FARKLI BİTKİ BESİN ELEMENTİ KOMPOZİSYONLARININ SU KÜLTÜRÜNDE YETİŞTİRİLEN ÇARLİSTON BİBER BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE KİMİ BİTKİ BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

Ezgi AKTAŞ

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI BİTKİ BESİN ELEMENTİ KOMPOZİSYONLARININ SU KÜLTÜRÜNDE YETİŞTİRİLEN ÇARLİSTON BİBER BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE KİMİ BİTKİ BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

Ezgi AKTAŞ
0009-0007-8325-9067

Prof. Dr. Hakan ÇELİK
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

BURSA– 2024
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI BİTKİ BESİN ELEMENTİ KOMPOZİSYONLARININ SU KÜLTÜRÜNDE YETİŞTİRİLEN ÇARLİSTON BİBER BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE KİMİ BİTKİ BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

Ezgi AKTAŞ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hakan ÇELİK

Bu çalışma, hidroponik sistemde farklı kombinasyonlarda artan azot (6-8-10-12 mM), potasyum (6-8 mM) ve kalsiyum (2-4 mM) besin elementleri uygulanarak biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinin gelişimi ve kimi besin elementi içeriklerine etkilerini belirleyebilmek amacıyla yürütülmüştür. Uygulanan dozlardan en yüksek kuru madde verimi N3K1Ca1 (70,26 g) kombinasyonundan elde edilirken, en düşük kuru madde verimi ise N1K2Ca2 (8,40 g) kombinasyonunda belirlenmiştir. En yüksek kaldırılan azot miktarı (2568,96 mg) N3K1Ca1 uygulamasında, en düşük kaldırılan azot miktarı ise (215,28 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek kaldırılan potasyum miktarı (4275,95 mg) N4K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, ikinci sırada en yüksek kaldırılan potasyum (4069,61 mg) N3K1Ca1 uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek kaldırılan kalsiyum miktarı (645,98 mg) N4K1Ca2 uygulamasından elde edilirken potasyum dozunun artması ile kaldırılan kalsiyum miktarında azalma görülmüştür. N3K1Ca1 uygulaması yüksek kalsiyum değeri veren 3. Uygulama olmuştur. Kalsiyum ve potasyumla birlikte artan miktarlarda uygulanan azot dozlarının biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn ve B değerlerini olumlu yönde etkilemesine rağmen; artan kalsiyum dozlarının biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan N, P, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve B değerlerine etkisi olumsuz olmuştur. Benzer şekilde artan potasyum dozlarının biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve B değerlerini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Çalışmada biber bitkisinin kaldırılan miktarları göz önüne alındığında 10mM N - 6mM K - 2mM Ca dozuna kadar kuru ağırlık ve besin elementi alımında artış görülmesine rağmen, N, K, Ca'un artan dozlarında kuru ağırlık ve kimi besin elementlerinin alımında azalmaya yol açması nedeniyle bitkilerin N, K, Ca ile beslenmesinde bir limit doz bulunması gerektiği ve uygulanabilecek en uygun dozun N3K1Ca1 (10mM N - 6mM K - 2mM Ca) olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çarliston, Azot, Kalsiyum, Potasyum, Verim
2024, ix+135 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECT OF DIFFERENT PLANT NUTRIENT COMPOSITION ON THE DEVELOPMENT AND SOME PLANT NUTRIENT CONTENT OF CHARLISTON PEPPER PLANT GROWN IN HYDROPONIC CULTURE

Ezgi AKTAŞ

Bursa Uludağ University
Institute of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Hakan ÇELİK

This study was conducted to determine the effects of increasing levels of nitrogen (6-8-10-12 mM), calcium (2-4 mM) and potassium (6-8 mM) applying in different combinations to a hydroponic system, on the growth and some nutrient element contents of bell pepper (Capsicum annuum L) plants. While the highest dry matter yield from the applied doses was obtained from the N3K1Ca1 (70.26 g) combination, the lowest dry matter yield was determined from the N1K2Ca2 (8.40 g) combination. The highest up taken amount of nitrogen (2568.96 mg) was determined in the N3K1Ca1 application, and the lowest up taken amount of nitrogen (215.28 mg) was determined in the N1K2Ca2 application. While the highest uptaken amount of potassium (4275.95 mg) was obtained from the N4K2Ca2 application, the second highest amount of potassium (4069.61 mg) was determined from the N3K1Ca1 application. While the highest uptaken amount of calcium (645.98 mg) was obtained from N4K1Ca2 application, a decrease in the uptaken amount of calcium was observed as the potassium dose increased. N3K1Ca1 application was the 3rd application that gave high calcium value. Although nitrogen doses applied in increasing amounts along with calcium and potassium positively affect the uptaken N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn and B values of the pepper plant; the effect of increasing calcium doses on the uptaken N, P, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn and B values of pepper plants was negative. Similarly, it was determined that increasing potassium doses negatively affected the uptaken N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn and B values of the pepper plant. Considering the up taken amounts of the nutrients from the pepper plant in the study, although there was an increase in dry weight and nutrient uptake up to a dose of 10mM N - 6mM K - 2mM Ca; Since increasing doses of N, K and Ca cause a decrease in dry weight and the uptaken amounts of some nutrients, there must be a limit dose in feeding plants with N, K and Ca. It was concluded that the most appropriate dose to apply is N3K1Ca1 (10mM N - 6mM K - 2mM Ca).

Key words: Charleston, Nitrogen, Calcium, Potassium, Yield
2024, ix+135 pages.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Farklı Bitki Besin Elementi Kompozisyonlarının Su Kültüründe Yetiştirilen Çarliston Biber Bitkisinin Gelişimi ve Kimi Bitki Besin Elementi İçeriğine Etkisi adlı tez çalışması; 2022-2024 yılları arasında T.C Bursa Uludağ Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından yüksek lisans projesi (Proje No: FYL-2022-1185) olarak desteklenmiştir. Destekleri için Rektörlüğümüze ve BAP birimine teşekkür ederim.

Araştırma konusunun seçiminden tezin tamamlanmasına kadar tüm aşamalarda desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimleri ile bana yardımcı olan değerli tez danışmanı hocam Prof. Dr. Hakan ÇELİK'e, laboratuvar çalışmalarında ve deneme süresince emeği geçen yüksek lisans arkadaşlarım Eda PRADAVALIOĞLU'na, Ayşegül HOŞGÖREN'e, Ayşe Nur OKULU'ya, Cemil EJDEROĞLU'na, Şamil GÜLAYDIN'a, Berk SEVİM'e, Mehmet ÖZKAN'a, Emincan ÇELİKKAYA'ya ve Akın ERBEK'e, bana her zaman destek ve yardımcı olan Elif Gül KAHRAMAN'a, hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen çok değerli babam Fahrettin AKTAŞ'a, canım annem Selma AKTAŞ'a ve kardeşim Egemen AKTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Ezgi AKTAŞ
30/07/2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI 5
2.1.Biber Hakkında Temel Bilgiler 5
2.2. Bitki Besin Elementleri 6
2.3. Topraksız Kültürde Yetiştiricilik 12
2.4. Biber Bitkisinde Yapılan Çalışmalar 14
3. MATERYAL ve YÖNTEM 25
3.1. Deneme Yeri ve Yılı 25
3.2. Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler 26
3.2.1. Bitki örneklerinin kuru yakma yöntemine göre yakılması 27
3.2.2. Toplam azot (N) 27
3.2.3. Toplam fosfor (P) 27
3.2.4. Toplam sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) 27
3.2.5. Toplam demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn) 28
3.2.6. Toplam bor (B) 28
3.3. Bitki Kuru Maddesi ile Kaldırılan Element Miktarlarının Hesaplanması 28
3.4. İstatistiksel Analiz 28
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 29
4.1. Kuru Ağırlık 29
4.2. Biber Bitkisinin İçerdiği Kimi Bitki Besin Elementi Miktarları 33
4.2.1. Azot içeriği 33
4.2.2. Fosfor içeriği 37
4.2.3. Potasyum içeriği 42
4.2.4. Kalsiyum içeriği 47
4.2.5. Magnezyum içeriği 51
4.2.6. Sodyum içeriği 55
4.2.7. Demir içeriği 59
4.2.8. Bakır içeriği 63
4.2.9. Çinko içeriği 67
4.2.10. Mangan içeriği 72
4.2.11. Bor içeriği 76
4.3. Biber Bitkisiyle Kaldırılan Kimi Bitki Besin Element Miktarları 80
4.3.1. Azot miktarı 80
4.3.2. Fosfor miktarı 84
4.3.3. Potasyum miktarı 88
4.3.4. Kalsiyum miktarı 92
4.3.5. Magnezyum miktarı 96
4.3.6. Sodyum miktarı 100
4.3.7. Demir miktarı 104
4.3.8. Bakır miktarı 108

4.3.9. Çinko miktarı 112
4.3.10. Mangan miktarı 116
4.3.11. Bor miktarı 120
5. SONUÇ…… 124
KAYNAKLAR 127
ÖZGEÇMİŞ 135

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	**Açıklama**
^0C	Santigrat Derece
%	Yüzde
µS	Mikro Siemens
µg	Mikro Gram

Kısaltmalar	**Açıklama**
B	Bor
Ca	Kalsiyum
$Ca(NO_3)_2$	Kalsiyum Nitrat
$Ca(OH)_2$	Kalsiyum Hidroksit
Cl	Klor
CO_2	Karbondioksit
Cu	Bakır
$CuSO_4$	Bakır (II) Sülfat
EC	Elektriksel İletkenlik
Fe	Demir
G	Gram
H_3BO_3	Borik Asit
HNO_3	Nitrik Asit
ICP-OES	İndüktif Eşleşmiş Plazma
K	Potasyum
K_2HPO_4	Di Potasyum Hidrojen Fosfat
Kg	Kilogram
KH_2PO_4	Potasyum Dihidrojen Fosfat
KNO_3	Potasyum Nitrat
Mg	Miligram
Mg	Magnezyum
MgO	Magnezyum Oksit
$MgSO_4$	Magnezyum Sülfat
mL	Mililitre
Mn	Mangan
$MnSO_4$	Mangan Sülfat
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum Klorür
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	Amonyum Heptamolibdat
NO_3^-	Nitrat
NO_3^--N	Nitrat Azotu
NH_4NO_3	Amonyum Nitrat
P	Fosfor
S	Kükürt
Zn	Çinko
$ZnSO_4$	Çinko Sülfat

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Denemede yer alan besin çözeltilerine ait kimi bilgiler..... 25
Çizelge 3.2. Çözeltilerin pH ve EC değerleri..... 26
Çizelge 4.1. Yeşil aksam kuru ağırlık varyans analizi..... 29
Çizelge 4.2. Kök kuru ağırlığına ait varyans analiz tablosu 29
Çizelge 4.3. Yeşil aksam kuru ağırlığı..... 31
Çizelge 4.4. Kök Kuru ağırlığı 32
Çizelge 4.5. Yeşil aksam azot içeriği varyans analizi..... 34
Çizelge 4.6. Kök azot içeriği varyans analizi..... 34
Çizelge 4.7. Yeşil aksam azot içeriği..... 35
Çizelge 4.8. Kök azot içeriği..... 36
Çizelge 4.9. Yeşil aksam fosfor içeriği varyans analizi..... 38
Çizelge 4.10. Kök fosfor içeriği varyans analizi 38
Çizelge 4.11. Yeşil aksam fosfor içeriği..... 39
Çizelge 4.12. Kök fosfor içeriği 41
Çizelge 4.13. Yeşil aksam potasyum içeriği varyans analizi 43
Çizelge 4.14. Kök potasyum içeriği varyans analizi 43
Çizelge 4.15. Yeşil aksam potasyum içeriği 44
Çizelge 4.16. Kök potasyum içeriği 45
Çizelge 4.17. Yeşil aksam kalsiyum içeriği varyans analizi 47
Çizelge 4.18. Kök kalsiyum içeriği varyans analizi 48
Çizelge 4.19. Yeşil aksam kalsiyum içeriği 49
Çizelge 4.20. Kök kalsiyum içeriği 50
Çizelge 4.21. Yeşil aksam magnezyum içeriği varyans analizi 51
Çizelge 4.22. Kök magnezyum içeriği varyans analizi 52
Çizelge 4.23. Yeşil aksam magnezyum içeriği 53
Çizelge 4.24. Kök magnezyum içeriği..... 54
Çizelge 4.25. Yeşil aksam sodyum içeriği varyans analizi..... 55
Çizelge 4.26. Kök sodyum içeriği varyans analizi 56
Çizelge 4.27. Yeşil aksam sodyum içeriği..... 57
Çizelge 4.28. Kök sodyum içeriği 58
Çizelge 4.29. Yeşil aksam demir içeriği varyans analizi 59
Çizelge 4.30. Kök demir içeriği varyans analizi 60
Çizelge 4.31. Yeşil aksam demir içeriği 61
Çizelge 4.32. Kök demir içeriği 62
Çizelge 4.33. Yeşil aksam bakır içeriği varyans analizi 63
Çizelge 4.34. Kök bakır içeriği varyans analizi 64
Çizelge 4.35. Yeşil aksam bakır içeriği 65
Çizelge 4.36. Kök bakır içeriği..... 66
Çizelge 4.37. Yeşil aksam çinko içeriği varyans analizi 68
Çizelge 4.38. Kök çinko içeriği varyans analizi..... 68
Çizelge 4.39. Yeşil aksam çinko içeriği..... 69
Çizelge 4.40. Kök çinko içeriği..... 70
Çizelge 4.41. Yeşil aksam mangan içeriği varyans analizi..... 72
Çizelge 4.42. Kök mangan içeriği varyans analizi 72
Çizelge 4.43. Yeşil aksam mangan içeriği..... 73

Çizelge 4.44. Kök mangan içeriği 75
Çizelge 4.45. Yeşil aksam bor içeriği varyans analizi 77
Çizelge 4.46. Kök bor içeriği varyans analizi 77
Çizelge 4.47. Yeşil aksam bor içeriği 78
Çizelge 4.48. Kök bor içeriği 79
Çizelge 4.49. Yeşil aksam kaldırılan azot varyans analizi 81
Çizelge 4.50. Kök kaldırılan azot varyans analizi 81
Çizelge 4.51. Yeşil aksam kaldırılan azot miktarı 82
Çizelge 4.52. Kök kaldırılan azot miktarı 83
Çizelge 4.53. Yeşil aksam kaldırılan fosfor varyans analizi 84
Çizelge 4.54. Kök kaldırılan fosfor varyans analizi 85
Çizelge 4.55. Yeşil aksam kaldırılan fosfor miktarı 86
Çizelge 4.56. Kök kaldırılan fosfor miktarı 87
Çizelge 4.57. Yeşil aksam kaldırılan potasyum varyans analizi 89
Çizelge 4.58. Kök kaldırılan potasyum varyans analizi 89
Çizelge 4.59. Yeşil aksam kaldırılan potasyum miktarı 90
Çizelge 4.60. Kök kaldırılan potasyum miktarı 91
Çizelge 4.61. Yeşil aksam kaldırılan kalsiyum varyans analizi 92
Çizelge 4.62. Kök kaldırılan kalsiyum varyans analizi..... 93
Çizelge 4.63. Yeşil aksam kaldırılan kalsiyum miktarı 94
Çizelge 4.64. Kök kaldırılan kalsiyum miktarı 95
Çizelge 4.65. Yeşil aksam kaldırılan magnezyum varyans analizi 96
Çizelge 4.66. Kök kaldırılan magnezyum varyans analizi 96
Çizelge 4.67. Yeşil aksam kaldırılan magnezyum miktarı 97
Çizelge 4.68. Kök kaldırılan magnezyum miktarı 99
Çizelge 4.69. Yeşil aksam kaldırılan sodyum varyans analizi 100
Çizelge 4.70. Kök kaldırılan sodyum varyans analizi 100
Çizelge 4.71. Yeşil aksam kaldırılan sodyum miktarı 101
Çizelge 4.72. Kök kaldırılan sodyum miktarı 103
Çizelge 4.73. Yeşil aksam kaldırılan demir varyans analizi 104
Çizelge 4.74. Kök kaldırılan demir varyans analizi 104
Çizelge 4.75. Yeşil aksam kaldırılan demir miktarı 105
Çizelge 4.76. Kök kaldırılan demir miktarı 107
Çizelge 4.77. Yeşil aksam kaldırılan bakır varyans analizi 108
Çizelge 4.78. Kök kaldırılan bakır varyans analizi 108
Çizelge 4.79. Yeşil aksam kaldırılan bakır miktarı 109
Çizelge 4.80. Kök kaldırılan bakır miktarı 111
Çizelge 4.81. Yeşil aksam kaldırılan çinko varyans analizi 112
Çizelge 4.82. Kök kaldırılan çinko varyans analizi 113
Çizelge 4.83. Yeşil aksam kaldırılan çinko miktarı 114
Çizelge 4.84. Kök kaldırılan çinko miktarı 115
Çizelge 4.85. Yeşil aksam kaldırılan mangan varyans analizi 116
Çizelge 4.86. Kök kaldırılan mangan varyans analizi 117
Çizelge 4.87. Yeşil aksam kaldırılan mangan miktarı 118
Çizelge 4.88. Kök kaldırılan mangan miktarı 119
Çizelge 4.89. Yeşil aksam kaldırılan bor varyans analizi 120
Çizelge 4.90. Kök kaldırılan bor varyans analizi 120

Çizelge 4.91. Yeşil aksam kaldırılan bor miktarı 122
Çizelge 4.92. Kök kaldırılan bor miktarı 123

1. GİRİŞ

Biber (*Capsicum annuum L.*), Solanaceae familyasından olan, ılıman ve subtropik ülkelerde tek yıllık, tropikal ülkelerde ise çok yıllık yetiştirilen bir bitki türü olarak bildirilmiştir (Aybak, 2007).

Ülkemizin çoğu yöresinde yetiştirilen biber bitkisinin; konserve, salça, baharat, sos gibi benzeri şekilde işlenerek kullanıma sunulmakta olduğu bildirilmiştir (Aybak, 2007). Yaklaşık olarak Dünya biber üretiminin % 8,52'sinin ülkemizde gerçekleştirildiği ifade edilen biberin bizim için önemi oldukça yüksektir. Biber üretiminde ilk sırada olan Çin ile bazı yıllarda bu durumun ülkemiz ile yer değişikliği gösterdiği ve sıralamada Endonezya, Meksika, İspanya, Mısır, Nijerya, ABD ve diğer ülkelerin takip ettiği ifade edilmektedir (FAO, 2022).

Biberin ülkemizde üretimi birçok bölgede arazi koşullarında ve ya sera koşullarında yapılabilmektedir. Arazi koşullarında yetiştirildiğinde tohum ekimi Şubat - Mart aylarında, sera koşullarında tek ürün yetiştirildiğinde ise Ağustos - Eylül aylarında yapılmaktadır. Biber meyve ve bitkinin morfolojik-agronomik özellikleri bakımından büyük varyasyona sahiptir ve bu nedenle meyve yapısı ve şekline göre değişik şekillerde tüketilmektedir (Bozokalfa ve ark., 2009). Ülkemiz koşullarında tek yıllık yetiştirilen biberde özellikle üreticiler tarafından yetiştirilen yerel populasyonlara uygulanan seleksiyonlar ve doğal melezlemeler, farklı bitki ve meyve yapısına sahip genotiplerin ortaya çıkmasına neden olmuş ülkemizde ve bitki genetik kaynaklarındaki genotip sayısının her geçen gün artmasını sağlamıştır.

İştah açıcı özelliği ile de bilinen biberin insan sağlığına faydasının oldukça fazla olduğu, sindirimi kolaylaştırması, mideyi güçlendirmesi ve kanamaları engellemesi gibi olumlu etkilerinin de bulunduğu bildirilmektedir. Şeker hastası olan kişilere tavsiye edildiği iyi bir idrar söktürücü ve aynı zamanda romatizmaya da iyi geldiği belirtilmektedir (Koç, 2002).

Ülkemizde insan sağlığı açısından düşünüldüğünde sebze üretiminin önemi çok fazla olup insanlar tarafından kolay ve uygun fiyatlarla temin edilebilmesi; birim alandan daha fazla verim sağlanabilen üretim şekli olan örtüaltı tarımla mümkün görülmektedir.

Ülkemizde yapılan örtüaltı topraksız tarım üretimi açısından ilk olarak akla gelen domates olup sonrasında biber, patlıcan, hıyar vb. sebzelerin yanında çiçek türlerinin de ticarete katkı sağlamak amacıyla üretildiği ifade edilmektedir (Kazaz, 2011; Talaz ve Nas, 2019).

Örtüaltı yetiştiriciliğinde olumlu gelişmelerinin yanı sıra olumlu olmayan problemlerin de olduğu belirlenmiştir. Bilinçsizce yapılan uygulamalar, kontrolsüz yanlış ve aşırı gübreleme, sulamanın yanlış bir şekilde yapılması ve üreticilerin doğru teknik bilgiye sahip olmaması ve aynı zamanda bilgi sahibi olan teknik elemanları bünyesinde bulundurmaması şeklinde özetlenmiştir (Gümüş, 2021).

Toprak ortamında yapılan yetiştiricilikte sulama ve gübrelemeden kaynaklanan hataları toprağın belli bir yere kadar tolere edilebildiği, ancak topraksız ortamda ve özelliklede hidroponik sistemlerde yapılan hataların kolaylıkla ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Bu sebeple topraksız yetiştiriciliğin geleneksel türde yaplan tarıma göre, teknik bilgi içeren bir yöntem oluduğu, üretimin başlangıcında yaplan yanlışların giderimesinin maliyetli ve zor olması sebebiyle, özellikle kurulum maliyeti yüksek olan modern topraksız tarım işletmelerinde arazi seçiminin, üretim organizasyonunun, teknik personel seçiminin dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir (Gümüş, 2021).

Biberin açık alanda yetiştiriciliğinin yanı sıra Hollanda ve Kanada gibi kuzey ülkeleri ile İspanya, Türkiye, İtalya gibi Akdeniz ülkelerinde örtü altında yetiştiriciliği de yapılmaktadır (Pardossi vd., 2004).

Seralarda son zamanlarda hidroponik yetiştiriciliğine başlanan biber için de besin elementlerinin düzgün bir şekilde uygulanamaması, daha fazla mahsül alabilmek adına bilinçsiz bir gübre kullanımı besin elementleri arasında dengesizliğe yol açarken,

çözeltinin pH ve EC değerinde de artışa neden olmaktadır. Bu artış kimi elementlerin alımını negatif yön etkileyerek bitkinin vejatatif aksamnda da göze görülür kloz, nekroz, şekil bozukluklarına yol açarak, bitkinin sağlıklı bir şekilde beslenememesinden kaynaklı deformasyonlar; ürün kayıpları yanı sıra, ürünün kalitesin düşmesine, raf ve depolama ömürlerinin kısalmasına da yol açmaktadır.

Bitkisel üretimde, bitkilerden nitelikli ve fazla ürün alınabilmesi için besin ihtiyaçlarının karşılanması, olması gerektiği gibi yeterli oranda ve dengeli gübrelenmeleri gerekmektedir. Alınan mutlak gerekli besin maddelerinden birinin veya diğer elementlerin noksanlığı ve ya gereğinden daha fazla olması; besin maddelerinden yararlanmalarını ve bitki gelişimini sınırlandırmakta, bu sınırlamanın sonucunda da bol ve kaliteli ürün alınması negatif yönde etkilenmektedir. Verim ve kalitenin arttırılması ise bilinçli ve dengeli bir gübreleme ile sağlanabilmektedir. Bu amaç için yapılacak olan çalışmalarda azot, fosfor ve potasyum yanı sıra kalsiyumun da biber için önemli bir yeri vardır.

Bu çalışma ile;

1) Sera şartlarında hidroponik (NFT) sistemde yetiştiriciliği yapılan çarliston biber bitkisinin beslenmesi konusunda yetiştiricilik yapan üreticilerimizin bilinçli ve daha ekonomik bir üretim yapabilmesi amacıyla bitkinin verim ve kalitesinin en yüksek olduğu besin elementi dozlarınım tespit edilip uygulamaya sunulması,

2) Uygulanacak farklı dozlardaki N (6, 8, 10, 12 mM), K (6, 8mM) ve Ca (2, 4 mM), düzeylerinin çarliston biber bitkisi yeşil aksam üzerine etkileri ve bitkinin mineral içeriğinin Jones et al. (1991) ve Bergman (1992)'ın bildirdiği sınır değerler ile karşılaştırılarak NFT sistemde çarliston biber yetiştiriciliği için en uygun gübre dozu kombinasyonunun önerilmesi,

3) Doğru besin elementlerinin uygun oranlarının seçilmesiyle, topraksız kültür yöntemlerinin özellikle seralarımızda bilinçli ve doğru bir şekilde uygulanmasına kaynak oluşturması,

4) Biber bitkisinin içeriğindeki makro ve mikro besin elementleri miktarlarının belirlenmesi,

5) Seçilecek uygun besin elementi kombinasyonları ile çarliston biberi için su kültüründe kullanılabilecek özel gübre üretimi için bir doz önerisi sunulması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Biber Hakkında Temel Bilgiler

Biber (*Capsicum annuum L.*), Solanaceae familyasına dahil ılıman ve subtropik ülkelerde tek yıllık, tropikal olan ülkelerde ise çok yıllık yetiştirilen bir bitki türü olarak bildirilmiş, ülkemizin de pek çok yerinde yetiştiği ve farklı alanlarda işlenerek tüketildiği ifade edilmiştir (Aybak, 2007).

Andrews (1999), biberin Orta Amerika'dan Portekizliler aracılığı ile Hindistan'a buradan da Arap yarımadasına getirildiğini bildirmektedir. Daha sonra ise Bağdat ve Antakya üzerinden İstanbul'a getirilip, 1515-1662 yıllarında Rusya, Venedik ve Orta Avrupa'da yayılım gösterdiği bilinmektedir.

Domates ve hıyardan sonra ülkemizde en fazla tüketilen bitki türü olan biberin örtüaltı yetiştiricilikte de en fazla üretilen bitki olduğu bildirilmiştir (Öztekin, 2019).

Capsicum'un biberin Latince cins ismi olarak kullanılmasının Yunanca'da acının karşılığı olan kapso kelimesinden ortaya çıktığı ifade edilmiştir (Somos, 1984). Biberin asıl anavatanının tropikal Amerika olduğu ve buradan da tüm dünyaya yayıldığı belirtilmiştir (Vural vd., 2000).

Ülkemiz biber yetiştiriciliğinde Çin'den sonra üretimde ikinci sırada yer alır. Biber üretimi fazla olan Meksika ile ülkemiz yarış halinde gibi görünse de bazı yıllarda sıralamalarda değişiklik göstermektedir. En çok tüketilen ve aynı zamanda sevilen biber bitkisi ülkemize girdikten sonra ortalama 1,760,000 ton ile sıralamalarda 6. olmuştur (Anoymous, 2005).

Ülkemizde biber yetiştiriciliği yaygın olarak Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde yapılmaktadır. En çok üretimi yapılan biber tipleri ise sırası ile kapya (1,4 milyon ton), sivri (979 bin ton), dolma (404 bin ton) ve çarliston (153 bin ton) biberdir. Ülkemizde toplam sebze üretim alanı 2022 yılında 816 bin hektar, toplam sebze üretim miktarı ise

31,6 milyon tondur. Toplam sebze üretim alanı ve miktarı içerisinde 764 bin da alanda, 3 milyon ton biber üretimi yapılmaktadır. Türkiye'de 2022 yılı toplam çarliston biber üretim alanı 22,423 da olup, bu alanda toplam 153,524 ton üretim gerçekleşmektedir. Örtüaltında ise çarliston biber üretim miktarı 122,683 tondur (TÜİK, 2022).

Biber bitkisinin morfolojik özelliklerine bakıldığında kök yapısının kazık köklü, gövde kısmının ise büyümenin ilk dönemlerinde otsu, daha sonra gevrek ve kısmen odunsu bir yapı kazandığı ve gövde üzerinde ana ve yan dalların meydana geldiği belirtilmiştir. Çeşidine göre yaprakların farklılık gösterdiği biber bitkisinde ortalama 2-3 çiçeğin bir arada bulunduğu, tohumların karanlıkta daha iyi çimlenme özelliğine sahip olduğu, uygun şartlarda çimlenme kabiliyetlerini 2-3 yıl muhafaza edebildikleri, optimum çimlenme sıcaklığının 25-30°C olduğu ve çimlenme için minimum sıcaklığın 10°C'nin üzerinde olması gerektiği, belirtilmiştir. Işık şiddetinin artmasıyla meyve teşekkülünün hızlandığı, sıcaklık ve ışık yanında biber bitkisinin nemden de hoşlanan bir bitki olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2018).

Çarliston biberinin yapı bakımından sivri bibere göre daha kalın olduğu, uzunluklarının yaklaşık olarak 20-22 cm aralığında, çaplarının ise 5-6 cm arasında değişebildikleri ve biber bitkilerinin daha dik ve sarkık halde bulundukları ifade edilmiştir (Öztekin, 2019). Bu tip biberlerin meyve renginin sarıdan, açık yeşil ve yeşile kadar farklı renklerde görünebildiği, salatalara tat katmak için, kızartmalarda ve turşu yapımında da çok fazla kullanımının mevcut olduğu belirtilmiştir (Aybak, 2007).

2.2. Bitki Besin Elementleri

Azot, doğadaki varlıklar için oldukça önemli makro besin elementlerinden birisidir (Kacar, 1972). Azot elementinin kükürt haricindeki diğer elementlerden farklı olarak kaynağını atmosfer, toprak ve azotlu organik ve inorganik gübreler oluşturmaktadır. Azotun doğadaki döngüsünün pek çok etmenin etkisiyle ve pek çok fiziko-kimyasal ve biyolojik tepkimeyle atmosfer, toprak ve bitki arasında gerçekleşmekte olduğu farklı kaynaklarda bildirilmiştir (Kacar, 1972; Mengel, 1987; Kacar ve Katkat, 2011).

Atmosfer, doğadaki azotun en büyük deposu olmasının yanı sıra litosfer, biyosfer ve hidrosferde de yüksek miktarda azot bulunmaktadır. Atmosferde gaz halinde yaklaşık %78 oranında bulunan azottan bitkilerin doğrudan yararlanabilmeleri mümkün değildir. Atmosferde bulunan elementel azot (N_2) çeşitli mikroorganizmaların etkinliği ile biyolojik fiksasyona uğramaları ile de toprağa kazandırılmaktadır. Bitkilerin elementel azottan yararlanabilmeleri için ilk olarak yükseltgenerek nitrat azotuna (NO_3^-N) veya indirgenerek amonyağa (NH_3) dönüşmesi gerektiği bildirilmektedir (Barker, 2007). Litosferde bulunan azotun çok az bir bölümünün ise toprakta bitkiler tarafından alınabilir form olan amonyum (NH_4^+) ve nitrat (NO_3^-) iyonları halinde bulunduğu belirtilmiştir (Barber, 1995).

Bitkilerin azotun büyük bir kısmını nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) iyonları şeklinde aldıkları ve ihtiyaç duydukları ölçüde bünyelerinde kullandıkları ve alınan nitrat ve amonyumun ortamın pH'sına, ışık yoğunluğuna ve su miktarı gibi çeşitli faktörlere bağlı oldukları ifade edilmiştir (Kabata ve Pendias, 2011).

Azotun bitkide bulunan miktarı ise, bitkinin türüne, organlarına, bitki yaşına, toprak özellikleri ile toprağın içerdiği azot miktarı gibi pek çok faktöre bağlı olarak geniş sınırlar içerisinde değişebildiği ancak bu miktarın genellikle % 2 ile % 5 civarında olduğu ve henüz gelişimini tamamlamamış bitkilerin genellikle gelişimini tamamlamış bitkilere göre ve bitkilerin gelişmiş organlarının da gelişmemiş organlarına göre daha fazla azot içerdiği bildirilmiştir (Kacar ve Katkat, 2011).

Uygulanan azotlu gübreye bağlı olarak bitkinin içermiş olduğu toplam azot miktarında da değişiklik görüldüğü, azotu NO_3^- şeklinde içeren azotlu gübrelere göre NH_4^+ şeklinde içeren azotlu gübrelerin, bitkilerin vejetatif organlarındaki N miktarının iki katı daha fazla olmasına neden olduğu belirtilmektedir (Çil ve Katkat, 1995).

Azotun noksanlığı durumunda; dünyada tarımsal ürünlerin miktarının en fazla azalmasına yol açan bir bitki besin elementi olduğu ve sadece toprağın içerdiği azot miktarına dayanılarak nitelikli bol ürün alınmasının mümkün olamayacağı ifade

edilmiş, atmosferde bulunan bağımsız azotu (N_2) fikse eden baklagil bitkilerinin yetiştirilmesinde bile belli miktarda azotlu gübrelerin toprağa uygulanması gerektiği bildirilmiştir (Müftüoğlu vd., 2022).

Çoğu bitkilere kimyasal gübre şeklinde uygulanan N'un diğer besin elementlerinden farklı olarak, yıllık toplam kimyasal gübreler içerisindeki yüzde oranının daha fazla olduğu bildirilmiştir (Huber ve Thompson, 2007). Türkiye'de de yıllık kimyasal gübre tüketiminin ($N+P_2O_5,+K_2O$) % 66,8'ini N'lu gübrelerin oluşturduğu ifade edilmiştir (Kacar ve Katkat, 2011).

Potasyum elementi, azot ve fosfor alımının yanı sıra bitkide fazla bulunmasının zararlı bir etki yaratmadığını ancak mangan alımını negatif yönde etkilediği bildirilmektedir (Özbay, 2021).

Potasyum eksikliğinde öncelikle büyümenin yavaşladığı, yapraklarda sararmaların meydana geldiği, daha sonrasında kloroz ve nekrozların oluştuğu, ileriki seviyelerde ise bu sararmalar koyu kahverengi ve en sonunda siyah renge dönüştürdüğü ifade edilmiştir. Turgor basıncının düşmesinden kaynaklı yapraklarda kıvrılmalar gerçekleştiği, kuraklığa ve dona karşı hassas bir yapı oluştuğu, bitkilerde ksilem ve floem dokularının oluşumunda gerileme olduğu belirtilmiştir (Özbay, 2021).

Potasyumun hücre özsuyunun korunmasında etkili bir element olduğu, dolayısıyla yeterli potasyum miktarının bitkinin su dengesinin sağlanmasında ve kuraklığa karşı dayanıklı olmasında önemli olduğu ifade edilmiştir (Özbay, 2021).

Fosforun, temel bileşiklerin yapısına katıldığı gibi ATP, şekerler ve nükleik asitlerin yapısında da bulunduğu, bitkinin meyvelerinin olgunlaşmasını, hücre bölünmelerini, potasyumun hücreye alınımının kolaylaştırılmasını sağladığı ve aynı zamanda bitki öz suyunu da düzenlediği bildirilmektedir (Özbay, 2021).

Fosfor eksikliğinin genç bitkilerde daha erken belli olduğu ifade edilmiş, bitki büyümesinin yavaşladığı, meyve ve tomurcuk veriminin azaldığı ve yaprakların koyu renk oluşturduğu, kök gelişiminin zayıfladığı, don, hastalık ve zararlılar ile mücadelede bitki dayanıklılığının azaldığı da ifade edilmiştir. Fosforun fazlalığında ise antagonistik ilişkiye dayanılan ve demir, çinko, kalsiyum, bor, bakır ve mangan gibi pek çok elementin noksanlığına sebep olduğu belirtilmiştir (Özbay, 2021).

Magnezyumun bitkide birçok molekülün ve bileşiğin yapı taşına katıldığı, klorofilin yapısında merkez atomu olarak bulunmakta olduğu ve bitkilerde fotosentez tepkimelerinin sağlanmasında büyük rol oynadığı ifade edilmektedir. ATP'nin yapımında yardımcı faktör olup, ayrıca karbondioksit asimilasyonunda, protein sentezinde, şeker ve nişasta gibi bileşiklerin bitkide üretim miktarlarında rol oynadığı, çok sayıda enzimin aktivasyonunda rol aldığı başta fosfor olmak üzere birçok besin elementinin bitki tarafından alınmasına da yardımcı olduğu belirtilmiştir (Özbay, 2021).

Magnezyum eksikliğinde bitki yapraklarında benekli görünümün meydana geldiği, klorofil miktarıyla birlikte fotosentez oluşumunun , buna paralel olarak bitkideki verim ve ürün miktarının da azaldığı ifade edilmiştir. Toprağın yapısında yüksek oranda potasyum, amonyum, hidrojen ve kalsiyum iyonlarının magnezyum alımını, toprakta yeterli miktarda magnezyum olsa da engellediği bildirilmektedir. Aynı zamanda pH'sı 5 veya daha düşük olan asit tepkimeli topraklarda fazla miktarda bulunan alüminyum iyonu da magnezyum alımını azaltarak eksikliğine neden olmaktadır (Özbay, 2021).

Kükürt elementi klorofilin oluşması için gerekli bir element olup, enzimlerin yapısında da yer aldığı, genç yapraktan başlayan ve yaprak yüzeylerinin küçülmesine neden olan eksikliğinde, azot ve molibdene benzeyen belirtilerin ortaya çıktığı ayrıca bitkinin zayıf ve bodur, gövdesinin ince kalmasına yol açarak ve bitki tepe gelişmesinin de olumsuz etkilenmesine sebep olduğu ifade edilmiştir (Özbay, 2021).

Demir elementinin başta fotosentez ve solunum olmak üzere birçok reaksiyonda rol aldığı, bitkide protein mekanizması üzerinde etkili olduğundan eksikliğinde protein

sentezinin olumsuz etkilendiği ve bitki büyümesinin yavaşladığı klorofilin yapısına katılmamasına rağmen eksikliğinde klorofil üretiminin azaldığı belirtilmiştir (Özbay, 2021).

Demir noksanlığında yaprakların damar aralarında sararmalar meydana geldiği, bu belirtilerin demir elementinin etkilediği reaksiyonların katalize edilememesinden ve enerji transferlerinin kısıtlanmasından kaynaklandığı ifade edilmiş, ayrıca bitki dokularında aminoasit ve nitrat birikimi ile malat ve sitrat anyonlarının birikimi sonucunda ortaya çıktığı belirtilmiştir. Magnezyum noksanlığının bitkinin öncelikle yaşlı yapraklarında sarı ve kahverengi nekrozlar oluşturmasına karşın, demir eksikliğinde özellikle genç yapraklarda bu belirtilerin görülebileceği, bu sebeple magnezyum eksikliğiyle karıştırılmaması gerekti ifade edilmiştir. Demir fazlalığında antagonistik etkileşim nedeniyle diğer besin elementlerinden, magnezyum, bakır, çinko ve mangan alımının azalabileceği bildirilmektedir (Özbay, 2021).

Bakır elementinin, bitkide klorofil üretiminde ve protein sentezinde görev aldığı, bitki hastalıklarına karşı direnç kazandırdığı ve bitkinin neminin korunmasında da etkili olduğu bildirilmiştir (Özbay, 2021).

Bakır eksikliğinde genç yapraklarda kloroz, geç olgunlaşma, bodur gelişme ve renk fazlalığı şeklinde belirtilerin görüldüğü, bitkinin karbonhidrat içeriği bakımından fakirleştiği bildirilmiştir. Toprak içerisinde fazla miktarda bakır olmasının da bir takım olumsuz etkilerinin söz konusu olabileceği, demir alımının azalmasına yol açarak demir eksikliğinde yapraklarda görülen kloroz benzeri semptomların meydana gelebileceği belirtilmiştir. Bitki kök ve sürgün gelişiminin zayıflaması ve molibden elementinin bitki tarafında kullanımının azalmasının da bakır fazlalığından kaynaklı olabileceği ifade edilmiştir (Özbay, 2021).

Mangan elementinin, temel olarak enzimlerin aktivasyonunu sağlamakla beraber bazı enzimlerin de yapısına katıldığı bitkilerde ayrıca klorofil oluşumunda, fotosentezde suyun parçalanmasında, demir, kalsiyum ve magnezyumun absorpsiyonunda, azot

metabolizmasında ve asimilasyonunda etkili olduğu, tohum çimlenmesinde ve meyvenin hızlı olgunlaşmasında rol oynadığı belirtilmiştir (Özbay, 2021).

Mangan eksikliğinde bitki yapısında birtakım olumsuzlukların meydana gelebileceği, hücrelerin küçülerek hücre duvarlarının hakim duruma geçtiği eksikliğinde bitkide meydana gelen semptomların demirde olduğu gibi genç yaprakların damarlarında meydana gelen sararmalara benzediği ifade edilmiştir (Özbay, 2021).

Mangan elementinin fazlalığında ise bitkilerin yaşlı yapraklarında mangan dioksit birikimi nedeniyle önce kahverengi lekelerin, daha sonra bu lekelerin etrafında klorozların ortaya çıktığı ve zamanla lekelerin bulunduğu alanlarda mantarlaşma görüldüğü, bitkideki oksin hormonunun üretiminin azalması sebebiyle bitki büyümesinin yavaşladığı ifade edilmiş, ayrıca mangan fazlalığının demir, kalsiyum ve magnezyum gibi elementlerin alımına engel olduğundan bitki bünyesinde bu elementlerin eksikliğinin ortaya çıkabileceği de bildirilmiştir (Özbay, 2021).

Çinkonun bitki bünyesinde bir çok yapısal ve işlevsel faaliyette rol oynayan bir element olarak etkilerinin magnezyum ve mangana benzerlik gösterdiği belirtilmektedir. Oksin hormonunun sentezlenmesinde, azot metabolizmasında ve tohumun olgunlaşmasında önemli roller aldığı, özellikle internodyumun uzaması için çok önemli olduğu ifade edilmiştirir (Özbay, 2021).

Bitkide çinkonun fazlalığı durumunda da bazı olumsuzlukların meydana gelebileceği, ancak bu etkilerin bitkilerde çok fazla görülmemekle birlikte özellikle çinko maden yataklarına yakın bölgelerde yetiştirilen bitkilerde söz konusu olabileceği ifade edilerek, çinko fazlalığı durumunda bitki kök ve yaprak gelişiminin olumsuz etkilendiği, demir ve fosfor alımının azaldığı belirtilmektedir (Özbay, 2021).

Bor elementinin bitki bünyesinde birçok fonksiyonu olmakla birlikte temel fonksiyonunun, bitki hücre duvarlarının oluşumunu ve dokuların yeniden çoğalmasını sağladığı ifade edilmektedir. Bazı dehidrogenaz enzimlerinin aktivasyonunda,

karbonhidrat biyosentezinde, nükleik asit ve protein metabolizmaları üzerinde etkili olduğu, bitki bünyesindeki şekerlerin bitki metabolizmasının ihtiyaç duyduğu yerlere taşınıp yer değiştirmesinde rol oynadığı belirtilmiştir (Özbay, 2021).

Bor elementinin eksikliğinde genç yapraklarda kloroz ve terminal tomurcukların ölümünün bor eksikliğinin temel belirtileri olduğu böylelikle bitki büyümesinin yavaşladığı, hücre duvarlarının deforme olarak yaprakların kıvrıldığı ve kolaylıkla kırıldığı ifade edilmiştir. Yaprakların koyu mavi-yeşil renk aldığı ve yaprak uçlarının kalınlaştığı, noksanlığın bitki tohum tanelerinin olgunlaşamayıp boş kalmasıyla da kendini gösterdiği ve bu duruma içi boş fıstık denildiği de belirtilmiştir (Özbay, 2021).

Borun bitki ortamında yüksek düzeyde bulunmasının da toksit etki oluşturabildiği, bu etkilerin belirtilerinin de yaşlı yaprakların uçlarında sararma ve nekrozların oluşumunun yayılımı ve yaprak dökülmelerinin meydana gelmesi şeklinde ifade edilmiştir (Özbay, 2021).

2.3. Topraksız Kültürde Yetiştiricilik

Su kültürü; durgun ve akan besin solüsyonu olarak iki şekilde yapılmaktadır. Topraksız tarımda bilinen en eski yetiştirme tekniği olan durgun su kültürü şu an bile hala bitki besleme alanında kullanılmaktadır. NFT sisteminin yani orijinal adıyla Nutrient Film Technique sisteminin amacı besin maddelerini, su alımını ve köklerin havalanmasını sağlamak maksadıyla kökler boyunca besin eriğini ince bir film tabakası şeklinde resirküle etmektir (Çelikel, 1999). Aeroponik sistemler ise bitki besin solüsyonlarının köklere direkt olarak püskürterek yapılan bir çalışma olup fazla su ve besin çözeltisi kullanımının önüne geçmek amacıyla geliştirilmiştir. Ancak her durumda bitki köklerinin çok fazla süreyle kuru kalması bitki köklerinin özellikle kök uçlarının kurumalarına ve deformasyonlar nedeniyle bitki gelişiminin gerilemesine neden olmaktadır.

Hidroponik olarak da bilinen topraksız tarım, özellikle toprak kökenli patojenler gibi bazı toprak kaynaklı problemler yaşayan üreticiler için alternatif bir üretim şekli

sağlamaktadır (Resh, 1981; Pares ve ark., 1992). Ayrıca, topraksız tarım sistemleri; su, pH, bitki besin elementleri, sıcaklık gibi bitkiler için optimum gelişme şartlarını sağlaması açısından da son derece önemlidir (Schnitzler, 2004). Topraksız tarımın kökeni 17. yy'a (1666) dayanmaktadır. O yıllarda su (dere) nanesi (Mentha spicata) bitkisinin 9 ay boyunca cam viyollerde sadece su içerisinde canlı kalabildiği belirlenmiştir (Olympios, 1999). Hidroponik sistemlerde genellikle kapalı ve sirküler olarak besin solüsyonları sürekli kullanılmaktadır. Bu yüzden bitkiler suda taşınabilen bitki patojenlerinin neden oldukları hastalıklara karşı büyük risk taşımaktadır.

Bitkiler de hayatta kalabilmek için farklı besin maddelerine ihtiyaç duymakla beraber bunları havadan ve sudan almaktadır. Bu besin elementleri ise makro (C,H, O, N, P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B, Na, Cl, Ni, Co) olmak üzere iki sınıfta incelenmektedir (Bolat ve Kara, 2017). Bu elementleri topraktan alan bitkiler topraksız tarımda ise çok az kısmını substrattan ya da hidroponik sistemdeki çözeltilerden almaktadır. Topraksız tarımda bitkilerin beslenmesi çoğunlukla dışarıdan ilave edilen gübreleme yoluyla sağlanmaktadır (Hochmuth, 2015).

Son zamanlarda çok revaçta olan toprakız tarımın avantajları da oldukça fazladır. Bunlara örnek olarak daha kaliteli ürünleri daha kısa bir zaman sürecinde elde etmek, verilen çözeltilerin homojen olmasından kaynaklı azalan elemenetlerin yerine yenisinin ilave edilmesi ve noksanlıklarının tespit edilmesinin daha kolay olması, alan bakımından tarıma elverişli olmayan bölgelerde de (taşlık, bataklık veya kayalık) topraksız tarımın yapılabilmesi, hastalıklara karşı daha dirayetli bir ortam sağlanması, kullanılan su miktarının, iş gücünün, gübreleme ve yabancı ot mücadelesinin en aza indirilmesi, hastalıklara karşı kullanılan ilaçlara daha az ihtiyaç duyulması sayesinde çevre kirliliği sorunu oluşturulmamasını hedeflemektedir.

Topraksız tarımda kullanılan substrat materyalinde aranılan özellikler arasında yeteri kadar su tutma kapasitesine sahip olması, tuz konsantrasyonun düşük olması, belirli sulama programı ve gübreleme programının oluşturulabilmesi, hastalıklardan arındırılmış olması, kolay ulaşılabilir ve uygun fiyatlı olması gerekmektedir.

Bu özelliklere sahip doğal organik malzemeler (torf, kokopit, odun talaşı ve kompost) ya da inorganik sentetik farklı materyaller (perlit, pomza, çakıl, vermikulit, camyünü vb.) topraksız kültürde kullanılabilmektedir.

Topraksız kültürde sebze yetiştiriciliğinde uygun yöntemler ile substratların kullanılması ve bitkilerin iyi beslenmesi durumunda, erkencilik bakımından toprağa göre öncelik sağlandığı ve verimin daha yüksek olduğu, kalite yönünden toprakta yetiştirilenler kadar kaliteli ve daha lezzetli oldukları ortaya çıkmaktadır (Çelikel, 1999).

Su kültürü, bitkilerin topraksız ortamlarda besin çözeltileriyle yetiştirilmeleri olup, hidroponik kültür olarak da adlandırılmakta ve esas olarak iki şekilde yapılmaktadır. İlk şekil olan tam ve kapalı hidroponik sistemde (besin film tekniği) katı ortam olmayıp, sürekli döngü yapan besin çözeltisi köklendirme ortamı olarak da görev yapar. İkinci şekli olan katı ortamların kullanıldığı açık sistemde ise, kökler inorganik ve organik çeşitli ortamlar [perlit, kaya yünü, kum, çakıl, torf, saman balyası gibi] tarafından desteklendiği gibi, besin çözeltisi döngü yapmayıp, her uygulamada %10-20 dışarı akacak şekilde bitkilere verilir (Varis ve Altıntaş, 1993).

Topraksız kültürün en büyük dezavantajı, tamponluk kapasitesinin olmamasıdır. Bu nedenle, besin çözeltisinin içeriğinde yapılacak bir hatanın, örneğin iz elementlerden birinin çok yada hiç katılmamasının bitkide büyük zarara yol açmaktadır. Oysa, toprağın tamponluk kapasitesi yüksek olduğundan, uygulanan besin element seviyesindeki değişmeler bitki gelişmesini pek etkilemez. Diğer bir deyişle, topraklı tarımda yapılan hataları toprak örtmekte, topraksız tarımda ise, yapılan yanlışlar arazlarla ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, topraksız kültür, bu konuda tecrübesiz kişilerin hemen uygulayabilecekleri kolay bir sistem değildir.

2.4. Biber Bitkisinde Yapılan Çalışmalar

Biber P, K, Ca ve Mg'ca zengindir ve bazı alkaloitler de bulundurmaktadır. Bu gibi maddeler iştah açar, hazmı kolaylaştırır ve mideyi de kuvvetlendirir. Tohumlarındaki

yağ oranlarının % 25-28 arasında değiştiği bildirilmektedir. Biberde capsicin denilen alkaloit bulunur. Bu alkoloitin oranına göre, biberlerde meydana gelen acılık iştah açıcı özelliği ile birlikte sindirim sisteminde de dezenfekte edici bir madde olarak ayrı bir önem taşımaktadır. Özellikle son zamanlarda biber suyunun romatizmalar için kullanıldığı ve adele ağrılarına çok iyi geldiği bilinmektedir (Anonim, 2017).

Potasyum, bitkilerde önemli etkilere sahiptir. Bu etkiler arasında enzim aktivitesini artırma, fotosentezi etkileme, besin elementlerinin taşınmasına yardımcı olma, protein içeriğini artırma, turgoru düzenleme, su kaybını önleme ve soğuğa dayanıklılığı artırma bulunmaktadır. Ayrıca, kök gelişimini teşvik ettiği, bitkilerin yatmasını önlediği ve azot verimliliğini artırdığı ifade edilmiştir. Potasyumun bitkilerin lignifikasyonunu ve silisifikasyonunu artırarak bitki sağlığını olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Potasyumun, bitkisel işlevlerde merkezi bir role sahip olduğu, enzim aktivasyonunda, fotosentezde, protein ve nişasta oluşumunda, şeker transferinde potasyumun bitkiler tarafından kullanıdığı belirtilmiştir. Potasyumun, hücre öz suyunun dengesini sağlayarak bitkilerin su dengesini koruduğu, ve kuraklık direncini artırdığı yaz kuraklığının ve don olaylarının etkilerine karşı bitkilere dayanıklılık kazandırdığı bildirilmiştir (Brady, 1990; Kantarcı, 2000; McCauley vd., 2009).

Özbek ve arkadaşlarının (1984) araştırmalarında belirtiği üzere; azot, aminoasitlerin ve bazların dolayısıyla protein ve nükleikasitlerin yapı taşıdır. Azotla beslenmenin yetersiz olduğu hallerde bütün metabolizma olayları olumsuz şekilde etkilenmektedir.

Kaptan (1995), azot noksanlığı gösteren bitkilerin küçük, cılız ve dik duruşlu, yaşlı yaprakların solgun, açık sarı renkte, bazen de kırmızımsı renkte olduğunu, renk değişimi gösteren yaşlı yaprakların vaktinden önce döküldüğünü bildirmiştir.

Brad (1971), fosfor noksanlığı gösteren bitkilerin küçük, zayıf görünüşlü dik büyüyen ve yapraklarının sert duruşlu olduğunu, noksanlığın ilerledikçe kök gelişiminin zayıfladığını, sapların ince ve cılız kaldığını saptamış, ayrıca don olayına karşı dayanıklılığın da P noksanlığında azaldığını belirtmiştir.

Kaptan (1995), genel olarak K noksanlığında aminoasitlerin özellikle aminlerin biriktiğini gözlemlemiştir. K noksanlığında özellikle transpirasyonun en şiddetli olduğu yaprakların uç ve kenarlarında ilk önce sararma ve yanmış gibi kurumaların başladığını belirlemiştir.

Şen (1998), su kültüründe (Nitruent Film Teknique) yetiştirilen bitkilerin ortalama meyve ağırlıklarının normal yetiştirme metotlarına oranla daha fazla olduğunu saptamıştır.

Potasyum açısından yetersiz beslenen biberlerde gelişmenin gerilediği, verimin azaldığı belirtilmiştir. Orta seviyede gübreleme ile en yüksek verim elde edilebileceği K/N oranının bazı biber çeşitlerinde 1,28/1 olarak saptandığı ifade edilmiştir (Spaldon ve Ivanic, 1968). Potasyum bitki dokularında diğer katyonlara oranla oldukça yüksek düzeyde bulunur. Mobil bir element olduğu için noksanlığı halinde metabolik aktivitesi yüksek olan genç organlara hızla taşınır. Büyüme ve gelişme dönemlerinde bitkinin K alımı artmaktadır. Potasyum bitkiler tarafından K^+ iyonu şeklinde seçilerek metabolik aktivite ile alınır (Mengel ve Kirkby, 1987). Biberde uygun potasyum uygulaması sayesinde hastalıklara ve düşük sıcaklıklara daha fazla dayanıklılığın arttığı, karbonhidratların depolanmasının teşvik edildiği ifade edilmiştir (Aybak, 2002).

Alpaslan ve ark., (2001) bitkilerin beslenme durumlarını incelemek ve beslenme sorunlarını belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada toplam 314 adet serada biber bitkisinden yaprak örnekleri almış ve yaprak örneklerine ait analiz sonuçlarını sınır değerleri ile karşılaştırarak bitkilerin beslenme durumlarını incelemiştir. Biber bitkisi yaprak örneklerinin N, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamları bakımından çoğunluğunun yeterli ve fazla, B kapsamları yönünden örneklerin tamamının noksan, K bakımından ise noksandan fazla düzeye kadar değiştiğini belirtmiştir.

Baghour ve ark., (2001) biber bitkisine uyguladıkları farklı dozlarda azot ve potasyum uygulamalarının bitkilerin fosfor beslenmesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada azotun bitki gelişimini olumlu etkilemesinin yanı sıra yüksek dozlarda uygulanan azot

dozlarının biber bitkisinin olgunlaşması ile birlikte toplam P (organik ve inorganik) konsantrasyonunda bir azalmaya yol açtığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte artan dozlarda uygulanan potasyumun da, biber bitkisinde konsantrasyonunun önemli oranda arttığını ve yüksek dozlarda uygulandığında fosfor alınımı üzerine negatif etkileri olduğunu belirtirken, artan potasyum uygulamaları ile meyve verimde önemli artışlar olduğunu bildirmişlerdir. Biber bitkisinde en yüksek verim ve potasyum konsantrasyonunun 12 g m^{-2} olduğu dozdan elde edildiğini bildirmişlerdir.

Osman ve George, (1984) biber bitkisine uygulanan potasyumun özellikle bitki başına düşen meyve sayısını, tohum verimini ve kalitesini önemli oranda arttırdığını belirtmişlerdir.

Flores ve ark., (2004) su kültüründe yürüttükleri çalışmada Ca^{+2}, NO_3 ve K^+ uygulamalarının biber bitkisinin kalitesi üzerine yaptıkları araştırmada Ca^{+2}, NO_3 uygulamalarının lycopene ve β-carotene içeriklerini arttırdığını, antioksidant aktivitelerinin de Ca^{+2}, NO_3 tarafından etkilendiğini ancak K^{+}'un meyve kalitesi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Vitamin C, şeker ve toplam fenolik madde içeriklerinde ise hiçbir uygulamanın etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Konu ile ilgili bir diğer çalışmada ise araştırıcılar yüksek dozlarda uygulanan potasyumun biber gelişimimini ve meyve verimini artırmadığını ancak bitkide ve meyde K içeriğinin önemli oranda artış gösterdiğini belirtmişlerdir (Hochmuth ve ark., 1988).

Son yıllarda yapılan araştırmalarda faklı bitki tür ve çeşitlerinde P etkinliği yönünden önemli düzeyde varyasyonların olduğu belirlenmiştir. Fosfor bitkinin yüksek verim vermesi için gereklidir. Literatür bildirişlerine göre örneğin Karaca (2017), yapmış olduğu çalışmada artan dozlarda fosfor (0, 4, 8, 12 kg Pda^{-1}) uygulanması ile birlikte çiçeklenme süresinde kısalmanın olduğunu görmüştür. Ayrıca kontrol dozuna göre 12 kg Pda^{-1} uygulaması ile birlikte hasat tarihinin daha erken olduğunu ve bitki boyunu olumlu yönde etkilediğini ve artan doz uygulamasıyla tohum veriminde de artışların olduğunu bildirmiştir.

Geren ve Güre, (2017), fosfor seviyesinin yükselmesi ile birlikte çiçeklenme gün sayısında azalmaların olduğunu belirtmiştir. Fosfor tohumlarda enerji kaynağını oluşturmakta ve çimlenme sonrası fotosentezi artırmasıyla iyi bir vejatatif gelişme göstererek daha iyi tohum verimi elde ettirebilmektedir (Taiz ve Zeiger, 2008).

Bitki türleri ve hatta aynı türün genotipleri arasında dahi besin maddesi alımı ve besin maddesi kullanım etkinliği açısından farklılıklar olduğu araştırmacılarca ifade edilmiştir (Gill ve ark., 1994; Yaseen ve ark., 1998; Yaseen ve Malhi 1999; Karaman ve ark., 2010). Fosfor etkin bitkilerin başarılı şekilde yetiştirilmesi için, en iyi genotiplerin yüksek düzeyde seçilmesi gerekmektedir. Bunun, ancak fosfor kullanım etkinliğine dahil olan özelliklerinin etkili bir şekilde tanımlanıp belirlendiğinde uygulanabilir olacağı ifade edilmiştir (Wiel ve ark., 2016).

Çimrin ve ark., (2000) azotlu ve fosforlu gübrelemenin biber bitkisinin, hasat başı ve sonunda meyve ve yaprak besin elementlerine etkisini belirlemek amacıyla çalışma yapmışlardır. Çalışmada amonyum fosfat formunda azotlu gübre 0, 8, 16 ve 24 kg Nda^{-1} dozlarında, fosforlu gübre ise triple süper fosfat formunda ve 0, 12 ve 24 kg $P_2O_5da^{-1}$ dozlarında uygulanmıştır. Hasat başında yapılan gübrelemenin biber meyvesinin besin elementlerinden mangan, kalsiyum ve demir içeriğine istatiksel olarak önemli bir etki oluşturduğunu ($P < 0.05$), ancak çinko, fosfor, magnezyum, potasyum ve bakır içeriklerine ise önemli bir derece de etki etmediğini bildirmiştir. Biber meyvesinde magnezyum, çinko, bakır, demir, mangan ve azot içeriklerinin artan fosfor dozlarından istatiksel olarak etkilenmezken, fosfor içeriğinin önemli ölçüde ($P < 0.001$) azaldığı ifade edilmiştir. Bununla birlikte azot ile yapılan gübrelemede hasat döneminin başında bitki yaprağında azot içeriğinin % 1, çinko ve potasyum içeriğinin % 5 gibi önemli bir düzeyde etkilendiği ve magnezyum, fosfor, demir, azot, kalsiyum, mangan ve bakır içeriklerine önemli bir etki yapmadığı belirtilmiştir. Fosforlu gübreleme hasat dönemi başında bitki yaprağının azot, potasyum, kalsiyum, demir, çinko, bakır ve mangan içeriğini önemli olarak etkilemezken, fosforu % 0,1 ve magnezyumu % 5 düzeyinde önemli olarak etkilediği ifade edilmiştir.

Öktüren vd. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, potasyumun bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı tepkilerini etkilediğini ortaya koymuştur. Potasyumun, bitki sağlığının değerlendirilmesinde önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir. Potasyumun bitki bünyesinde patojen çoğalması, gelişimi ve sayısı üzerinde etkili olduğu, ayrıca hayatta kalma oranı ve hayat döngüsünün uzunluğunu da belirlediği ifade edilmektedir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre, potasyumlu beslenmenin bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı direncini arttırmada önemli bir rolü olduğu belirtilmektedir.

Magnezyum, fotosentezde klorofil molekülünün merkez atomu olarak görev yapar (Papenbrock ve ark., 2000). Dolayısıyla klorofil sentezi için mutlak gereklidir. Magnezyumun normal seviyesinden fazlasının bitkileri bor toksisitesine karşı koruduğu, olumsuz çevre koşullarına karşı dokularda Ca gibi koruyucu bir fonksiyon üstlendiği rapor edilmiştir (Hecht-Buchholtz ve Schuster, 1987).

Yapılan bazı çalışmalarda NaCl uygulamaları ile birlikte besin çözeltisine ilave edilen Ca, Mg ve K'lu bileşiklerin, NaCl'ün zararlı etkisini azaltıcı ve/veya ortadan kaldırıcı yönde olmak üzere bitkide makro element miktarları üzerine genellikle olumlu etki yaptığı belirtilmiştir (Türkmen ve ark., 2002; Yakıt ve Tuna, 2006).

Küçük (1992), azotun 0-6-12-18-24 kg da^{-1} dozlarının "Bağcı Çarliston" ve "Ege Acı Sivri" biber çeşitlerinde, verim, kalite ve bitkinin kök, gövde, yaprak ve meyve kısımlarında farklı dönemlerdeki besin maddesi durumuna ilişkin etkilerini incelemiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, 12 kg da^{-1} dozu istatistiksel ve ekonomik analizler sonucunda en uygun doz olarak tavsiye edilmiştir. Araştırıcı, her iki biber çeşidinde de söz konusu dozda en yüksek meyve kuru madde miktarının elde edildiğini ve azotun bitki boyu ve meyve iriliğinin artmasında etkili olduğunu bildirmiştir.

Biber yapraklarında en uygun azot içeriği kuru maddede % 3,7'olarak ifade edilmiş ve azotlu gübreleme ile biberin yaprak P içeriğinin doğru orantılı olarak artmakta olduğu beliritlmiştir (Knavel, 1977'e atfen Kasap ve ark., 1996). Yüksek azot uygulamaları ile biber yapraklarında P, Ca, Cu, Zn ve Mn miktarlarında azalış tespit edilmiştir

(Ehrendorfer, 1964, Haddock ve ark., 1957, Fleming ve Delanay, 1961, Thiel ve Finc, 1973, Robson ve Rauter, 1981, Camp, 1945, Ozanne, 1955, Turan ve Yürür, 1978'e atfen Kasap ve ark., 1996).

Trabzon yöresinde yetiştirilen ürünlerin analiz edildiği bir çalışmada, biber için Fe, 0,45-0,93, Cu, 0-0,01 mg100g^{-1} değerleri arasında rapor edilmiştir (Dürüst ve ark., 1997).

Biberde artan azot dozlarının verim, yaprak ve meyvede makro ve mikro besin elementleri içeriklerinin incelendiği bir araştırmada sonuçlar şu şekilde özetlenmiştir (Bozkurt ve ark., 2000); Artan azot dozları uygulamasında, yaprak besin elementi içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu), sırası ile, % 2,99-3,70, % 0,23-0,27, % 4,83-4,97, % 2,07-2,39, % 0,73-0,76, 217-236 mg kg^{-1}, 81-90 ppm, 10-16 mg kg^{-1}, 8,1-8,9 mg kg^{-1} aralığında belirlenmiştir. N ve N/K değerleri arasında %1, K ve Zn değerleri arasında %5 düzeyinde önemli fark bulunmuştur.

Artan dozlarda azot uygulanan parsellerde, biber meyvesi besin elementi içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu), sırası ile, % 2,09- 2,44, % 0,37-0,40, % 3,96-4,08, % 0,128-0,159, % 0,116-0,119, 131-160 mg kg^{-1}, 9,2-12,3 mg kg^{-1}, 11,9-13,4 mg kg^{-1}, 8,8-11,4 mg kg^{-1} aralığında tespit edilmiştir. N ve N/K değerleri arasındaki fark %1 seviyesinde, K ve Cu değerleri arasındaki fark % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Verimdeki değişimler dikkate alındığında 16 kg N da^{-1} dozu tavsiye edilmiştir.

Bitkiler için gerekli mutlak besin elementi olan fosfor, bitkilerin gelişimini ve verim alınabilmesinde en önemli besin elementlerinden biridir (Rodriguez ve ark., 1999; Abbadi ve Gerendas, 2011). Fosfor eksikliğinde bitkilerdeki belirtiler yapraklarda azalma ve yüzey alanında küçülme görülmesi gibi sıralanabilmektedir (Lynch ve ark., 1991). Eksik gelen fosforun olduğu koşullarda yetişen bitkilerin kök büyümesinin yeşil aksam büyümesinden daha az etkilendiği ifade edilmektedir. Fosfor noksanlığı yaşayan bitkilerin fotosentez yapmakta oldukça güçlük çektiği belirtilmiştir (Lauver ve ark., 1989). Bitkilerin olgunlaşma sırasında ortamda fosfor eksikliği varsa üreme

organlarındaki bozulmalara, çiçeklenme zamanında gerilemelere, çiçeklenmede döllenme ve tohum oluşturmada azalmalara sebep olduğu görülmektedir (Öztürk, 2001).

Diğer sebzelerde olduğu gibi biber verimi azotlu gübreye karşı oldukça hassastır. Tumbare ve ark, (2004) azot gübresinin meyve ağırlığını, verimini ve acı biber miktarını arttırdığını bildirmiştir. Madeira ve de Varennes, (2005) toplam klorofil içeriğinin, yaprak azot konsantrasyonunun ve biberin kuru ağırlığının artan azot gübrelemesi ile arttığını gözlemlemişlerdir.

Özellikle azot etkinliği (N-alım ve N-kullanım) konusunda aynı türe ait genotipler arasında çok büyük farklılıkların olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Schulte auf'm Erley ve ark., 2007, Ulas ve ark., 2012). Aynı zamanda azotun, bitkide birçok önemli organik bileşiğin (amino asitler, nükleik asitler, proteinler, enzimler, klorofil, ATP ve ADP) yapısında yer alan (Aktaş, 1995) ve diğer besin elementlerine göre bitkideki organik bileşimi (şeker, nişasta, toplam azot, selüloz) en çok etkileyen besin elementi olduğu bildirilmiştir (Marschner, 1995).

Araştırmalara göre fosforun bitkilerin veriminde artış sağladığı tespit edilmiştir (Helvacı, 2006; Gök, 2007). Fosforun, bitkinin büyümesi için önemli olduğu ancak bitkiler tarafından topraktaki alımının zayıf olmasından kaynaklı tarımda sağlıklı verim elde etmede sınırlayıcı bir faktör olduğu bildirilmiştir (Smit ve ark., 2009).

Bitkinin gelişimi için gerek duyulan potasyum elementi bazı fizyolojik ve biyokimyasal işlevleri yönünden fayda sağlamakla birlikte bitkinin büyümesi ve gelişimi boyunca en fazla topraktan kaldırılan besin elementlerinden biri olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca fotosentez ve enzim aktivitesi için de gerekli olduğu bildirilmiştir. (Aktaş, 1995).

Kalsiyum eksikliğinde; bitki yapraklarında şekil bozulması, hareket kabiliyetinin sınırlı olması yani azlığı, yaprak alanının küçük olması, yeni gelişen yaprakların farklı açılarda ve kıvrık olmaları, açılamamaları, normal bir gelişim sürdürememeleri gibi belirtilerin

meydana geldiği ifade edilmektedir. Bazı durumlarda da yeni filizlerde, çiçek tomurcuklarında, yaprak uçlarında, özellikle domates ve biberlerde kararma ve çürümeler görülmektedir (Anonim, 2018).

Topraksız tarımda yetiştirilen ürünlerin kontrollü bir şekilde besin maddesi konsantrasyonlarının dengeli olarak ayarlanması bitkinin verimini kaliteli hale getirip birim alana düşen ürün miktarını arttırır. Ülkemizde de bu şekilde yapılan tarımın yaygınlaşması topraksız tarım kültürünün gelişimine katkı sağlayacaktır. Ama yapılan bu sistem kolay olmamakla birlikte bilgi sahibi olmayı da gerektirmektedir. Bu sistem ilk bakışta çok masraflı ve zahmetli görünse de yapılan üretimin sonunda elde edilen verim, ürün miktarı ve hastalık ve zararlılara karşı riskin az olması avantajını sağlamaktadır (Çelikel, 1999).

Yapılan bir makalede farklı biber çeşitlerinin azot konsantrasyonları incelendiğinde, I. yılda en yüksek azotun % 3,97 N ile Doğal sarı sivri çeşitinde olduğu belirlenmiştir. Bunu ise % 2,96 N ile Demre sivrisi, % 2,92 N ile Doğal çarliston çeşitleri takip etmiştir. I. yılda olduğu gibi II. yılda da en yüksek azot değeri % 2,77 N ile yine Doğal sarı sivri çeşitinde, en düşük ise % 2,09 N ile yine Doğal çarliston çeşitinde tespit edilmiştir. Fosfor konsantrasyonunda ise her iki yılda da Demre sivrisi çeşiti en yüksek konsantrasyona sahip olmuştur (sırasıyla % 0,371 ve % 0,287 P). En düşük ise I. yılda % 0,254 P, II. yılda % 0,255 P ile Doğal çarliston çeşitinde belirlenmiştir. Bitkilerin potasyum konsantrasyonu incelendiğinde, azotta olduğu gibi I. yılda % 4,62 K, II. yılda % 3,05 K ile en yüksek Doğal sarı sivri çeşitinde belirlenmiştir. Ancak her iki yılda da biber bitkilerinin potasyum konsantrasyonunda istatistiki açıdan farklılık bulunamamıştır ($p > 0,05$). Çimrin ve ark., (2000) azotlu (amonyum sülfat formunda ve 0, 8, 16, 24 kg Nda^{-1} dozlarda) ve fosforlu (triple süper fosfat formunda ve 0, 12, 24 kg $P_2O_5da^{-1}$ dozlarda) gübrelemenin sarı sivri biberin (*Capsicum annuum L.*) meyve ve yapraktaki besin elementleri içeriğine etkisini araştırmış oldukları çalışmada, hasat dönemi başlangıcında besin elementi içeriğinde azotlu gübre uygulaması ile % 3,10 - % 3,97 N, % 0,28 - % 30 P, % 4,60 - % 5,03 K, % 2,59 - % 2,83 Ca, % 1,10 - % 1,17 arasında Mg, fosforlu gübre uygulaması ile % 3,5 - % 3,7 N,

% 0,26 - % 0,31 P, % 4,80 - % 4,96 K, % 2,61 - % 2,82 Ca, % 1,11 - % 1,18 arasında Mg içeriklerinin değiştiğini bildirmişlerdir.

Bitkilerin kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonları bakımından, I.yılda hem kalsiyum hem de magnezyum konsantrasyonlarında en yüksek değer Doğal sarı sivri çeşidinde belirlenmiştir (sırasıyla % 0,22 Ca ve % 0,79 Mg). Her iki elementte de sırasıyla Demre sivrisi (% 0,20 Ca ve % 0,77 Mg) ve Doğal çarliston çeşitleri takip etmiştir (% 0,17 Ca ve % 0,75 Mg). II. Yılda ise en yüksek kalsiyum konsantrasyonu % 0,57 Ca ile Doğal çarliston, magnezyum konsantrasyonu ise % 0,86 Mg ile Doğal sarı sivri çeşidinde saptanmıştır. Magnezyum konsantrasyonunda çeşitler arasında istatistiki olarak fark bulunamamıştır.

Araştırmada biber çeşitlerinden Doğal sarı sivri demir, çinko ve mangan konsantrasyonları bakımından I. Yılda diğer çeşitlere göre öne çıkan çeşit olmuştur. Demir konsantrasyonu 191,1 mg/kg^{-1} Fe, çinko konsantrasyonu 101,3 mg/kg^{-1} Zn ve mangan konsantrasyonu 36,1 mg/kg^{-1} Mn olarak belirlenmiştir. Bakır konsantrasyonunda ise Demre sivrisi 56,2 mg/kg^{-1} Cu ile öne çıkan çeşit olmuştur. II.yılda ise en yüksek demir konsantrasyonu 214,2 mg/kg^{-1} ile Doğal çarliston, en yüksek çinko, mangan ve bakır konsantrasyonları sırasıyla 95,3 mg/kg^{-1} Zn, 116,1 mg/kg^{-1} Mn ve 59,3 mg/kg^{-1} Cu ile Doğal sarı sivri çeşitinde belirlenmiştir. Araştırmada biber bitkilerinin mikroelement konsantrasyonları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, her iki yılda da genel olarak Doğal sarı sivri çeşitinin diğer çeşitlere göre daha fazla mikroelement konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Farklı dozlarda azot ve fosforlu gübrelemenin sarı sivri biberin yaprak besinelementlerine etkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada, hasat başı ve hasat sonu ortalama mikroelement konsatrasyonlarının; hasat başında 216 mg/kg^{-1} Fe, 39 mg/kg^{-1} Zn, 12 mg/kg^{-1} Cu ve 162 mg/kg^{-1} Mn, hasat sonunda 249 mg/kg^{-1} Fe, 52 mg/kg^{-1} Zn, 21 mg/kg^{-1} Cu ve 164 mg/kg^{-1} Mn olduğu rapor edilmiştir (Çimrin ve ark., 2000). Kadan ve ark. (2020) geçici stres dönemi ve sonrasında biber fidelerinin (Çarliston (*Capsicum annuum* L./tatlı) ve Acı çiçek (*Capsicum frutescens* L./acı) mikroelement alımını araştırmış oldukları çalışmada kontrol grubunda bulunan çarliston biberinin stres

öncesinde (0.gün) demir konsantrasyonunun 33,23 µgmg-1 T.A., bakır konsantrasyonunun 1,62 µgmg^{-1} T.A., çinko 8,68 µgmg^{-1} T.A. vemangan 36,84 µgmg^{-1} T.A.olduğunu bildirmişlerdir.

Çakmak ve ark. (1997) ile Torun ve ark. (2000) tarafından yürütülen çalışmalarda tahıl türlerinin ve çeşitlerinin Zn noksanlığına karşı dayanıklılıkta bitkinin yeşil aksamdaki Zn konsantrasyonun önemli olmadığı buna karşılık bitkinin toplam Zn miktarının önemli olduğu saptanmıştır. Benzer bulgular biber gruplarıyla yapılan çalışmada da elde edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Deneme Yeri ve Yılı

Çalışma 2023 yılı Eylül ayında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde yer alan Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde konumlanmış olan Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalına ait araştırma serasında yürütülmüştür. Biber çeşitlerinden Çarliston tohumları viollere konulan perlit materyalinde çimlendirilmiştir. Fide çıkışlarının gözlenmesini müteakip perlit ortamına bitki besin çözeltisinin en düşük dozu yarım doz olarak uygulanmıştır. Yaklaşık 15 günlük fide dönemi sonrası biber bitkileri her biri 4'er bitki kapasitesine sahip ve birbirine bağlanmış üç paralel kanaldan oluşan hidroponik sisteme aktarılmıştır. Her sistem kendi bünyesinde bir çözelti tankı (50 L), bir pompa ve 12 adet bitkiden oluşan 3 kanala sahiptir. Denemede, 16 farklı sistemde yetiştirilen biber bitkilerine vejetasyon dönemi boyunca (6, 8, 10, 12 µM) azot (N); (2, 4 µM) Kalsiyum (Ca) ve (6, 8 µM) potasyum (K) dozlarının yer aldığı 16 ayrı besin çözeltisi uygulanmıştır. Vejetasyon dönemi boyunca çözeltilerin yenilenmesi 3-4 günlük aralıklarla yapılmıştır. Çalışmada herhangi bir ilaçlama yapılmamıştır. Denemede kullanılan çözeltilere ait kimi bilgiler Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede yer alan besin çözeltilerine ait kimi bilgiler

Besin elementleri	Çözeltideki konsantrasyonları (mM)	Element kaynakları
N	6-8-10-12	KNO_3, HNO_3, $Ca(NO_3)_2\,4H_2O$, NH_4NO_3
P	2	K_2HPO_4, KH_2PO_4
K	6-8	K_2HPO_4, KH_2PO_4, KNO_3
Ca	2-4	$Ca(NO_3)_2\,4H_2O$, $Ca(OH)_2$
Mg	2	$MgSO_4 7H_2O$, MgO
S	2	$MgSO_4\,7H_2O$
	(µM)	
Mo	0,035	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$
Fe	120	Fe-şelat
Cu	1	$CuSO_4\,5H_2O$
Zn	4	$ZnSO_4\,7H_2O$
Mn	5	$MnSO_4 4H_2O$
B	10	H_3BO_3
Cl	0,1	NaCl
Na	0,1	NaCl

Uygulanan dozlara göre kaynakları ve miktarları değişerek hazırlanan çözeltilerin reaksiyonları (pH) 6,86 – 9,10 arasında değişmiş, elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin ise 1230 – 1938µS cm^{-1} arasında olduğu belirlenmiştir. Hazırlanmış olan çözeltilerin pH ve EC ölçümleri Çizelge 3.2'de sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Çözeltilerin pH ve EC değerleri

Besin Çözeltileri	Ortalama pH	Ortalama EC µS cm^{-1}
6 6 2	7,74	1288
8 6 2	7,04	1364
10 6 2	7,02	1413
12 6 2	6,89	1567
6 6 4	8,51	1241
8 6 4	8,11	1230
10 6 4	7,44	1506
12 6 4	6,86	1645
6 8 2	8,26	1306
8 8 2	7,72	1459
10 8 2	7,58	1538
12 8 2	7,37	1678
6 8 4	9,10	1395
8 8 4	8,81	1502
10 8 4	7,79	1709
12 8 4	6,87	1938

Bitkiler 40 günlük gelişim sonunda kök üstü kısımlarından kesilmek suretiyle hasat edilmiş, biber gövde ve kökleri polietilen torbalar içerisinde laboratuvara taşınarak musluk suyu ve saf suda yıkanmaları sağlanmıştır. Sonrasında bitki örneklerinin 70°C'de hava sirkülasyonuna sahip kurutma fırınında (Nuve KD 400, Türkiye) yaklaşık 72 saat kadar nem içermeyecek duruma gelinceye kadar kurutulmaları sağlanmıştır. Bitkilerin kuru madde ile kaldırdığı besin elementi miktarları belirlenmesinde bitki örneklerinin kuru ağırlık ortalamaları alınmıştır. Tartımı tamamlanan örneklerin 0,5 mm'lik elek çapından geçebilecek boyuta gelmeleri için değirmende (Foss CT 193 Cyclotec, Danimarka) öğütülmeleri yapılmış ve analiz aşamasına kadar polietilen torbalarda muhafaza edilmiştir.

3.2. Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler

Bitki analizlerine ait yöntemler alt bölümde açıklanmıştır.

3.2.1. Bitki örneklerinin kuru yakma yöntemine göre yakılması

Bitki örneklerinden 0,5'er gram tartılarak porselen krozelere konulmuştur. Tartılan örneğin üzerine %5'lik etil alkol-sülfürik asit karışımından 1 mL ilave edilmiştir. Alkole batırılan cam baget, çakmak yardımıyla örneklerin ön yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Ön yakma işlemi sonrası örnekler kül fırınına yerleştirildikten sonra sıcaklık yavaş yavaş arttırılarak örneklerin tüm gün 550°C'de yanmaları sağlanmıştır. Homojen beyaz-gri rengini alan örneklerin üzerine 3N HCl'den 4mL ilave edilip hot plate üzerine yerleştirilmiştir. Örnekler bir miktar ısındıktan sonra 50 mL balon jojelere yıkanarak saf su ile çizgisine kadar tamamlanmıştır. Örneklerin falkon tüplere mavi bant filtre kağıdı yardımıyla süzülmeleri sağlanarak, okumaya hazır hale getirilmiştir. Okuma yapılıncaya kadar serin ve gölge bir ortamda muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Toplam azot (N)

Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. yakma cihazında "Buchi K-437" yakma tuzu ve konsantre sülfürik asit yardımıyla 380°C'de yakılan örneklerin damıtılması ise "Buchi K-350" model damıtma cihazı ile yapılmış, sonrasında oluşan destilat 0,1 N sülfürik asit geri titrasyonu sonrasında oluşan sarfiyat formülde hesaplanarak belirlenmiştir (Bremner, 1965).

3.2.3. Toplam fosfor (P)

Kuru yakma sonrası süzüklerin ICP–OES "Perkin Elmer Optima 2100" model cihazda okunmasından sonra hesaplanmıştır (Hanlon, 1998).

3.2.4. Toplam sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg)

Kuru yakma sonrası süzükler Flame fotometre cihazında "Ependorf Elex 6361" okunarak belirlenmiştir (Horneck ve Hanson, 1998).

3.2.5. Toplam demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn)

Kuru yakılan örneklerden elde edilen süzükler ICP–OES cihazında "Perkin Elmer Optima 2100 model" okunmuş ve konsantrasyonları belirlenmiştir (Hanlon, 1998).

3.2.6. Toplam bor (B)

Toplam bor miktarı, kuru yakma sonrası elde edilen süzükler ICP–OES cihazında "Perkin Elmer Optima 2100" okunmuştur (Çelik ve ark., 2017).

3.3. Bitki Kuru Maddesi ile Kaldırılan Element Miktarlarının Hesaplanması

Bitkilerde yapılan analizler sonucunda elementlere ait ortaya çıkan konsantrasyon değerleri denemeden sağlanan ortalama kuru ağırlıklarla oranlanarak her deneme konusu için bitkilerin kuru madde ile kaldırmış olduğu bitki besin elementi miktarları ayrı ayrı bulunmuştur.

3.4. İstatistiksel Analiz

Üç tekerrürlü olarak yürütülmüş olan denemeden sağlanan verilerin istatistiksel analizleri tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir. Deneme sonrası elde edilen kuru madde verimi, elementlerin konsantrasyonu ve kaldırılan miktarlarına ait değerlerin varyans analizleri ve Asgari Önemli Fark (AÖF) değerlendirmesinde Minitab istatistik programının 17.1.0.1 sürümü kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Su kültürü ortamına azot, potasyum ve kalsiyum dozlarının farklı kombinasyonlarının uygulanması ile yürütülen denemeden elde edilen; gövde ve kök kuru ağırlığı, bitki besin elementi içerikleri ve biber bitkilerinin kaldırdığı besin elementi miktarlarına ait tüm bulgular ve değerlendirmeler başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

4.1. Kuru Ağırlık

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi tabloları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Yeşil aksam kuru ağırlık varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	12672,811	4224,270	61.892**	2,904	4,470
	B	1	989,266	989,266	14,949**	4,152	7,510
	A*B	3	671,232	223,744	3,278*	2,904	4,470
	C	1	1106,400	1106,400	16,210**	4,152	7,510
	A*C	3	996,156	332,052	4,865**	2,904	4,470
	B*C	1	52,104	52,104	0.763öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	1096,874	365,625	5,357**	2,904	4,470
	Hata	32	2184,068	68,252			
	Genel	47	19768,910	420,615			

A: Azot Dozları — öd.: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Çizelge 4.2. Kök kuru ağırlığına ait varyans analiz tablosu

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	1544,596	514,865	62,245**	2,904	4,470
	B	1	89,653	89,653	10,839**	4,152	7,510
	A*B	3	58,053	19,351	2,339öd	2,904	4,470
	C	1	137,634	137,634	16,639**	4,152	7,510
	A*C	3	102,763	34,254	4,141*	2,904	4,470
	B*C	1	0,725	0,725	0,088öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	122,430	40,810	4,934**	2,904	4,470
	Hata	32	264,689	8,272			
	Genel	47	2320,544	49,373			

A: Azot Dozları — öd.: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Yeşil aksam kuru ağırlığına; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile azot x kalsiyum ve üçlü interaksiyon etkisi istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde, azot x potasyum interaksiyonu arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunmuş; potasyum x kalsiyum arasındaki etkinin önemli çıkmadığı görülmüştür (Çizelge 4.1).

Kök kuru ağırlığına; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile üçlü interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde, azot x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 olasılık düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.2).

Azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kuru ağırlığının arttığı görülmüş en yüksek (65,55 g) N4 uygulamasından, en düşük (21,88 g) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kuru ağırlığının azaldığı görülmüş en yüksek (48,03 g) Ca1 uygulamasından, en düşük (38,43 g) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kuru ağırlığının azaldığı görülmüş en yüksek kuru ağırlık (47,77 g) K1 uygulamasından, en düşük (38,69 g) K2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kuru ağırlık (66,24 g) N4K2 uygulamasından, en düşük kuru ağırlık ise (18,04 g) N1K2 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.3).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kuru ağırlık (65,70 g) N4Ca2 uygulamasından, en düşük kuru ağırlık ise (20,74 g) N1Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kuru ağırlık (70,26 g) N3K1Ca1 uygulamasında, en düşük kuru ağırlık ise (8,40 g) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Yeşil aksam kuru ağırlığı

Yeşil aksam kuru ağırlığı (g)													
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**											
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	18,38	a	C	50,74	a	B	70,26	a	A	66,75	a	AB	51,53
	K2	27,67	a	C	34,67	a	BC	51,73	b	AB	64,06	a	A	44,53
	Ort	**23,03**	**a**	**C**	**42,70**	**a**	**B**	**61,00**	**a**	**A**	**65,41**	**a**	**A**	**48,03 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	33,07	a	B	41,00	a	B	39,91	a	B	62,97	a	A	44,01
	K2	8,40	b	C	16,98	b	C	37,59	a	B	68,42	a	A	32,85
	Ort	**20,74**	**a**	**C**	**28,54**	**b**	**BC**	**38,75**	**b**	**B**	**65,70**	**a**	**A**	**38,43 b**
Genel ortalama		**21,88**		**D**	**35,62**		**C**	**49,87**		**B**	**65,55**		**A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**												
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	18,38	a	C	50,74	a	B	70,26	a	A	66,75	a	AB	51,53
	Ca2	33,07	a	B	41,00	a	B	39,91	b	B	62,97	a	A	44,01
	Ort	**25,73**	**a**	**C**	**45,42**	**a**	**B**	**55,08**	**a**	**B**	**64,86**	**a**	**A**	**47,77 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	27,67	a	C	34,67	a	BC	51,73	a	AB	64,06	a	A	44,53
	Ca2	8,40	b	C	16,98	a	C	37,59	a	B	68,42	a	A	32,85
	Ort	**18,04**	**a**	**C**	**25,82**	**b**	**C**	**44,66**	**b**	**B**	**66,24**	**a**	**A**	**38,69 b**
Genel ortalama		**21,88**		**D**	**35,62**		**C**	**49,87**		**B**	**65,55**		**A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	9,236	$NxK_{AÖF\ p<0,05}$	9,723	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	6,531	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	6,531	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	13,062	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	18,472			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kuru ağırlığının arttığı görülmüş en yüksek kuru ağırlık (22,27 g) N4 uygulamasından, en düşük (7,02 g) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.4).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kuru ağırlığının azaldığı görülmüş en yüksek kuru ağırlık (16,33 g) Ca1 uygulamasından, en düşük (12,94 g) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.4).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kuru ağırlığının azaldığı görülmüş en yüksek kuru ağırlık (16,00 g) K1 uygulamasından, en düşük (13,27 g) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.4).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kuru ağırlık (22,40 g) N4K2 uygulamasında, en düşük kuru ağırlık ise (5,66 g) N1K2 uygulamasında belirlenmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Kök kuru ağırlığı

Kök kuru ağırlığı (g)															
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**													
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**	
Ca 1 (2mM)	**K1**	7,18	a	C	16,52	a	B	23,57	a	A	23,03	a	AB	17,57	
	K2	9,06	a	C	12,55	a	BC	17,88	b	AB	20,87	a	A	15,09	
	Ort	**8,12**	**a**	**C**	**14,54**	**a**	**B**	**20,72**	**a**	**A**	**21,95**	**a**	**A**	**16,33**	**a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	9,58	a	B	13,72	a	B	13,17	a	B	21,27	a	A	14,43	
	K2	2,27	b	C	5,77	b	C	13,85	a	B	23,93	a	A	11,45	
	Ort	**5,92**	**a**	**D**	**9,74**	**b**	**C**	**13,51**	**b**	**B**	**22,60**	**a**	**A**	**12,94**	**b**
Genel ortalama		**7,02**		**D**	**12,14**		**C**	**17,11**		**B**	**22,27**		**A**		

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**													
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**	
K1 (6 mM)	**Ca1**	7,18	a	C	16,52	a	B	23,57	a	A	23,03	a	AB	17,57	
	Ca2	9,58	a	B	13,72	a	B	13,17	a	B	21,27	a	A	14,43	
	Ort	**8,38**			**15,12**			**18,37**			**22,15**			**16,00**	**a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	9,06	a	C	12,55	a	BC	17,88	b	AB	20,87	a	A	15,09	
	Ca2	2,27	b	C	5,77	b	C	13,85	a	B	23,93	a	A	11,45	
	Ort	**5,66**			**9,16**			**15,86**			**22,40**			**13,27**	**b**
Genel ortalama		**7,02**		**D**	**12,14**		**C**	**17,11**		**B**	**22,27**		**A**		

$N_{AÖF\ p<0,01}$	3,215	$NxK_{AÖF}$	öd	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	2,274	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	2,274	$NxCa_{AÖF\ p<0,05}$	3,385	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	6,430			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kuru ağırlık (22,60 g) N4Ca2 uygulamasında, en düşük kuru ağırlık ise (5,92 g) N1Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kuru ağırlık (23,93 g) N4K2Ca2 uygulamasında, en düşük kuru ağırlık ise (2,27 g) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Cemal Aras (2022), yaptığı araştırmada 60 ºC'de kurutulan biber numunelerinde, taze ve diğer kurutulmuş numunelere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek kuru madde oranı saptanmıştır. Halka seklinde kurutulan biberler (% 87,06), küp şeklinde kurutulan biberlere (% 84,37) nazaran daha yüksek kuru madde oranı sergilemiştir. Diğer kurutulmuş biber örneklerinde de (60 ºC ve 70 ºC) halka kesimin küp kesime göre daha yüksek oranda kuru madde sergilediği tespit edilmiştir. Diğer taraftan, en düşük kuru madde miktarı ise 70 ºC'de kurutulan numunelerde elde edilmiştir. Kurutulmuş biber örneklerinin tümü, halka veya küp şeklinde ya da 50, 60 ve 70 ºC'de kurutulan örnekler fark etmeksizin taze biber örneklerine göre kuru madde miktarında önemli bir yükselme gözlenmiştir.

4.2. Biber Bitkisinin İçerdiği Kimi Bitki Besin Elementi Miktarları

4.2.1. Azot içeriği

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök azot içeriği varyans analizi Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de sunulmuştur.

Yeşil aksam azot içeriğine; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Kök azot içeriğine; azot dozlarının etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuş; diğer faktörlerle interaksiyonlarının etkisi ise önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Yeşil aksam azot içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	0,816	0,272	18,385**	2,904	4,470
	B	1	0,373	0,373	25,194**	4,152	7,510
	A*B	3	0,508	0,169	11,447**	2,904	4,470
	C	1	2,935	2,935	198,390**	4,152	7,510
	A*C	3	0,218	0,073	4,910**	2,904	4,470
	B*C	1	0,536	0,536	36,194**	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,226	0,075	5,085**	2,904	4,470
	Hata	32	0,473	0,015			
	Genel	47	6,085	0,129			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Çizelge 4.6. Kök azot içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	0,844	0,281	3,513*	2,904	4,470
	B	1	0,193	0,193	2,405öd	4,152	7,510
	A*B	3	0,435	0,145	1,809öd	2,904	4,470
	C	1	0,323	0,323	4,040öd	4,152	7,510
	A*C	3	0,518	0,173	2,158öd	2,904	4,470
	B*C	1	0,009	0,009	0,113öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,128	0,043	0,534öd	2,904	4,470
	Hata	32	2,562	0,080			
	Genel	47	5,012	0,107			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam azot içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek azot içeriği (% 3,34) N4 uygulamasından, en düşük (% 3,00) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam azot içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek azot içeriği (% 3,43) Ca1 uygulamasından, en düşük (% 2,93) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam azot içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek azot içeriği (% 3,27) K1 uygulamasında, en düşük (% 3,09) K2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek azot içeriği (% 3,40) N4K2 uygulamasından, en düşük azot içeriği ise (% 2,78) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Yeşil aksam azot içeriği

Yeşil aksam azot içeriği (%)																
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**														
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**		
Ca 1 (2mM)	**K1**	3,74	a	A	3,62	a	AB	3,66	a	AB	3,46	a	B	3,62	a	
	K2	2,98	b	B	3,04	b	B	3,35	b	A	3,56	a	A	3,23	b	
	Ort	**3,36**	**a**	**A**	**3,33**	**a**	**A**	**3,51**	**a**	**A**	**3,51**	**a**	**A**	**3,43**	**a**	
Ca 2 (4mM)	**K1**	2,72	a	C	2,80	a	BC	3,05	a	AB	3,09	a	A	2,92	a	
	K2	2,57	a	B	2,98	a	A	3,00	a	A	3,25	a	A	2,95	a	
	Ort	**2,65**	**b**	**C**	**2,89**	**b**	**B**	**3,02**	**b**	**AB**	**3,17**	**b**	**A**	**2,93**	**b**	
Genel ortalama		**3,00**		**B**	**3,11**		**B**	**3,26**		**A**	**3,34**		**A**			

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**														
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**		
K1 (6 mM)	**Ca1**	3,74	a	A	3,62	a	AB	3,66	a	AB	3,46	a	B	3,62	a	
	Ca2	2,72	b	C	2,80	b	BC	3,05	b	AB	3,09	b	A	2,92	b	
	Ort	**3,23**	**a**	**A**	**3,21**	**a**	**A**	**3,35**	**a**	**A**	**3,28**	**a**	**A**	**3,27**	**a**	
K2 (8 mM)	**Ca1**	2,98	a	B	3,04	a	B	3,35	a	A	3,56	a	A	3,23	a	
	Ca2	2,57	b	B	2,98	a	A	3,00	b	A	3,25	b	A	2,95	b	
	Ort	**2,78**	**b**	**C**	**3,01**	**b**	**B**	**3,18**	**a**	**B**	**3,40**	**a**	**A**	**3,09**	**b**	
Genel ortalama		**3,00**		**B**	**3,11**		**B**	**3,26**		**A**	**3,34**		**A**			

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,136	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	0,192	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	0,096	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,136	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	0,096	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,192	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,272			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek azot içeriği (% 3,51) N3Ca1 ve N4Ca1 uygulamasından, en düşük azot içeriği ise (% 2,65) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek azot içeriği (% 3,74) N1K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük azot içeriği ise (% 2,57) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök azot içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek (% 4,29) N4 uygulamasında, en düşük (% 3,94) N2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Kök azot içeriği

Kök azot içeriği (%)									
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	4,25		3,88		4,35		4,47	4,24
	K2	4,03		3,84		4,16		4,52	4,14
	Ort	**4,14**		**3,86**		**4,26**		**4,50**	**4,19**
Ca 2 (4mM)	**K1**	4,23		4,02		4,13		4,02	4,10
	K2	3,60		4,01		4,05		4,13	3,95
	Ort	**3,92**		**4,02**		**4,09**		**4,07**	**4,03**
Genel ortalama		**4,03**	**B**	**3,94**	**B**	**4,17**	**AB**	**4,29**	**A**

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	4,25		3,88		4,35		4,47	4,24
	Ca2	4,23		4,02		4,13		4,02	4,10
	Ort	**4,24**		**3,95**		**4,24**		**4,25**	**4,17**
K2 (8 mM)	**Ca1**	4,03		3,84		4,16		4,52	4,14
	Ca2	3,60		4,01		4,05		4,13	3,95
	Ort	**3,82**		**3,93**		**4,11**		**4,33**	**4,04**
Genel ortalama		**4,03**	**B**	**3,94**	**B**	**4,17**	**AB**	**4,29**	**A**

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,235	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	öd	N	Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	öd	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	öd	K	Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	öd	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	öd	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	öd				

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Biber yapraklarında en uygun azot içeriği kuru maddede % 3,7'olarak ifade edilmiş ve azotlu gübreleme ile biberin yaprak fosfor içeriğinin doğru orantılı olarak artmakta olduğu belirtilmiştir (Knavel, 1977'e atfen Kasap ve ark., 1996). Yüksek azot uygulamaları ile biber yapraklarında P, Ca, Cu, Zn ve Mn miktarlarında azalış tespit edilmiştir (Ehrendorfer, 1964, Haddock ve ark., 1957, Fleming ve Delanay, 1961, Thiel ve Finc, 1973, Robson ve Rauter, 1981, Camp, 1945, Ozanne, 1955, Turan ve Yürür, 1978'e atfen Kasap ve ark., 1996).

Bozkurt ve ark., (2000), artan azot dozlarının verim, yaprak ve meyvede makro ve mikro besin elementleri içeriklerini incelemiş azot içeriklerini % 2,99-3,70 aralığında belirlemiştir.

Yapılan bir makalede farklı biber çeşitlerinin azot konsantrasyonları incelendiğinde, I. yılda % 2,92 N Doğal çarliston verileri elde edilmiştir. II. yılda azot değeri en düşük % 2,09 N ile yine Doğal çarliston çeşitinde tespit edilmiştir.

Biber bitkisinde belirlenen azot içeriğinin % 3,00-3,49 aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, azot yeter sınırının % 3,50-5,00 olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Çalışmamızdan elde ettiğimiz azot verileri %2,57-3,74 arasında değişmekte olup bulduğumuz sonuçlar tüm kök üstü aksamı kapsaması ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

4.2.2. Fosfor içeriği

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök fosfor içeriği varyans analizi Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'de sunulmuştur.

Yeşil aksam fosfor içeriğine; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Kök fosfor içeriğine; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.9. Yeşil aksam fosfor içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	0,079	0,026	27,372**	2,904	4,470
	B	1	0,053	0,053	55,078**	4,152	7,510
	A*B	3	0,021	0,007	7,334**	2,904	4,470
	C	1	0,380	0,380	397,231**	4,152	7,510
	A*C	3	0,029	0,010	10,187**	2,904	4,470
	B*C	1	0,038	0,038	39,706**	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,013	0,004	4,592**	2,904	4,470
	Hata	32	0,031	0,001			
	Genel	47	0,643	0,014			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Çizelge 4.10. Kök fosfor içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	0,595	0,198	74,446**	2,904	4,470
	B	1	0,480	0,480	180,141**	4,152	7,510
	A*B	3	0,045	0,015	5,646**	2,904	4,470
	C	1	1,408	1,408	528,291**	4,152	7,510
	A*C	3	0,120	0,040	15,048**	2,904	4,470
	B*C	1	0,130	0,130	48,866**	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,208	0,069	26,073**	2,904	4,470
	Hata	32	0,085	0,003			
	Genel	47	3,072	0,065			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam fosfor içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek (% 0,47) N4 uygulamasından, en düşük (% 0,36) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam fosfor içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek (% 0,50) Ca1 uygulamasından, en düşük (% 0,32) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam fosfor içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek (% 0,44) K1 uygulamasından, en düşük (% 0,38) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek (% 0,48) N4K1 uygulamasından, en düşük (% 0,30) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek fosfor içeriği (% 0,53) N4Ca1 uygulamasından, en düşük ise (% 0,24) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Yeşil aksam fosfor içeriği

Yeşil aksam fosfor içeriği (%)																	
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**															
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**		
Ca 1 (2mM)	**K1**	0,56	a	A	0,56	a	A	0,54	a	A	0,58	a	A	0,56		a
	K2	0,41	b	B	0,41	b	B	0,44	b	AB	0,48	b	A	0,44		b
	Ort	**0,49**	**a**	**A**	**0,49**	**a**	**A**	**0,49**	**a**	**A**	**0,53**	**a**	**A**	**0,50**		**a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	0,29	a	B	0,27	a	B	0,36	a	A	0,37	b	A	0,33		a
	K2	0,19	b	C	0,30	a	B	0,32	a	B	0,45	a	A	0,32		a
	Ort	**0,24**	**b**	**C**	**0,29**	**b**	**C**	**0,34**	**b**	**B**	**0,41**	**b**	**A**	**0,32**		**b**
Genel ortalama		**0,36**		**C**	**0,39**		**BC**	**0,42**		**B**	**0,47**		**A**			

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**															
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**		
K1 (6 mM)	**Ca1**	0,56	a	A	0,56	a	A	0,54	a	A	0,58	a	A	0,56		a
	Ca2	0,29	b	B	0,27	b	B	0,36	b	A	0,37	b	A	0,33		b
	Ort	**0,43**	**a**	**AB**	**0,42**	**a**	**B**	**0,45**	**a**	**AB**	**0,48**	**a**	**A**	**0,44**		**a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	0,41	a	B	0,41	a	B	0,44	a	AB	0,48	a	A	0,44		a
	Ca2	0,19	b	C	0,30	b	B	0,32	b	B	0,45	a	A	0,32		b
	Ort	**0,30**	**b**	**C**	**0,35**	**b**	**B**	**0,38**	**b**	**B**	**0,47**	**a**	**A**	**0,38**		**b**
Genel ortalama		**0,36**		**C**	**0,39**		**BC**	**0,42**		**B**	**0,47**		**A**			

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,035	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	0,049	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	0,024	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,035	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	0,024	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,049	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,069			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek (% 0,56) K1Ca1 uygulamasından, en düşük ise (% 0,32) K2Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek fosfor içeriği (% 0,58) N4K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük (% 0,19) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök fosfor içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek fosfor içeriği (% 0,89) N4 uygulamasından, en düşük (% 0,60) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök fosfor içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek (% 0,90) Ca1 uygulamasından, en düşük (% 0,56) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök fosfor içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek (% 0,83) K1 uygulamasından, en düşük (% 0,63) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek fosfor içeriğinin (% 0,94) N4K1 uygulamasından, en düşük ise (% 0,47) N1K2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.12).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek fosfor içeriğinin (% 0,99) N4Ca1 uygulamasından, en düşük ise (% 0,36) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu interaksiyonu incelendiğinde en yüksek fosfor içeriği (% 1,05) K1Ca1 uygulamasından, en düşük (% 0,51) K2Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek fosfor içeriği (% 1,18) N3K1Ca1 uygulamasında, en düşük (% 0,17) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Kök fosfor içeriği

Kök fosfor içeriği (%)					
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**			
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	0,91 a B	0,98 a B	1,18 a A	1,14 a A	1,05 a
	K2	0,78 b A	0,63 b B	0,75 b A	0,84 b A	0,75 b
	Ort	**0,84 a B**	**0,80 a B**	**0,96 a A**	**0,99 a A**	**0,90 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	0,55 a BC	0,50 a C	0,63 a AB	0,74 a A	0,60 a
	K2	0,17 b C	0,48 a B	0,55 a B	0,83 a A	0,51 b
	Ort	**0,36 b D**	**0,49 b C**	**0,59 b B**	**0,78 b A**	**0,56 b**
Genel ortalama		**0,60 C**	**0,65 C**	**0,78 B**	**0,89 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	0,91 a B	0,98 a B	1,18 a A	1,14 a A	1,05 a
	Ca2	0,55 b BC	0,50 b C	0,63 b AB	0,74 b A	0,60 b
	Ort	**0,73 a B**	**0,74 a B**	**0,90 a A**	**0,94 a A**	**0,83 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	0,78 a A	0,63 a B	0,75 a A	0,84 a A	0,75 a
	Ca2	0,17 b C	0,48 b C	0,55 b B	0,83 a A	0,51 b
	Ort	**0,47 b D**	**0,56 b C**	**0,65 b B**	**0,83 b A**	**0,63 b**
Genel ortalama		**0,60 C**	**0,65 C**	**0,78 B**	**0,89 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,058	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	0,082	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	0,041	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,058	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	0,041	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,082	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,115			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Araştırmalara göre fosforun bitkilerin veriminde artış sağladığı tespit edilmiştir (Helvacı, 2006; Gök, 2007). Fosforun, bitkinin büyümesi için önemli olduğu ancak bitkiler tarafından topraktaki alımının zayıf olmasından kaynaklı tarımda sağlıklı verim elde etmede sınırlayıcı bir faktör olduğu bildirilmiştir (Smit ve ark., 2009).

Bozkurt ve ark., (2000), artan azot dozlarının verim, yaprak ve meyvede makro ve mikro besin elementleri içeriklerini incelemiş fosfor içeriklerini % 0,23-0,27 aralığında belirlemiştir.

Yapılan makale çalışmasından elde edilen verilere göre fosfor konsantrasyonunda her iki yılda da Demre sivrisi çeşiti en yüksek konsantrasyona sahip olmuştur (sırasıyla %

0,371 ve % 0,287 P). En düşük ise I. yılda % 0,254 P, II. yılda % 0,255 P ile Doğal çarliston çeşitinde belirlenmiştir.

Biber bitkisinde belirlenen fosfor içeriğinin % 0,18-0,21 aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, fosfor yeter sınırının % 0,22-0,70 olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Çalışmamızdan elde ettiğimiz fosfor verileri % 0,19-0,58 arasında değişmekte olup bulduğumuz sonuçların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olduğu, fosfor içeriğinin tüm besin elementi uygulamalarında belirlenen sınırlar içinde olduğu belirlenmiştir.

4.2.3. Potasyum içeriği

Artan dozlarda uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök potasyum içeriği varyans analizi Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14'te, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16'da sunulmuştur.

Yeşil aksam potasyum içeriğine; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile azot x potasyum, potasyum x kalsiyum interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunurken; azot x kalsiyum ve üçlü interaksiyon arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.13).

Kök potasyum içeriğine; azot ve kalsiyum dozları ile azot x potasyum, potasyum x kalsiyum interaksiyonlarının etkisi %1, azot x kalsiyum interaksiyonu %5 düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.14)

.

Çizelge 4.13. Yeşil aksam potasyum içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	3,965	1,322	15,267**	2,904	4,470
	B	1	1,216	1,216	14,047**	4,152	7,510
	A*B	3	4,066	1,355	15,656**	2,904	4,470
	C	1	0,711	0,711	8,208**	4,152	7,510
	A*C	3	0,650	0,217	2,503öd	2,904	4,470
	B*C	1	1,650	1,650	19,062**	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,591	0,197	2,274öd	2,904	4,470
	Hata	32	2,770	0,087			
	Genel	47	15,619	0,332			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam potasyum içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek (% 6,49) N3 uygulamasından, en düşük (% 5,73) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.14. Kök potasyum içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	1,995	0,665	16,889**	2,904	4,470
	B	1	0,006	0,006	0,143öd	4,152	7,510
	A*B	3	0,532	0,177	4,504**	2,904	4,470
	C	1	0,500	0,500	12,702**	4,152	7,510
	A*C	3	0,363	0,121	3,074*	2,904	4,470
	B*C	1	0,429	0,429	10,904**	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,215	0,072	1,817öd	2,904	4,470
	Hata	32	1,260	0,039			
	Genel	47	5,301	0,113			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam potasyum içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek (% 6,14) Ca2 uygulamasından, en düşük (% 5,89) Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam potasyum içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek (% 6,17) K2 uygulamasından, en düşük (% 5,86) K1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek potasyum içeriği (% 6,56) N3K1 uygulamasından, en düşük (% 18,04) N4K1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek potasyum içeriği (% 6,53) N3Ca1 uygulamasından, en düşük (% 5,45) N4Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Yeşil aksam potasyum içeriği

Yeşil aksam potasyum içeriği (%)										
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**								
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**	**Ortalama**	
Ca 1 (2mM)	**K1**	5,71		5,53		6,39		4,55	5,55	b
	K2	5,79		6,14		6,67		6,35	6,24	a
	Ort	**5,75**		**5,83**		**6,53**		**5,45**	**5,89**	**b**
Ca 2 (4mM)	**K1**	6,45		5,71		6,73		5,75	6,16	a
	K2	5,75		6,26		6,17		6,25	6,11	a
	Ort	**6,10**		**5,99**		**6,45**		**6,00**	**6,14**	**a**
Genel ortalama		**5,93**	**B**	**5,91**	**B**	**6,49**	**A**	**5,73**	**B**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**									
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**		**Ortalama**	
K1 (6 mM)	**Ca1**	5,71		5,53		6,39		4,55		5,55	b
	Ca2	6,45		5,71		6,73		5,75		6,16	a
	Ort	**6,08**	**a B**	**5,62**	**b B**	**6,56**	**a A**	**5,15**	**b C**	**5,86**	**b**
K2 (8 mM)	**Ca1**	5,79		6,14		6,67		6,35		6,24	a
	Ca2	5,75		6,26		6,17		6,25		6,11	a
	Ort	**5,77**	**a B**	**6,20**	**a AB**	**6,42**	**a A**	**6,30**	**a A**	**6,17**	**a**
Genel ortalama		**5,93**	**B**	**5,91**	**B**	**6,49**	**A**	**5,73**	**B**		

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,329	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	0,465	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	0,233	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,329	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	0,233	$NxCa_{AÖF}$	öd	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF}$	öd			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu interaksiyonu interaksiyonu incelendiğinde en yüksek (% 6,24) K2Ca1 uygulamasından, en düşük (% 5,55) K1Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16. Kök potasyum içeriği

Kök potasyum içeriği (%)									
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**		**Ortalama**	
Ca 1 (2mM)	**K1**	5,41		5,26		5,48		5,10		5,31	a
	K2	5,07		5,39		5,77		5,68		5,48	a
	Ort	**5,24 a B**		**5,33 a B**		**5,63 a A**		**5,39 a B**		**5,40 a**	
Ca 2 (4mM)	**K1**	5,15		5,03		5,64		5,38		5,30	a
	K2	4,88		4,67		5,48		5,32		5,09	a
	Ort	**5,01 a B**		**4,85 b B**		**5,56 a A**		**5,35 a A**		**5,19 b**	
Genel ortalama		**5,13 C**		**5,09 C**		**5,59 A**		**5,37 B**			

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**									
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**		**Ortalama**	
K1 (6 mM)	**Ca1**	5,41		5,26		5,48		5,10		5,31	a
	Ca2	5,15		5,03		5,64		5,38		5,30	a
	Ort	**5,28 a AB**		**5,15 a B**		**5,56 a A**		**5,24 a B**		**5,31**	
K2 (8 mM)	**Ca1**	5,07		5,39		5,77		5,68		5,48	a
	Ca2	4,88		4,67		5,48		5,32		5,09	b
	Ort	**4,98 a B**		**5,03 a B**		**5,63 a A**		**5,50 a A**		**5,28**	
Genel ortalama		**5,13 C**		**5,09 C**		**5,59 A**		**5,37 B**			

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,222	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	0,314	N	Azot
$K_{AÖF}$	öd	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,222	K	Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	0,157	$NxCa_{AÖF\ p<0,05}$	0,234	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF}$	öd				

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek potasyum içeriği (% 6,73) N3K1Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük (% 4,55) N4K1Ca1 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök potasyum içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek (% 5,59) N3 uygulamasından, en düşük (% 5,09) N2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.16).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök potasyum içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek (% 5,40) Ca1 uygulamasından, en düşük (% 5,19) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.16).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek potasyum içeriğinin (% 5,63) N3K2 uygulamasından, en düşük (% 4,98) N1K2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.16).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek potasyum içeriğinin (% 5,63) N3Ca1 uygulamasından, en düşük potasyum içeriği ise (% 4,85) N2Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.16).

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek potasyum içeriğinin (% 5,31) K1Ca1 uygulamasından, en düşük potasyum içeriği ise (% 5,09) K2Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.16).

Potasyum açısından yetersiz beslenen biberlerde gelişmenin gerilediği, verimin azaldığı belirtilmiştir. Orta seviyede gübreleme ile en yüksek verim elde edilebileceği K/N oranının bazı biber çeşitlerinde 1,28/1 olarak saptandığı ifade edilmiştir (Spaldon ve Ivanic, 1968).

Bozkurt ve ark., (2000), artan azot dozlarının verim, yaprak ve meyvede makro ve mikro besin elementleri içeriklerini incelemiş potasyum içeriklerini % 4,83-4,97 aralığında belirlemiştir.

Yapılan makale çalışmasında bitkilerin potasyum konsantrasyonu incelendiğinde, azotta olduğu gibi I. yılda % 4,62 K, II. yılda % 3,05 K ile en yüksek Doğal sarı sivri çeşitinde belirlenmiştir. Ancak her iki yılda da biber bitkilerinin potasyum konsantrasyonunda istatistiki açıdan farklılık bulunamamıştır ($p > 0,05$).

Biber bitkisinde belirlenen potasyum içeriğinin % 3,00-3,49 aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, potasyum yeter sınırının % 3,50-4,50, potasyum fazlalılık sınırı > 4,50 olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Çalışmamızdan elde ettiğimiz potasyum verileri % 4,55-6,67 arasında değişmekte olup bulduğumuz sonuçların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen

sonuçların elde ettiğimiz sonuçların belirlenen sınır değerlerinden yüksek olduğu, yapraklarda potasyum toksisitesinin görüldüğü belirlenmiştir.

4.2.4. Kalsiyum içeriği

Artan dozlarda uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kalsiyum içeriği varyans analizi Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20'de sunulmuştur.

Yeşil aksam kalsiyum içeriğine; azot dozu istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde önemli bulunurken diğer interaksiyonları arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Yeşil aksam kalsiyum içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	0,843	0,281	52,204**	2,904	4,470
	B	1	0,006	0,006	1,171öd	4,152	7,510
	A*B	3	0,024	0,008	1,466öd	2,904	4,470
	C	1	0,007	0,007	1,348öd	4,152	7,510
	A*C	3	0,046	0,015	2,853öd	2,904	4,470
	B*C	1	0,000	0,000	0,087öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,026	0,009	1,617öd	2,904	4,470
	Hata	32	0,172	0,005			
	Genel	47	1,125	0,024			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları
öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Kök kalsiyum içeriğine; azot, potasyum dozları ile azot x potasyum ve potasyum x kalsiyum interaksiyonları etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde, azot x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Kök kalsiyum içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kök	A	3	0,100	0,033	23,506**	2,904	4,470
	B	1	0,023	0,023	15,836**	4,152	7,510
	A*B	3	0,027	0,009	6,399**	2,904	4,470
	C	1	0,003	0,003	1,898öd	4,152	7,510
	A*C	3	0,014	0,005	3,229*	2,904	4,470
	B*C	1	0,018	0,018	12,937**	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,008	0,003	1,821öd	2,904	4,470
	Hata	32	0,046	0,001			
	Genel	47	0,238	0,005			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kalsiyum içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek kalsiyum içeriği (% 0,94) N2 uygulamasından, en düşük (% 0,66) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.19).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kalsiyum içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek kalsiyum içeriği (% 0,45) N4 uygulamasından, en düşük (% 0,32) N3 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.20).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kalsiyum içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek (% 0,40) K2 uygulamasından, en düşük (% 0,36) K1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.20).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kalsiyum içeriği (% 0,46) N4Ca2 uygulamasından, en düşük (% 0,31) N3Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.20).

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kalsiyum içeriği (% 0,43) K2Ca2 uygulamasında, en düşük (% 0,34) K1Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.19. Yeşil aksam kalsiyum içeriği

Yeşil aksam kalsiyum içeriği (%)									
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	0,72		0,94		0,75		0,90	0,83
	K2	0,70		0,88		0,64		0,98	0,80
	Ort	**0,72**		**0,91**		**0,70**		**0,94**	**0,82**
Ca 2 (4mM)	**K1**	0,62		0,94		0,70		0,94	0,80
	K2	0,59		1,01		0,63		0,90	0,78
	Ort	**0,61**		**0,97**		**0,67**		**0,92**	**0,79**
Genel ortalama		**0,66**	**B**	**0,94**	**A**	**0,68**	**B**	**0,93**	**A**

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	0,72		0,94		0,75		0,90	0,83
	Ca2	0,62		0,94		0,70		0,94	0,80
	Ort	**0,72**		**0,91**		**0,70**		**0,94**	**0,82**
K2 (8 mM)	**Ca1**	0,70		0,88		0,64		0,98	0,80
	Ca2	0,59		1,01		0,63		0,90	0,78
	Ort	**0,61**		**0,97**		**0,67**		**0,92**	**0,79**
Genel ortalama		**0,66**	**B**	**0,94**	**A**	**0,68**	**B**	**0,93**	**A**

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,082	$NxK_{AÖF}$	öd	N	Azot
$K_{AÖF}$	öd	$KxCa_{AÖF}$	öd	K	Potasyum
$Ca_{AÖF}$	öd	$NxCa_{AÖF}$	öd	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF}$	öd				

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Bozkurt ve ark., (2000), artan azot dozlarının verim, yaprak ve meyvede makro ve mikro besin elementleri içeriklerini incelemiş kalsiyum içeriklerini % 2,07-2,39 aralığında belirlemiştir.

Yapılan makale çalışmasında bitkilerin kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonları bakımından, I.yılda hem kalsiyum hem de magnezyum konsantrasyonlarında en yüksek değer Doğal sarı sivri çeşidinde belirlenmiştir (sırasıyla % 0,22 Ca ve % 0,79 Mg). Her iki elementte de sırasıyla Demre sivrisi (% 0,20 Ca ve % 0,77 Mg) ve Doğal çarliston çeşitleri takip etmiştir (% 0,17 Ca ve % 0,75 Mg). II. Yılda ise en yüksek kalsiyum konsantrasyonu % 0,57 Ca ile Doğal çarliston, magnezyum konsantrasyonu ise % 0,86

Mg ile Doğal sarı sivri çeşidinde saptanmıştır. Magnezyum konsantrasyonunda çeşitler arasında istatistiki olarak fark bulunamamıştır.

Çizelge 4.20. Kök kalsiyum içeriği

Kök kalsiyum içeriği (%)						
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	0,38	0,38	0,30	0,41	0,37 A
	K2	0,38	0,33	0,32	0,46	0,37 A
	Ort	**0,38 a B**	**0,36 b B**	**0,31 a C**	**0,44 a A**	**0,37**
Ca 2 (4mM)	**K1**	0,31	0,38	0,32	0,36	0,34 B
	K2	0,37	0,43	0,35	0,56	0,43 A
	Ort	**0,34 a C**	**0,40 a B**	**0,34 a C**	**0,46 a A**	**0,39**
Genel ortalama		**0,36 BC**	**0,38 B**	**0,32 C**	**0,45 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	0,38	0,38	0,30	0,41	0,37 A
	Ca2	0,31	0,38	0,32	0,36	0,34 A
	Ort	**0,35 a AB**	**0,38 a A**	**0,31 a B**	**0,39 b A**	**0,36 B**
K2 (8 mM)	**Ca1**	0,38	0,33	0,32	0,46	0,37 B
	Ca2	0,37	0,43	0,35	0,56	0,43 A
	Ort	**0,38 a B**	**0,38 a B**	**0,33 a B**	**0,51 a A**	**0,40 A**
Genel ortalama		**0,36 BC**	**0,38 B**	**0,32 C**	**0,45 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,042	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$ 0,060	N	Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	0,030	$KxCa_{AÖF\ p<0,05}$ 0,042	K	Potasyum
$Ca_{AÖF}$	öd	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$ 0,044	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF}$	öd			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Biber bitkisinde belirlenen kalsiyum içeriğinin % 1,00-1,29 aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, kalsiyum yeter sınırının % 1,30-2,80 olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Çalışmamızdan elde ettiğimiz kalsiyum verileri % 0,59-1,01 arasında değişmekte olup bulduğumuz sonuçlar tüm kök üstü aksamı kapsaması ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir.

4.2.5. Magnezyum içeriği

Artan dozlarda uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök magnezyum içeriği varyans analizi Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24'te sunulmuştur.

Yeşil aksam magnezyum içeriğine; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile azot x potasyum ve üçlü interaksiyonları etkisi istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde bulunurken üçlü interaksiyonları arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.21).

Kök magnezyum içeriğine; azot, potasyum ve kalsiyum dozları istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.22).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam magnezyum içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek magnezyum içeriği (% 0,96) N3 uygulamasından, en düşük (% 0,81) N2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.21. Yeşil aksam magnezyum içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	0,145	0,048	10,849**	2,904	4,470
	B	1	0,743	0,743	166,936**	4,152	7,510
	A*B	3	0,074	0,025	5,522**	2,904	4,470
	C	1	0,144	0,144	32,398**	4,152	7,510
	A*C	3	0,012	0,004	0,915öd	2,904	4,470
	B*C	1	0,000	0,000	0,079öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,064	0,021	4,783**	2,904	4,470
	Hata	32	0,142	0,004			
	Genel	47	1,324	0,028			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları

öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Çizelge 4.22. Kök magnezyum içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	0,308	0,103	38,955**	2,904	4,470
	B	1	0,082	0,082	31,016**	4,152	7,510
	A*B	3	0,001	0,000	0,136öd	2,904	4,470
	C	1	0,062	0,062	23,405**	4,152	7,510
	A*C	3	0,015	0,005	1,846öd	2,904	4,470
	B*C	1	0,003	0,003	1,266öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,013	0,004	1,597öd	2,904	4,470
	Hata	32	0,084	0,003			
	Genel	47	0,567	0,012			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları

öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam magnezyum içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek magnezyum içeriği (% 0,95) Ca1 uygulamasından, en düşük (% 0,84) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam magnezyum içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek magnezyum içeriği (% 1,02) K1 uygulamasından, en düşük (% 0,77) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek magnezyum içeriği (% 1,12) N3K1 uygulamasından, en düşük magnezyum içeriği ise (% 0,69) N2K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek magnezyum içeriği (% 1,23) N3K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük magnezyum içeriği ise (% 0,67) N2K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.23).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök magnezyum içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek magnezyum içeriği (% 0,86) N4 uygulamasından, en düşük (% 0,65) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.23. Yeşil aksam magnezyum içeriği

Yeşil aksam magnezyum içeriği (%)															
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**													
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**	
Ca 1 (2mM)	**K1**	1,11	a	AB	1,00	a	BC	1,23	a	A	0,95	a	C	1,07	
	K2	0,82	b	AB	0,71	b	B	0,84	b	AB	0,95	a	A	0,83	
	Ort	**0,96**			**0,85**			**1,04**			**0,95**			**0,95**	**a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	1,06	a	A	0,87	a	B	1,00	a	AB	0,94	a	AB	0,97	
	K2	0,72	b	A	0,67	b	A	0,76	b	A	0,70	b	A	0,71	
	Ort	**0,89**			**0,77**			**0,88**			**0,82**			**0,84**	**b**
Genel ortalama		**0,93**		**A**	**0,81**		**B**	**0,96**		**A**	**0,89**		**A**		

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**													
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**	
K1 (6 mM)	**Ca1**	1,11	a	AB	1,00	a	BC	1,23	a	A	0,95	a	C	1,07	
	Ca2	1,06	a	A	0,87	a	BC	1,00	b	AB	0,94	a	AB	0,97	
	Ort	**1,08**	**a**	**A**	**0,93**	**a**	**B**	**1,12**	**a**	**A**	**0,95**	**a**	**B**	**1,02**	**a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	0,82	a	AB	0,71	a	B	0,84	a	AB	0,95	a	A	0,83	
	Ca2	0,72	a	A	0,67	a	A	0,76	a	A	0,70	b	A	0,71	
	Ort	**0,77**	**b**	**AB**	**0,69**	**b**	**B**	**0,80**	**b**	**A**	**0,83**	**b**	**A**	**0,77**	**b**
Genel ortalama		**0,93**		**A**	**0,81**		**B**	**0,96**		**A**	**0,89**		**A**		

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,075	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	0,105	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	0,053	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	0,053	$NxCa_{AÖF}$	öd	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,149			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök magnezyum içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek magnezyum içeriği (% 0,76) Ca1 uygulamasından, en düşük (% 0,69) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.24).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök magnezyum içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek magnezyum içeriği (% 0,77) K1 uygulamasından, en düşük (% 0,68) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.24).

Bitki dokularında Mg konsantrasyonu sadece bitki tür ve çeşidine göre değil aynı zamanda bitkinin gelişim aşamasına (bitki yaşı) göre değişir. Bitkinin Mg

konsantrasyonu diğer mineral besinlerin düzeyi, çevresel faktörler ve iklimsel faktörler tarafından da etkilenmektedir (Wilkinson, 1987).

Çizelge 4.24. Kök magnezyum içeriği

Kök magnezyum içeriği (%)									
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**	
Ca 1 (2mM)	**K1**	0,68	0,80	0,79	0,97	0,81	
	K2	0,63	0,65	0,71	0,86	0,71	
	Ort	**0,66**	**0,72**	**0,75**	**0,91**	**0,76**	**a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	0,68	0,67	0,69	0,85	0,72	
	K2	0,59	0,66	0,61	0,76	0,66	
	Ort	**0,64**	**0,66**	**0,65**	**0,80**	**0,69**	**b**
Genel ortalama		**0,65 B**	**0,69 B**	**0,70 B**	**0,86 A**		

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	0,68	0,80	0,79	0,97	0,81
	Ca2	0,68	0,67	0,69	0,85	0,72
	Ort	**0,68**	**0,73**	**0,74**	**0,91**	**0,77 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	0,63	0,65	0,71	0,86	0,71
	Ca2	0,59	0,66	0,61	0,76	0,66
	Ort	**0,61**	**0,65**	**0,66**	**0,81**	**0,68 b**
Genel ortalama		**0,65 B**	**0,69 B**	**0,70 B**	**0,86 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,057	$NxK_{AÖF}$	öd	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	0,041	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	0,041	$NxCa_{AÖF}$	öd	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF}$	öd			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Bozkurt ve ark., (2000), artan azot dozlarının verim, yaprak ve meyvede makro ve mikro besin elementleri içeriklerini incelemiş magnezyum içeriklerini % 0,73-0,76 aralığında belirlemiştir.

Biber bitkisinde belirlenen magnezyum içeriğinin % 0,26-0,29 aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, magnezyum yeter sınırının % 0,30-1,00 olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Çalışmamızdan elde ettiğimiz magnezyum verileri % 0,67-1,23 arasında değişmekte olup bulduğumuz sonuçlar dozların

farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olduğu, bazı besin elementi uygulamalarında magnezyum içeriği belirlenen sınırlarının geçtiği görülmüştür.

4.2.6. Sodyum içeriği

Artan dozlarda uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök sodyum içeriği varyans analizi Çizelge 4.25 ve Çizelge 4.26'da, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.27 ve Çizelge 4.28'de sunulmuştur.

Yeşil aksam sodyum içeriğine; azot, azot x potasyum, potasyum x kalsiyum dozları interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde, azot x potasyum x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 olasılık düzeyinde önemli bulunurken; diğer fktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.25).

Kök sodyum içeriğine; azot, azot x potasyum ve kalsiyum etkisi istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde, potasyum, azot x potasyum x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.25. Yeşil aksam sodyum içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Yeşil Aksam	A	3	0,003	0,001	20,889**	2,904	4,470
	B	1	0,000	0,000	3,048öd	4,152	7,510
	A*B	3	0,002	0,001	14,095**	2,904	4,470
	C	1	0,000	0,000	3,048öd	4,152	7,510
	A*C	3	0,000	0,000	2,413öd	2,904	4,470
	B*C	1	0,001	0,001	15,429**	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,000	0,000	3,619*	2,904	4,470
	Hata	32	0,001	0,000			
	Genel	47	0,008	0,000			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları

öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam sodyum içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek (% 0,27) N3 uygulamasından, en düşük (% 0,26) N1,N2 ve N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.26. Kök sodyum içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	0,003	0,001	10,242**	2,904	4,470
	B	1	0,001	0,001	7,364*	4,152	7,510
	A*B	3	0,002	0,001	5,485**	2,904	4,470
	C	1	0,001	0,001	13,091**	4,152	7,510
	A*C	3	0,000	0,000	1,636öd	2,904	4,470
	B*C	1	0,000	0,000	0,091öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	0,001	0,000	2,939*	2,904	4,470
	Hata	32	0,003	0,000			
	Genel	47	0,010	0,000			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları

öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam sodyum içeriğinin iki dozunun da aynı (% 0,26) olduğu Ca1 ve Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.27).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam sodyum içeriğinin iki dozunun da aynı (% 0,26) olduğu K1 ve K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.27).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek sodyum içeriği (% 0,28) N3K1 uygulamasından, en düşük (% 0,25) N2K1, N4K1 ve N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.27).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek sodyum içeriği (% 0,28) N3Ca1 uygulamasından, en düşük (% 0,25) N1Ca1, N4Ca1 ve N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.27).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek sodyum içeriği (% 0,28) N3K2Ca1 ve N3K1Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük (% 0,24) N4K1Ca1 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Yeşil aksam sodyum içeriği

Yeşil aksam sodyum içeriği (%)															
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**													
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**	
Ca 1 (2mM)	**K1**	0,25	a	B	0,25	a	B	0,27	a	A	0,24	b	C	0,25	**b**
	K2	0,25	a	C	0,26	a	BC	0,28	a	A	0,27	a	B	0,27	**a**
	Ort	**0,25**		**BC**	**0,26**		**B**	**0,28**		**A**	**0,25**		**BC**	**0,26**	
Ca 2 (4mM)	**K1**	0,27	a	A	0,25	b	B	0,28	a	A	0,25	a	B	0,27	**a**
	K2	0,25	b	B	0,27	a	A	0,26	b	A	0,26	a	A	0,26	**a**
	Ort	**0,25**		**B**	**0,27**		**A**	**0,26**		**A**	**0,26**		**A**	**0,26**	
Genel ortalama		**0,26**		**B**	**0,26**		**B**	**0,27**		**A**	**0,26**		**B**		

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**													
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**	
K1 (6 mM)	**Ca1**	0,25	b	B	0,25	a	B	0,27	a	A	0,24	b	C	0,25	**b**
	Ca2	0,27	a	A	0,25	a	B	0,28	a	A	0,25	a	B	0,27	**a**
	Ort	**0,26**	**a**	**B**	**0,25**	**a**	**BC**	**0,28**	**a**	**A**	**0,25**	**b**	**C**	**0,26**	
K2 (8 mM)	**Ca1**	0,25	a	C	0,26	a	BC	0,28	a	A	0,27	a	B	0,27	**a**
	Ca2	0,25	a	B	0,27	a	A	0,26	b	A	0,26	a	A	0,26	**a**
	Ort	**0,25**	**b**	**B**	**0,26**	**a**	**A**	**0,27**	**a**	**A**	**0,27**	**a**	**A**	**0,26**	
Genel ortalama		**0,26**		**B**	**0,26**		**B**	**0,27**		**A**	**0,26**		**B**		

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,007	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	0,010	N Azot
$K_{AÖF}$	öd	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	0,007	K Potasyum
$Ca_{AÖF}$	öd	$NxCa_{AÖF}$	öd	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,05}$	0,011			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök sodyum içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek sodyum içeriği (% 0,26) N3 ve N4 uygulamasından, en düşük (% 0,24) N2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.28).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök sodyum içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek sodyum içeriği (% 0,26) Ca1 uygulamasından, en düşük (% 0,25) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.28).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök sodyum içeriğinin iki dozunun da aynı (% 0,25) olduğu K1 ve K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Kök sodyum içeriği

Kök sodyum içeriği (%)													
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**											
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**	
Ca 1 (2mM)	**K1**	0,28	a	A	0,24	a	C	0,25	a	BC	0,26	a	AB	0,26	
	K2	0,24	b	B	0,25	a	AB	0,26	a	A	0,26	a	A	0,25	
	Ort	**0,26**			**0,25**			**0,26**			**0,26**			**0,26**	**a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	0,25	a	AB	0,24	a	B	0,26	a	A	0,25	a	A	0,25	
	K2	0,23	b	B	0,22	a	B	0,25	a	A	0,25	a	A	0,24	
	Ort	**0,24**			**0,23**			**0,26**			**0,25**			**0,25**	**b**
Genel ortalama		**0,25**		**A**	**0,24**		**B**	**0,26**		**A**	**0,26**		**A**		

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**													
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**	
K1 (6 mM)	**Ca1**	0,28	a	A	0,24	a	C	0,25	a	BC	0,26	a	AB	0,26	
	Ca2	0,25	b	AB	0,24	a	B	0,26	a	A	0,25	a	A	0,25	
	Ort	**0,26**	**a**	**A**	**0,24**	**a**	**B**	**0,26**	**a**	**A**	**0,26**	**a**	**A**	**0,25**	**a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	0,24	a	B	0,25	a	AB	0,26	a	A	0,26	a	A	0,25	
	Ca2	0,23	a	B	0,22	b	B	0,25	a	A	0,25	a	A	0,24	
	Ort	**0,24**	**b**	**B**	**0,24**	**a**	**B**	**0,26**	**a**	**A**	**0,26**	**a**	**A**	**0,25**	**a**
Genel ortalama		**0,25**		**A**	**0,24**		**B**	**0,26**		**A**	**0,26**		**A**		

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,011	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	0,015	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,05}$	0,006	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	0,008	$NxCa_{AÖF}$	öd	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,05}$	0,016			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Potasyum x Kalsiyum incelendiğinde en yüksek sodyum içeriği (% 0,26) K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük sodyum içeriği ise (% 0,24) K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek sodyum içeriği (% 0,28) N1K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük sodyum içeriği ise (% 0,22) N2K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Yapılan bazı çalışmalarda NaCl uygulamaları ile birlikte besin çözeltisine ilave edilen Ca, Mg ve K'lu bileşiklerin, NaCl'ün zararlı etkisini azaltıcı ve/veya ortadan kaldırıcı

yönde olmak üzere bitkide makro element miktarları üzerine genellikle olumlu etki yaptığı belirtilmiştir (Türkmen ve ark., 2002; Yakıt ve Tuna, 2006).

4.2.7. Demir içeriği

Artan dozlarda uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök demir içeriği varyans analizi Çizelge 4.29 ve Çizelge 4.30'da, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.31 ve Çizelge 4.32'de sunulmuştur.

Yeşil aksam demir içeriğine; potasyum dozunun etkisi istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde bulunurken; diğer interaksiyonlar arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.29).

Kök demir içeriğine; azot, potasyum ve kalsiyum dozları, azot x potasyum, potasyum x kalsiyum ile üçlü interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde bulunurken; azot x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde çıkmıştır (Çizelge 4.30).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam demir içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek demir içeriği (53,04 mg kg^{-1}) K2 uygulamasından, en düşük (45,49 mg kg^{-1}) K1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.29. Yeşil aksam demir içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	68,069	22,690	0,306öd	2,904	4,470
	B	1	683,124	683,124	9,207**	4,152	7,510
	A*B	3	367,530	122,510	0,131öd	2,904	4,470
	C	1	9,720	9,720	1,245öd	4,152	7,510
	A*C	3	277,199	92,400	1,341öd	2,904	4,470
	B*C	1	99,475	99,475	0,144öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	163,479	54,493	0,734öd	2,904	4,470
	Hata	32	2374,232	74,195			
	Genel	47	4042,828	86,018			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları

öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Çizelge 4.30. Kök demir içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	1512412,348	504137,449	46,595**	2,904	4,470
	B	1	314158,970	314158,970	29,036**	4,152	7,510
	A*B	3	148324,194	49441,398	4,570**	2,904	4,470
	C	1	218544,778	218544,778	20,199**	4,152	7,510
	A*C	3	109408,130	36469,377	3,371*	2,904	4,470
	B*C	1	142120,009	142120,009	13,135**	4,152	7,510
	A*B*C	3	248843,631	82947,877	7,666**	2,904	4,470
	Hata	32	346229,398	10819,669			
	Genel	47	3040041,458	64681,733			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök demir içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek demir içeriği (709,34 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından, en düşük (243,93 mg kg^{-1}) N3 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.32).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök demir içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek (482,59 mg kg^{-1}) Ca2 uygulamasından, en düşük (347,63 mg kg^{-1}) Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.32).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök demir içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek (496,01 mg kg^{-1}) K2 uygulamasından, en düşük (334,21 mg kg^{-1}) K1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.32).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek demir içeriğinin (784,43 mg kg^{-1}) N1K2 uygulamasından, en düşük (228,16 mg kg^{-1}) N4K1 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.32).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek demir içeriğinin (785,27 mg kg^{-1}) N1Ca2 uygulamasından, en düşük (226,33 mg kg^{-1}) N2Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.31. Yeşil aksam demir içeriği

Yeşil aksam demir içeriği (mg kg^{-1})						
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	47,54	53,44	41,73	43,22	46,48
	K2	55,13	46,41	58,15	44,90	51,15
	Ort	**51,33**	**49,93**	**49,94**	**44,06**	**48,82**
Ca 2 (4mM)	**K1**	43,50	47,52	39,80	47,20	44,50
	K2	49,26	57,46	56,42	56,57	54,93
	Ort	**46,38**	**52,49**	**48,11**	**51,88**	**49,72**
Genel ortalama		**48,86**	**51,21**	**49,03**	**47,97**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	47,54	53,44	41,73	43,22	46,48
	Ca2	43,50	47,52	39,80	47,20	44,50
	Ort	**45,52**	**50,48**	**40,77**	**45,21**	**45,49 b**
K2 (8 mM)	**Ca1**	55,13	46,41	58,15	44,90	51,15
	Ca2	49,26	57,46	56,42	56,57	54,93
	Ort	**52,19**	**51,94**	**57,29**	**50,74**	**53,04 a**
Genel ortalama		**48,86**	**51,21**	**49,03**	**47,97**	

$N_{AÖF}$	öd	$NxK_{AÖF}$	öd	N	Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	6,809	$KxCa_{AÖF}$	öd	K	Potasyum
$Ca_{AÖF}$	öd	$NxCa_{AÖF}$	öd	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF}$	öd				

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek demir içeriği (617,90 mg kg^{-1}) K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük (321,15 mg kg^{-1}) K1Ca1 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.32).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek demir içeriği (820,27 mg kg^{-1}) N1K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük (200,67 mg kg^{-1}) N2K2Ca1 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.32).

Dürüst ve ark., (1997), Trabzon yöresinde yetiştirilen ürünlerin analiz edildiği bir çalışmada, biber için Fe 0,45-0,93 mg100g^{-1} değerleri arasında rapor edilmiştir.

Çizelge 4.32. Kök demir içeriği

Kök demir içeriği (mg kg^{-1})						
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	518,22 a A	252,00 a B	262,37 a B	252,00 a B	321,15 a
	K2	748,60 a A	200,67 a B	248,95 a B	298,27 a B	374,12 a
	Ort	**633,41 b A**	**226,33 b B**	**255,66 a B**	**275,13 b B**	**347,63 b**
Ca 2 (4mM)	**K1**	750,27 a A	217,97 b B	216,53 a B	204,32 b B	347,27 b
	K2	820,27 a A	599,77 b A	247,85 a B	803,72 a A	617,90 a
	Ort	**785,27 a A**	**408,87 a B**	**232,19 a C**	**504,02 a B**	**482,59 a**
Genel ortalama		**709,34 A**	**317,60 BC**	**243,93 C**	**389,58 B**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	518,22 a A	252,00 a B	262,37 a B	252,00 a B	321,15 a
	Ca2	750,27 a A	217,97 a B	216,53 a B	204,32 a B	347,27 a
	Ort	**634,24 a A**	**234,98 b B**	**239,45 a B**	**228,16 b B**	**334,21 b**
K2 (8 mM)	**Ca1**	748,60 a A	200,67 b B	248,95 a B	298,27 b B	374,12 b
	Ca2	820,27 a A	599,77 a A	247,85 a B	803,72 a A	617,90 a
	Ort	**784,43 a A**	**400,22 a BC**	**248,40 a C**	**550,99 a B**	**496,01 a**
Genel ortalama		**709,34 A**	**317,60 BC**	**243,93 C**	**389,58 B**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	116,286	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	164,454	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	82,227	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	116,286	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	82,227	$NxCa_{AÖF\ p<0,05}$	122,419	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	232,573			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Anaç ve Saatçi (1993), çinko, demir ve fosfor bakımından fakir kireçli topraklarda bunların herhangi birinin ilavesi ile diğer besin elementlerinin eksikliğinin ortaya çıktığını, fosforun ve çinkonun neden olduğu demir eksikliği ile demirin neden olduğu çinko eksikliği ise bu interaksiyonlara örnek gösterilebileceğini ifade etmiştir. Aynı şekilde bitkilere bakırlı preparatların fazla uygulanması ile bitkilerde demir eksikliği görülmektedir.

Bozkurt ve ark., (2000), artan azot dozlarının verim, yaprak ve meyvede makro ve mikro besin elementleri içeriklerini incelemiş demir içeriklerini 217-236 mg kg^{-1} aralığında belirlemiştir.

Araştırmada biber çeşitlerinden Doğal sarı sivri demir, çinko ve mangan konsantrasyonları bakımından I. Yılda diğer çeşitlere göre öne çıkan çeşit olmuştur. Demir konsantrasyonu 191,1 mg/kg^{-1} Fe değeri elde edilmiştir.

Biber bitkisinde belirlenen demir içeriğinin 50-59 mg kg^{-1} aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, demir yeter sınırının 60-300 mg kg^{-1} olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Çalışmamızdan elde ettiğimiz demir verileri % 39,80-57,46 arasında değişmekte olup bulduğumuz sonuçlar tüm kök üstü aksamı kapsaması ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla farklılıklar gösterdiği, biber bitkisinin yeşil aksam demir içeriğinin belirlenen sınırların altında olduğu belirlenmiştir.

4.2.8. Bakır içeriği

Artan dozlarda uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök bakır içeriği varyans analizi Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.35 ve Çizelge 4.36'da sunulmuştur.

Yeşil aksam bakır içeriğine; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile azot x potasyum, azot x kalsiyum ve üçlü interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. Yeşil aksam bakır içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	30,803	10,268	20,028**	2,904	4,470
	B	1	45,163	45,163	88,095**	4,152	7,510
	A*B	3	46,327	15,442	30,122**	2,904	4,470
	C	1	1,841	1,841	3,591öd	4,152	7,510
	A*C	3	27,545	9,182	17,910**	2,904	4,470
	B*C	1	0,074	0,074	0,144öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	11,488	3,829	7,469**	2,904	4,470
	Hata	32	16,405	0,513			
	Genel	47	179,646	3,822			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları

öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Çizelge 4.34. Kök bakır içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	146,321	48,774	5,425**	2,904	4,470
	B	1	19,165	19,165	2,132öd	4,152	7,510
	A*B	3	85,352	28,451	3,165*	2,904	4,470
	C	1	203,075	203,075	22,589**	4,152	7,510
	A*C	3	69,552	23,184	2,579öd	2,904	4,470
	B*C	1	3,376	3,376	0,376öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	233,734	77,911	8,666**	2,904	4,470
	Hata	32	287,680	8,990			
	Genel	47	1048,255	22,303			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları

öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Kök bakır içeriğine; azot ve kalsiyum dozları ile üçlü interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, azot x potasyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.34).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam bakır içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek bakır içeriği (7,39 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından, en düşük (5,13 mg kg^{-1}) N2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.35).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam bakır içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek bakır içeriği (7,23 mg kg^{-1}) K2 uygulamasından, en düşük (5,29 mg kg^{-1}) K1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.35).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bakır içeriği (8,82 mg kg^{-1}) N1K2 uygulamasından, en düşük bakır içeriği ise (3,90 mg kg^{-1}) N4K1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.35).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bakır içeriği (7,92 mg kg^{-1}) N1Ca2 uygulamasından, en düşük bakır içeriği ise (4,53 mg kg^{-1}) N2Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.35).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bakır içeriği (9,51 mg kg^{-1}) N4K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük (2,29 mg kg^{-1}) N4K1Ca1 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.35).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök bakır içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek (38,35 mg kg^{-1}) N3 uygulamasından, en düşük (33,66 mg kg^{-1}) N2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.35. Yeşil aksam bakır içeriği

Yeşil aksam bakır içeriği (mg kg^{-1})					
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**			
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	4,88 b B	6,45 a AB	6,93 a A	2,29 b C	5,14
	K2	8,85 a A	4,99 a C	6,54 a BC	7,61 a AB	7,00
	Ort	**6,87 a A**	**5,72 a BC**	**6,74 a AB**	**4,95 b C**	**6,07**
Ca 2 (4mM)	**K1**	7,05 b A	4,21 a B	5,04 b B	5,50 b AB	5,45
	K2	8,79 a A	4,85 a C	6,73 a B	9,51 a A	7,47
	Ort	**7,92 a A**	**4,53 b C**	**5,89 a B**	**7,51 a A**	**6,46**
Genel ortalama		**7,39 A**	**5,13 C**	**6,31 B**	**6,22 B**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	4,88 b B	6,45 A AB	6,93 a A	2,29 b C	5,14
	Ca2	7,05 a A	4,21 B B	5,04 b B	5,50 a AB	5,45
	Ort	**5,96 b A**	**5,33 A A**	**5,99 a A**	**3,90 b B**	**5,29 b**
K2 (8 mM)	**Ca1**	8,85 a A	4,99 A C	6,54 a BC	7,61 b AB	7,00
	Ca2	8,79 a A	4,85 A C	6,73 a B	9,51 a A	7,47
	Ort	**8,82 a A**	**4,92 A C**	**6,64 a B**	**8,56 a A**	**7,23 a**
Genel ortalama		**7,39 A**	**5,13 C**	**6,31 B**	**6,22 B**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	0,800	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	1,132	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	0,566	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF}$	öd	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	1,132	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	1,601			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök bakır içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek (38,59 mg kg^{-1}) Ca1 uygulamasından, en düşük (34,47 mg kg^{-1}) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.36).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bakır içeriğinin (40,71 mg kg^{-1}) N3K1 uygulamasından, en düşük (32,38 mg kg^{-1}) N2K2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.36).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek (48,17 mg kg^{-1}) N3K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük (31,13 mg kg^{-1}) N2K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36. Kök bakır içeriği

Kök bakır içeriği (mg kg^{-1})										
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**								
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**		**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	35,12 b	B	37,93 a	B	48,17 a	A	36,71 a	B	39,48
	K2	42,38 a	A	33,63 a	B	36,42 b	AB	38,32 a	AB	37,69
	Ort	**38,75**		**35,78**		**42,29**		**37,51**		**38,59 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	37,00 a	A	31,93 a	A	33,25 a	A	37,17 a	A	34,84
	K2	34,62 a	A	31,13 a	A	35,55 a	A	35,12 a	A	34,10
	Ort	**35,81**		**31,53**		**34,40**		**36,14**		**34,47 b**
Genel ortalama		**37,28**	**A**	**33,66**	**B**	**38,35**	**A**	**36,83**	**AB**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**								
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**		**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	35,12 a	B	37,93 a	B	48,17 a	A	36,71 a	B	39,48
	Ca2	37,00 a	A	31,93 a	A	33,25 b	A	37,17 a	A	34,84
	Ort	**36,06 a**	**B**	**34,93 a**	**B**	**40,71 a**	**A**	**36,94 a**	**B**	**37,16**
K2 (8 mM)	**Ca1**	42,38 a	A	33,63 a	B	36,42 a	AB	38,32 a	AB	37,69
	Ca2	34,62 b	A	31,13 a	A	35,55 a	A	35,12 a	A	34,10
	Ort	**38,50 a**	**A**	**32,38 a**	**B**	**35,98 b**	**A**	**36,72 a**	**A**	**35,90**
Genel ortalama		**37,28**	**A**	**33,66**	**B**	**38,35**	**A**	**36,83**	**AB**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	3,352	$NxK_{AÖF\ p<0,05}$	3,529	N Azot
$K_{AÖF}$	öd	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	2,370	$NxCa_{AÖF\ p}$	öd	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	6,704			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Özbay (2021), yürüttükleri bir çalışmada, biber fidesinin yetiştiriciliğinde en uygun besin solüsyonunun bulunmasını amaçlamışlardır. Bitkisel mataryel olarak sivri biber çeşidinin kullanıldığı çalışmada, biber fidelerine azot, fosfor, potasyum ticari gübresi

artan dozlarda yedi farklı besin solüsyonu olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre en uygun besin solüsyonunun, 4. uygulamada yetiştirilmiş olan ve besin elementi dozları N (186 ppm), K (190 ppm), P(40 ppm), Ca (260 ppm), Fe (4,5 ppm), Mg (79,28 ppm), B (0,205 ppm), Mn (0,061 ppm), Zn (0,040 ppm), Cu (0,025 ppm), olan uygulamanın olduğu belirlenmiştir.

Bozkurt ve ark., (2000), artan azot dozlarının verim, yaprak ve meyvede makro ve mikro besin elementleri içeriklerini incelemiş bakır içeriklerini 8,1-8,9 mg kg^{-1} aralığında belirlemiştir.

Dürüst ve ark., (1997), Trabzon yöresinde yetiştirilen ürünlerin analiz edildiği bir çalışmada, biber için Cu, 0-0,01 $mg100g^{-1}$ değerleri arasında rapor edilmiştir.

Biber bitkisinin dış yapraklarında belirlenen bakır içeriğinin 4-5 mg kg^{-1} aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, bakır yeter sınırının 6-25 mg kg^{-1} olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Çalışmamızdan elde ettiğimiz bakır verileri % 2,29-8,85 arasında değişmekte olup bulduğumuz sonuçlar tüm kök üstü aksamı ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla farklılıklar gösterdiği, bazı besin elementi uygulamalarında bakır içeriğinin belirlenen sınırlarının altında olduğu görülmüştür.

4.2.9. Çinko içeriği

Artan dozlarda uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök çinko içeriği varyans analizi Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.38'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.39 ve Çizelge 4.40'da sunulmuştur.

Yeşil aksam çinko içeriğine; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile azot x kalsiyum, potasyum x kalsiyum ve üçlü interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde bulunurken; azot x potasyum arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. Yeşil aksam çinko içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	988,749	329,583	34,647**	2,904	4,470
	B	1	3516,277	3516,277	369,646**	4,152	7,510
	A*B	3	73,621	24,540	2,580öd	2,904	4,470
	C	1	1368,215	1368,215	143,833**	4,152	7,510
	A*C	3	179,994	59,998	6,307**	2,904	4,470
	B*C	1	206,546	206,546	21,713**	4,152	7,510
	A*B*C	3	667,705	222,568	23,397**	2,904	4,470
	Hata	32	304,401	9,513			
	Genel	47	7305,508	155,436			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Çizelge 4.38. Kök çinko içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	5521,438	1840,479	5,605**	2,904	4,470
	B	1	10240,150	10240,150	31,188**	4,152	7,510
	A*B	3	1073,184	357,728	1,090öd	2,904	4,470
	C	1	713,715	713,715	2,174öd	4,152	7,510
	A*C	3	1308,199	436,066	1,328öd	2,904	4,470
	B*C	1	448,413	448,413	1,366öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	1493,531	497,844	1,516öd	2,904	4,470
	Hata	32	10506,828	328,338			
	Genel	47	31305,456	666,074			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Kök çinko içeriğine; azot ve potasyum dozlarının etkisi istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.38).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam çinko içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek (31,72 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından, en düşük (19,60 mg kg^{-1}) N2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.39).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam çinko içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek (29,53 mg kg^{-1}) Ca2 uygulamasından, en düşük (18,85 mg kg^{-1}) Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.39).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam çinko içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek (32,75 mg kg^{-1}) K2 uygulamasından, en düşük (15,63 mg kg^{-1}) K1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.39).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek çinko içeriği (36,05 mg kg^{-1}) N1Ca2 uygulamasından, en düşük çinko içeriği ise (13,72 mg kg^{-1}) N2Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. Yeşil aksam çinko içeriği

Yeşil aksam çinko içeriği (mg kg^{-1})					
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**			
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	16,82 b	6,97 b	14,60 b	11,06 b	12,36 b
	K2	37,97 a	20,48 a	24,15 a	18,73 a	25,33 a
	Ort	**27,39 b A**	**13,72 b C**	**19,38 b B**	**14,90 b BC**	**18,85 b**
Ca 2 (4mM)	**K1**	33,79 a	13,46 b	11,66 b	16,66 b	18,89 b
	K2	38,31 a	37,51 a	38,97 a	45,84 a	40,16 a
	Ort	**36,05 a A**	**25,49 a B**	**25,32 a B**	**31,25 a A**	**29,53 a**
Genel ortalama		**31,72 A**	**19,60 C**	**22,35 BC**	**23,07 B**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	16,82 b A	6,97 a B	14,60 a A	11,06 a AB	12,36 b
	Ca2	33,79 a A	13,46 a B	11,66 a B	16,66 a B	18,89 a
	Ort	**25,30**	**10,21**	**13,12**	**13,86**	**15,63 b**
K2 (8 mM)	**Ca1**	37,97 a A	20,48 b B	24,15 b B	18,73 b B	25,33 b
	Ca2	38,31 a B	37,51 a B	38,97 a AB	45,84 a A	40,16 a
	Ort	**38,14**	**28,99**	**31,56**	**32,29**	**32,75 a**
Genel ortalama		**31,72 A**	**19,60 C**	**22,35 BC**	**23,07 B**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	3,448	$NxK_{AÖF}$	öd	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	2,438	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	3,448	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	2,438	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	4,876	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	6,896			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek çinko içeriği (40,16 mg kg^{-1}) K2Ca2 uygulamasından, en düşük çinko içeriği ise (12,36 mg kg^{-1}) K1Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.39).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek çinko içeriği (45,84 mg kg^{-1}) N4K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük çinko içeriği ise (6,97 mg kg^{-1}) N2K1Ca1 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.40. Kök çinko içeriği

Kök çinko içeriği (mg kg^{-1})									
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	38,77		25,15		33,03		25,42	30,59
	K2	76,65		71,05		37,37		29,70	53,69
	Ort	**57,71**		**48,10**		**35,20**		**27,56**	**42,14**
Ca 2 (4mM)	**K1**	55,00		22,33		27,58		23,85	32,19
	K2	85,77		57,98		54,15		72,17	67,52
	Ort	**70,38**		**40,16**		**40,87**		**48,01**	**49,85**
Genel ortalama		**64,05**	**A**	**44,13**	**AB**	**38,03**	**B**	**37,78**	**B**

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	38,77		25,15		33,03		25,42	30,59
	Ca2	55,00		22,33		27,58		23,85	32,19
	Ort	**46,88**		**23,74**		**30,31**		**24,64**	**31,39 b**
K2 (8 mM)	**Ca1**	76,65		71,05		37,37		29,70	53,69
	Ca2	85,77		57,98		54,15		72,17	67,52
	Ort	**81,21**		**64,52**		**45,76**		**50,93**	**60,60 a**
Genel ortalama		**64,05**	**A**	**44,13**	**AB**	**38,03**	**B**	**37,78**	**B**

$N_{AÖF\ p<0,01}$	20,257	$NxK_{AÖF}$	öd	N	Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	14,324	$KxCa_{AÖF}$	öd	K	Potasyum
$Ca_{AÖF}$	öd	$NxCa_{AÖF}$	öd	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF}$	öd				

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök çinko içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek çinko içeriği (64,05 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından, en düşük (37,78 mg kg^{-1}) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.40).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök çinko içeriğinin interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.38).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök çinko içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek çinko içeriği (60,60 mg kg^{-1}) K2 uygulamasından, en düşük (31,39 mg kg^{-1}) K1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.40).

Çakmak ve ark., (1995), bildirdiğine göre sağlıklı bir bitkinin 1 kg kuru maddesinde en az 20 mg Zn olmalıdır. Söz konusu miktarın çok düşük olduğu durumlarda bitkinin büyümesinde gerilemeler ve bunun sonucunda da verimde düşüşlerin olacağı bildirilmiştir.

Sera koşularında dolmalık, çarliston, yağlık, sivri ve süs biber çeşitleri üzerinde yürütülen çalışmada çinkolu (5 mg Zn kg^{-1}) ve çinkosuz (0 mg Zn kg^{-1}) dozları uygulanmış olup, çalışma sonucunda kontrol grubuna göre kuru madde artışının ortalama %4,52 olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada çinko etkinlik değerlerinin %7,1 ile %48,1 arasında değiştiği saptanmıştır (Eken ve Torun, 2007).

Bozkurt ve ark., (2000), artan azot dozlarının verim, yaprak ve meyvede makro ve mikro besin elementleri içeriklerini incelemiş çinko içeriklerini 10-16 mg kg^{-1} aralığında belirlemiştir.

Araştırmada biber çeşitlerinden Doğal sarı sivri demir, çinko ve mangan konsantrasyonları bakımından I. Yılda diğer çeşitlere göre öne çıkan çeşit olmuştur. Çinko konsantrasyonu 101,3 mg/kg^{-1} Zn verileri elde edilmiştir.

Biber bitkisinde belirlenen çinko içeriğinin 18-19 mg kg^{-1} aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, çinko yeter sınırının 20-200 mg kg^{-1} olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Çalışmamızdan elde ettiğimiz çinko verileri % 6,97-45,84 arasında değişmekte olup bulduğumuz sonuçlar tüm kök üstü aksamı ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla farklılıklar gösterdiği, bazı besin elementi uygulamalarında çinko içeriğinin belirlenen sınırlarının içerisinde olmadığı noksanlık belirtileri gösterdiği görülmüştür.

4.2.10. Mangan içeriği

Artan dozlarda uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök mangan içeriği varyans analizi Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.42'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.43 ve Çizelge 4.44'te sunulmuştur.

Çizelge 4.41. Yeşil aksam mangan içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	189,474	63,158	1,806öd	2,904	4,470
	B	1	35,432	35,432	1,013öd	4,152	7,510
	A*B	3	5242,193	1747,398	49,969**	2,904	4,470
	C	1	360,146	360,146	10,299**	4,152	7,510
	A*C	3	324,419	108,140	3,092*	2,904	4,470
	B*C	1	2143,479	2143,479	61,295**	4,152	7,510
	A*B*C	3	731,836	243,945	6,976**	2,904	4,470
	Hata	32	1119,038	34,970			
	Genel	47	10146,015	215,873			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Yeşil aksam mangan içeriğine; kalsiyum dozları ile azot x potasyum, potasyum x kalsiyum ve üçlü interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde, azot x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 olasılık düzeyinde önemli bulunurken; azot ve potasyum arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.42. Kök mangan içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	36693,659	12231,220	16,806**	2,904	4,470
	B	1	20900,888	20900,888	28,718**	4,152	7,510
	A*B	3	64889,122	21629,707	29,719**	2,904	4,470
	C	1	6419,963	6419,963	8,821**	4,152	7,510
	A*C	3	10904,162	3634,721	4,994**	2,904	4,470
	B*C	1	24549,035	24549,035	33,731**	4,152	7,510
	A*B*C	3	10097,187	3365,729	4,625**	2,904	4,470
	Hata	32	23289,531	727,798			
	Genel	47	197743,548	4207,310			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Kök mangan içeriğine; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile interaksiyonlarının etkisi %1 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.42).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam mangan içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek mangan içeriği (54,34 mg kg^{-1}) Ca2 uygulamasından, en düşük (48,86 mg kg^{-1}) Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.43).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek mangan içeriği (68,27 mg kg^{-1}) N1K1 uygulamasından, en düşük mangan içeriği ise (35,77 mg kg^{-1}) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.43. Yeşil aksam mangan içeriği

		Yeşil aksam mangan içeriği (mg kg^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	49,91 a A	45,14 a A	40,18 b AB	30,05 b B	41,32 b
	K2	42,45 a C	54,94 a BC	58,76 a AB	69,46 a A	56,40 a
	Ort	**46,18 b A**	**50,04 a A**	**49,47 a A**	**49,76 b A**	**48,86 b**
Ca 2 (4mM)	**K1**	86,64 a A	52,57 a B	46,70 a B	54,75 a B	60,16 a
	K2	29,09 b C	52,85 a AB	49,22 a B	62,91 a A	48,52 b
	Ort	**57,86 a A**	**52,71 a AB**	**47,96 a B**	**58,83 a A**	**54,34 a**
Genel ortalama		**52,02**	**51,38**	**48,72**	**54,29**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	49,91 b A	45,14 a A	40,18 a AB	30,05 b B	41,32 b
	Ca2	86,64 a A	52,57 a B	46,70 a B	54,75 a A	60,16 a
	Ort	**68,27 A**	**48,85 B**	**43,44 B**	**42,40 B**	**48,86**
K2 (8 mM)	**Ca1**	42,45 a C	54,94 a BC	58,76 a AB	69,46 a A	56,40 a
	Ca2	29,09 b C	52,85 a AB	49,22 a B	62,91 a A	48,52 b
	Ort	**35,77 C**	**53,90 B**	**53,99 B**	**66,19 A**	**54,34**
Genel ortalama		**52,02**	**51,38**	**48,72**	**54,29**	

$N_{AÖF}$	öd	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	9,349	N Azot
$K_{AÖF}$	öd	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	6,611	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	4,675	$NxCa_{AÖF\ p<0,05}$	6,960	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	13,222			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek mangan içeriği (58,83 mg kg^{-1}) N4Ca2 uygulamasından, en düşük mangan içeriği ise (46,18 mg kg^{-1}) N1Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.43).

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek mangan içeriği (60,16 mg kg^{-1}) K1Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük mangan içeriği ise (41,32 mg kg^{-1}) K1Ca1 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.43).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek mangan içeriği (86,64 mg kg^{-1}) N1K1Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük mangan içeriği ise (29,09 mg kg^{-1}) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.43).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök mangan içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek mangan içeriği (237,23 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından, en düşük (162,77 mg kg^{-1}) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.44).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök mangan içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek mangan içeriği (208,36 mg kg^{-1}) Ca2 uygulamasından, en düşük (185,23 mg kg^{-1}) Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.44).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök mangan içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek mangan içeriği (217,66 mg kg^{-1}) K2 uygulamasından, en düşük (175,92 mg kg^{-1}) K1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.44).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek mangan içeriğinin (279,36 mg kg^{-1}) N1K1 uygulamasından, en düşük mangan içeriği ise (118,89 mg kg^{-1}) N4K1 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.44).

Çizelge 4.44. Kök mangan içeriği

Kök mangan içeriği (mg kg^{-1})																	
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**															
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**		
Ca 1 (2mM)	**K1**	198,15	a	A	164,12	b	AB	115,83	b	BC	88,88	b	C	141,74		b
	K2	206,97	a	A	260,22	a	A	229,07	a	A	218,63	a	A	228,71		a
	Ort	**202,53**	**b**	**A**	**212,17**	**a**	**A**	**172,45**	**a**	**AB**	**153,76**	**a**	**B**	**185,23**		**b**
Ca 2 (4mM)	**K1**	360,57	a	A	178,32	a	B	152,63	b	B	148,90	a	B	210,10		a
	K2	183,30	b	A	215,88	a	A	232,57	a	A	194,68	a	A	206,61		a
	Ort	**271,93**	**a**	**A**	**197,10**	**a**	**B**	**192,60**	**a**	**B**	**171,79**	**a**	**B**	**208,36**		**a**
Genel ortalama		**237,23**		**A**	**204,63**		**B**	**182,53**		**BC**	**162,77**		**C**			

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**															
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**		
K1 (6 mM)	**Ca1**	198,15	b	A	164,12	a	AB	115,83	a	BC	88,88	a	C	141,74		b
	Ca2	360,57	a	A	178,32	a	B	152,63	a	B	148,90	a	B	210,10		a
	Ort	**279,36**	**a**	**A**	**171,22**	**b**	**B**	**134,23**	**b**	**BC**	**118,89**	**b**	**C**	**175,92**		**b**
K2 (8 mM)	**Ca1**	206,97	a	A	260,22	a	A	229,07	a	A	218,63	a	A	228,71		a
	Ca2	183,30	a	A	215,88	a	A	232,57	a	A	194,68	a	A	206,61		a
	Ort	**195,11**	**b**	**B**	**238,05**	**a**	**A**	**230,82**	**a**	**AB**	**206,66**	**a**	**AB**	**217,66**		**a**
Genel ortalama		**237,23**		**A**	**204,63**		**B**	**182,53**		**BC**	**162,77**		**C**			

$N_{AÖF\ p<0,01}$	30,160	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	42,652	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	21,326	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	30,160	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	21,326	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	42,652	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	60,319			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek mangan içeriğinin (271,93 mg kg^{-1}) N1Ca2 uygulamasından, en düşük mangan içeriği ise (153,76 mg kg^{-1}) N4Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.44).

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek mangan içeriğinin (228,71 mg kg^{-1}) K2Ca1 uygulamasından, en düşük mangan içeriği ise (141,74 mg kg^{-1}) K1Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.44).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek mangan içeriği (360,57 mg kg^{-1}) N1K1Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük mangan içeriği ise (88,88 mg kg^{-1}) N4K1Ca1 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.44).

Özbay (2021), yürüttükleri bir çalışmada, biber fidesinin yetiştiriciliğinde en uygun besin solüsyonunun bulunmasını amaçlamışlardır. Bitkisel mataryel olarak sivri biber çeşidinin kullanıldığı çalışmada, biber fidelerine azot, fosfor, potasyum ticari gübresi artan dozlarda yedi farklı besin solüsyonu olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre en uygun besin solüsyonunun, 4. uygulamada yetiştirilmiş olan ve besin elementi dozları N (186 ppm), K (190 ppm), P(40 ppm), Ca (260 ppm), Fe (4,5 ppm), Mg (79,28 ppm), B (0,205 ppm), Mn (0,061 ppm), Zn (0,040 ppm), Cu (0,025 ppm), olan uygulamanın olduğu belirlenmiştir.

Bozkurt ve ark., (2000), artan azot dozlarının verim, yaprak ve meyvede makro ve mikro besin elementleri içeriklerini incelemiş mangan içeriklerini 81-90 mg kg^{-1} aralığında belirlemiştir.

Araştırmada biber çeşitlerinden Doğal sarı sivri demir, çinko ve mangan konsantrasyonları bakımından I. Yılda diğer çeşitlere göre öne çıkan çeşit olmuştur. Mangan konsantrasyonu 36,1 mg/kg^{-1} Mn olarak belirlenmiştir.

Biber bitkisinde belirlenen mangan içeriğinin 40-49 mg kg^{-1} aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, mangan yeter sınırının 50-250 mg kg^{-1} olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Çalışmamızdan elde ettiğimiz mangan verileri % 29,09-86,64 arasında değişmekte olup bulduğumuz sonuçlar tüm kök üstü aksamı ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla farklılıklar gösterdiği, bazı besin elementi uygulamalarında mangan içeriğinin belirlenen sınırlarının içerisinde olmadığı noksanlık belirtileri gösterdiği görülmüştür.

4.2.11. Bor içeriği

Artan dozlarda uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök bor içeriği varyans analizi Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.42'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.43 ve Çizelge 4.44'te sunulmuştur.

Çizelge 4.45. Yeşil aksam bor içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Yeşil Aksam	A	3	58,272	19,424	4,751**	2,904	4,470
	B	1	4,526	4,526	1,107öd	4,152	7,510
	A*B	3	27,246	9,082	2,221öd	2,904	4,470
	C	1	1,080	1,080	0,264öd	4,152	7,510
	A*C	3	69,494	23,165	5,665**	2,904	4,470
	B*C	1	20,047	20,047	4,903*	4,152	7,510
	A*B*C	3	78,194	26,065	6,375**	2,904	4,470
	Hata	32	130,839	4,089			
	Genel	47	389,698	8,291			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Yeşil aksam bor içeriğine; azot dozları ile azot x kalsiyum ve üçlü interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde, potasyum x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 olasılık düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.45).

Kök bor içeriğine; azot, kalsiyum, azot x potasyum ,azot x kalsiyum, potasyum x kalsiyum dozlarının istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde, potasyum dozlarının arasındaki ilişki %5 olasılık düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.46).

Çizelge 4.46. Kök bor içeriği varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kök	A	3	290,224	96,741	29,636**	2,904	4,470
	B	1	18,439	18439	5,649*	4,152	7,510
	A*B	3	186,578	62,193	19,053**	2,904	4,470
	C	1	35,278	35,278	10,807**	4,152	7,510
	A*C	3	138,764	46,255	14,170**	2,904	4,470
	B*C	1	33,919	33,919	10,391**	4,152	7,510
	A*B*C	3	5,874	1,958	0,600öd	2,904	4,470
	Hata	32	104,457	3,264			
	Genel	47	813,533	17,309			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam bor içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek bor içeriği (24,65 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından, en düşük (22,03 mg kg^{-1}) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.47. Yeşil aksam bor içeriği

		Yeşil aksam bor içeriği (mg kg^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	Ortalama
Ca 1 (2mM)	**K1**	26,74 a A	17,16 b B	24,59 a A	19,62 b B	22,03 b
	K2	24,61 a A	22,85 a A	23,95 a A	24,33 a A	23,93 a
	Ort	**25,68 a A**	**20,00 b C**	**24,27 a AB**	**21,98 a BC**	**22,98**
Ca 2 (4mM)	**K1**	24,05 a A	24,41 a A	21,77 a A	24,25 a A	23,62 a
	K2	23,20 a AB	24,10 a AB	24,54 a A	19,93 a B	22,94 a
	Ort	**23,62 a A**	**24,25 a A**	**23,16 a A**	**22,09 a A**	**23,28**
Genel ortalama		**24,65 A**	**22,13 B**	**23,71 AB**	**22,03 B**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	Ortalama
K1 (6 mM)	**Ca1**	26,74 a A	17,16 b B	24,59 a A	19,62 b B	22,03 a
	Ca2	24,05 a A	24,41 a A	21,77 a A	24,25 a A	23,62 a
	Ort	**25,40**	**20,79**	**23,18**	**21,94**	**22,98**
K2 (8 mM)	**Ca1**	24,61 a A	22,85 a A	23,95 a A	24,33 a A	23,93 a
	Ca2	23,20 a AB	24,10 a AB	24,54 a A	19,93 a B	22,94 a
	Ort	**23,90**	**23,47**	**24,25**	**22,13**	**23,28**
Genel ortalama		**24,65 A**	**22,13 B**	**23,71 AB**	**22,03 B**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	2,261	$NxK_{AÖF}$	öd	N Azot
$K_{AÖF}$	öd	$KxCa_{AÖF\ p<0,05}$	1,683	K Potasyum
$Ca_{AÖF}$	öd	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	3,197	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	4,521			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bor içeriği (25,68 mg kg^{-1}) N1Ca1 uygulamasından, en düşük bor içeriği ise (20,00 mg kg^{-1}) N2Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.47).

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bor içeriği (23,93 mg kg^{-1}) K2Ca1 uygulamasından, en düşük bor içeriği ise (22,03 mg kg^{-1}) K1Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.47).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bor içeriği (26,74 mg kg^{-1}) N1K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük bor içeriği ise (17,16 mg kg^{-1}) N2K1Ca1 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.47).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök bor içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek bor içeriği (14,75 mg kg^{-1}) N2 uygulamasından, en düşük (8,48 mg kg^{-1}) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.48).

Çizelge 4.48. Kök bor içeriği

Kök bor içeriği (mg kg^{-1})									
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**			
Ca 1 (2mM)	**K1**	18,78	12,43	9,38	5,45	11,51	a		
	K2	13,45	14,68	11,23	8,45	11,95	a		
	Ort	**16,12 a A**	**13,56 a A**	**10,31 b B**	**6,95 b C**	**11,73 b**			
Ca 2 (4mM)	**K1**	17,53	16,88	15,82	9,40	14,91	a		
	K2	6,95	15,00	15,37	10,63	11,99	b		
	Ort	**12,24 b B**	**15,94 a A**	**15,59 a A**	**10,02 a B**	**13,45 a**			
Genel ortalama		**14,18 A**	**14,75 A**	**12,95 A**	**8,48 B**				

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	18,78	12,43	9,38	5,45	11,51 b
	Ca2	17,53	16,88	15,82	9,40	14,91 a
	Ort	**18,16 a A**	**14,66 a B**	**12,60 a B**	**7,43 a C**	**13,21 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	13,45	14,68	11,23	8,45	11,95 a
	Ca2	6,95	15,00	15,37	10,63	11,99 a
	Ort	**10,20 b B**	**14,84 a A**	**13,30 a A**	**9,54 a B**	**11,97 b**
Genel ortalama		**14,18 A**	**14,75 A**	**12,95 A**	**8,48 B**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	2,020	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$ 2,856	N	Azot
$K_{AÖF\ p<0,05}$	1,063	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$ 2,020	K	Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	1,428	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$ 2,856	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF}$	öd			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök bor içeriğinin arttığı görülmüş en yüksek bor içeriği (13,45 mg kg^{-1}) Ca2 uygulamasından, en düşük (11,73 mg kg^{-1}) Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.48).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök bor içeriğinin azaldığı görülmüş en yüksek bor içeriği (13,21 mg kg^{-1}) K1 uygulamasından, en düşük (11,97 mg kg^{-1}) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.48).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bor içeriğinin (18,16 mg kg^{-1}) N1K1 uygulamasından, en düşük bor içeriği ise (7,43 mg kg^{-1}) N4K1 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.48).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bor içeriğinin (16,12 mg kg^{-1}) N1Ca1 uygulamasından, en düşük bor içeriği ise (6,95 mg kg^{-1}) N4Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.48).

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bor içeriğinin (14,91 mg kg^{-1}) K1Ca2 uygulamasından, en düşük bor içeriği ise (11,51 mg kg^{-1}) K1Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.48).

Biber bitkisinde belirlenen bor içeriğinin 23-24 mg kg^{-1} aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, bor yeter sınırının 25-75 mg kg^{-1} olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Çalışmamızdan elde ettiğimiz bor verileri % 17,16-26,74 arasında değişmekte olup bulduğumuz sonuçlar tüm kök üstü aksamı ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür.

4.3. Biber Bitkisiyle Kaldırılan Kimi Bitki Besin Element Miktarları

4.3.1. Azot miktarı

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve köklerin kaldırmış olduğu azot miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.49 ve Çizelge 4.50'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.51 ve Çizelge 4.52'de sunulmuştur.

Yeşil aksamla kaldırılan azot miktarına; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile azot x kalsiyum, azot x potasyum ve üçlü interaksiyonların etkisi %1 düzeyinde önemli bulunurken; potasyum x kalsiyum arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.49).

Kök kaldırılan azot miktarına; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile üçlü interaksiyonların etkisi %1 düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.50).

Çizelge 4.49. Yeşil aksam kaldırılan azot varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Yeşil Aksam	A	3	15812092,435	5270697,478	83,360**	2,904	4,470
	B	1	1294237,537	1294237,537	20,469**	4,152	7,510
	A*B	3	1080364,791	360121,597	5,696**	2,904	4,470
	C	1	3054364,081	3054364,081	48,307**	4,152	7,510
	A*C	3	1256977,214	418992,405	6,627**	2,904	4,470
	B*C	1	33578,804	33578,804	0,531öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	994292,825	331430,942	5,242**	2,904	4,470
	Hata	32	2023301,375	63228,168			
	Genel	47	25549209,063	543600,193			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Çizelge 4.50. Kök kaldırılan azot varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kök	A	3	2987536,010	995845,337	65,383**	2,904	4,470
	B	1	171591,321	171591,321	11,266**	4,152	7,510
	A*B	3	110842,315	36947,438	2,426öd	2,904	4,470
	C	1	325725,578	325725,578	21,386**	4,152	7,510
	A*C	3	126717,279	42239,093	2,773öd	2,904	4,470
	B*C	1	68,904	68,904	0,005öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	233068,028	77689,343	5,101**	2,904	4,470
	Hata	32	487393,037	15231,032			
	Genel	47	4442942,472	94530,691			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan azot miktarının arttığı görülmüş en yüksek kaldırılan azot miktarı (2188,17 mg) N4 uygulamasından, en düşük (655,55 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.51).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan azot miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan azot miktarı (1659,32 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (1154,81 g) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.51).

Çizelge 4.51. Yeşil aksam kaldırılan azot miktarı

		Yeşil aksam azot miktarı (mg kuru madde^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	686,24 a	1831,23 a	2568,96 a	2313,47 a	1849,97
	K2	824,29 a	1046,83 b	1728,45 b	2275,09 a	1468,67
	Ort	**755,26 a C**	**1439,03 a B**	**2148,71 a A**	**2294,28 a A**	**1659,32 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	896,39 a	1119,03 a	1212,15 a	1942,69 a	1292,57
	K2	215,28 b	504,91 b	1126,58 a	2221,44 a	1017,05
	Ort	**555,84 a C**	**811,97 b BC**	**1169,37 b B**	**2082,07 a A**	**1154,81 b**
Genel ortalama		**655,55 D**	**1125,50 C**	**1690,04 B**	**2188,17 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6mM)	**Ca1**	686,24 a C	1831,23 a B	2568,96 a A	2313,47 a AB	1849,97
	Ca2	896,39 a B	1119,03 b B	1212,15 b B	1942,69 a A	1292,57
	Ort	**791,31 a C**	**1475,13 a B**	**1890,55 a A**	**2128,08 a A**	**1571,27 a**
K2 (8mM)	**Ca1**	824,29 a B	1046,83 a B	1728,45 a A	2275,09 a A	1468,67
	Ca2	215,28 b C	504,91 a C	1126,58 b B	2221,44 a A	1017,05
	Ort	**519,79 a C**	**775,87 b C**	**1427,52 b B**	**2248,27 a A**	**1242,86 b**
Genel ortalama		**655,55 D**	**1125,50 C**	**1690,04 B**	**2188,17 A**	

N $_{AÖF\ p<0,01}$	281,110	NxK $_{AÖF\ p<0,01}$	397,550	N Azot
K $_{AÖF\ p<0,01}$	198,775	KxCa $_{AÖF}$	öd	K Potasyum
Ca $_{AÖF\ p<0,01}$	198,775	NxCa $_{AÖF\ p<0,01}$	397,550	Ca Kalsiyum
NxKxCa $_{AÖF\ p<0,01}$	562,221			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan azot miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan azot miktarı (1571,27 mg) K1 uygulamasından, en düşük (1242,86 mg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.51).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan azot miktarının (2248,27 mg) N4K2 uygulamasından, en düşük kaldırılan azot miktarı ise (519,79 mg) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.51).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan azot miktarının (2294,28 mg) N4Ca1 uygulamasından, en düşük kaldırılan azot miktarı ise (555,84 mg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.51).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan azot miktarının (2568,96 mg) N3K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük kaldırılan azot miktarı ise (215,28 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.51).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan azot miktarının arttığı görülmüş en yüksek kaldırılan azot miktarı (952,84 mg) N4 uygulamasından, en düşük (290,02 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.52).

Çizelge 4.52. Kök kaldırılan azot miktarı

		Kök azot miktarı (mg kuru madde^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	306,16 a	644,04 a	1024,67 a	1024,45 a	749,83
	K2	367,59 a	479,72 a	737,06 b	946,22 a	632,65
	Ort	**336,88**	**561,88**	**880,86**	**985,34**	**691,24** a
Ca 2 (4mM)	**K1**	404,36 a	550,88 a	541,15 a	853,50 a	587,47
	K2	81,97 b	231,67 b	561,18 a	987,18 a	465,50
	Ort	**243,16**	**391,27**	**551,17**	**920,34**	**526,49** b
Genel ortalama		**290,02 D**	**476,58 C**	**716,01 B**	**952,84 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6mM)	**Ca1**	306,16 a	644,04 a	1024,67 a	1024,45 a	749,83
	Ca2	404,36 a	550,88 a	541,15 a	853,50 a	587,47
	Ort	**355,26**	**597,46**	**782,91**	**938,98**	**668,65** a
K2 (8mM)	**Ca1**	367,59 a	479,72 a	737,06 b	946,22 a	632,65
	Ca2	81,97 b	231,67 b	561,18 a	987,18 a	465,50
	Ort	**224,78**	**355,69**	**649,12**	**966,70**	**549,08** b
Genel ortalama		**290,02 D**	**476,58 C**	**716,01 B**	**952,84 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	137,971	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	öd	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	97,560	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	97,560	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	öd	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	275,941			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan azot miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan azot miktarı (691,24 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (526,49 mg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.52).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan azot miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan azot miktarı (668,65 mg) K1 uygulamasından, en düşük (549,07 mg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.52).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan azot miktarı (1024,67 mg) N3K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük miktar ise (81,97 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.52).

4.3.2. Fosfor miktarı

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kaldırılan fosfor miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.53 ve Çizelge 4.54'te, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.55 ve Çizelge 456'da sunulmuştur.

Yeşil aksam kaldırılan fosfor miktarına; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.53).

Çizelge 4.53. Yeşil aksam kaldırılan fosfor varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	345326,383	115108,794	82,745**	2,904	4,470
	B	1	37929,947	37929,947	27,266**	4,152	7,510
	A*B	3	18818,855	6272,952	4,509**	2,904	4,470
	C	1	138102,617	138102,617	99,273**	4,152	7,510
	A*C	3	26993,699	8997,900	6,468**	2,904	4,470
	B*C	1	14123,025	14123,025	10,152**	4,152	7,510
	A*B*C	3	27745,822	9248,607	6,648**	2,904	4,470
	Hata	32	44516,249	1391,133			
	Genel	47	653556,599	13905,460			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Kök kaldırılan fosfor miktarına; azot x potasyum interaksiyonu ilişkisi %5 olasılık düzeyinde; diğer faktörlerin etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.54. Kök kaldırılan fosfor varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kök	A	3	157209,442	52403,147	97,197**	2,904	4,470
	B	1	24910,386	24910,386	46,203**	4,152	7,510
	A*B	3	6613,941	2204,647	4,089*	2,904	4,470
	C	1	57422,167	57422,167	106,506**	4,152	7,510
	A*C	3	14796,569	4932,190	9,148**	2,904	4,470
	B*C	1	11793,870	11793,870	21,875**	4,152	7,510
	A*B*C	3	18437,603	6145,868	11,399**	2,904	4,470
	Hata	32	17252,655	539,145			
	Genel	47	308436,633	6562,482			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan fosfor miktarının arttığı görülmüş en yüksek kaldırılan fosfor miktarı (310,20 mg) N4 uygulamasından, en düşük (82,67 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.55).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan fosfor miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan fosfor miktarı (242,65 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (135,37 mg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.55).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan fosfor miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan fosfor miktarı (217,12 mg) K1 uygulamasından, en düşük (160,90 mg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.55).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan fosfor miktarının (311,37 mg) N4K1 uygulamasından, en düşük kaldırılan fosfor miktarı ise (65,29 mg) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.55).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan fosfor miktarının (346,65 mg) N4Ca1 uygulamasından, en düşük kaldırılan fosfor miktarı ise (56,71 mg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. Yeşil aksam kaldırılan fosfor miktarı

Yeşil aksam fosfor miktarı (mg kuru madde^{-1})									
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**			
Ca 1 (2mM)	**K1**	102,62 a C	283,85 a B	379,56 a A	385,63 a A	287,91 a			
	K2	114,63 a B	139,34 b B	227,90 b A	307,68 a A	197,39 b			
	Ort	**108,63 a C**	**211,59 a B**	**303,73 a A**	**346,65 a A**	**242,65 a**			
Ca 2 (4mM)	**K1**	97,46 a B	106,04 a B	144,70 a B	237,11 a A	146,33 a			
	K2	15,95 a C	50,95 a BC	120,38 a B	310,38 a A	124,41 a			
	Ort	**56,71 a C**	**78,49 b BC**	**132,54 b B**	**273,75 b A**	**135,37 b**			
Genel ortalama		**82,67 D**	**145,04 C**	**218,14 B**	**310,20 A**				

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	102,62 a	283,85 a	379,56 a	385,63 a	287,91
	Ca2	97,46 a	106,04 b	144,70 b	237,11 b	146,33
	Ort	**100,04 a C**	**194,94 a B**	**262,13 a A**	**311,37 a A**	**217,12 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	114,63 a	139,34 a	227,90 a	307,68 a	197,39 a
	Ca2	15,95 b	50,95 b	120,38 b	310,38 a	124,41 b
	Ort	**65,29 a C**	**95,14 b C**	**174,14 b B**	**309,03 a A**	**160,90 b**
Genel ortalama		**82,67 D**	**145,04 C**	**218,14 B**	**310,20 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	41,697	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	58,969	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	29,484	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	41,697	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	29,484	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	58,969	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	83,394			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan fosfor miktarının (287,91 mg) K1Ca1 uygulamasından, en düşük kaldırılan fosfor miktarı ise (124,41 mg) K2Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.55).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan fosfor miktarının (385,63 mg) N4K1Ca1 uygulamasında, en düşük kaldırılan fosfor miktarı ise (15,95 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.55).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan fosfor miktarının arttığı görülmüş en yüksek (198,65 mg) N4 uygulamasından, en düşük (48,48 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.54).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan fosfor miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (152,95 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (83,78 mg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.56).

Çizelge 4.56. Kök kaldırılan fosfor miktarı

Kök fosfor miktarı (mg kuru madde^{-1})																	
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**															
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**		
Ca 1 (2mM)	**K1**	65,43	a		159,53	a		277,89	a		262,78	a		191,41	a	
	K2	71,02	a		79,41	b		132,86	b		174,70	b		114,50	b	
	Ort	**68,23**	**a**	**C**	**119,47**	**a**	**B**	**205,38**	**a**	**A**	**218,74**	**a**	**A**	**152,95**	**a**	
Ca 2 (4mM)	**K1**	53,65	a		68,77	a		83,23	a		157,89	a		90,88	a	
	K2	3,83	a		27,73	a		75,91	a		199,22	a		76,67	a	
	Ort	**28,74**	**b**	**C**	**48,25**	**b**	**BC**	**79,57**	**b**	**B**	**178,55**	**b**	**A**	**83,78**	**b**	
Genel ortalama		**48,48**		**D**	**83,86**		**C**	**142,47**		**B**	**198,65**		**A**			

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**														
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**		
K1 (6 mM)	**Ca1**	65,43	a	C	159,53	a	B	277,89	a	A	262,78	a	A	191,41	a	
	Ca2	53,65	a	B	68,77	b	B	83,23	b	B	157,89	b	A	90,88	b	
	Ort	**59,54**	**a**	**D**	**114,15**	**a**	**C**	**180,56**	**a**	**B**	**210,34**	**a**	**A**	**141,15**	**a**	
K2 (8 mM)	**Ca1**	71,02	a	B	79,41	a	B	132,86	a	A	174,70	a	A	114,50	a	
	Ca2	3,83	b	C	27,73	a	BC	75,91	b	B	199,22	a	A	76,67	b	
	Ort	**37,43**	**a**	**C**	**53,57**	**b**	**C**	**104,39**	**b**	**B**	**186,96**	**a**	**A**	**95,58**	**b**	
Genel ortalama																

$N_{AÖF\ p<0,01}$	25,958	$NxK_{AÖF\ p<0,05}$	27,327	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	18,355	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	25,958	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	18,355	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	36,710	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	51,916			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan fosfor miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (141,15 mg) K1 uygulamasından, en düşük (95,58 mg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.56).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan fosfor miktarının (210,34 mg) N4K1 uygulamasından, en düşük kaldırılan fosfor miktarı ise (37,43 mg) N1K2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.56).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan fosfor miktarının (218,74 mg) N4Ca1 uygulamasından, en düşük kaldırılan fosfor miktarı ise (28,74 mg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.56).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan fosfor miktarı (277,89 mg) N3K1Ca1 uygulamasında, en düşük (3,83 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.56).

4.3.3. Potasyum miktarı

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kaldırılan potasyum miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.57 ve Çizelge 4.58'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.59 ve Çizelge 4.60'da sunulmuştur.

Yeşil aksam kaldırılan potasyum miktarına; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile azot x kalsiyum ve üçlü interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, azot x potasyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; potasyum x kalsiyum arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.57).

Kök kaldırılan potasyum miktarına; azot, ve kalsiyum dozları ile azot x potasyum üçlü interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, azot x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 olasılık düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.58).

Çizelge 4.57. Yeşil aksam kaldırılan potasyum varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	49419593,437	16473197,812	73,394**	2,904	4,470
	B	1	1888708,544	1888708,544	8,415**	4,152	7,510
	A*B	3	2753420,224	917806,741	4,089*	2,904	4,470
	C	1	5068758,576	5068758,576	22,583**	4,152	7,510
	A*C	3	4860163,665	1620054,555	7,218**	2,904	4,470
	B*C	1	569714,804	569714,804	2,538öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	3322545,309	1107515,103	4,934**	2,904	4,470
	Hata	32	7182338,056	224448,064			
	Genel	47	75065242,615	1597132,822			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Çizelge 4.58. Kök kaldırılan potasyum varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	3935472,651	1311824,217	70,614**	2,904	4,470
	B	1	64977,763	64977,763	3,498öd	4,152	7,510
	A*B	3	272573,351	90857,784	4,891**	2,904	4,470
	C	1	451075,392	451075,392	24,281**	4,152	7,510
	A*C	3	220456,789	73485,596	3,956*	2,904	4,470
	B*C	1	8537,867	8537,867	0,460öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	316440,534	105480,178	5,678**	2,904	4,470
	Hata	32	594473,600	18577,300			
	Genel	47	5864007,948	124766,127			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan potasyum miktarının arttığı görülmüş en yüksek kaldırılan potasyum miktarı (3995,44 mg) N4 uygulamasından, en düşük (1260,59 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.59).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan potasyum miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (2836,73 mg) K1 uygulamasından, en düşük (2440,01 mg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.59).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan potasyum miktarının (4110,63 mg) N4K2 uygulamasından, en düşük kaldırılan potasyum miktarı ise (1080,06 mg) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.59).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan potasyum miktarının (4103,22 mg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük kaldırılan potasyum miktarı ise (1108,80 mg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.59).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan potasyum miktarı (4275,95 mg) N4K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük miktar ise (388,62 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.59).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan potasyum miktarının arttığı görülmüş en yüksek (1129,82 mg) N4 uygulamasından, en düşük (376,01 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.60).

Çizelge 4.59. Yeşil aksam kaldırılan potasyum miktarı

		Yeşil aksam potasyum miktarı (mg kuru madde^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	1053,26 a	3258,12 a	4069,61 a	3830,01 a	3052,75
	K2	1771,50 a	2333,84 a	3445,00 a	3945,31 a	2873,91
	Ort	**1412,38 a C**	**2795,98 a B**	**3757,30 a A**	**3887,66 a A**	**2963,33 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	1828,97 a	2287,42 a	2436,00 a	3930,49 a	2620,72
	K2	388,62 b	976,19 b	2383,65 a	4275,95 a	2006,10
	Ort	**1108,80 a C**	**1631,80 b C**	**2409,83 b B**	**4103,22 a A**	**2313,41 b**
Genel ortalama		**1260,59 D**	**2213,89 C**	**3083,56 B**	**3995,44 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	1053,26 a B	3258,12 a A	4069,61 a A	3830,01 a A	3052,75
	Ca2	1828,97 a B	2287,42 a B	2436,00 b B	3930,49 a A	2620,72
	Ort	**1441,12 a C**	**2772,77 a B**	**3252,81 a B**	**3880,25 a A**	**2836,73**
K2 (8 mM)	**Ca1**	1771,50 a B	2333,84 a B	3445,00 a A	3945,31 a A	2873,91
	Ca2	388,62 b C	976,19 b C	2383,65 b B	4275,95 a A	2006,10
	Ort	**1080,06 a D**	**1655,02 b C**	**2914,32 a B**	**4110,63 a A**	**2440,01**
Genel ortalama		**1260,59 D**	**2213,89 C**	**3083,56 B**	**3995,44 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	529,639	$NxK_{AÖF\ p<0,05}$	557,572	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	374,511	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	374,511	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	749,022	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	1059,277			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan potasyum miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (2963,33 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (2313,41 mg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.59).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan potasyum miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (864,92 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (671,04 mg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.60).

Çizelge 4.60. Kök kaldırılan potasyum miktarı

Kök potasyum miktarı (mg kuru madde^{-1})												
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**										
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**	
Ca 1 (2mM)	**K1**	388,33	a	C	845,61	a	B	1195,50	a	A	1124,05	a	AB	888,37	
	K2	495,05	a	B	704,84	a	B	1023,58	a	A	1142,36	a	A	841,46	
	Ort	**441,69**	**a**	**C**	**775,23**	**a**	**B**	**1109,54**	**a**	**A**	**1133,20**	**a**	**A**	**864,92**	**a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	504,45	a	B	685,33	a	AB	713,29	a	AB	981,58	a	A	721,16	
	K2	116,22	b	C	310,27	b	C	785,85	a	B	1271,28	a	A	620,91	
	Ort	**310,34**	**a**	**D**	**497,80**	**b**	**C**	**749,57**	**b**	**B**	**1126,43**	**a**	**A**	**671,04**	**b**
Genel ortalama		**376,01**		**D**	**636,51**		**C**	**929,56**		**B**	**1129,82**		**A**		

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**										
		N1 (6 mM)			**N2 (8 mM)**			**N3 (10 mM)**			**N4 (12 mM)**			**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	388,33	a		845,61	a		1195,50	a		1124,05	a		888,37
	Ca2	504,45	a		685,33	a		713,29	b		981,58	a		721,16
	Ort	**446,39**	**a**	**C**	**765,47**	**a**	**B**	**954,40**	**a**	**AB**	**1052,82**	**a**	**A**	**804,77**
K2 (8 mM)	**Ca1**	495,05	a		704,84	a		1023,58	a		1142,36	a		841,46
	Ca2	116,22	b		310,27	b		785,85	a		1271,28	a		620,91
	Ort	**305,63**	**a**	**C**	**507,56**	**b**	**C**	**904,72**	**a**	**B**	**1206,82**	**a**	**A**	**731,18**
Genel ortalama		**376,01**		**D**	**636,51**		**C**	**929,56**		**B**	**1129,82**		**A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	152,375	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	215,590	N Azot
$K_{AÖF}$	öd	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	107,745	$NxCa_{AÖF\ p<0,05}$	160,411	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	304,749			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan potasyum miktarı (1206,82 mg) N4K2 uygulamasından, en düşük miktar ise (305,63 mg) N1K2

uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.60).

Azot x kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan potasyum miktarının (1133,20 mg) N4Ca1 uygulamasından, en düşük (310,34 mg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.60).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan potasyum miktarının (1271,28 mg) N4K2Ca2 uygulamasında, en düşük (116,22 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.60).

4.3.4. Kalsiyum miktarı

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kaldırılan kalsiyum miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.61 ve Çizelge 4.62'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.63 ve Çizelge 4.64'de sunulmuştur.

Çizelge 4.61. Yeşil aksam kaldırılan kalsiyum varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Yeşil Aksam	A	3	739860,669	246620,223	34,940**	2,904	4,470
	B	1	72736,034	72736,034	10,305**	4,152	7,510
	A*B	3	28026,711	9342,237	1,324öd	2,904	4,470
	C	1	26065,710	26065,710	3,693öd	4,152	7,510
	A*C	3	147666,409	49222,136	6,973**	2,904	4,470
	B*C	1	18371,926	18371,926	2,603öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	95198,100	31732,700	4,496**	2,904	4,470
	Hata	32	225871,241	7058,476			
	Genel	47	1353796,801	28804,187			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları
öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Çizelge 4.62. Kök kaldırılan kalsiyum varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	33463,771	11154,590	64,397**	2,904	4,470
	B	1	570,285	570,285	3,292öd	4,152	7,510
	A*B	3	2340,091	780,030	4,503**	2,904	4,470
	C	1	0,105	0,105	0,001öd	4,152	7,510
	A*C	3	4720,835	1573,612	9,085**	2,904	4,470
	B*C	1	743,636	743,636	4,293*	4,152	7,510
	A*B*C	3	4969,482	1656,494	9,563**	2,904	4,470
	Hata	32	5542,912	173,216			
	Genel	47	52351,119	1113,854			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları

öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Yeşil aksam kaldırılan kalsiyum miktarına; azot ve potasyum dozları ile azot x kalsiyum ve üçlü interaksiyonların etkisi %1 düzeyinde önemli bulunurken; kalsiyum, potasyum x kalsiyum ve azot x potasyum interaksiyonları arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.61).

Kök kalsiyum miktarına; azot dozları, azot x potasyum, azot x kalsiyum ile üçlü interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde, potasyum x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 olasılık düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.62).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan kalsiyum miktarının arttığı görülmüş en yüksek (514,45 mg) N4 uygulamasından, en düşük (182,13 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.63).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan kalsiyum miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (378,01 mg) K1 uygulamasından, en düşük (300,15 mg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.63).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan kalsiyum miktarının (630,70 mg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük (170,37 mg) N1Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.63).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan kalsiyum miktarının (645,98 mg) N4K1Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük (76,92 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.63. Yeşil aksam kaldırılan kalsiyum miktarı

Yeşil aksam kalsiyum miktarı (mg kuru madde^{-1})										
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**								
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**		**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	133,01 a	B	318,46 a	AB	496,34 a	A	392,75 a	A	335,14
	K2	207,72 a	B	244,69 a	AB	329,60 a	AB	403,64 a	A	296,41
	Ort	**170,37 a**	**B**	**281,57 a**	**AB**	**412,97 a**	**A**	**398,20 b**	**A**	**315,78**
Ca 2 (4mM)	**K1**	310,85 a	B	377,32 a	B	349,34 a	B	645,98 a	A	420,87
	K2	76,92 b	C	158,15 b	C	365,08 a	B	615,41 a	A	303,89
	Ort	**193,89 a**	**C**	**267,74 a**	**BC**	**357,21 a**	**B**	**630,70 a**	**A**	**362,38**
Genel ortalama		**182,13**	**C**	**274,65**	**C**	**385,10**	**B**	**514,45**	**A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**								
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**		**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	133,01 a		318,46 a		496,34 a		392,75 b		335,14
	Ca2	310,85 a		377,32 a		349,34 a		645,98 a		420,87
	Ort	**221,93**		**347,89**		**422,84**		**519,37**		**378,01 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	207,72 a		244,69 a		329,60 a		403,64 b		296,41
	Ca2	76,92 a		158,15 a		365,08 a		615,41 a		303,89
	Ort	**142,32**		**201,42**		**347,34**		**509,53**		**300,15 b**
Genel ortalama		**182,13**	**C**	**274,65**	**C**	**385,10**	**B**	**514,45**	**A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	93,924	$NxK_{AÖF}$	öd	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	66,414	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF}$	öd	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	132,829	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	187,848			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan kalsiyum miktarının (112,39 mg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük (23,31 mg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.64).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan kalsiyum miktarının (135,00 mg) N4K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük (9,28 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.64).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan kalsiyum miktarının arttığı görülmüş en yüksek (95,86 mg) N4 uygulamasından, en düşük (25,40 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.64).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan kalsiyum miktarının (103,76 mg) N4K2 uygulamasından, en düşük (18,36 mg) N1K2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.64).

Çizelge 4.64. Kök kaldırılan kalsiyum miktarı

		Kök kalsiyum miktarı (mg kuru madde^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	27,54 a B	51,26 a B	90,50 a A	86,12 a A	63,86 a
	K2	27,43 a B	40,70 a B	55,72 b AB	72,52 a A	49,09 b
	Ort	**27,49 a B**	**45,98 a B**	**73,11 a A**	**79,32 b A**	**56,47**
Ca 2 (4mM)	**K1**	37,34 a B	53,16 a B	44,04 a B	89,78 b A	56,08 a
	K2	9,28 a C	20,81 b C	63,13 a B	135,00 a A	57,06 a
	Ort	**23,31 a C**	**36,98 a BC**	**53,58 a B**	**112,39 a A**	**56,57**
Genel ortalama		**25,40 D**	**41,48 C**	**63,35 B**	**95,86 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	27,54 a	51,26 a	90,50 a	86,12 a	63,86 a
	Ca2	37,34 a	53,16 a	44,04 b	89,78 a	56,08 a
	Ort	**32,44 a C**	**52,21 a BC**	**67,27 a AB**	**87,95 a A**	**59,97**
K2 (8 mM)	**Ca1**	27,43 a	40,70 a	55,72 a	72,52 b	49,09 a
	Ca2	9,28 a	20,81 a	63,13 a	135,00 a	57,06 a
	Ort	**18,36 a C**	**30,76 b C**	**59,43 a B**	**103,76 a A**	**53,07**
Genel ortalama		**25,40 D**	**41,48 C**	**63,35 B**	**95,86 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	20,808	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$ 20,808	N	Azot
$K_{AÖF}$	öd	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$ 10,953	K	Potasyum
$Ca_{AÖF}$	öd	$NxCa_{AÖF\ p<0,05}$ 20,808	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	29,457			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

4.3.5. Magnezyum miktarı

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kaldırılan magnezyum miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.65 ve Çizelge 4.66'da, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.67 ve Çizelge 4.68'de sunulmuştur.

Yeşil aksam kaldırılan magnezyum miktarına; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile azot x potasyum ve üçlü interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, azot x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; potasyum x kalsiyum arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.65. Yeşil aksam kaldırılan magnezyum varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Yeşil Aksam	A	3	345765,242	115255,081	24,601**	2,904	4,470
	B	1	45323,677	45323,677	9,674**	4,152	7,510
	A*B	3	76623,574	25541,191	5,452**	2,904	4,470
	C	1	164648,470	164648,470	35,143**	4,152	7,510
	A*C	3	61238,725	20412,908	4,357*	2,904	4,470
	B*C	1	3172,814	3172,814	0,677öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	141167,231	47055,744	10,044**	2,904	4,470
	Hata	32	149921,209	4685,038			
	Genel	47	987860,942	21018,318			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Çizelge 4.66. Kök kaldırılan magnezyum varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kök	A	3	57617,822	19205,941	57,511**	2,904	4,470
	B	1	520,215	520,215	1,558öd	4,152	7,510
	A*B	3	4625,493	1541,831	4,617**	2,904	4,470
	C	1	1704,322	1704,322	5,104*	4,152	7,510
	A*C	3	7070,110	2356,703	7,057**	2,904	4,470
	B*C	1	28,706	28,706	0,086öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	8912,729	2970,910	8,896**	2,904	4,470
	Hata	32	10686,396	333,950			
	Genel	47	91165,792	1939,698			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Kök kaldırılan magnezyum miktarına; azot ve kalsiyum dozları ile azot x potasyum ve azot x kalsiyum ile üçlü interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, kalsiyum dozu arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.66).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan magnezyum miktarının arttığı görülmüş en yüksek (466,86 mg) N4 uygulamasından, en düşük (238,02 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.67).

Çizelge 4.67. Yeşil aksam kaldırılan magnezyum miktarı

Yeşil aksam magnezyum miktarı (mg kuru madde^{-1})									
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**		**Ortalama**	
Ca 1 (2mM)	**K1**	203,20 a		533,93 a		573,65 a		476,41 a		446,80	
	K2	338,25 a		348,70 b		433,75 a		485,71 a		401,60	
	Ort	**270,72 a**	**B**	**441,32 a**	**A**	**503,70 a**	**A**	**481,06 a**	**A**	**424,20**	**a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	329,01 a		349,06 a		281,30 a		424,32 a		345,92	
	K2	81,63 b		159,19 b		351,02 a		480,98 a		268,21	
	Ort	**205,32 a**	**C**	**254,13 b**	**BC**	**316,16 b**	**B**	**452,65 a**	**A**	**307,07**	**b**
Genel ortalama		**238,02**	**C**	**347,72**	**B**	**409,93**	**AB**	**466,86**	**A**		

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**								
		N1 (6 mM)		**N2 (8 mM)**		**N3 (10 mM)**		**N4 (12 mM)**		**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	203,20 a	B	533,93 a	A	573,65 a	A	476,41 a	A	446,80
	Ca2	329,01 a	A	349,06 b	A	281,30 b	A	424,32 a	A	345,92
	Ort	**266,11 a**	**B**	**441,50 a**	**A**	**427,48 a**	**A**	**450,37 a**	**A**	**396,36 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	338,25 a	A	348,70 a	A	433,75 a	A	485,71 a	A	401,60
	Ca2	81,63 b	B	159,19 b	B	351,02 a	A	480,98 a	A	268,21
	Ort	**209,94 a**	**B**	**253,95 b**	**B**	**392,39 a**	**A**	**483,35 a**	**A**	**334,91 b**
Genel ortalama		**238,02**	**C**	**347,72**	**B**	**409,93**	**AB**	**466,86**	**A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	76,521	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	108,216	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	54,108	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	54,108	$NxCa_{AÖF\ p<0,05}$	80,556	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	153,041			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan magnezyum miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (424,20 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (307,07 mg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.67).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan magnezyum miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (396,36 mg) K1 uygulamasından, en düşük (334,91 mg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.67).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan magnezyum miktarı (450,37 mg) N4K1 uygulamasından, en düşük (209,94 mg) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.67).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan magnezyum miktarı (503,70 mg) N3Ca1 uygulamasından, en düşük (205,32 mg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.67).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan magnezyum miktarı (573,65 mg) N3K1Ca1 uygulamasında, en düşük (81,63 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.67).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan magnezyum miktarının arttığı görülmüş en yüksek kaldırılan magnezyum miktarı (146,07 mg) N4 uygulamasından, en düşük (54,44 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.68).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan magnezyum miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan magnezyum miktarı (106,81 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (94,89 mg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.68).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan magnezyum miktarının (155,27 mg) N4K2 uygulamasından, en düşük kaldırılan magnezyum miktarı

ise (46,73 mg) N1K2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.68).

Çizelge 4.68. Kök kaldırılan magnezyum miktarı

Kök magnezyum miktarı (mg kuru madde^{-1})									
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	48,48 a B	110,96 a A	147,16 a A	136,90 a A	110,87
	K2	71,51 a C	86,22 a BC	125,30 a AB	127,95 a A	102,74
	Ort	**60,00 a C**	**98,59 a B**	**136,23 a A**	**132,42 a A**	**106,81 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	75,81 a B	90,74 a B	86,24 a B	136,85 b A	97,41
	K2	21,95 b C	48,49 b C	116,45 a B	182,59 a A	92,37
	Ort	**48,88 a C**	**69,62 b C**	**101,35 b B**	**159,72 a A**	**94,89 b**
Genel ortalama		**54,44 D**	**84,10 C**	**118,79 B**	**146,07 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	48,48 a	110,96 a	147,16 a	136,90 a	110,87
	Ca2	75,81 a	90,74 a	86,24 b	136,85 a	97,41
	Ort	**62,14 a C**	**100,85 a B**	**116,70 a AB**	**136,88 a A**	**104,14**
K2 (8 mM)	**Ca1**	71,51 a	86,22 a	125,30 a	127,95 b	102,74
	Ca2	21,95 b	48,49 a	116,45 a	182,59 a	92,37
	Ort	**46,73 a C**	**67,35 b C**	**120,88 a B**	**155,27 a A**	**97,56**
Genel ortalama		**54,44 D**	**84,10 C**	**118,79 B**	**146,07 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	20,430	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	28,892	N Azot
$K_{AÖF}$	öd	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,05}$	10,754	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	28,892	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	40,859			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan magnezyum miktarının (159,72 mg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük kaldırılan magnezyum miktarı ise (48,88 mg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.68).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan magnezyum miktarının (182,59 mg) N4K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük kaldırılan magnezyum miktarı ise (21,95 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.68).

4.3.6. Sodyum miktarı

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve köklerin kaldırmış olduğu sodyum miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.69 ve Çizelge 4.70'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.71 ve Çizelge 4.72'de sunulmuştur.

Yeşil aksamla kaldırılan sodyum miktarına; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile azot x kalsiyum ve üçlü interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, azot x potasyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; potasyum x kalsiyum arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.69).

Çizelge 4.69. Yeşil aksam kaldırılan sodyum varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Yeşil Aksam	A	3	86403,364	28801,121	65,773**	2,904	4,470
	B	1	4596,406	4596,406	10,497**	4,152	7,510
	A*B	3	4889,698	1629,899	3,722*	2,904	4,470
	C	1	8827,289	8827,289	20,159**	4,152	7,510
	A*C	3	8490,922	2830,307	6,464**	2,904	4,470
	B*C	1	893,982	893,982	2,042öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	6552,260	2184,087	4,988**	2,904	4,470
	Hata	32	14012,438	437,889			
	Genel	47	134666,360	2865,242			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Çizelge 4.70. Kök kaldırılan sodyum varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kök	A	3	8487,308	2829,103	65,298**	2,904	4,470
	B	1	239,726	239,726	5,533*	4,152	7,510
	A*B	3	604,171	201,390	4,648**	2,904	4,470
	C	1	987,088	987,088	22,783**	4,152	7,510
	A*C	3	573,313	191,104	4,411*	2,904	4,470
	B*C	1	0,107	0,107	0,002öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	663,712	221,237	5,106**	2,904	4,470
	Hata	32	1386,433	43,326			
	Genel	47	12941,858	275,359			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Kök kaldırılan sodyum miktarına; azot ve kalsiyum dozları ile azot x potasyum ve üçlü interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, kalsiyum ve azot x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; potasyum x kalsiyum arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.70).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan sodyum miktarının arttığı görülmüş, en yüksek (170,76 mg) N4 uygulamasından, en düşük (56,49 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.71).

Çizelge 4.71. Yeşil aksam kaldırılan sodyum miktarı

Yeşil aksam sodyum miktarı (mg kuru madde^{-1})					
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**			
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	46,63 a B	138,42 a A	177,91 a A	166,87 a A	132,46 a
	K2	75,71 a B	97,07 a B	144,85 a A	168,44 a A	121,52 a
	Ort	**61,17 a C**	**117,74 a B**	**161,38 a A**	**167,65 a A**	**126,99 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	83,70 a B	101,25 a B	103,29 a B	167,63 a A	113,97
	K2	19,89 b C	42,95 b C	100,10 a B	180,12 a A	85,76
	Ort	**51,80 a C**	**72,10 b BC**	**101,69 b B**	**173,87 a A**	**99,87 b**
Genel ortalama		**56,49 D**	**94,92 C**	**131,54 B**	**170,76 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	46,63 a	138,42 a	177,91 a	166,87 a	132,46
	Ca2	83,70 a	101,25 a	103,29 b	167,63 a	113,97
	Ort	**65,17 a C**	**119,83 a B**	**140,60 a B**	**167,25 a A**	**123,21 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	75,71 a	97,07 a	144,85 a	168,44 a	121,52
	Ca2	19,89 b	42,95 b	100,10 a	180,12 a	85,76
	Ort	**47,80 a C**	**70,01 b C**	**122,48 a B**	**174,28 a A**	**103,64 b**
Genel ortalama		**56,49 D**	**94,92 C**	**131,54 B**	**170,76 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	23,394	$NxK_{AÖF\ p<0,05}$	24,628	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	16,542	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$	23,394	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	16,542	$NxCa_{AÖF}$	öd	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	46,788			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan sodyum miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (126,98 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (99,87 mg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.71).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan sodyum miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (123,21 mg) K1 uygulamasından, en düşük (103,64 mg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.71).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan sodyum miktarının (174,28 mg) N4K2 uygulamasından, en düşük (47,80 mg) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.71).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan sodyum miktarı (173,87 mg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük kaldırılan sodyum miktarı ise (51,80 mg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.71).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan sodyum miktarı (180,12 mg) N4K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük kaldırılan sodyum miktarı ise (19,89 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.71).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan sodyum miktarının arttığı görülmüş en yüksek (53,30 mg) N4 uygulamasından, en düşük (17,91 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.72).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan sodyum miktarının azaldığı görülmüş, en yüksek (40,58 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (31,51 mg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.72).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan sodyum miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan sodyum miktarı (38,28 mg) K1 uygulamasından, en düşük (33,81 mg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.72).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan sodyum miktarı (56,46 mg) N4K2 uygulamasından, en düşük kaldırılan sodyum miktarı ise (14,39 mg) N1K2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.72).

Çizelge 4.72. Kök kaldırılan sodyum miktarı

Kök sodyum miktarı (mg kuru madde^{-1})					
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**			
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	19,70 a C	41,24 a B	56,63 a AB	53,49 a A	42,77
	K2	22,76 a C	32,33 a BC	46,31 a AB	52,17 a A	38,39
	Ort	**21,23 a C**	**36,79 a B**	**51,47 a A**	**52,83 a A**	**40,58 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	23,14 a B	32,38 a AB	32,86 a AB	46,79 a A	33,79
	K2	6,01 b C	14,69 b C	35,47 a B	60,74 a A	29,23
	Ort	**14,58 a D**	**23,53 b C**	**34,17 b B**	**53,77 a A**	**31,51 b**
Genel ortalama		**17,91 D**	**30,16 C**	**42,82 B**	**53,30 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	19,70 a	41,24 a	56,63 a	53,49 a	42,77
	Ca2	23,14 a	32,38 a	32,86 b	46,79 a	33,79
	Ort	**21,42 a C**	**36,81 a B**	**44,75 a AB**	**50,14 a A**	**38,28 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	22,76 a	32,33 a	46,31 a	52,17 a	38,39
	Ca2	6,01 b	14,69 b	35,47 a	60,74 a	29,23
	Ort	**14,39 a C**	**23,51 b C**	**40,89 a B**	**56,46 a A**	**33,81 b**
Genel ortalama		**17,91 D**	**30,16 C**	**42,82 B**	**53,30 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	7,359	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$ 10,407	N	Azot
$K_{AÖF\ p<0,05}$	3,873	$KxCa_{AÖF}$ öd	K	Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	5,203	$NxCa_{AÖF\ p<0,05}$ 7,747	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	14,717			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan sodyum miktarının (53,77 mg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük kaldırılan sodyum miktarı ise (14,58 mg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.72).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan sodyum miktarı (60,74 mg) N4K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük (6,01 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.72).

4.3.7. Demir miktarı

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kaldırılan demir miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.73 ve Çizelge 4.74'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.75 ve Çizelge 4.76'da sunulmuştur.

Çizelge 4.73. Yeşil aksam kaldırılan demir varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	44640178,865	14880059,622	61,029**	2,904	4,470
	B	1	2126529,955	2126529,955	8,722**	4,152	7,510
	A*B	3	2832523,067	944174,356	3,872*	2,904	4,470
	C	1	2482007,329	2482007,329	10,180**	4,152	7,510
	A*C	3	6617591,965	2205863,988	9,047**	2,904	4,470
	B*C	1	242655,768	242655,768	0,995öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	2306643,195	768881,065	3,153*	2,904	4,470
	Hata	32	7802234,746	243819,836			
	Genel	47	69050364,891	1469156,700			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Çizelge 4.74. Kök kaldırılan demir varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	929474682,192	309824894,064	42,687**	2,904	4,470
	B	1	214418125,751	214418125,751	29,542**	4,152	7,510
	A*B	3	39769710,659	13256570,220	1,826öd	2,904	4,470
	C	1	85248820,935	85248820,935	11,745**	4,152	7,510
	A*C	3	238987625,878	79662541,959	10,976**	2,904	4,470
	B*C	1	333779224,322	333779224,322	45,987**	4,152	7,510
	A*B*C	3	184449358,810	61483119,603	8,471**	2,904	4,470
	Hata	32	232259253,677	7258101,677			
	Genel	47	2258386802,225	48050783,026			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Yeşil aksam kaldırılan demir miktarına; azot ve potasyum ve kalsiyum dozları ile azot x kalsiyum interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, azot x potasyum ve üçlü interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; potasyum x kalsiyum arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.73).

Kök kaldırılan demir miktarına; azot x potasyum arasındaki etki önemli bulunmazken; diğer faktörlerin etkisi istatistiksel olarak %1 olasılık bulunmuştur. (Çizelge 4.74).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan demir miktarının arttığı görülmüş en yüksek kaldırılan demir miktarı (3550,86 mg) N4 uygulamasından, en düşük (1042,40 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.75).

Çizelge 4.75. Yeşil aksam kaldırılan demir miktarı

		Yeşil aksam demir içeriği (mg kuru madde^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	862,10 a C	2239,01 a B	3868,64 a A	3274,63 a A	2561,10
	K2	1152,73 a B	1389,32 b B	3003,02 b A	3584,26 a A	2282,33
	Ort	**1007,41 a C**	**1814,17 a B**	**3435,83 a A**	**3429,45 a A**	**2421,72 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	1782,46 a	1873,26 a	1879,10 a	3459,21 a	2248,51
	K2	372,32 b C	803,53 b C	1680,17 a B	3885,34 a A	1685,34
	Ort	**1077,39 a B**	**1338,39 a B**	**1779,64 b B**	**3672,28 a A**	**1966,93 b**
Genel ortalama		**1042,40 C**	**1576,28 C**	**2607,74 B**	**3550,86 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	862,10 b	2239,01 a	3868,64 a	3274,63 a	2561,10
	Ca2	1782,46 a B	1873,26 a B	1879,10 b B	3459,21 a A	2248,51
	Ort	**1322,28 a C**	**2056,14 a B**	**2873,87 a A**	**3366,92 a A**	**2404,80 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	1152,73 a	1389,32 a	3003,02 a	3584,26 a	2282,33
	Ca2	372,32 a	803,53 a	1680,17 b	3885,34 a	1685,34
	Ort	**762,52 a C**	**1096,43 b C**	**2341,60 a B**	**3734,80 a A**	**1983,84 b**
Genel ortalama		**1042,40 C**	**1576,28 C**	**2607,74 B**	**3550,86 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	552,022	$NxK_{AÖF\ p<0,05}$	581,136	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	390,338	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	390,338	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	780,677	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,05}$	821,851			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan demir miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan demir miktarı (2421,72 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (1966,93 mg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.75).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan demir miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan demir miktarı (2404,80 mg) K1 uygulamasından, en düşük (1983,84 mg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.75).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan demir miktarının (3734,80 mg) N4K2 uygulamasından, en düşük kaldırılan demir miktarı ise (762,52 mg) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.75).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan demir miktarının (3672,28 mg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük kaldırılan demir miktarı ise (1007,41 mg) N1Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.75).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan demir miktarının (3885,34 mg) N4K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük kaldırılan demir miktarı ise (372,32 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.75).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan demir miktarının arttığı görülmüş en yüksek kaldırılan demir miktarı (14120,75 mg) N4 uygulamasından, en düşük (2285,82 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.76).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan demir miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan demir miktarı (8446,65 mg) Ca1 uygulamasından, en düşük (5781,31 mg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.76).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan demir miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan demir miktarı (9227,52 mg) K1 uygulamasından, en düşük (5000,44 mg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.76).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan demir miktarının (16166,52 mg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük kaldırılan demir miktarı ise (3100,67 mg) N1Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.76).

Çizelge 4.76. Kök kaldırılan demir miktarı

		Kök demir miktarı (mg kuru madde^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	3727,15 a	12397,05 a	17682,92 a	18981,60 a	13197,18 a
	K2	2474,18 a A	2765,82 b A	4376,10 b A	5168,38 b A	3696,12 b
	Ort	**3100,67 a C**	**7581,44 a B**	**11029,51 a AB**	**12074,99 a A**	**8446,65 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	2370,33 a B	3141,17 a B	2662,53 a B	12857,37 b A	5257,85 a
	K2	571,64 a	1166,84 a	4004,89 a	19475,67 a	6304,76 a
	Ort	**1470,98 a B**	**2154,01 b B**	**3333,71 b B**	**16166,52 a A**	**5781,31 b**
Genel ortalama		**2285,82 C**	**4867,72 BC**	**7181,61 B**	**14120,75 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	3727,15 a C	12397,05 a B	17682,92 a AB	18981,60 a A	13197,18 a
	Ca2	2370,33 a	3141,17 b	2662,53 b	12857,37 b	5257,85 b
	Ort	**3048,74**	**7769,11**	**10172,73**	**15919,48**	**9227,52 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	2474,18 a	2765,82 a	4376,10 a	5168,38 b	3696,12 a
	Ca2	571,64 a B	1166,84 a B	4004,89 a B	19475,67 a A	6304,76 a
	Ort	**1522,91**	**1966,33**	**4190,50**	**12322,03**	**5000,44 b**
Genel ortalama		**2285,82 C**	**4867,72 BC**	**7181,61 B**	**14120,75 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	3011,849	$NxK_{AÖF}$ öd	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	2129,699	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$ 3011,849	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	2129,699	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$ 4259,398	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	6023,698		

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan demir miktarının (13197,18 mg) K1Ca1 uygulamasından, en düşük kaldırılan demir miktarı ise (3696,12 mg) K2Ca1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.76).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan demir miktarının (19475,67 mg) N4K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük kaldırılan demir miktarı ise (571,64 mg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.76).

4.3.8. Bakır miktarı

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kaldırılan bakır miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.77 ve Çizelge 4.78'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.79 ve Çizelge 4.80'de sunulmuştur.

Çizelge 4.77. Yeşil aksam kaldırılan bakır varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Yeşil Aksam	A	3	966239,916	322079,972	90,080**	2,904	4,470
	B	1	22859,505	22859,505	6,393*	4,152	7,510
	A*B	3	87269,995	29089,998	8,136**	2,904	4,470
	C	1	130425,090	130425,090	36,478**	4,152	7,510
	A*C	3	90395,431	30131,810	8,427**	2,904	4,470
	B*C	1	88181,879	88181,879	24,663**	4,152	7,510
	A*B*C	3	281394,306	93798,102	26,234**	2,904	4,470
	Hata	32	114415,570	3575,487			
	Genel	47	1781181.692	37897,483			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Çizelge 4.78. Kök kaldırılan bakır varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök	A	3	1684466,488	561488,829	48,063**	2,904	4,470
	B	1	83632,769	83632,769	7,159*	4,152	7,510
	A*B	3	118629,547	39543,182	3,385*	2,904	4,470
	C	1	330272,061	330272,061	28,271**	4,152	7,510
	A*C	3	170584,165	56861,388	4,867**	2,904	4,470
	B*C	1	3450,851	3450,851	0,295öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	339374,910	113124,970	9,683**	2,904	4,470
	Hata	32	373832,088	11682,253			
	Genel	47	3104242,879	66047,721			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Yeşil aksam kaldırılan bakır miktarına; azot ve kalsiyum dozları ile azot x potasyum, azot x kalsiyum, potasyum x kalsiyum ve üçlü interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, potasyum dozunun arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.77).

Kök kaldırılan bakır miktarına; azot ve kalsiyum dozları ile azot x kalsiyum ve üçlü interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, potasyum ve azot x potasyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; potasyum x kalsiyum interaksiyonları arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.78).

Çizelge 4.79. Yeşil aksam kaldırılan bakır miktarı

Yeşil aksam bakır miktarı (µg kuru madde^{-1})									
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**							
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	89,03 a C	354,28 a B	620,44 a A	584,37 a A	412,03 a
	K2	192,92 a B	173,49 b B	337,89 b A	426,34 b A	282,66 b
	Ort	**140,98 a C**	**263,88 a B**	**479,17 a A**	**505,36 a A**	**347,35 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	213,29 a B	168,55 a AB	201,03 a AB	305,34 b A	222,05 a
	K2	20,17 b C	94,02 a C	289,33 a B	653,00 a A	264,13 a
	Ort	**116,73 a C**	**131,29 b C**	**245,18 b B**	**479,17 a A**	**243,09 b**
Genel ortalama		**128,85 D**	**197,58 C**	**362,17 B**	**492,27 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	89,03 a	354,28 a	620,44 a	584,37 a	412,03 a
	Ca2	213,29 a	168,55 b	201,03 b	305,34 b	222,05 b
	Ort	**151,16 a C**	**261,41 a B**	**410,74 a A**	**444,86 b A**	**317,04 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	192,92 a	173,49 a	337,89 a	426,34 b	282,66 a
	Ca2	20,17 b	94,02 a	289,33 a	653,00 a	264,13 a
	Ort	**106,55 a C**	**133,76 b C**	**313,61 b B**	**539,67 a A**	**273,40 b**
Genel ortalama		**128,85 D**	**197,58 C**	**362,17 B**	**492,27 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	66,848	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$ 94,538	N	Azot
$K_{AÖF\ p<0,05}$	35,187	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$ 66,848	K	Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	47,269	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$ 94,538	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	133,696			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan bakır miktarının arttığı görülmüş en yüksek kaldırılan bakır miktarı (492,27 µg) N4 uygulamasından, en düşük (128,85 µg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.79).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan bakır miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan bakır miktarı (347,35 µg) Ca1 uygulamasından, en düşük (243,09 µg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.79).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan bakır miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan bakır miktarı (317,04 µg) K1 uygulamasından, en düşük (273,40 µg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.79).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bakır miktarının (539,67 µg) N4K2 uygulamasından, en düşük kaldırılan bakır miktarı ise (106,55 µg) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.79).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bakır miktarının (505,36 µg) N4Ca1 uygulamasından, en düşük kaldırılan bakır miktarı ise (116,73 µg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.79).

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bakır miktarının (412,03 µg) K1Ca1 uygulamasından, en düşük kaldırılan bakır miktarı ise (222,05 µg) K1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.79).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bakır miktarı (653,00 µg) N4K2Ca2 uygulamasında, en düşük (20,17 µg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.79).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan bakır miktarının arttığı görülmüş en yüksek (760,42 µg) N4 uygulamasından, en düşük (285,74 µg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.80).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan bakır miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (613,21 µg) Ca1 uygulamasından, en düşük (447,31 µg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.80).

Çizelge 4.80. Kök kaldırılan bakır miktarı

		Kök bakır miktarı (µg kuru madde^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	252,09 a C	605,72 a B	1000,31 a A	795,59 a AB	663,43
	K2	437,47 a B	422,43 a B	651,89 b AB	740,15 a A	562,99
	Ort	**344,78 a B**	**514,08 a B**	**826,10 a A**	**767,87 a A**	**613,21 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	370,30 a B	440,45 a AB	446,37 a AB	665,15 a A	480,57
	K2	83,11 b C	212,03 a C	520,25 a B	840,79 a A	414,04
	Ort	**226,71 a C**	**326,24 b BC**	**483,31 b B**	**752,97 a A**	**447,31 b**
Genel ortalama		**285,74 C**	**420,16 B**	**654,71 A**	**760,42 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	252,09 a	605,72 a	1000,31 a	795,59 a	663,43
	Ca2	370,30 a	440,45 a	446,37 b	665,15 a	480,57
	Ort	**311,20 a C**	**523,09 a B**	**723,34 a A**	**730,37 a A**	**572,00 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	437,47 a	422,43 a	651,89 a	740,15 a	562,99
	Ca2	83,11 b	212,03 a	520,25 a	840,79 a	414,04
	Ort	**260,29 a C**	**317,23 b C**	**586,07 b B**	**790,47 a A**	**488,52 b**
Genel ortalama		**285,74 C**	**420,16 B**	**654,71 A**	**760,42 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	120,833	$NxK_{AÖF\ p<0,05}$	127,206	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,05}$	63,603	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	85,442	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	170,883	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,01}$	241,666			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan bakır miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan bakır miktarı (572,00 µg) K1 uygulamasından, en düşük (488,52 µg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.80).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bakır miktarı (790,47 µg) N4K2 uygulamasından, en düşük (260,29 µg) N1K2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.80).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bakır miktarı (767,87 µg) N4Ca1 uygulamasından, en düşük kaldırılan bakır miktarı ise (226,71 µg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.80).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bakır miktarı (1000,31 µg) N3K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük (83,11 µg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.80).

4.3.9. Çinko miktarı

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kaldırılan çinko miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.81 ve Çizelge 4.82'de, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.83 ve Çizelge 4.84'de sunulmuştur.

Yeşil aksam kaldırılan çinko miktarına; üçlü interaksiyonlarının etkisi %5 olasılık düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.81).

Çizelge 4.81. Yeşil aksam kaldırılan çinko varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Yeşil Aksam	A	3	37920107,862	12640035,954	154,701**	2,904	4,470
	B	1	1080108,003	1080108,003	13,219**	4,152	7,510
	A*B	3	2986583,572	995527,857	12,184**	2,904	4,470
	C	1	2437097,175	2437097,175	29,828**	4,152	7,510
	A*C	3	3381755,069	1127251,690	13,796**	2,904	4,470
	B*C	1	1677464,963	1677464,963	20,530**	4,152	7,510
	A*B*C	3	1026922,343	342307,448	4,189*	2,904	4,470
	Hata	32	2614601,149	81706,286			
	Genel	47	53124640,136	1130311,492			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları

öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Kök kaldırılan çinko miktarına; azot, potasyum ve kalsiyum dozları etkisi %1 düzeyinde, azot x potasyum ve azot x kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5

düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.82).

Çizelge 4.82. Kök kaldırılan çinko varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kök	A	3	12364853,559	4121617,853	34,524**	2,904	4,470
	B	1	1721983,134	1721983,134	14,424**	4,152	7,510
	A*B	3	1173281,540	391093,847	3,276*	2,904	4,470
	C	1	932850,863	932850,863	7,814**	4,152	7,510
	A*C	3	416176,506	138725,502	1,162öd	2,904	4,470
	B*C	1	729627,754	729627,754	6,112*	4,152	7,510
	A*B*C	3	895429,607	298476,536	2,500öd	2,904	4,470
	Hata	32	3820255,406	119382,981			
	Genel	47	22054458,370	469243,795			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan çinko miktarının arttığı görülmüş en yüksek kaldırılan çinko miktarı (2629,14 µg) N4 uygulamasından, en düşük (258,65 µg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.83).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan çinko miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan çinko miktarı (1471,15 µg) Ca1 uygulamasından, en düşük (1020,50 µg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.83).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan çinko miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan çinko miktarı (1395,83 µg) K1 uygulamasından, en düşük (1095,82 µg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.83).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan çinko miktarının (2817,17 µg) N4K2 uygulamasından, en düşük kaldırılan çinko miktarı ise (249,61 µg) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.83).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan çinko miktarının (2747,02 µg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük kaldırılan çinko miktarı ise (160,48 µg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.83).

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan çinko miktarı (1808,10 µg) K1Ca1 uygulamasından, en düşük (983,56 µg) K1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.83).

Çizelge 4.83. Yeşil aksam kaldırılan çinko miktarı

Yeşil aksam çinko miktarı (µg kuru madde^{-1})						
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	308,80 a	1715,02 a	2669,52 a	2539,08 a	1808,10 a
	K2	404,83 a	406,59 b	1241,94 b	2483,46 a	1134,20 b
	Ort	**356,82 a D**	**1060,80 a C**	**1955,73 a B**	**2511,27 a A**	**1471,15 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	226,56 a	542,36 a	822,19 a	2343,14 b	983,56 a
	K2	94,39 a	283,00 a	701,44 a	3150,89 a	1057,43 a
	Ort	**160,48 a C**	**412,68 b BC**	**761,82 b B**	**2747,02 a A**	**1020,50 b**
Genel ortalama		**258,65 D**	**736,74 C**	**1358,77 B**	**2629,14 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları**				
		N1 (6 mM)	**N2 (8 mM)**	**N3 (10 mM)**	**N4 (12 mM)**	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	308,80 a C	1715,02 a B	2669,52 a A	2539,08 a A	1808,10 a
	Ca2	226,56 a C	542,36 b BC	822,19 b B	2343,14 a A	983,56 b
	Ort	**267,68 a D**	**1128,69 a C**	**1745,85 a B**	**2441,11 a A**	**1395,83 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	404,83 a C	406,59 a C	1241,94 a B	2483,46 b A	1134,20 a
	Ca2	94,39 a C	283,00 a BC	701,44 b B	3150,89 a A	1057,43 a
	Ort	**249,61 a C**	**344,80 b C**	**971,69 b B**	**2817,17 a A**	**1095,82 b**
Genel ortalama		**258,65 D**	**736,74 C**	**1358,77 B**	**2629,14 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	319,558	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$ 451,923	N	Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	225,961	$KxCa_{AÖF\ p<0,01}$ 319,558	K	Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	225,961	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$ 451,923	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,05}$	475,758			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan çinko miktarı (3150,89 µg) N4K2Ca2 uygulamasından elde edilirken, en düşük (94,39 µg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.83).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan çinko miktarının arttığı görülmüş en yüksek (1524,22 µg) N4 uygulamasından, en düşük (221,84 µg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.84).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan çinko miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (927,98 µg) Ca1 uygulamasından, en düşük (649,16 µg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.84).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan çinko miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (977,98 µg) K1 uygulamasından, en düşük (599,16 µg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.84).

Çizelge 4.84. Kök kaldırılan çinko miktarı

		Kök çinko miktarı (µg kuru madde^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	278,42	902,36	1809,87	1972,04	1240,67 a
	K2	303,13	354,34	667,32	1136,33	615,28 b
	Ort	**290,77**	**628,35**	**1238,60**	**1554,18**	**927,98 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	248,62	313,32	1044,74	1254,43	715,28 a
	K2	57,18	137,31	403,59	1734,10	583,05 a
	Ort	**152,90**	**225,32**	**724,17**	**1494,27**	**649,16 b**
Genel ortalama		**221,84 C**	**426,83 C**	**981,38 B**	**1524,22 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	278,42	902,36	1809,87	1972,04	1240,67 a
	Ca2	248,62	313,32	1044,74	1254,43	715,28 b
	Ort	**263,52 a B**	**607,84 a B**	**1427,31 a A**	**1613,23 a A**	**977,98 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	303,13	354,34	667,32	1136,33	615,28 a
	Ca2	57,18	137,31	403,59	1734,10	583,05 a
	Ort	**180,15 a B**	**245,83 a B**	**535,46 b B**	**1435,21 a A**	**599,16 b**
Genel ortalama		**221,84 C**	**426,83 C**	**981,38 B**	**1524,22 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	386,272	$NxK_{AÖF\ p<0,05}$	406,644	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	273,135	$KxCa_{AÖF\ p<0,05}$	287,541	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	273,135	$NxCa_{AÖF}$	öd	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF}$	öd			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan çinko miktarı (1613,23 µg) N4K1 uygulamasından, en düşük (180,15 µg) N1K2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.84).

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan çinko miktarı (1240,67 µg) K1Ca1 uygulamasından, en düşük (583,05 µg) K2Ca2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.84).

4.3.10. Mangan miktarı

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kaldırılan mangan miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.85 ve Çizelge 4.86'da, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.87 ve Çizelge 4.88'de sunulmuştur.

Çizelge 4.85. Yeşil aksam kaldırılan mangan varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Yeşil Aksam	A	3	33207069,271	11069023,090	39,610**	2,904	4,470
	B	1	1027845,333	1027845,333	3,678öd	4,152	7,510
	A*B	3	14882729,065	4960909,688	17,752**	2,904	4,470
	C	1	708918,519	708918,519	2,537öd	4,152	7,510
	A*C	3	12070330,951	4023443,650	14,398**	2,904	4,470
	B*C	1	7341,348	7341,348	0,026öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	3432523,215	1144174,405	4,094*	2,904	4,470
	Hata	32	8942514,025	279453,563			
	Genel	47	74279271,727	1580410,037			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Yeşil aksam kaldırılan mangan miktarına; azot dozları ile azot x potasyum ve azot x kalsiyum interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, üçlü interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.85).

Kök kaldırılan mangan miktarına; azot, potasyum ve kalsiyum dozları ile azot x potasyum ve azot x kalsiyum interaksiyonlarının etkisi %1 düzeyinde, üçlü

interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; potasyum x kalsiyum arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.86).

Çizelge 4.86. Kök kaldırılan mangan varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kök	A	3	83574365,486	27858121,829	75,549**	2,904	4,470
	B	1	11650916,349	11650916,349	31,596**	4,152	7,510
	A*B	3	14756027,139	4918675,713	13,339**	2,904	4,470
	C	1	10034570,763	10034570,763	27,213**	4,152	7,510
	A*C	3	9504053,787	3168017,929	8,591**	2,904	4,470
	B*C	1	220192,939	220192,939	0,597öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	4851324,863	1617108,288	4,385*	2,904	4,470
	Hata	32	11799712,873	368741,027			
	Genel	47	146391164,199	3114705,621			

A: Azot Dozları
B: Potasyum Dozları
C: Kalsiyum Dozları

öd: önemli değil
*: önemli p<0,05
**: önemli p<0,01

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan mangan miktarının arttığı görülmüş en yüksek kaldırılan mangan miktarı (3179,95 µg) N4 uygulamasından, en düşük (942,25 µg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.87).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan mangan miktarı (3725,22 µg) N4K2 uygulamasından, en düşük kaldırılan mangan miktarı ise (683,86 µg) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.87).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan mangan miktarının (3822,78 µg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük kaldırılan mangan miktarı ise (870,85 µg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.87).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan mangan miktarının (4358,57 µg) N2K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük kaldırılan mangan miktarı ise (257,47 µg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.87).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan mangan miktarının arttığı görülmüş en yüksek (4566,49 µg) N4 uygulamasından, en düşük (1065,29 µg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.88).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan mangan miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (3515,25 µg) Ca1 uygulamasından, en düşük (2600,81 µg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.88).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan mangan miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (3550,70 µg) K1 uygulamasından, en düşük (2565,36 µg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.88).

Çizelge 4.87. Yeşil aksam kaldırılan mangan miktarı

		Yeşil aksam mangan miktarı (µg kuru madde^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	917,07 a D	4358,57 a A	2982,03 a B	1931,67 b C	2547,34
	K2	1110,24 a B	1630,10 b B	3036,81 a A	3142,60 a A	2229,94
	Ort	**1013,66 a B**	**2994,34 a A**	**3009,42 a A**	**2537,13 b A**	**2388,64**
Ca 2 (4mM)	**K1**	1484,24 a B	2104,95 a B	2191,29 a B	3337,70 b A	2279,55
	K2	257,47 b	932,31 b	2548,82 a	4307,85 a	2011,61
	Ort	**870,85 a C**	**1518,63 b C**	**2370,06 a B**	**3822,78 a A**	**2145,58**
Genel ortalama		**942,25 C**	**2256,48 B**	**2689,74 AB**	**3179,95 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	917,07 a	4358,57 a	2982,03 a	1931,67 b	2547,34
	Ca2	1484,24 a	2104,95 b	2191,29 a	3337,70 a	2279,55
	Ort	**1200,65 a B**	**3231,76 a A**	**2586,66 a A**	**2634,69 b A**	**2413,44**
K2 (8 mM)	**Ca1**	1110,24 a	1630,10 a	3036,81 a	3142,60 b	2229,94
	Ca2	257,47 a C	932,31 a C	2548,82 a B	4307,85 a A	2011,61
	Ort	**683,86 a C**	**1281,21 b C**	**2792,82 a B**	**3725,22 a A**	**2120,78**
Genel ortalama		**942,25 C**	**2256,48 B**	**2689,74 AB**	**3179,95 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	590,985	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	835,779	N Azot
$K_{AÖF}$	öd	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF}$	öd	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	835,779	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,05}$	879,859			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan mangan miktarı (4729,81 µg) N4K2 uygulamasından, en düşük (619,03 µg) N1K2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.88).

Çizelge 4.88. Kök kaldırılan mangan miktarı

		Kök mangan miktarı (µg kuru madde^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	1420,33 a C	5793,45 a A	4885,82 a AB	4203,02 a B	4075,66
	K2	1040,00 a B	1911,79 b B	4053,99 a A	4813,60 a A	2954,85
	Ort	**1230,17 a B**	**3852,62 a A**	**4469,91 a A**	**4508,31 a A**	**3515,25 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	1602,78 a C	2447,73 a BC	3449,17 a B	4603,31 a A	3025,75
	K2	198,05 b C	855,31 b C	3004,08 a B	4646,01 a A	2175,86
	Ort	**900,42 a C**	**1651,52 b C**	**3226,63 b B**	**4624,66 a A**	**2600,81 b**
Genel ortalama		**1065,29 D**	**2752,07 C**	**3848,27 B**	**4566,49 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	1420,33 a C	5793,45 a A	4885,82 a AB	4203,02 a B	4075,66
	Ca2	1602,78 a	2447,73 b	3449,17 b	4603,31 a	3025,75
	Ort	**1511,56 a B**	**4120,59 a A**	**4167,50 a A**	**4403,17 a A**	**3550,70 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	1040,00 a	1911,79 a	4053,99 a	4813,60 a	2954,85
	Ca2	198,05 a	855,31 b	3004,08 b	4646,01 a	2175,86
	Ort	**619,03 a C**	**1383,55 b C**	**3529,04 a B**	**4729,81 a A**	**2565,36 b**
Genel ortalama		**1065,29 D**	**2752,07 C**	**3848,27 B**	**4566,49 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	678,863	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$	960,058	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	480,029	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	480,029	$NxCa_{AÖF\ p<0,01}$	960,058	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,05}$	1010,693			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan mangan miktarı (4624,66 µg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük kaldırılan mangan miktarı ise (900,42 µg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.88).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan mangan miktarı (5793,45 µg) N2K1Ca1 uygulamasından elde edilirken, en düşük (198,05 µg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.88).

4.3.11. Bor miktarı

Uygulanan azot, potasyum ve kalsiyumun biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kaldırılan bor miktarına ait varyans analizi Çizelge 4.89 ve Çizelge 4.90'da, ortalamalar ve AÖF testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.91 ve Çizelge 4.92'de sunulmuştur.

Yeşil aksam kaldırılan bor miktarına; azot, potasyum ve kalsiyum dozları etkisi %1 düzeyinde, azot x potasyum, azot x kalsiyum ile üçlü interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; potasyum x kalsiyum arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.89).

Çizelge 4.89. Yeşil aksam kaldırılan bor varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Yeşil Aksam	A	3	7000507,351	2333502,450	56,801**	2,904	4,470
	B	1	651924,760	651924,760	15,869**	4,152	7,510
	A*B	3	398216,599	132738,866	3,231*	2,904	4,470
	C	1	1091345,642	1091345,642	26,565**	4,152	7,510
	A*C	3	365307,754	121769,251	2,964*	2,904	4,470
	B*C	1	27531,962	27531,962	0,670öd	4,152	7,510
	A*B*C	3	429277,705	143092,568	3,483*	2,904	4,470
	Hata	32	1314637,436	41082,420			
	Genel	47	11278749,208	239973,387			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Çizelge 4.90. Kök kaldırılan bor varyans analizi

	VK	SD	KT	KO	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kök	A	3	65768,256	21922,752	10,380**	2,904	4,470
	B	1	10677,947	10677,947	5,056*	4,152	7,510
	A*B	3	39450,844	13150,281	6,227**	2,904	4,470
	C	1	0,052	0,052	0,000öd	4,152	7,510
	A*C	3	23799,364	7933,121	3,756*	2,904	4,470
	B*C	1	9833,260	9833,260	4,656*	4,152	7,510
	A*B*C	3	17515,803	5838,601	2,765öd	2,904	4,470
	Hata	32	67581,717	2111,929			
	Genel	47	234627,243	4992,069			

A: Azot Dozları — öd: önemli değil
B: Potasyum Dozları — *: önemli p<0,05
C: Kalsiyum Dozları — **: önemli p<0,01

Kök kaldırılan bor miktarına; azot ile azot x potasyum interaksiyonlarının etkisi %1 olasılık düzeyinde, potasyum, azot x kalsiyum ve potasyum kalsiyum interaksiyonları arasındaki ilişki %5 düzeyinde önemli bulunurken; diğer faktörler arasındaki etki önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.90).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan bor miktarının arttığı görülmüş en yüksek kaldırılan bor miktarı (1497,23 µg) N4 uygulamasından, en düşük (475,47 µg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.91).

Artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan bor miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (1152,94 µg) Ca1 uygulamasından, en düşük (851,37 µg) Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.91).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan bor miktarının azaldığı görülmüş en yüksek (1118,70 µg) K1 uygulamasından, en düşük (885,62 µg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.91).

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bor miktarı (1523,71 µg) N4K1 uygulamasından, en düşük (425,09 µg) N1K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.91).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bor miktarı (1552,73 µg) N4Ca1 uygulamasından, en düşük (364,51 µg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.91).

Azot x Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bor miktarı (1730,91 µg) N3K1Ca1 uygulamasında, en düşük (166,75 µg) N1K2Ca2 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.91).

Artan azot dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan bor miktarının arttığı görülmüş en yüksek (208,87 µg) N3 uygulamasından, en düşük (110,20 µg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.92).

Artan potasyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan bor miktarının azaldığı görülmüş en yüksek kaldırılan bor miktarı (186,26 µg) K1 uygulamasından, en düşük (156,43 µg) K2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.92).

Çizelge 4.91. Yeşil aksam kaldırılan bor miktarı

		Yeşil aksam bor miktarı (µg kuru madde^{-1})				
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	489,42 a	1223,00 a	1730,91 a	1538,80 a	1245,53
	K2	683,43 a	756,21 b	1235,11 b	1566,65 a	1060,35
	Ort	**586,43 a C**	**989,61 a B**	**1483,01 a A**	**1552,73 a A**	**1152,94 a**
Ca 2 (4mM)	**K1**	562,26 a	985,05 a	911,51 a	1508,61 a	991,86
	K2	166,75 b	412,61 b	889,28 a	1374,87 a	710,88
	Ort	**364,51 a C**	**698,83 b B**	**900,40 b B**	**1441,74 a A**	**851,37 b**
Genel ortalama		**475,47 D**	**844,22 C**	**1191,70 B**	**1497,23 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	489,42 a C	1223,00 a B	1730,91 a A	1538,80 a AB	1245,53
	Ca2	562,26 a C	985,05 a B	911,51 b B	1508,61 a A	991,86
	Ort	**525,84 a C**	**1104,03 a B**	**1321,21 a AB**	**1523,71 a A**	**1118,70 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	683,43 a B	756,21 a B	1235,11 a A	1566,65 a A	1060,35
	Ca2	166,75 b C	412,61 b C	889,28 b B	1374,87 a A	710,88
	Ort	**425,09 a C**	**584,41 b C**	**1062,20 b B**	**1470,76 a A**	**885,62 b**
Genel ortalama		**475,47 D**	**844,22 C**	**1191,70 B**	**1497,23 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	226,595	$NxK_{AÖF\ p<0,05}$	238,546	N Azot
$K_{AÖF\ p<0,01}$	160,227	$KxCa_{AÖF}$	öd	K Potasyum
$Ca_{AÖF\ p<0,01}$	160,227	$NxCa_{AÖF\ p<0,05}$	238,546	Ca Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF\ p<0,05}$	337,354			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x potasyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bor miktarı (217,64 µg) N2K1 uygulamasından, en düşük (67,65 µg) N1K2 uygulamasından elde edilmiş ancak istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.92).

Azot x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bor miktarı (224,71 µg) N4Ca2 uygulamasından, en düşük (93,15 µg) N1Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.92).

Potasyum x Kalsiyum interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kaldırılan bor miktarı (200,61 µg) K1Ca2 uygulamasından, en düşük kaldırılan bor miktarı ise (142,15 µg) K2Ca2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.92).

Çizelge 4.92. Kök kaldırılan bor miktarı

Kök bor miktarı (µg kuru madde^{-1})						
Kalsiyum Dozları	**Potasyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
Ca 1 (2mM)	**K1**	135,09	205,05	220,06	127,47	171,92 a
	K2	119,43	189,50	197,10	176,81	170,71 a
	Ort	**127,26 a C**	**197,28 a AB**	**208,58 a A**	**152,14 b BC**	**171,32**
Ca 2 (4mM)	**K1**	170,43	230,23	207,61	194,17	200,61 a
	K2	15,86	86,81	210,69	255,26	142,15 b
	Ort	**93,15 a C**	**158,52 a B**	**209,15 a AB**	**224,71 a A**	**171,38**
Genel ortalama		**110,20 B**	**177,90 A**	**208,87 A**	**188,43 A**	

Potasyum Dozları	**Kalsiyum Dozları**	**Azot Dozları** N1 (6 mM)	N2 (8 mM)	N3 (10 mM)	N4 (12 mM)	**Ortalama**
K1 (6 mM)	**Ca1**	135,09	205,05	220,06	127,47	171,92 a
	Ca2	170,43	230,23	207,61	194,17	200,61 a
	Ort	**152,76 a A**	**217,64 a A**	**213,83 a A**	**160,82 a A**	**186,26 a**
K2 (8 mM)	**Ca1**	119,43	189,50	197,10	176,81	170,71 a
	Ca2	15,86	86,81	210,69	255,26	142,15 a
	Ort	**67,65 b C**	**138,16 b BC**	**203,90 a AB**	**216,04 a A**	**156,43 b**
Genel ortalama		**110,20 B**	**177,90 A**	**208,87 A**	**188,43 A**	

$N_{AÖF\ p<0,01}$	51,376	$NxK_{AÖF\ p<0,01}$ 72,657	N	Azot
$K_{AÖF\ p<0,05}$	27,043	$KxCa_{AÖF\ p<0,05}$ 38,244	K	Potasyum
$Ca_{AÖF}$	öd	$NxCa_{AÖF\ p<0,05}$ 54,086	Ca	Kalsiyum
$NxKxCa_{AÖF}$	öd			

Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

5. SONUÇ

Bitki metabolizması için mutlak gerekli besin elemenetleri bitkinin büyüme ve gelişimi için önemli rol oynamaktadır. Bitkiler için elementler arasındaki denge çok önemlidir. NFT sistemde tamponlama kapasitesi olmadığı için dengedeki düzensizlikler doğrudan gelişime ve besin alımına etki etmektedir. Elementlerin noksanlığı durumunda gelişimde yavaşlamalar meydana gelerek gelişim sürecinin normal olarak devam etmesinde sorunlara yol açmaktadır. Elementlerin gereğinden fazla olması durumunda ise kimi besin elementlerinin bitki bünyesinde birikmesine ya da diğerlerinin daha az alınmasına sebep olabilmektedir.

Biber bitkisinin ihtiyacı olan azot (N), potasyum (K) ve kalsiyum (Ca) besin elementi miktarlarının belirlenmesi, uygulamaların biber bitkisinin kuru ağırlık, makro ve mikro besin elementi içeriklerine ve alımlarına etkisinin araştırılması amaçlanan çalışma; hidroponik ortama diğer besin elementleri yanı sıra artan miktarlarda N, K ve Ca dozları uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Hidroponik sistemde biber bitkisinin ihtiyacı olan en uygun N, K, Ca dozunu belirlemek amacıyla gerçekleştirdiğim bu çalışma sonunda; hidroponik ortama artan miktarlarda uygulanan N, K, Ca besin elementleri, biber bitkisinin yeşil aksam ve kök kuru madde verimini olumlu yönde etkilenmiştir. Uygulanan dozlardan en yüksek kuru madde verimi N3K1Ca1 (70,26 g) kombinasyonundan elde edilirken, en düşük kuru madde verimi ise N1K2Ca2 (8,40 g) kombinasyonunda belirlenmiştir. N x K x Ca interaksiyonlarında elde edilen en yüksek azot miktarı 2568,96 mg N3K1Ca1 uygulamasından, en düşük azot miktarı 215,28 mg N1K2Ca2 uygulamasından sağlanmıştır. N x K x Ca interaksiyonlarında elde edilen en yüksek potasyum miktarı 4275,95 mg N4K2Ca2 uygulamasından, en düşük potasyum miktarı ise 388,62 mg N1K2Ca2 uygulamasından sağlanmıştır. N x K x Ca interaksiyonlarında elde edilen en yüksek kalsiyum miktarı 645,98 mg N4K1Ca2 uygulamasından, en düşük kalsiyum miktarı ise 76,92 mg N1K2Ca2 uygulamasından sağlanmıştır.

Artan miktarlarda uygulanan azot dozlarının biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn ve B değerlerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Artan kalsiyum dozlarının biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan N, P, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve B değerlerine olumsuz etkide bulunduğu görülmüştür. Artan potasyum dozlarının biber bitkisinin yeşil aksam kaldırılan N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve B değerlerini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

Artan miktarlarda uygulanan azot dozlarının biber bitkisinin kök kaldırılan N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn ve B değerlerini olumlu yönde etkilediği ancak artan kalsiyum dozlarıyla biber bitkisinin kök kaldırılan N, P, K, Mg, Na, Fe, Cu ve Zn değerlerinin olumsuz yönde etkilendiği görülmüştür. Benzer şekilde, artan potasyum dozlarının biber bitkisinin kök kaldırılan N, P, Na, Fe, Cu, Zn, Mn ve B değerlerini olumsuz etkilediği görülmüştür.

Çalışmada uygulanan en düşük N, K, Ca (6 mM N - 6 mM K - 2 mM Ca) dozu ile bitki gelişiminde herhangi bir sorun meydana gelmemiş olup dozların arttırılması halinde bitkilerin gelişiminde artış gözlemlenmiştir. Artan kalsiyum dozları ile bitkinin kaldırılan besin elementi miktarlarında azalma görülmüştür. Artan potasyum dozları ile benzer şekilde azalma gözlenmiştir.

Azot dozlarına bağlı olarak kalsiyum ve potasyumun yüksek dozlarda uygulanması durumunda bitkinin kuru madde ve kaldırılan miktarlarında azalma görülmesi nedeniyle aşırı gübre dozu uygulamasının önerilmemesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Çalışmada biber bitkisinin kaldırılan miktarları göz önüne alındığında N, K, Ca beslenmesinde (10mM N - 6mM K - 2mM Ca) dozuna kadar bitki gelişimi ve besin elementi alımında artış görülmesine rağmen, N, K, Ca'nın artan dozlarında ise diğer besin elementlerinin alımında azalmaya yol açması nedeniyle bitkilerin N, K, Ca ile beslenmesinde bir limit doz bulunması gerektiği sonucuna varılmıştır. Mikro besin elementleri arasındaki ilişki nedeniyle, köklerde yüksek miktarda bulunan Fe ve Cu'ın antogonistik etkiden dolayı Mn ve Zn'nun alımının azalmasına neden olmuştur.

Yapılan çalışmaya göre biber bitkisinin kuru madde veriminde en yüksek değerlerin (10mM N - 6mM K - 2mM Ca) dozunda elde edildiği görülmüş olup bu dozda biber bitkisinin kaldırılan besin element miktarları da göz önüne alındığında uygulanabilecek en uygun dozun (10mM N - 6mM K - 2mM Ca) olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Abbadi, J. And Gerendas, J., 2011. Effects Of Phosphorus Supply On Growth, Yield And Yield Components Of Safflower And Sunflower, Journal Of Plant Nutrition, 34: 1769-1787.

Aktaş, M., 1995. Bitki Besleme Ve Toprak Verimliliği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No: 1429, Ders Kitabı No: 416, Ankara.

Alpaslan, M., Güneğ, A., Ġnal, A., 2000. Bitki Besleme Ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1514, Ders Kitabı, 467, Ankara.

Anaç, D., Saatçi, N., 1993. Demir Ve Topraktaki Çözünürlük Đlişkileri. E. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(1-2):173-180.

Andrews, J. (1999). The Pepper Trail, History And Recipes From Around The World. USA, University Of North Texas Press.

Anonim, 2017. DR341PX F1 Anaç Firma Bitki Gelişim Ve Hastalık Direnci Beyanı. Erişim Tarihi: 30.05.2017.

Anonim, 2018. File:///C:/Users/Hp/Downloads/Biber%20tohumu.Html. Erişim Tarihi: 15.05.2019.

Anonymous. (2006). Nitrate And The World Health Organization (WHO). Http://Www.Lenntech.Com/Hazardoussubstances/Nitrate.Htm#Nitrate%20drinking%20water%20standards

Aybak H., Biber Yetiştiriciliği Hasad Yayınları 2002.

Aybak, H.Ç. (2007). Biber. İstanbul, Hasad Yayıncılık.

Barber, S. A. (1995). Soil Nutrient Bioavailablity. 2nd Ed. P. 1-414. John Wiley And Sons Inc. New York.

Barker A. V. And Pilbeam D. J. (2007). Handbook Of Plant Nutrition. CRC Pres. Taylor And Francis Group. Boca Raton, FL.

Brad, J., Contributions To The Biochemical Study Of Frost Resistance İn Autmn Cereals. VIII. Comparative Study Of Ashes Phosphorus And Potassium Contents. Biochem. 14,127-134, 1971.

Brady, N. C. (1990). The Nature And Properties Of Soils, 10th Edition. Macmillan Publishing Company.

Bremner, J .M. (1965). Total Nitrogen Methods Of Soil Analysis, Part 2. Ed. C.A. Black, American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. Pp: 1149-1178.

Bozkurt, M. A., Türkmen, Ö., Yaşar, F., 2000, Azotlu Ve Potasyumlu Gübrelemenin Biberde Verim Ve Besin Elementi İçeriklerine Etkisi, III. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11-12 Eylül 2000, S. 28-32, Isparta.

Bozokalfa M.K., Eşiyok D., Turhan K. (2009). Patterns Of Phenotypic Variation İn A Germplasm Collection Of Pepper (Capsicum Annuum L.) From Turkey. Spanish Journal Of Agricultural Science 7(1): 83-95.

Camp, A. F., 1945, Zinc As A Nutrient İn Plant Growth, Soil Sci., 60, 157- 164.

Cemal Aras D., Kırmızı Kapya Biberin Fiziksel, Kimyasal Ve Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Doğrama Şekli, Kurutma Sıcaklığı, Depolama Süresi Ve Sıcaklığının Etkisi, Organik Tarım İşletmeciliği Anabilim Dalı, Iğdır, 2022.

Cooper, A. J., Rapid Crops Turnaround İs Possible With Experimental Nutrient Film Technique. Grower Books 79 (18) London, 1973.

Çakmak, İ., Ekiz, H., Yılmaz, A., Torun, B., Koleli, N., Gültekin, İ., Alkan, A., Eker, S., 1997. Differential Response Of Rye, Triticale, Bread And Durum Wheats To Zinc Deficiency İn Calcareous Soils. Plant And Soil, 188: 1-10.

Çelikel, G., Örtü Altı Yetiştiriciliğinde, Topraksız Kültürde Sebze Yetiştiriciliği. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.Tarım Ve Köy Dergisi No:128, 1999.

Çil, N. Ve Katkat, A.V. (1995). Azotlu GüBre Çeşitleri Ve Aşırı Miktarlarının Ispanak Bitkisinin Verim, Nitrat Ve Kimi Mineral Madde Kapsamı Üzerine Etkileri. İlhan Akalan Toprak Ve Çevre Semp., 27-29 EylüL 1995, A.Ü. Ziraat Fak.-Toprak İlmi Dern., Ankara.

Çimrin Ve Ark. , 2000. Azotlu Ve Fosforlu Gübrelemenin Biber Bitkisinin, Hasat Başı Ve Sonunda Meyve Ve Yaprak Besin Elementlerine Etkileri. Fen Ve Mühendislik Dergisi, 3 (2): 170-175.

Çimrin KM, Bozkurt MA, Akıncı İE. (2000). Azot Ve Fosforun Biberin (*Capsicum Annuum L.*) Meyve Ve Yaprak Besin Elementi İçeriğine Etkisi. Fen Ve Mühendislik Dergisi, 3(2),174-181.

Demirbaş, A., Durukan, H., Öztürk, M., Sarac, H. (2022). Determination Of The Yield And Yield Parameters Of Demre Sivrisi, Dogal Sarı Sivri And Dogal Carliston (*Capsicum Annuumm L.*)Pepper Varieties Growed By Fertigation Methodin Greenhouse Conditions.

Dürüst, N., Sumengen, D., Dürüst, Y., 1997, Ascorbic Acid And Element Contents Of Foods Of Trabzon (Turkey), Journal Of Agricultural And Food Chemistry, 45 (6), 2085-2087.

Ehrendorfer, K., 1964, Einfluss Der Mineralstaffgehalte, İnsbesonder Der Phosphorgehaltes Auf Den Oxalsaure Gehalt Von Spinat (Spinaceae Oleracea L.), Die Phosphorsaure, 24, 180-198.

FAO (2022). Crop Production. Https://Www.Fao.Org/Land-Water/Databases-And Software/Crop-İnformation/Pepper/En/. (Son Erişim Tarihi: 11 Haziran 2022).

Fleming, G. A., Delanay, J., 1961, Copper And Nitrogen İn The Nutrition Of Wheat On Cutaway Peat, Ir. J. Agr.Res., 1, 81-84.

Flores P., Josefa M Navarro, Consuelo Garrido, Jose S Rubio, Vicente Martínez 2004. Influence Of Ca2+, K+ And NO3 − Fertilisation On Nutritional Quality Of Pepper. Journal Of The Science Of Food And Agriculture. Volume 84 Issue 6, Pages 569– 574, 30 April 2004.

Geren, H., Ve Güre, E. 2017. Farklı Azot Ve Fosfor Seviyelerinin Kinoa (Chenopodium Quinoa Willd.)'Da Tane Verimi Ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi Üzerinde Bir Ön Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54 (1):1-8.

Gill, M.A., Rahmatullah, Salim, M. 1994. Growth Responses Of Twelve Wheat Cultivars And Their P Utilization From Rock Phosphate. J. Agron. Crop Sci., 173(3-4), 204209.

Gök, S. 2007. Düşük Fosfor Koşullarında Yetişen Mısır Genotiplerinin Fosfor Beslenme Statüleri Üzerine Kükürt Ve Çinko Elementlerinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Adana 86 S.

Gümüş, B. (2021). Farklı Bitki Besin Elementi Kompozisyonlarının Su Kültüründe Yetiştirilen Marul Bitkisinin Gelişimi Ve Kime Bitki Besin Elementi İçeriğine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı. Bursa.

Haddock, J. K., Hausen, B. R. L., And Stanberg, C.D, 1957, Studies With Radioactivite Phoshphorus İn Soil Of The Western States, 1950- 1953, United States Department Of Agricultures Production Research Report, No: 12, Pp. 32.

Hanlon, E. A. (1998). Elemental Determination By Atomic Absorption Spectrophotometry, Ed. Karla, Y.P., Handbook Of Reference Methods For Plant Analysis, CRC Pres, Washington, D.C., P.157.

Hecht-Buchholtz C., Schuster, J., 1987. Responses Of Al-Tolerant Dayton And Al Sensitive Kearney Barley Cultivars To Calcium And Magnesium During Al Stress. Plant And Soil , 99:47-61.

Helvacı, D. 2006, Farklı Dozlarda Fosfor Uygulamasının Tritikale (Triticosecale Wittmack) Genotiplerine Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 59 S.

Hewitt, E. J. And Gundry, C. S. (1970). The Molybdenum Requirement Of Plants İn Relation To Nitrogen Supply. J. Hortic. Sci. 45: 351-358.

Hochmuth, G. J., K. D. Shuler., P. R. Gilreath, And R. L. Mitchel, 1988. Field Testing Of Revised Mehlich-I Predicted Potassium Fertilizer Recommendations For Mulched Pepper. Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla. 47: 30-35.

Hochmuth, G. (2015). Fertilizer Management For Greenhouse Vegetables, Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook. Horticultural Sciences Department, Florida University, UF/IFAS Extension.

Horneck, D. A. And Hanson, D. (1998). Determination Of Potassium And Sodium By Flame Emission Spectrophotometry, Ed. Karla, Y.P., Handbook Of Reference Methods For Plant Analysis, CRC Pres, Washington, D.C., P. 157-164.

Howard, L.R., Smıth, A.B., Wagner, A. B., Vıllalon, B., Burns, E.E. 1994. Provitamin A And Ascorbic Acid Content Of Fresh Pepper Cultivars And Processed Jalapenos.

İstanbullu, M., (2019), Biberde (Capsicum Annuum L.) Hümik Asit Ve Çinko Uygulamasının Kuru Madde Verimi İle Mineral Elementlerin Alımı Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu Üniversitesi, 44 S.

Jones, J. B., Wolf B. And Mills, H. A. (1991). Plant Analysis Handbook, Pp. 23-26. Micro- Macro Publishing, Athens, GA.

Kabata, P. A. And Pendias H. (2011). Trace Elements İn Soils And Plants, 4th Edn. Boca Raton, FL: CRC Press.

Kacar B. (1972). Bitki Ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II, Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat FakülLtesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu:155, Ankara

Kacar, B. Ve Katkat V. (2011). Temel Bitki Besleme (2.Baskı), Nobel Eğitim Yayıncılık Eğitim Danışmanlık, Ankara.

Kadan HY, Üzal Ö, Yaşar F. (2020). Geçici Stres Dönemi ve Sonrasında Biber Fidelerinin MikroElement Alım Performansı. 9 (Özelsayı),34-40.

Kantarcı, M. D. (2000). Toprak İlmi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.

Kaptan, H., Toprak Verimliliği Ve Bitki Besleme Ders Notları No:1, Harran Ünv. Zir. Fak. Yay. Şanlıurfa, 1993.

Karaca, K. 2017. Kurak Koşullarda Farklı Azot Ve Fosfor Dozlarının Aspirde (Carthamus Tinctoriusl.) Verim Ve Verim Öğelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kırşehir.

Karaman, M.R. 2012. Bitki Besleme Kitabı Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi:2 Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Besleme A.B.D. Başkanı Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Başkanı 1. Baskı.

Koç, H. (2002). Bitkilerle Sağlıklı Yaşam. In Biberin Faydalanma Yönleri. (Pp. 149)

Karaman, M.R., Kandemir, N., Şahin, S., Çoban, S. 2010. Strategies To Select Genetical Variations Of Barley (Hordeum Vulgare L.) Cultivars For Agronomic Zinc Utilization Characters . Journal Of Food, Agriculture And Environment, 8 (2), 395399.

Kasap, Y., Topçuoğlu, B., Ve Yalçın, S. R., 1996, Azotla Gübrelemenin Kırmızı Biber Bitkisinin Tepe Ve Kök Gelişimi İle Bazı Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 3, 21-23.

Koç, H. (2002). Bitkilerle Sağlıklı Yaşam. In Biberin Faydalanma Yönleri. (Pp. 149)

Knavel, D. E., 1977, The İnfluences Of Nitrogen On Pepper Transplant Growth And Yielding Potential Of Plants Grown With Different Levels Of Soil Nitrogens, J. Of Amer. Soc. Hort. Sci., 102 (5), 533-535.

Lauver, M., Blevins, D.G., Sierzputowska-Gracz, H. 1989. P-Nuclear Magnetic Resonance Determination Of Phosphate Compartmentation İn Leaves Of Reproductive Soybeans (Glycine Max L.) As Affected By Phosphate Nutrition. Plant Physiol., 89: 1331-1336.

Liu, C. W., Sung, Y., Chen, B. C. And Lai, H. Y. (2014). Effects On Nitrogen Fertilizers On The Growth And Nitrate Content Of Lettuce (*Lactuca Sativa L.*). International J.Of Environmental Research And Publich Health, 11, 4427-4440.

Lynch, J., Lauchlı, A., Epstein, E., 1991. Vegetative Growth Of The Common Bean İn Response To Phosphorus Nutrition. Crop Sci., 31: 380-387.

Madeira, Ana Carla., De Varennes, Amarilis., 2005. Use Of Chlorophyll Meter To Assess The Effect Of Nitrogen On Sweet Pepper Development And Growth. Journal Of Plant Nutrition, 28,7.

Marschner, H., (1995). Mineral Nutrition Of Higher Plants. 2nd Ed. Academic Press, London, UK. 889 P.

Mccauley, A., Jones, C., & Jacobsen, J. (2009). Nutrient Management. In Nutrient Management Module 9. (Pp. 1-16)

Mengel, K. And Kirkby, E. A. (1987). Principles Of Plant Nutrition. *International Potash Institute*. Bern, Switzerland.

Müftüoğlu N. M., Çıkılı, Y., Türkmen C. Ve Akçura M. (2022). Molibden Uygulamasının Sakız Fasulyesinin (*Cyamopsis Tetragonoloba L.*) Farklı Organlarında Bazı Besin Elementleri Miktarına Etkisi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Çanakkale.

Olympios C.M., 1999. Overview of soilless culture: Advantages, constraınts and perspectives for its use in Mediterranean countries. Cahiers Options Mediter., 31: 307-324.

Osman, O. A., And R. A. T. George, 1984. The Effect Of Mineral Nutrition And Fruit Position On Seed Yield And Quality İn Sweet Pepper (Capsicum Annuum L.). Acta Horticulturae, 143: 133-141.

Ozanne, P. G., 1955, The Effect Of Nitrogen On Zinc Deficiency İn Subterranen Clover, Aus. J. Biol. Sci., 8, 47-55.

Öktüren, F., Sönmez, S., & Kocabaş, I. (2005). Potasyumun Bitki Sağlığı Üzerine Etkileri. Tarımda Potasyumun Yeri Ve Önemi Çalıştayı, 3(4), 94-100.

Özbay, Ş., Yaşar, F., 2021. Biber Fidesi Yetiştiriciliğinde En Uygun Besin Solüsyonun Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Ağustos 2021, 67 Sayfa,Van.

Özbek, H., Kaya, Z., Tamacı, M., Bitkinin Beslenmesi Ve Metabolizması.(K.Mengel' Den Çeviri) Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yay. No:12, Adana, 1984.

Öztekin, G.B. (2019). Serada Biber Yetiştiriciliği. Tarım Gündem Dergisi, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık.

Öztürk, L. 2001. Fosfor Eksikliğine Dayanıklı Buğday Genotiplerinin Belirlenmesi Ve Etkinlik Mekanizmalarının Morfolojik Ve Fizyolojik Açıdan Karakterize Edilmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 144 S.

Papenbrock, J.,Mock, HP., Tanaka, R., Kruse, E., Grimm,B., 2000. Role Of Magnesium Chelatase Activity İn The Early Steps Of The Tetrapyrrole Biosynthetic Pathway. Plant Physiology., 122:1161-1169.

Pardossi, A., Tognoni, F. Ve Incrocci, L. (2004). Mediterranean Greenhouse Technology. Chronica Horticulturae, 44(2): 28-34.

Pares R.D., Gunn L.V., Cresswell G.C., 1992. Tomato mosaic virus infection in a recirculating nutrient solution. J. Phytopath., 135 (3): 192-198.

Resh, H.M., 1981. Hydroponic food production. Woodbridge Press, California, pp. 23–32.

Robson, A. D., And Reuter, D. J., 1981, Diagnosis Of Copper Deficiency And Toxicity, "In Copper İn Soils And Plants", J. F. Loneragan, Robson, A. D., And Graham, R. D., Eds., 287-312, Acedemic Press, London.

Rodriguez, D., Andrade, F.H., Goudrian, J. 1999, Effects Of Phosphorus Nutrition On Tiller Emergence İn Wheat. Plant And Soil, 209, 283-295.

Schnitzler W.H., 2004. Pest and disease management of soilless culture. South Pacific Soilless Culture Conference – SPSCC. Acta Horticulturae (ISHS) 648: 191-203.

Schulte Auf'm Erley, G., Wijaya, Ketut-Anom., Ulas, A., Becker, Heiko., Wiesler, F., Horst, W.J., 2007. Leaf Senescence And N Uptake Parameters As Selection Traits For Nitrogen Efficiency Of Oilseed Rape Cultivars. Physiologia Plantarum, 130, 4.

Somos, A. (1984). The Paprika. Budapest, Akademiai Kiado.

Spaldon, E. And Ivanic J., 1968. The Role Of K İn The Nutrition Of Red Pepper. Pot Rev, Subj 16, Suite 40, 1-14.

Şen, F., Sevgican, A., Topraksız Kültür Şekillerinden Su Kültürü İle Ortam Kültürünün Sera Domates Yetiştiriciliğinde Kaliteye Etkileri. Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi, 7 – 11 Eylül, Aydın, 1998.

Taiz, L. Ve Zeiger, E. 2008. Bitki Fizyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara, 690 S.

Thiel, H. And Finck, A., 1973, Ermittlung Von Grenzwerten Optimaler Kupfer-Versorgung Für Hafer And Sommergerste, Z. Pflanzenernahr., Bodenk., 134, 107-125.

Torun, B., Bozbay, G., Gültekin, I., Braun, H.J., Ekız H., And Çakmak, İ., 2000. Differences İn Shoot Growth And Zinc Concentration Of 164 Bread Wheat Genotypes İn A Zinc-Deficient Calcareus Soil. Journal Of Plant Nutrition, 23: 1251-1265.

Turan, C. Ve Yürür, B., 1978, Mısır Bitkisi Kökünün Mikroelement Kapsamları Üzerine Artan Miktarlardaki Azotlu Gübrelerin Etkileri, Ankara Üniversitesi Yıllığı, Cilt: 28, Fasikül:3-4, Anka Üniversitesi Basımevi, Ankara.

TÜİK (2022). Bitkisel Ürünler İstatistiği, Sebzeler. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

Türkmen, Ö.,Şensoy, S., Erdal, İ., Kabay T., 2002. Kalsiyum Uygulamalarının Tuzlu Fide Yetiştirme Ortamlarında Domateste Çıkış Ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (Journal Agriculture Science), 12(2)53-57.

Ulas, A., Schulte Auf'm Erley, G., Kamh, M., Wiesler, F., Horst, W.J., 2012. "Rootgrowth Characteristics Contributing To Genotypic Variation İn Nitrogen Efficiency Of Oilseed Rape". J. Plant Nutr. Soil Sci. 175, 489-498.

Varış, S., Altıntaş S., Isıtılmayan Cam Sera Toprağında Ve Farklı Ortamlar Üzerine Oturtulmuş 7 Ve 15 Litrelik Torba Ve Yüzüklerde Domates Yetiştirmenin Bitki Gelişmesi Ve Verim Üzerine Etkisi. Tekirdağ Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi.2(1):178-183,Tekirdağ, 1993.

Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). Kültür Sebzeleri Sebze Yetiştirme. İzmir, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

Wiel, C.C.M., Linden, C.G., Scholten, O.E. 2016. Improving Phosphorus Use Efficiency İn Agriculture. Opportunities For Breeding. Euphytica 207:1–22.

Wilkinson ,S. R., Stuedemann, J. A., Grunes , D. L., Devine, O. J., 1987. Relation Of Soil And Plant Magnesium To Nutrition Of Animals And Man. Magnesium, 6 (2):74-90.

Yakıt, S., Tuna, A.L., 2006 .Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (Zea Mays L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg Ve K'nın Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1), 59-67.

Yaseen, M., Sohail, M., Mahmood, R., Hussain, S.A., Rahim, A., Ahmad, W., Saif, R.K., 1998. Phosphorus Use Efficiency İn Wheat Genotypes: II. Chemical Composition. Pakistan Journal Of Life Socieety And Science, 2, 159-162.

Yaseen, M. And Malhi, S.S. 1999. Variation İn Yield, Phosphorus Uptake, And Physiological Efficiency Of Wheat Genotypes At Adequate And Stress Phosphorus Levels İn Soil. Communications İn Soil Science And Plant Analysis, 40, 3104– 3120, 2009.