Tuna, L. ve Özer, Ö., 2005, The effect of different calcium compounds on yield, nutrition and certain quality properties of watermelon (Citrullus lanatus) plant., *Ege University, Faculty of Agriculture Journal*, 42 (1), 203-212.

Tüik, 2017a, Türkiyede Üretim Yapılan Fasulye Miktarı ve Ekiliş Alanı.

Tüik, 2017b, Türkiyede Üretim Yapılan Mısır Miktarı ve Ekiliş Alanı.

Türkmen, Ö., Şensoy, S., Erdal, İ. ve Kabay, T., 2002, Kalsiyum uygulamalarının tuzlu fide yetiştirme ortamlarında domateste çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12 (2), 53-57.

White, P. J., 2000, Calcium channels in higher plants, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1465 (1), 171-189.

Witham, F. H. ve Blaydes, D. F., 1971, Experiments in plant physiology.

Xiao, L. ve Hu, D., 1997, Compartmentation and flux analysis of Ca~(2+) in citrus root, *Acta phytophysiologica Sinica*, 23 (3), 233-238.

Yakıt, S. ve Tuna, A. L., 2006, Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (Zea mays L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri, *MEDITERRANEAN AGRICULTURAL SCIENCES*, 19 (1), 59-67.

Zhang, L., Zheng, Y., Chow, M. S. ve Zuo, Z., 2004, Investigation of intestinal absorption and disposition of green tea catechins by Caco-2 monolayer model, *International Journal of Pharmaceutics*, 287 (1-2), 1-12.

ÖZGEÇMİŞ



KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Tural HASANOV
Uyruğu : AZERBAYCAN
Doğum Yeri ve Tarihi : 15/12/1991
Telefon : 05061686782
Faks :
e-mail : tural_525@yahoo.com

EĞİTİM

Derece	Adı. İlçe. İl	Bitirme Yılı
Lise :	12 saylı okul.Ağcabedi. Azerbaycan	2008
Üniversite :	Bakü Devlet Üniversitesi. Bakü. Azerbaycan	2013
Yüksek Lisans :	Selçuk Üniversitesi. Selçuklu. Konya	
Doktora :		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi

UZMANLIK ALANI: Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

YABANCI DİLLER: İngilizce, Rusca

YAYINLAR

Tarih:12-15 Ekim 2016: Katılım Belgesi

Konu:Hoagland Besin Solusyonunda Magnezyum ve TKİ-Humas Uygulamalarının Hıyar Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkileri

7 Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi/ Adana