ARTAN MİKTARLARDA UYGULANAN AZOT VE MOLİBDEN DOZLARININ MARUL BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE KİMİ BESİN ELEMENTLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Eda PRAVADALIOĞLU

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARTAN MİKTARLARDA UYGULANAN AZOT VE MOLİBDEN DOZLARININ MARUL BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE KİMİ BESİN ELEMENTLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Eda PRAVADALIOĞLU
0009-0009-0059-9635

Prof. Dr. Hakan ÇELİK
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

BURSA– 2024
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARTAN MİKTARLARDA UYGULANAN AZOT VE MOLİBDEN DOZLARININ MARUL BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE KİMİ BESİN ELEMENTLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Eda PRAVADALIOĞLU

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

Danışman: Prof. Dr. Hakan ÇELİK

Bu çalışmada, sera koşullarında hidroponik sisteme artan azot (4-8-12-16 mM) ve molibden (0,035-0,35-3,5-35 µM) dozları uygulanmıştır. Marul (*Lactuca sativa L.*) bitkisinin gelişimi ve kimi besin elementi içerikleri ile nitrat miktarına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre artan N dozları; bitkinin kuru madde, N, Mo, NO_3, P, K, Fe, Zn, Mn içeriğine ve SPAD değeri üzerine olumlu yönde etki ederken, Na, Mg, Ca, Cu ve B içerikleri ve alınımları üzerinde olumsuz yönde etkide bulunmuştur. Artan molibden dozları ile bitkinin Ca, Mo, Zn ve B içeriklerinde artış, kuru madde, N, NO_3, Mg, Na, Fe, Cu, Mn ve SPAD değerlerinde azalma meydana gelmiştir. En yüksek kuru madde (19,79 g) N4Mo2 uygulamasından, en düşük (12,36 g) N2Mo4 uygulamasından elde edilmiştir. Artan miktarlarda azot uygulanması marul bitkisinde nitrat birikimine neden olmuş, en yüksek nitrat içeriği (% 1,71) N4Mo2 uygulamasında, en düşük nitrat içeriği (% 0,89) N2Mo4 uygulamasında belirlenmiştir. Molibden uygulaması ile azot arasındaki antogonistik ilişki bitkinin azot ve nitrat içeriğinde azalmaya neden olmuş, ancak elde ettiğimiz tüm interaksiyonlarda limitin üzerinde değer elde edilmiştir. Nitrat içeriğinin düşürülebilmesi için daha düşük azot dozlarının uygulanması, molibden dozlarının da azota paralel olarak arttırılması gerekmektedir. Ancak molibdenin yüksek dozlarda uygulanması durumunda kimi besin elementi içeriklerinin azaldığı göz önünde bulundurularak molibdenin aşırı dozlarda uygulanmasından da kaçınılması gerekmektedir. Nitrat içeriğinin düşük, ancak kuru maddesinin yüksek olabilmesi ve diğer besin elementlerinin de optimum düzeyde alınabildiği azot-molibden dozları düşünüldüğünde; N2Mo2 uygulamasına kadar olan interaksiyonların hidroponik marul yetiştiriciliği için uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Azot, Molibden, İnteraksiyon, Nitrat,
2024, ix+118 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECT OF INCREASING AMOUNT OF NITROGEN AND MOLYBDENUM DOSES ON THE DEVELOPMENT OF LETTUCE PLANT AND SOME NUTRIENT ELEMENTS

Eda PRAVADALIOĞLU

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

Supervisor: Prof. Dr. Hakan ÇELİK

In this study, increasing nitrogen (4-8-12-16 mM) and molybdenum (0,035-0,35-3,5-35 µM) doses were applied to the hydroponic system under greenhouse conditions. It aimed to determine their effects on the development and on some nutrient element contents of lettuce plant (*Lactuca sativa L.*) and their effects on nitrate amount. According to the analysis results, increasing N doses; While it had a positive effect on the dry matter, N, Mo, NO_3, P, K, Fe, Zn, Mn content and SPAD value of the plant, it had a negative effect on the Na, Mg, Ca, Cu and B contents and uptake. With increasing molybdenum doses, there was an increase in the Ca, Mo, Zn and B contents of the plant and a decrease in dry matter, N, NO_3, Mg, Na, Fe, Cu, Mn and SPAD values. The highest dry matter (19,79 g) was obtained from N4Mo2 application, and the lowest (12,36 g) was obtained from N2Mo4 application. Application of increasing amounts of nitrogen caused nitrate accumulation in lettuce plants. The highest nitrate content (% 1,71) was determined in the N4Mo2 application, and the lowest nitrate content (% 0,89) was determined in the N2Mo4 application. The antagonistic relationship between molybdenum application and nitrogen caused a decrease in the nitrogen and nitrate content of the plant, but values above the limit were obtained in all interactions we obtained. In order to reduce the nitrate content, lower nitrogen doses should be applied and molybdenum doses should be increased in parallel with the nitrogen. However, considering that some nutritional element contents decrease when molybdenum is applied in high doses, excessive doses of molybdenum should be avoided. Considering the nitrogen-molybdenum doses where the nitrate content is low but the dry matter is high and other nutritional elements can be taken at optimum levels; It was concluded that the interactions up to N2Mo2 application can be applied for hydroponic lettuce cultivation.

Key words: Nitrogen, Molybdenum, Interaction, Nitrate
2024, ix+118 pages.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Artan Miktarlarda Uygulanan Azot ve Molibden Dozlarının Marul Bitkisinin Gelişimi ve Kimi Besin Elementleri Üzerine Etkisi adlı tez çalışması; 2022-2024 yılları arasında T.C Bursa Uludağ Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından yüksek lisans tez projesi (Proje No: FYL-2022-1184) olarak desteklenmiştir. Destekleri için Rektörlüğümüze ve BAP birimine teşekkür ederim.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca iyi ve kötü her günümde yanımda olan, araştırma konumun seçiminden tezin tamamlanmasına kadar olan tüm aşamalarda desteğini ve güvenini hiç esirgemeyen, bilgi, deneyimleri ve sabrı ile bana ışık tutan çok değerli tez danışmanı hocam Prof. Dr. Hakan ÇELİK'e çok teşekkür ederim. Yüksek lisans eğitimimin en başından itibaren denememin kurulmasından laboratuvar çalışmalarımın sonuna kadar her zaman yanımda olan, kendi tezlerine gösterdikleri özeni aratmadan yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen yüksek lisans arkadaşlarımdan; başta Ayşegül HOŞGÖREN, Ayşe Nur OKULU ve Ezgi AKTAŞ olmak üzere, Mehmet ÖZKAN, Akın ERBEK ve Emincan ÇELİKKAYA'ya çok teşekkür ederim. Özellikle sera çalışmalarımda çok fazla emeği olan, gece gündüz demeden benimle birlikte çalışan vefalı arkadaşlarım Şeyma ÖZDEMİR, Yiğit GÖÇ, Hasancan ALTUZ, Feyzan ŞİMŞEK ve Sena UÇAR'a çok teşekkür ederim. Kendi mesleği ile alakası olmamasına rağmen benimle birlikte her haftasonu seraya gelen, lisans hayatımın başından yüksek lisans eğitimimin sonuna kadar maddi manevi her zaman yanımda olan en yakın arkadaşlarım Yeşim KILIÇ ve Ayşe Gizem ACAR'a defalarca kez teşekkür ederim. Beni bugünlere getiren, haklarını asla ödeyemeyeceğim uzun zaman önce kaybettiğim ama her zaman yanı başımda olduklarını hissettiğim, anneannem Asuman BERGİN ve dedem Turhan BERGİN'e, sonsuz şükran ve sevgilerimi sunarım. Son olarak hayatım boyunca maddi, manevi her an her koşulda yanımda olan, tez konumla ve mesleğimle benden daha çok ilgilenen; ilgisini, sevgisini ve bilgilerini hep üzerimde hissettiğim çok değerli babam Sinan PRAVADALIOĞLU, canım Annem Bahar BERGİN PRAVADALIOĞLU ve bir tanecik ablam Gizem PRAVADALIOĞLU'na destekleri için sonsuz kez teşekkür ederim.

Eda PRAVADALIOĞLU
23/07/2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....i
ABSTRACT.....ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....vii
1. GİRİŞ.....1
2.1. Azot Elementi.....5
2.1.1 Azot elementinin önemi ve nitrat ile ilişkisi.....5
2.1.2 Nitratın insan sağlığı ile ilişkisi.....7
2.2. Molibden Elementi Hakkında Genel Bilgiler.....9
2.2.1. Molibdenin önemi ve azot ile ilişkisi.....9
2.2.2. Molibdenin insan sağlığı ile ilişkisi.....11
2.4. Molibdenle Yapılan Çalışmalar.....19
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....22
3.1. Deneme Kurulumu.....22
3.2. Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler.....24
3.2.1. Bitki örneklerinin kuru yakma yöntemine göre yakılması.....24
3.2.2. Toplam azot (N).....24
3.2.3. Toplam fosfor (P).....24
3.2.4. Toplam sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg).....25
3.2.5. Toplam demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn).....25
3.2.6. Toplam bor (B).....25
3.2.7. Toplam molibden (Mo).....25
3.2.8. Nitrat azotu (NO_3-N).....25
3.2.9. SPAD değeri ölçümleri.....26
3.3. Bitki Kuru Maddesi ile Kaldırılan Miktarların Hesaplanması.....26
3.4. İstatistiksel Analiz.....26
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....27
4.1. Azot ve Molibden Dozlarının Marul Bitkisinin Gelişimi ve Kimi Element İçeriklerine Etkisi.....27
4.1.1. Ortalama kuru madde verimi.....27
4.1.2. Azot içeriği.....30
4.1.3. Molibden içeriği.....33
4.1.4. Nitrat içeriği.....37
4.1.5. SPAD değeri.....39
4.1.6. Fosfor içeriği.....41
4.1.7. Sodyum içeriği.....44
4.1.8. Potasyum içeriği.....47
4.1.9. Kalsiyum içeriği.....50
4.1.10. Magnezyum içeriği.....53
4.1.11. Demir içeriği.....56
4.1.12. Bakır içeriği.....59
4.1.13. Çinko içeriği.....62
4.1.14. Mangan içeriği.....65
4.1.15. Marul bitkisinin bor içeriği.....68

4.2. Azot ve Molibden Uygulamalarının Marul Bitkisinin Kaldırdığı Kimi Besin Elementi Miktarlarına Etkisi 71
4.2.1. Kaldırılan azot miktarı 71
4.2.2. Kaldırılan molibden miktarı 74
4.2.3. Kaldırılan nitrat miktarı 77
4.2.4. Kaldırılan fosfor miktarı 79
4.2.5. Kaldırılan sodyum miktarı 81
4.2.6. Kaldırılan potasyum miktarı 84
4.2.7. Kaldırılan kalsiyum miktarı 87
4.2.8. Kaldırılan magnezyum miktarı 90
4.2.9. Kaldırılan demir miktarı 93
4.2.10. Kaldırılan bakır miktarı 95
4.2.11. Kaldırılan çinko miktarı 98
4.2.12. Kaldırılan mangan miktarı 101
4.2.13. Kaldırılan bor miktarı 104
5. SONUÇ… 108
KAYNAKLAR 110
ÖZGEÇMİŞ. 118

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	**Açıklama**
℃	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
Fe	Demir
g	Gram
H_3BO_3	Borik Asit
HNO_3	Nitrik Asit
ICP-OES	İndüktif Eşleşmiş Plazma
K.O.	Kareler Ortalaması
K.T.	Kareler Toplamı
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
$MnSO_4$	Mangan Sülfat
Mo	Molibden
N	Azot
NaCl	Sodyum Klorür
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	Amonyum Heptamolibdat
NO_3^-	Nitrat
NO_3^--N	Nitrat Azotu
NO_2-N	Nitrit Azotu
NH_4NO_3	Amonyum Nitrat
P	Fosfor
S	Kükürt
S.D.	Serbestlik Derecesi
V.K.	Varyasyon Kaynağı
$ZnSO_4$	Çinko Sülfat

ÇİZELGELER DİZİNİ

		Sayfa
Çizelge 3.1.	Denemede yer alan besin çözeltilerine ait kimi bilgiler	22
Çizelge 3.2.	Çözeltilerin pH ve EC değerleri	23
Çizelge 4.1.	Gövde ortalama kuru madde verimine ait varyans analizi	27
Çizelge 4.2.	Kök ortalama kuru madde verimine ait varyans analizi	28
Çizelge 4.3.	Gövde ortalama kuru madde verimi	28
Çizelge 4.4.	Kök ortalama kuru madde verimi	29
Çizelge 4.5.	Gövde azot içeriğine ait varyans analizi	30
Çizelge 4.6.	Kök azot içeriğine ait varyans analizi	31
Çizelge 4.7.	Gövde azot içeriği	31
Çizelge 4.8.	Kök azot içeriği	32
Çizelge 4.9.	Gövde molibden içeriğine ait varyans analizi	34
Çizelge 4.10.	Kök molibden içeriğine ait varyans analizi	34
Çizelge 4.11.	Gövde molibden içeriği	35
Çizelge 4.12.	Kök molibden içeriği	35
Çizelge 4.13.	Gövde nitrat içeriğine ait varyans analizi	37
Çizelge 4.14.	Gövde nitrat içeriği	38
Çizelge 4.15.	Gövde SPAD değerine ait varyans analizi	39
Çizelge 4.16.	Gövde SPAD değeri	40
Çizelge 4.17.	Gövde fosfor içeriğine ait varyans analizi	41
Çizelge 4.18.	Kök fosfor içeriğine ait varyans analizi	41
Çizelge 4.19.	Gövde fosfor içeriği	42
Çizelge 4.20.	Kök fosfor içeriği	43
Çizelge 4.21.	Gövde sodyum içeriğine ait varyans analizi	44
Çizelge 4.22.	Kök sodyum içeriğine ait varyans analizi	45
Çizelge 4.23.	Gövde sodyum içeriği	45
Çizelge 4.24.	Kök sodyum içeriğine etkisi	46
Çizelge 4.25.	Gövde potasyum içeriğine ait varyans analizi	47
Çizelge 4.26.	Kök potasyum içeriğine ait varyans analizi	48
Çizelge 4.27.	Gövde potasyum içeriği	48
Çizelge 4.28.	Kök potasyum içeriği	49
Çizelge 4.29.	Gövde kalsiyum içeriğine ait varyans analizi	50
Çizelge 4.30.	Kök kalsiyum içeriğine ait varyans analizi	51
Çizelge 4.31.	Gövde kalsiyum içeriği	51
Çizelge 4.32.	Kök kalsiyum içeriği	52
Çizelge 4.33.	Gövde magnezyum içeriğine ait varyans analizi	53
Çizelge 4.34.	Kök magnezyum içeriğine ait varyans analizi	54
Çizelge 4.35.	Gövde magnezyum içeriği	54
Çizelge 4.36.	Kök magnezyum içeriği	55
Çizelge 4.37.	Gövde demir içeriğine ait varyans analizi	56
Çizelge 4.38.	Kök demir içeriğine ait varyans analizi	57
Çizelge 4.39.	Gövde demir içeriği	57
Çizelge 4.40.	Kök demir içeriği	58
Çizelge 4.41.	Gövde bakır içeriğine ait varyans analizi	60
Çizelge 4.42.	Kök bakır içeriğine ait varyans analizi	60
Çizelge 4.43.	Gövde bakır içeriği	60
Çizelge 4.44.	Kök bakır içeriği	61

Çizelge 4.45. Gövde çinko içeriğine ait varyans analizi 63
Çizelge 4.46. Kök çinko içeriğine ait varyans analizi 63
Çizelge 4.47. Gövde çinko içeriği..... 63
Çizelge 4.48. Kök çinko içeriği 64
Çizelge 4.49. Gövde mangan içeriğine ait varyans analizi..... 66
Çizelge 4.50. Kök mangan içeriğine ait varyans analizi..... 66
Çizelge 4.51. Gövde mangan içeriği..... 66
Çizelge 4.52. Kök mangan içeriği..... 67
Çizelge 4.53. Gövde bor içeriğine ait varyans analizi 69
Çizelge 4.54. Kök bor içeriğine ait varyans analizi 69
Çizelge 4.55. Gövde bor içeriği 70
Çizelge 4.56. Kök bor içeriği..... 70
Çizelge 4.57. Gövdenin kaldırmış olduğu azot miktarına ait varyans analizi 72
Çizelge 4.58. Kökün kaldırmış olduğu azot miktarına ait varyans analizi 72
Çizelge 4.59. Gövdenin kaldırmış olduğu azot miktarı 73
Çizelge 4.60. Kökün kaldırmış olduğu azot miktarı 73
Çizelge 4.61. Gövde kaldırılan molibden miktarına ait varyans analizi 75
Çizelge 4.62. Kökün kaldırmış olduğu molibden miktarına ait varyans analizi.... 75
Çizelge 4.63. Gövdenin kaldırmış olduğu molibden miktarı..... 75
Çizelge 4.64. Kökün kaldırmış olduğu molibden miktarı..... 76
Çizelge 4.65. Gövdenin kaldırmış olduğu nitrat miktarına ait varyans analizi 77
Çizelge 4.66. Gövdenin kaldırmış olduğu nitrat miktarı 78
Çizelge 4.67. Gövdenin kaldırmış olduğu fosfor miktarına ait varyans analizi 79
Çizelge 4.68. Kökün kaldırmış olduğu fosfor miktarına ait varyans analizi 79
Çizelge 4.69. Gövdenin kaldırmış olduğu fosfor miktarı 80
Çizelge 4.70. Kökün kaldırmış olduğu fosfor miktarı 81
Çizelge 4.71. Gövdenin kaldırmış olduğu sodyum miktarına ait varyans analizi.. 82
Çizelge 4.72. Kökün kaldırmış olduğu sodyum miktarına ait varyans analizi 82
Çizelge 4.73. Gövdenin kaldırmış olduğu sodyum miktarı 83
Çizelge 4.74. Kökün kaldırmış olduğu sodyum miktarları..... 83
Çizelge 4.75. Gövde kaldırılan potasyum miktarına ait varyans analizi…….... 84
Çizelge 4.76. Kökün kaldırmış olduğu potasyum miktarına ait varyans analizi ... 85
Çizelge 4.77. Gövdenin kaldırmış olduğu potasyum miktarı 85
Çizelge 4.78. Kökün kaldırmış olduğu potasyum miktarı 86
Çizelge 4.79. Gövdenin kaldırmış olduğu kalsiyum miktarına ait varyans analizi 87
Çizelge 4.80. Kökün kaldırmış olduğu kalsiyum miktarına ait varyans analizi 87
Çizelge 4.81. Gövdenin kaldırmış olduğu kalsiyum miktarları..... 88
Çizelge 4.82. Kökün kaldırmış olduğu kalsiyum miktarı 89
Çizelge 4.83. Gövde kaldırılan magnezyum miktarına ait varyans analizi 90
Çizelge 4.84. Kökün kaldırmış olduğu magnezyum miktarına ait varyans analizi 90
Çizelge 4.85. Gövdenin kaldırmış olduğu magnezyum miktarı 91
Çizelge 4.86. Kökün kaldırmış olduğu magnezyum miktarı 92
Çizelge 4.87. Gövdenin kaldırmış olduğu demir miktarına ait varyans analizi..... 93
Çizelge 4.88. Kökün kaldırmış olduğu demir miktarına ait varyans analizi 93
Çizelge 4.89. Gövdenin kaldırmış olduğu demir miktarı 94
Çizelge 4.90. Kökün kaldırmış olduğu demir miktarı 94
Çizelge 4.91. Gövdenin kaldırmış olduğu bakır miktarına ait varyans analizi..... 96
Çizelge 4.92. Kökün kaldırmış olduğu bakır miktarına ait varyans analizi..... 96

Çizelge 4.93. Gövdenin kaldırmış olduğu bakır miktarı..... 97
Çizelge 4.94. Kökün kaldırmış olduğu bakır miktarı 97
Çizelge 4.95. Gövdenin kaldırmış olduğu çinko miktarına ait varyans analizi..... 98
Çizelge 4.96. Kökün kaldırmış olduğu çinko miktarına ait varyans analizi..... 99
Çizelge 4.97. Gövdenin kaldırmış olduğu çinko miktarı..... 99
Çizelge 4.98. Kökün kaldırmış olduğu çinko miktarı..... 100
Çizelge 4.99. Gövdenin kaldırmış olduğu mangan miktarına ait varyans analizi.. 101
Çizelge 4.100. Kökün kaldırmış olduğu mangan miktarına ait varyans analizi..... 102
Çizelge 4.101. Gövdenin kaldırmış olduğu mangan miktarı 102
Çizelge 4.102. Kökün kaldırmış olduğu mangan miktarı..... 103
Çizelge 4.103. Gövdenin kaldırmış olduğu bor miktarına ait varyans analizi..... 104
Çizelge 4.104. Kökün kaldırmış olduğu bor miktarına ait varyans analizi 105
Çizelge 4.105. Gövdenin kaldırmış olduğu bor miktarı 105
Çizelge 4.106. Kökün kaldırmış olduğu bor miktarı 106

1. GİRİŞ

Kısıtlı tarım alanlarında gerçekleştirilen tarımsal üretim, hızla artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılayamaz hale gelirken, bu durum aynı zamanda geleceğimizi tehdit eden önemli bir sorun olarak bildirilmiştir (Tan, 2010; Cebeci vd., 2012; Demirtaş vd., 2012).

Bitkisel üretim yapılan arazilerin genişletilme imkanının sınırlı olması sebebiyle mevcut alandaki üretim potansiyelini en yükseğe çıkarmak bir zorunluluk haline gelmiştir (Midmore, 1993).

Birim alandan en yüksek verimin alınabilmesi yanı sıra kalitenin de arttırılması ancak diğer üretim faktörleri ile birlikte gübrelerin de bilinçli ve dengeli bir şekilde uygulanması ile sağlanabilir. Dengeli ve düzenli gübreleme yapılmadığı takdirde bitkinin gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir.

Bitkinin ihtiyacından fazla kullanılan gübre ve pestisitler, yetiştiricilere ek bir maliyet getirirken aynı zamanda toprakta görülmesi beklenmeyen durumların oluşmasına da sebep olmaktadır. Bu olumsuz etkilere örnek olarak azotlu gübrelerin aşırı kullanımı sonucunda toprakta nitrat birikimi, nitratın yüzey sularına karışması sonucu meydana gelen ötrofikasyon, yağışlarla yeraltı sularına karışması ve bitki bünyesinde aşırı birikim sonucunda yaşanabilecek sağlık sorunları verilebilmektedir (Karaçal ve Türetken, 1992).

Yapılan çalışmalarda, marul yapraklarında yeterli azot konsantrasyonunun % 4,0-5,0 seviyesinde olduğu, % 5,0'ten yüksek olduğu konsantrasyonlarda azotun fazla ve % 3,9'dan daha az azot bulunması durumunda ise noksan olduğu değerlendirilmiş, azot noksanlığının gözlendiği bitki organlarında (kök, gövde, yapraklar, çiçekler, meyveler ve tohumlar) gelişimin gerilediği ve verimin olumsuz şekilde etkilendiği bildirilmiştir (Jones vd., 1991; Bergmann, 1992).

Marul bitkisi (*Lactuca sativa L.*) papatyagiller (*Asteraceae*) ailesinde yer alan geniş gövdeli yeşilin farklı tonlarını barındıran yaprakları şekilli, iklimin sıcak olduğu yörelerde kışın, iklimin soğuk olduğu yörelerde ise yazın tarımı yapılabilen serin iklim sebzesi olup, insan beslenmesinde de önemli bir yere sahip olduğu belirtilmiştir (Günay, 1993).

Marullar; bünyesinde barındırdığı vitamin, mineral maddeler ve iştah açıcı özellikleri ile yaprakları yenilen kışlık sebzeler arasında yetiştiriciliği ve tüketimi en fazla tercih edilen sebzelerden birisidir.

100 gram taze marulun % 96'sının su olduğu, 0,90 g protein, 0,10 g yağ ile 2,90 g kadar karbonhidrat içerdiği, 0,30 mg niacin, 0,06 mg thiamin, 0,06 mg riboflavin, 330 IU A ve 6,00 mg C vitamini bulunduğu, polifenollerin oluşturduğu antioksidan bileşikler bakımından zengin olduğu, 175,00 mg K, 22,00 mg P, 20,00 mg Ca, 9,00 mg Na ve 0,50 mg Fe ve bunun yanı sıra yaklaşık 13 kalorilik düşük enerji ve zengin lif içeriğine sahip olduğu, bu nedenle diyet ve salatalarda yaygın olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Ryder, 1979; Pierce, 1987; Serafini vd., 2002; Nicolle vd., 2004).

Marul bitkisinin A ve C vitaminleri ile mineral madde içeriğinin zenginliği; sağlık açısından olumlu olarak, nitrat (NO_3) içeriğinin yüksek olması ise olumsuz olarak değerlendirilmektedir. Marul ve benzeri yapraklı sebze yetiştiriciliğinde aşırı inorganik azotlu gübre kullanımının organik gübreye oranla üç kat daha fazla nitratın birikimine yol açarak zarar oluşturduğu söylenmektedir (Özgen vd., 2011).

Toprağa gereğinden daha yüksek oranda yapılan gübreleme sonucunda, sebzelerin içinde bulunan kimi besin elementlerinin insan beslenmesinde izin verilen sınırların üzerinde çıktığı ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir (Kacar ve Katkat, 2011).

Pek çok ülkede sebzelerin içerdikleri nitrat miktarları incelenerek fazla nitrat içerdiği tespit edilen ürünlerin satışına izin verilmemektedir. İnsanın her kilogramı için günlük

olarak alınan nitrat miktarının FAO kaynaklarında bildirildiği üzere, 5 mg'ı aşmaması önerilmektedir (Szwonek, 1986). Bu durumda 60 kg ağırlığında bir insanın besinlerle alması gereken nitrat miktarının 300 mg olduğu hesaplanmaktadır.

Bitkilerde nitrat birikimi ışık yoğunluğu, sıcaklık, toprak nemi ve foto periyot, sera üreticiliğinde ortamının CO_2 konsantrasyonu, azot uygulamasının miktar ve formu, bitkinin çeşidi ve yaşı gibi pek çok çevresel ve genetik etmene bağlı olarak değişebilmektedir. Bu faktörlerden en önemlisinin bitkiye uygulanan azot miktarı ve formu olduğu söylenmektedir.

Nitrat azotu (NO_3-N) ile beslenen bitkilerde yapraklardaki molibden (Mo) konsantrasyonunun kuru madde esasına göre 1 mg kg^{-1} düzeyinin altına düşmesi durumunda NO_3^- birikiminin başladığı ifade edilmiştir (Gupta ve Lipsette, 1981).

Besin çözeltisine azot (N) kaynağı olarak amonyum (NH_4) uygulamak suretiyle steril koşullarda yetiştirilen karnabahar (*Brassica olerecea var. Botrytis* L.) bitkisinin molibdene gereksinimi olmamasına karşın azot (N) kaynağı olarak nitratın (NO_3) uygulanması durumunda şiddetli şekilde molibdene gereksinim duyduğu saptanmıştır (Hewitt ve Gundry, 1970; Mills, 1976).

Molibdenin gelişme ortamında yeterli düzeyde bulunmaması durumunda nitrat redüktaz enzim aktivitesinin azalması nedeniyle nitrat asimilasyonunun olumsuz şekilde etkilendiği ve bitkilerde gereğinden fazla nitratın (NO_3) biriktiği belirlenmiştir (Notton ve Hewitt, 1979). Toprağa uygulanan değişik azotlu gübrelerin bitkilerde molibden gereksinimini arttırdığı rapor edilmiştir (Hafner, 1992).

Bu çalışma kapsamında su kültürü yetiştirme ortamına azot ve molibden dozlarının artan miktarlarda uygulanması ile marul bitkisinin gelişimindeki, nitrat birikimindeki ve kimi besin elementi içerikleri üzerindeki etkisi incelenmiş, yapraklarda bulunan nitrat konsantrasyonunu aşırı yükseltmeyecek ancak kaliteli ve maksimum düzeyde ürün

almayı sağlayabilecek N ve Mo dozlarının belirlenmesi ve üreticilere tavsiyelerde bulunulabilmesi hedeflenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Azot-molibden elementleri ile ilgili bazı temel bilgiler, nitrat oluşumuna ve sağlık üzerine etkileri ile önceki çalışmalardan elde edilen veriler aşağıda derlenmiştir.

2.1. Azot Elementi

2.1.1 Azot elementinin önemi ve nitrat ile ilişkisi

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 döngüsü pek çok etmenin etkisiyle ve pek çok fiziko-kimyasal ve biyolojik tepkimeyle atmosfer, toprak ve bitki arasında gerçekleşmektedir (Mengel, 1987).

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 azot'tan 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 olduğu ifade edilmiştir (Barber, 1995).

Yapay koşullarda yüksek enerji ve pek çok karmaşık tepkimeyi barındıran bu dönüşüm çeşitli mikroorganizmalarca kolayca gerçekleştirilebilmektedir. Doğada biyolojik olarak sağlanan azot, kimyasal olarak üretilen azotlu gübrelerin iki katından daha fazladır. Bu durum, bitkilerin azot ihtiyaçlarının karşılanmasında biyolojik azotun önemli bir katkısı

olduğunu açıkça göstermektedir. Üstelik bu katkı, yenilenemez enerji tüketimini gerektirmemektedir.

Bitkiler, geliştikleri ortamdan kökleri aracılığıyla ihtiyaç duydukları azotun büyük bir kısmını nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) iyonları şeklinde alırlar ve her ikisinden de belli ölçülerde yararlanırlar. Bitkiler tarafından NO_3^- ve NH_4^+ alımının, ortamın pH'sı, sıcaklık, ışık, su miktarı gibi faktörlere yakından bağlı olduğu bildirilmiştir (Kabata ve Pendias, 2011).

Azotun bitkide bulunan miktarı, bitkinin türüne, organına, yaşına, toprak özellikleri ile toprağın içerdiği azot miktarı gibi faktörlere bağlı olarak geniş sınırlar içerisinde değişebildiği ancak genellikle % 2-5 civarında olduğu belirlenmiştir. Henüz gelişimini tamamlamamış bitkilerin genellikle gelişimini tamamlamış bitkilere göre ve bitkilerin gelişmiş organları da gelişmemiş organlarına göre daha fazla azot içerdiği bilinmektedir (Kacar ve Katkat, 2011).

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

Azot; noksanlığı durumunda dünyada tarımsal ürünlerin miktarının en fazla azalmasına yol açan bir bitki besin elementidir. Toprağın içerdiği azota dayanılarak nitelikli bol ürün alınması olası değildir. Atmosferde bulunan bağımsız azotu (N_2) fikse eden baklagil bitkilerinin yetiştirilmesinde bile belli miktarda azotlu gübrelerin toprağa uygulanması gerektiği ifade edilmektedir (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 bilinmektedir (Kacar ve Katkat, 2011).

Bitkilerin gereksinimlerinin üzerinde azotla gübrelenmesi sonucu kök ve tepe organlarında nitrat azotu birikebilmekte, marul gibi özellikle yaprakları yenen bitkilerin kuru maddelerinin %10'undan daha fazla nitrat içeriğine sahip olabileceği belirtilmektedir. Nitrat birikiminin bitki dokularında toksik etkisi bulunmakta, ayrıca nitrat içeriği yüksek bitkisel gıdalarla beslenen insan ve hayvanlarda da ciddi sağlık sorunları oluşturabileceği söylenmektedir (Ayaz ve Yurttagül, 2006).

Bitkisel üretimde verim ve kalite yanı sıra çevre ve insan sağlığının korunması üzerine de gübrelemenin büyük önemi bulunmaktadır. Marul üretiminde verim değerlerinin; çeşide, iklimsel koşullara, yetişme dönemine, metrekaredeki bitki sayısına bağlı olarak değiştiği, 3-4 kg m^{-2} verimin marul bitkisi için iyi olduğu ifade edilmektedir (Aybak, 2002). Marul bitkisinin vejetasyon süresinin diğer sebzelere kıyasla daha az olmasının avantajını kullanarak, suyun ve gübrelerin dikkatli bir şekilde verilmesi, nitrat birikiminin önüne geçilmesi ve kültürel işlemlerin de düzenli olarak yapılması durumunda marullarda kalite ve yıllık verimin önemli ölçüde artacağı belirlenmiştir.

2.1.2 Nitratın insan sağlığı ile ilişkisi

Nitrat'ın, tüm sebze ve meyvelerin doğal bir bileşeni olduğu, insan beslenmesinde önemli bir yer tutan sebzeler içinde özellikle yaprakları koyu yeşil renkli, lif içeriği yüksek ve köklü sebzelerin nitrat içeriğinin de genellikle yüksek olduğu bildirilmiştir. Meyve ve tohumların nitrat içeriğinin ise daha düşük olduğu, nitratın, içme sularında bulunabildiği gibi hammaddesi et ve balık olan kimi işlenmiş gıdalarda da koruyucu olarak kullanıldığı ifade edilmektedir (Ayaz ve Yurttagül, 2006).

Topraktaki kimi azotlu bileşikler (N), azot içeren gübre türleri yanı sıra, toprağın nem içeriğinin, ortam ısısının, kuraklık durumunun, depolama koşullarının, coğrafi bölge ve hasat mevsiminin bitkilerde nitrat birikimine neden olan önemli faktörler arasında olduğu saptanmıştır (Ayaz ve Yurttagül, 2006).

Antalya Demre'de toprak ve kuyu sularındaki NO_3^- içeriğindeki değişimin gözlemlendiği bir çalışmada, toprak ve kuyu sularındaki NO_3^- miktarının farklı zamanlarda yükseldiği ve yaklaşık % 45'inin Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) 50,0 mg L^{-1} olarak bildirdiği limiti aştığı belirtilmiştir (Anonymous, 2006). Bazı bölgelerde kuyu sularının içme suyu olarak yöre halkı tarafından tüketildiği ve bu durumun yöre halkının sağlığı için büyük bir tehdide yol açabileceği belirlenmiştir (Kaplan vd., 2007).

Aynı tür sebze çeşitlerinde nitrat konsantrasyonlarında farklılık olduğu, değişik bölgelerden toplanan pancar örneklerinde konsantrasyonun 630 ile 6.800 mg kg^{-1} arasında değiştiği bildirilmiştir. Sebzelerin içerdikleri nitrat konsantrasyonunun genellikle 1 ile 10.000 mg kg^{-1} arasında değişim gösterdiği ifade edilmiştir (Pickston vd., 1980; Özdestan ve Üren, 2010). Bitkilerin nitrat içerikleri üzerine çeşit farklılıkları dışında hasat olgunluk durumlarının ve yaprak tiplerinin de etkili olduğu ifade edilmiştir (Cansızer, 2022).

Marul, ıspanak, pancar, kereviz ve turp gibi sebzelerin 1000 mg kg^{-1}'ın üzerinde yüksek miktarda nitratı bünyelerinde barındırdığı gibi kimi sebzelerde (karnabahar, patates, soğan, tatlı mısır ve bezelye) nitrat içeriğinin 200 mg kg^{-1}'ın altında bulunduğu saptanmıştır (Maff, 1987; Özdestan ve Üren, 2010).

Özellikle seralarda yetiştirilen sebzelerin nitrat içeriğinin artmasına neden olan en büyük faktörün, inorganik azotlu gübrelerin bilinçsizce uygulanması olduğu belirtilmiştir. Yoğun azotlu gübre uygulanması dolayısıyla sebzelerde insan tüketimine izin verilen değerleri aşan miktarlarda azot bulunabildiği ve bu durumun insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu bildirilmiştir (Özdestan ve Üren, 2010).

Nitrit ve Nitrat'ın düşük miktarlarda bünyeye alındıklarında insan sağlığı açısından olumsuz etkilerinin olmadığı, ancak çeşitli yollarla yüksek dozlarda nitrit ve nitrat'ın vücuda girdiği zaman insan sağlığı için zararlı olabileceği ifade edilmektedir.

Nitrat'ın, insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle, gıdalarda belirlenen miktarlardan fazla bulunmasından kaçınılması gereken bir madde olduğu bilinmektedir. Nitratın vücuda alınan küçük bir kısmının tükürük bezlerine taşındığı ve ağız boşluğuna salgılandığı, büyük bir kısmının ise dışkı yoluyla vücuttan uzaklaştırıldığı belirtilmiştir (Özdestan ve Üren, 2010).

Bu maddenin insan vücuduna zararlı olma sebebi kansızlığa neden olması, methemoglobinami adı verilen kanda oksijen taşınımının engellenmesine yol açan ve özellikle çocuklarda siyanoz (morarma) durumuna neden olabilmesi ve sekonder aminlerle nitritin tepkimeye girerek kanserojen olan nitrozaminlerin üremesine olanak sağlaması olduğu bildirilmiştir (Günay, 1983; Pierce, 1987; Maff, 1987; Telefoncu, 1993).

İnsan sağlığı bakımından nitrat ve mide kanseri arasındaki bağlantı nitratın en kritik özelliğidir. Nitrozamin yüklenmesine karşı nitrozamin oluşumunu inhibe eden C ve E vitamini alımı yanı sıra sebzelerin nitrat içeriğini düşürecek önlemlerin alınması önerilmektedir (Telefoncu, 1993).

2.2. Molibden Elementi Hakkında Genel Bilgiler

2.2.1. Molibdenin önemi ve azot ile ilişkisi

Keşfinden yaklaşık 50 yıl sonra besin çözeltisinde gerçekleştirilen bir seri araştırmalar sonunda molibdenin Azotobakter bakterileri için yaşamsal öneme sahip olduğu bulunmuştur (Bortels, 1930). Çalışmalarını domates (*Lycopersicon esculentum Mill.*) bitkisi üzerinde sürdüren araştırıcılar, bir elementin bitkiler için mutlak gerekliliğine ilişkin bilim çevrelerince kabul edilen kriterlerin molibden için de yerine getirildiğini saptamış ve molibdenin yüksek bitkilerin gelişmeleri ve nitelikli ürün vermeleri için mutlak gerekli olduğunu belirlemişlerdir (Arnon ve Stout, 1939).

Molibden bitkiler tarafından molibdat (MoO_4^{-2}) iyonu şeklinde alınmaktadır (Kacar, 2019). Bitkilerde indirgenme ve yükseltgenme tepkimelerinde aktif olan 60'tan fazla

enzimin ihtiyaç duyduğu elementlerden biri olduğu bildirilmiştir (Kacar ve Katkat, 2011).

Molibdenin görev aldığı enzimlerden bazılarının sadece azot fiksasyonunda rol aldığı, bazılarının ise çoğunlukla bitki içinde işlev gören enzimler olduğu ortaya konmuştur (Williams ve Frausto da Silva, 2002; Mendel ve Haensch, 2002).

Molibden'in; enzim faaliyeti ile nitratın amonyuma indirgenmesini sağladığı, nitratın birikimini önlediği, toprakta azot bakterilerinin etkinliğine katkı sağlayarak azotun metabolize edilmesi ve N fiksasyonunu artırıcı etki yapması nedeniyle bitkilerde protein içeriğine olumlu ve önemli etki yaptığı görülmektedir (Kacar, 2019).

Mısır ve fasulye bitkileri üzerinde yapılan denemelerde gelişme ortamına uygulanan molibdenin çözünebilir protein miktarının artmasına neden olduğu saptanmıştır (Agarwala vd., 1978; Domska vd., 1989).

Nitrat (NO_3^-) konsantrasyonu yüksek ortamlarda yetiştirilen bitkilerde nitrat redüktaz enziminin işlevlerini yerine getirebilmesi için de molibden gereksiniminin yüksek olduğu rapor edilmiştir. Gelişme ortamına artan miktarlarda uygulanan molibdenin (Mo) ıspanak bitkisi yapraklarında nitrat redüktaz enzim aktivitesini doğrusala yakın şekilde arttırdığı belirlenmiştir (Çil ve Katkat, 1995).

Optimum miktarda uygulanan molibdenin, bitkinin azot içeriğini arttırdığı ve azot içeriğindeki artışla beraber bitki veriminin de olumlu yönde etkilendiği bildirilmektedir. Yeterli miktarda yapılan molibden gübrelemesinin bitkilerin yüksek nitrat içeriğine sahip olmasını engellediği, gerekli gübreleme yapılmadığı takdirde bitkilerin yüksek nitrat içeriğine sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Kök ortamındaki elverişli molibden konsantrasyonuna bağlı olarak kök ve yaprak arasında molibden rekabetinin oluştuğu, düşük elverişlilik düzeylerinde yaprakta yetersiz molibden bulunduğu ancak aynı durumun kökler için geçerli olmadığı bu

durumun bitkide nitrat birikiminin önemli nedenlerinden olduğu ifade edilmektedir (Aktaş, 1994).

2.2.2. Molibdenin insan sağlığı ile ilişkisi

Baklagillerle ortak yaşam sonucu oluşan biyolojik azot tutulmasını doğrudan etkileyen etmenlerden biri, bitkiler için esansiyel mikro besin elementlerinden biri olan molibdenin topraktaki miktarı ve bitkiler tarafından alınmasıdır (Haktanır ve Arcak, 1997). En çok da insan sağlığı açısından kritik bir öneme sahip nitrogenaz ve nitrat redüktaz enziminde bulunması, molibdenin önemini arttırmaktadır (Wallece, 1965; Cheng, 1973).

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea*) bitkisine uygulanan molibdenin nitrogenaz enzim miktarına ve azot içeriğine etki ettiği bildirilmiştir (Hafner vd., 1992; Kacar ve Katkat, 2011). İnsanlar için günlük alınması gerekli ve tolere edilebilecek molibden miktarlarının önerilmesinde dayanak oluşturacak yeterli çalışma ve yayın bulunmamaktadır.

İnsanların dokularında bulunan molibden miktarları çok düşük olduğu gibi bunların belirlenmesi de güçtür. İnsan plazma ve serumlarında bulunan molibden konsantrasyonlarına ilişkin sınırlı bilgi bulunmaktadır. Besin maddelerinin molibden içeriğine bağlı olarak plazmada Mo konsantrasyonunun arttığı ancak birkaç saat sonra başlangıç noktasına dönüldüğü rapor edilmiştir. Bu nedenle insanlarda molibden durumu üzerine plazma Mo konsantrasyonunun önemli dayanak oluşturmadığı saptanmıştır (Cantone vd., 1995). Benzer şekilde idrarda molibden konsantrasyonunun da insanların molibden gereksiniminin önerilmesine dayanak oluşturmamaktadır. Besin maddesinin Mo içeriğine bağlı olarak idrarda Mo konsantrasyonu artmakta ve idrar ile molibdenin atılması ile başlangıca dönülmektedir (Turnlund vd., 1995).

2.3. Marul Bitkisinde Yapılan Azotla İlgili Çalışmalar

Akbay (2012) artan azot dozlarıyla 0, 5, 10, 15 ve 20 kg da^{-1} gübrelenen parsellere marul fidelerini dikim büyüklüğüne bağlı olarak dikmiştir. Marulda verim, bitki gelişimi ve besin elementi miktarının azot ve bakteri uygulamaları ile değiştiği belirtilmiştir. Buna göre, farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda *Paenibacillus polymyxa* bakteri türünün; kimi parametreleri (bitki ağırlığı, en, boy, gövde çapı, klorofil miktarı, kuru madde oranı, besin elementi emilimi ve verim) olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Ayrıca, azot kullanım etkinliğine göre *Paenibacıllus polymyxa* uygulamalarının marulda (*Lactuca sativa L.*) azotlu gübre tüketimini azaltabileceği bulunmuştur.

Akçay (2014) Fortuna ve Rubygem çeşitlerine uygulanan azot dozlarının çilek verimi ve meyve kalitesine etkisini incelemiştir. Yürütülen çalışmada, azot dozları dikimde, sonbaharda ve ilkbaharda olmak üzere farklı zamanlarda uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, farklı azot dozlarının kol sayısı, tomurcuk sayısı, çeşitlerin çiçeklenme tarihi, açan çiçek sayısı ve verim üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Hasat zamanına bağlı olarak meyve boyutlarının azaldığı, ancak azot uygulamalarının bu durumu etkilemediği ifade edilmiştir. Ürün kalitesi üzerine azot uygulamalarının etkisinin çok fazla olmadığı, kalitenin korunabilmesi için daha serin depolama koşullarının gerektiği vurgulanmıştır.

Awaad vd. (2016) farklı azot (N) ve potasyum dozlarının kumlu toprak üzerinde marulun gelişimine etkilerini incelediği tarla denemesinde, 0-60-90-120 kg ha^{-1} N dozlarıyla üre azotu ve üre-formaldehit kullanılmış, potasyum (K) dozları ise 0-75 kg ha^{-1} K_2O şeklinde uygulanmıştır. Azotun artan dozlarıyla bitkinin yaş ve kuru ağırlıklarının arttığı, bu etkinin üre-formaldehit ve K kombinasyonunda daha belirgin olduğu belirlenmiştir. Azotlu gübrelerin K uygulamalarıyla bitki yapraklarının N, P, K ve Ca içeriklerinde belirgin olarak artış sağladığı belirtilmiştir. Azot ve K uygulamalarıyla bitkinin içermiş olduğu Fe, Zn ve Mn miktarında artış sağlandığı ve

Üre-Formaldehit uygulamasında bu artışın daha da yüksek olduğu; artan N dozuyla bitkinin nitrat içeriğinin arttığı bulunmuştur.

Boroujerdnia vd. (2007) azot dozları ve hasat zamanlarının marul bitkisinin verimi ile nitrat ve nitrit içeriğine etkisini inceledikleri çalışmalarında, 120 kg N ha^{-1} uygulamasından en yüksek verim ile nitrat ve nitrit elde edildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, sabah ve akşam hasat edilen marulun nitrat ve nitrit içeriğinin önemli ölçüde farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Bozkurt vd. (2004) farklı miktarlarda humik asit 0, 500, 1000, 2000 mg kg^{-1} ve azot 0, 250, 500 ve 750 mg kg^{-1} uygulanan Yedikule marul çeşidinin baş ağırlığı, besin maddeleri ve nitrat içeriği üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, azot uygulamasının marul bitkisinin ürün miktarını, yaprak sayısını, baş ağırlığını, nitrat, fosfor, demir, mangan ve çinko miktarlarını etkilediği saptanmıştır.

Cansızer (2022) artan miktarlarda uygulanan kükürdün sera koşullarında marul bitkisinin özellikle toplam azot ve nitrat içeriği üzerinde durduğu çalışmada, temel gübre olarak üre gübresi ve azot konsantrasyonları dengelenerek amonyum sülfat gübresi ile farklı dozlarda kükürt 1, 5, 10, 20 ve 40 mg kg^{-1} uygulamıştır. Kuru madde ve toplam azot içeriği üzerine kükürdün bir etkisinin olmadığı ancak 40 mg kg^{-1} dozundaki kükürdün, nitrat azotu miktarı üzerinde azalmaya yol açtığı görülmüştür.

Croitoru vd. (2015) sebzelerin önemli miktarda nitrat içerebileceğini ve bu nedenle tüketiciler için sağlık riskleri oluşturabileceğini söylemişlerdir. Bitkinin içeriğinde nitrat bulunmayan marullar yetiştirmek amacıyla, diğer çalışmalardan farklılık gösteren hidroponik yetiştirme yöntemleri bu çalışmada uygulanmıştır. Eser miktarlarda nitrat içeriğine sahip gübreler ile yetiştirilen marullarda, nitrat miktarlarında önemli bir azalma (1741-39 mg kg^{-1}) gözlenmiştir, ancak bu olumlu etki, ortam sıcaklığındaki artışla birlikte azalmıştır. Amonyum ve nitratın birlikte uygulanması, nitrat konsantrasyonunda 1896'dan 14 mg kg^{-1}'a kadar kritik bir azalma oranıyla ilişkilendirilmiştir.

Çam (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada, marul bitkisine uygulanan azot ve potasyum dozlarının verim ve kalite üzerinde oluşturduğu tepkiler incelenmiştir. Azot için 0, 5, 10 ve 15 kg da^{-1} potasyum için 0, 4, 8 ve 12 kg da^{-1} dozları kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, yaprak genişliğinde potasyum gübresi uygulamasıyla % 7'lik bir artış gözlenmiştir. Azot uygulamalarında ise bu artış % 32'ye kadar yükselmiştir. Azot uygulamaları ile yaprak uzunluğunda dikkat çekici artışın % 47'ye kadar çıktığı belirtilmiştir. En yüksek verim 10 kg da^{-1} azot ve 12 kg da^{-1} potasyum uygulamasıyla sağlanmıştır.

Gümüş (2021) tarafından sera koşullarında topraksız tarım uygulamaları ile gerçekleştirilen çalışmada, farklı N, P, K birleşimlerinin marul bitkisinin gelişimi ve besin elementi içeriği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Maritima marul çeşidi, 18 farklı besin çözeltisi kombinasyonunda yetiştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar; N, P, K gübrelemelerinin bitkinin gelişimi, kuru madde içeriği ve besin elementleri alınımı üzerinde kritik bir etkisinin olduğunu göstermektedir ($p < 0,01$). Marul bitkisine uygulanan en yüksek çözelti dozunun 10, 2, 8 mM etkisinin olumsuz olduğu ve yapraklarda N, P, K, Mg ve Na içeriğinde artış gözlendiği belirlenmiştir.

Güler ve Çelikel (1996) tarafından Mersin ilinde gerçekleştirilen bir araştırmada, açık ve sera ortamında yetiştirilen marullarda artan dozlarda uygulanan amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üre içeren gübrelerin bitkinin nitrat miktarı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmaya göre, marullara verilen amonyum nitratın nitrat birikimini en çok artırdığı, en az birikimin ise amonyum sülfat gübresinde gözlendiği bildirilmiştir.

Jacquin ve Papadopulos (1977) saksı denemesinde azot verilmeyen ıspanak bitkilerinin daha az seviyelerde nitrat içerdiğini tespit etmiş, artan miktarlarda uygulanan azotlu gübrelerin ise nitrat konsantrasyonlarında artışlara neden olduğu ve artışın amonyum nitratta, amonyum sülfata oranla daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir.

Kardeş (2012) çiftçi uygulamalarına göre yetiştirilen sebzelerde yerli azotlu gübre ve tavuk gübresinin kullanımının nitrat miktarını nasıl etkilediğini incelemiştir. Sebzelerin

ortalama nitrat miktarları, taze ağırlığa göre, ıspanak bitkisinde 966-1540 mg kg^{-1}, marulda 1280-1811 mg kg^{-1} ve havuçta 1004-1398 mg kg^{-1} aralığında bulunmuştur. Yapılan nitrat analizleri sonucunda uygulamalara bağlı olarak bitkilerin nitrat içeriğinde yükselmelere neden olduğu saptanmıştır.

Karipçin vd. (2012) marul ve baş salata üretiminde en etkili azot ve su düzeylerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Yetiştirme sonbahar aylarında gerçekleştirilmiş olup, marul çeşitleri olarak Yedikule, Lital, Velvet Recital kullanılmıştır. Çeşitlere 0-8-10-12 kg da^{-1} azot dozu uygulanmıştır. Verimliliğin en fazla olduğu uygulama N3-I3 (4,22 kg $parsel^{-1}$) uygulamasıdır. Bu sonuçlar doğrultusunda, N3-I3 uygulamalarının üretim ve kalite üzerinde daha büyük etkisi olduğu savunulmaktadır.

Kavak vd. (2003) baş salatanın verim, kalite, besin elementi içerikleri, nitrat ve nitrit miktarları üzerine çeşitli azot kaynaklarının etkisini incelemişlerdir. En yüksek verim 15 kg da^{-1} kalsiyum nitrat uygulamasından elde edilirken, amonyum sülfat uygulamasında ise 20 kg da^{-1} amonyum sülfat dozundan sağlanmıştır. Sonuçlara göre nitrat ve nitrit değerlerinin insanlar için kabul edilebilir sağlıklı aralık içinde olduğu belirlenmiştir.

Köse'nin (2015) çalışması, marulun verim ve bitki beslenmesi üzerinde organik madde uygulamalarının etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Toprağa 0, 25, 50 ve 100 kg da^{-1} humus ile birlikte 0, 1500 ve 3000 ml da^{-1} humik asit dozları uygulanmıştır. Humus ve humik asit içeren gübrelerin bitki verimliliği, yaprak özellikleri ve bitkisel besin içeriği üzerinde önemli etkileri olduğu görülmüştür.

Liu vd. (2014) kimyasal, organik ve sıvı gübrelerin marulun gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Başlangıçta alkali olan toprak reaksiyonu (pH 7,83), kimyasal ve organik gübre uygulamalarıyla azalmıştır. Kimyasal gübrelerin EC'yi artırdığı ve organik gübrelerin ise sıvı gübreler ile uygulandığı takdirde marulun gelişimini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Maynard ve Barker (1971) yaptıkları araştırmada, marul, ıspanak ve turp bitkilerinin gelişimi ile NO_3-N sağlanması arasındaki ilişki incelemiş ve bitkilerin yenilebilir kısımlarındaki nitrat konsantrasyonları için kritik seviyeler belirlemişlerdir. Üç bitki türünde de, büyümenin en yüksek olduğu konsantrasyon 12 me N L^{-1} olarak tespit edilmiştir. Nitrat miktarı en düşük olan uygulama, marul ve ıspanak için azotun 3 me L^{-1} olduğu uygulamada, turp için ise N'nin 0,75 me L^{-1} uygulamasında gözlemlenmiştir. Azot oranlarının artması, nitrat birikimini arttırmış ve bitkilerin gelişimi etkilenmiştir.

Mordoğan vd. (2001) yapmış oldukları çalışmada marul bitkisine NH_4NO_3 azotlu gübrelerini 0, 10, 20, 30 ve 40 kg da^{-1} dozlarında uygulamışlardır. Sonuçlara göre marul bitkisinde % toplam azot, nitrat ve nitrit azotu değerlerinin en yüksek olduğu doz 40 kg da^{-1} N dozu olarak tespit edilmiştir. Marul bitkisinin en yüksek verimlilik durumu 20 kg da^{-1} N dozunda ve % 1 seviyesinde, çok miktarda azotlu gübre uygulamasının bu kriterlerin hepsinin birikimine neden olduğu belirtilerek kritik olarak belirlenmiştir.

Odabaş (2019) tarafından yapılan çalışmada, iki farklı marul bitkisinin besin elementi içerikleri üzerine humik asit ve azotlu gübre dozlarının etkisi araştırılmıştır. Amonyum nitrat ve üre gübresiyle beraber farklı sıvı humik asitlerin 0-400-800-1200 mg kg^{-1} dozları uygulanmıştır. Artan humik asit dozları ile birlikte nitrat, toplam N, Ca, Cu, Zn ve Mn içeriklerinin genellikle düzenli bir şekilde arttığı; düzenli bir şekilde azalan besin elementinin ise Mg olduğu görülmüştür.

Okudur ve Ercan (2016) 3 farklı gübre uygulamasının Confeti marulunun içeriğine etkilerini araştırdıkları çalışmada; en uzun bitki (48,48 cm), en ağır köksüz bitkinin ağırlığı (178,69 g), en fazla yaprak sayısı (34,66 adet) ve en yüksek verim (6,43 kg m^{-2}) olarak bulunmuştur.

Oruç ve Ceylan (2001) nitrat içeren bazı sebzelerin nitrat içeriklerini belirlemişlerdir. Analizlerde, 51 adet sebze incelenmiş ve bu sebzeler arasından en düşük nitrat miktarının 0,5 mg kg^{-1}, en yüksek miktarın ise 206 mg kg^{-1} olduğu tespit edilmiştir. Rokada en yüksek ortalama miktar 104 mg kg^{-1}, marulda 70,57 mg kg^{-1}, taze ıspanakta

61 mg kg^{-1}, brokolide ve beyaz lahanada 11 mg kg^{-1}, pırasada ise en düşük 3 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur.

Önal ve Topcuoğlu (2011) marul bitkisi üzerinde yaptıkları araştırmada sera ortamında % 0, 0,5, 1 ve 2 oranlarında leonardit (içeriğinde %20,35 humik asit bulunduran) uygulamasının makro ve mikro besin elementi içeriklerine etkilerini araştırmışlardır. Leonardit uygulanarak 2 aylık bir süre boyunca toprakta inkübasyona bırakılmıştır. Yaptıkları çalışmada, leonarditin N, P, Fe, Zn ve Mn içeriklerine önemli katkılarda bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Öndeş ve Zabunoğlu (1991) sera ortamında farklı azot dozlarını 0, 50, 100, 200, 500, 1000 mg kg^{-1} ve 3 farklı azot kaynağını (NH_4NO_3, $NH_4(SO_4)_2$ ve üre) marul, ıspanak ve domates bitkileri üzerine uygulamışlardır. Azot oranları ile nitrat azotu miktarı arasında anlamlı bir ilişki tespit edememişlerdir. Gübre miktarının artmasıyla birlikte, tüm gübre çeşitlerinde bitkinin hem nitrat miktarı hem de verimin arttığı bildirilmiştir.

Parente vd. (2006) marul çeşitlerinde azotlu gübrelemenin etkisini incelemişlerdir. İki yıl boyunca artan azotlu gübrelemenin marul çeşitlerinin nitrat içeriğini arttırdığı bulunmuştur. Bitkilerin nitrat içeriğini daha düşük tutmanın bir yolu olarak, azotlu gübreyi bölerek uygulanmıştır. Verim en yüksek ilk yılda, 35+40 kg N ha^{-1} uygulama dozunda, ikinci yıl ise 75 kg N ha^{-1} uygulama dozunda gözlemlenmiştir.

Pitura ve Michalajc (2015) çeşitli dozlarda azot uygulamalarının kereviz, marul ve kıvırcık lahana bitkileri üstündeki etkilerini araştırmışlardır. Turba substratıyla doldurulmuş 2 dm^3 saksılarda artan nitrojen dozları 0,3-0,6-0,9-1,2 g N dm^3 substrat gübrelemesine göre sebze türlerinde Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu ile bu elementler arasındaki miktarların yükseldiği ve bunun sonucunda da tuzluluk meydana geldiği saptanmıştır. Toplam nitrojen ve nitrat azotu içeriğinde artan dozlarla doğru orantılı bir yükselme marul, kıvırcık lahana ve kereviz bitkilerinde gözlenirken, artan azotlu gübrelerin Mg, P, K, Ca alımını etkilediği rapor edilmiştir.

Rozek vd. (1994) yürüttükleri çalışmada, marulun kalitesi üzerinde farklı azot formlarının etkisi ve saklama süresince nitrat ile nitrit miktarları arasındaki farklılıkları incelemişlerdir. Sera koşullarında, NFT sistemi kullanılarak nitrat, amonyum ve üre gübreleriyle yetiştirilen marulların, iki yıl boyunca depolama süreleri izlenmiştir. Yetiştirilip toplanan marulların, 5°C ve 20°C sıcaklıkta depolanması sonucunda, serbest amino asit, nitrat ve nitrit miktarları ile nitrat ve nitrit redüktaz aktivitesi analiz edilmiştir. Sonuçlar, depolama süresince en stabil bileşiklerin nitrit redüktaz ve nitrat olduğunu göstermiştir.

Şahin vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, marul bitkisine triple süper fosfat (TSP, % 42 P_2O_5) gübresinden 0, 50, 100, 200, 400 mg kg^{-1} P dozları uygulanmıştır. Artan fosfor uygulamalarıyla marul bitkisinin P, Br, Rb miktarlarının arttığı, ancak Ca, S, Fe, Zn, Mn miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Bu durum, bitkiler için önemsiz olan mineral miktarlarını arttığını ve aşırı fosfor kullanımının çevre kirliliği ve insan sağlığı üzerinde kötü etkilere sebep olabileceği sonucunu ortaya koymuştur. Bu sebeple, fazla miktarda fosforlu gübre uygulanmasından uzak durulması gerektiği vurgulanmıştır.

Uğur vd. (2014) artan azot dozlarının 0, 5, 10, 15 ve 20 kg da^{-1} ve humik asit gübrelemelerinin marul bitkisinin verim ve kalitesine etkilerini gözlemlemişlerdir. Humik asidin, olumlu etkilere sebep olduğu parametrelerin başında verimin geldiği görülmüştür. Ancak, bu etkiler istatistiksel olarak anlamlı sonuçlanmamıştır. Ayrıca, uygulanan azotlu gübrelerin artmasıyla birlikte verim, yaprak özellikleri ve klorofil miktarlarında artışlar gözlemlenirken, bitki kuru ağırlıklarının artan azot dozları ile azaldığı sonucuna varmışlardır.

Zhou vd. (2000) 13 farklı ilden toplamda 2373 sebze örneği alarak, sebzelerdeki nitrat ve nitrit kirliliğinin incelendiği bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalara göre sebzelerin kök, sap ve yaprağı olanlarda nitrat seviyelerinin 199 ile 2758 mg kg^{-1} civarlarında değiştiğini belirtmişlerdir.

2.4. Molibdenle Yapılan Çalışmalar

Akkuş (2009) tarafından gerçekleştirilen denemede, nohudun azot fiksasyonunda artan molibden dozlarının etkisi incelenmiştir. Cevdetbey 98 nohut çeşidi kullanılmış ve saksı ortamında yetiştirilen bitkilere artan molibden dozları (0-0,05-0,10-0,15 ile 0,20 mg kg^{-1} Mo) amonyum molibdat şeklinde uygulanmıştır. Sonuçlar, azot miktarının en yüksek bulunduğu molibden dozunun 0,15 mg kg^{-1} olduğunu göstermiştir. Ancak, bu çalışmanın tarla koşullarına nasıl yansıyacağının değerlendirilmesi gerekmektedir.

Müftüoğlu vd. (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sakız fasulyesine farklı molibden dozlarının yeşil bitki ve bakla, tohum üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sakız fasulyesi bitkisi üzerinde, 0, 50, 100, 150 ve 200 µg kg^{-1} Mo dozlarında molibden uygulanmıştır. Sonuçlar, 100 µg kg^{-1} Mo gübrelemesinde yeşil bitkide, baklada ve tohumda en fazla toplam azot miktarını göstermiştir. Bitkide ve baklada miktarı en fazla toplam molibden 150 µg Mo kg^{-1} uygulamasında, tohumda ise 200 µg Mo kg^{-1} uygulamasında tespit edilmiştir.

Vural ve Müftüoğlu'nun (2011) yaptığı denemede, önemli bir protein kaynağı olarak bilinen baklanın azot fiksasyonu üzerine artan miktarlarda uygulanan molibdenin etkisini incelemişlerdir. Deneme için bakla kullanılmış ve saksı ortamında büyütülen bitkilere molibdenin 0-0,05-0,10-0,15 ve 0,20 mg kg^{-1} olmak üzere beş farklı dozu amonyum molibdat şeklinde uygulanmıştır. Azot kazancının en yüksek olarak belirlendiği dozun 0,15 mg kg^{-1} olduğu saptanmıştır.

Oymak (2018) SR327 marul çeşidi (*Lactuca Sativa var. Crispa*) ile akan su kültüründe besleyici film tekniğiyle yetiştirilen marullara çinko, bakır ve mangan mikro elementlerinin farklı dozlarını uygulamıştır. Farklı mikro element uygulamaları, yapraklardaki SPAD ve kuru madde miktarında yükselmelere sebep olmuştur. Genel olarak mangan, bakır ve çinko uygulamaları ile bitkilerde P, Cu, Zn ve Mn içeriği artmış, Fe ve Mg içeriği ise azalmıştır. Bakır ve mangan kombinasyonunun, doza bağlı olmaksızın marul yapraklarında kızarmayı artırarak ve rengini koyulaştırarak etkilediği gözlemlenmiştir.

Öner (1998) tarafından yapılan araştırmada, Trakya Bölgesi'nden alınan asit toprak örneği kullanılarak laboratuvar ortamında kıvırcık baş salata yetiştirilen saksılarda uygulanan farklı dozlarda azot ve molibdenin, iki ayrı hasat zamanındaki yaprak örneklerindeki nitrat azotu derişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Gübreleme dönemlerinde 0, 10, 20 kg da^{-1} N ve 0-0,5-1 kg da^{-1} Mo dozları uygulanmıştır. Artan azot uygulamaları yapraklardaki iki ayrı gübre kullanımında da nitrat birikimine sebep olmuştur. Toprağa ilave edilen azot miktarının artmasıyla yapraklardaki nitrat birikimi de artmıştır. Ancak molibden uygulamasının nitrat birikimi üzerinde azottan farklı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Yani, toprağa uygulanan molibden ilavesinin, bitki yapraklarındaki nitrat miktarını azalttığı belirlenmiştir.

Nicoloso ve Santos (1990) fasulye bitkisi üzerinde yapılan çalışmaların sonuçlarına göre, farklı azot miktarlarının, Rhizobium aşılama işleminin ve molibden uygulamalarının etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmalarda, uygulamalar arasından molibdenin nodül ağırlığını artırmadığı uygulamalarda, toplam kuru madde miktarını, azot birikimini, tane verimini, aşılama ve molibdeni artırdığı saptanmıştır.

Çelikkol (2019) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, bakla bitkisinin azot içeren gübreleme ve molibdenin bitkisel özelliklerine ve verime etkisi incelenmiştir. Aynı gün ve bir ay sonra olmak üzere iki kez topraktan uygulanan, %21 N içeren Amonyum sülfat gübresi 5 kg da^{-1} N, 10 kg da^{-1} N ve 15 kg da^{-1} N kullanılmıştır. Sonuçlara göre molibdenin formları arasından MoO_3 (Molibden trioksit) olan formun bitkinin boyu, yaprakların sayısı ve kalite üzerinde en etkili olabilecek uygulama olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Campo vd. (2009) soya fasulyesinin 8 ayrı çeşidine sodyum molibdatı uygulamışlardır, bunu yaparken hem yapraklara hem de tohumlara uygulamışlardır. 800 g Mo ha^{-1} dozunun ilkini yarım miktarda bakla oluşum süresinin başlangıcında, kalan kısmı ise bitkinin olgunlaşma evresinde yapraklara püskürtme biçiminde uygulanmıştır. Sonuçlar, bu uygulamanın hem Mo içeriğini hem de en yüksek protein içeriğine sahip tohumlara

ulaşmayı sağladığını göstermiştir. Bu durumun muhtemelen daha fazla azot fiksasyonuyla ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Benek (2005) farklı fosfor 2 ve 4 kg da^{-1} ve molibden 2 ve 4 g Mo kg^{-1} tohum dozlarının Van'ın iklim şartlarında fasulye verimi ve verimle ilgili özelliklere etkisini incelemiştir. Artan fosfor ve molibden dozlarıyla birlikte verim ve verimle ilgili özelliklerde artışlar gözlemlenmiştir. Tane veriminin en yükseği, 4 g Mo kg^{-1} tohum + 4 kg P_2O_5 da^{-1} uygulamasında (176,3 kg da^{-1}), tane veriminin en düşüğü ise (80,7 kg da^{-1}) uygulamasında kaydedilmiştir.

Sönmez ve Çığ (2006) 4 farklı azot-fosfor (NP) dozu 0, 25, 50 ve 100 g $soğan^{-1}$ olarak 20-20-0 N-P-K gübresinden 4 farklı vermikompost dozunun 0, 2, 4, 8 kg da^{-1} sümbül üzerindeki bazı mikro element içeriklerine etkisini araştırmışlardır. Yapılan analizler sonucunda, azot ve fosfor uygulamalarının sümbül bitkisinin nikel, molibden ve kadmiyum içeriğini önemli ölçüde etkilediği ancak kobalt içeriği üzerinde etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Vermikompost uygulamalarının, kontrol grubuna kıyasla sümbül yapraklarının nikel ve kadmiyum içeriğini artırdığı, ancak kobalt ve molibden içeriğini önce arttırdığı sonra azalttığı görülmüştür. Artan NP uygulamalarının ise, kontrol grubuna kıyasla yapraklardaki kobalt ve nikel içeriğini arttırdığı, molibden ve kadmiyum içeriğini ise azalttığı tespit edilmiştir. Hem vermikompost hem de NP uygulamalarının en belirgin değişikliklerin kobalt, kadmiyum ve molibden içeriğinde olduğu gözlemlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Deneme Kurulumu

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim dalına ait araştırma serasında yürütülmüş olan çalışmada 'Maritima' çeşidi marul (*Lactuca Satavia var. crispa*) tohumları perlit doldurulmuş viollere ekilerek çimlenmeleri sağlanmıştır. Tohumların çimlenmeleri tamamlandıktan sonra perlit ortamına en düşük doz bitki besin çözeltisinden yarım doz uygulanmıştır. Yaklaşık 15 günlük ön kültür sonrası 3-4 yapraklı hale gelen marul bitkileri her biri 4'er bitki kapasitesine sahip ve birbirine bağlı üç kanaldan oluşan hidroponik sisteme yerleştirilmiştir. Her sistem kendi bünyesinde 50 L hacimli bir çözelti tankı, bir adet pompa ve 12 adet bitkiden oluşan 3 kanala sahiptir. Denemede 4-8-12-16 mM azot ve 0,035-0,35-3,5 ve 35 µM molibdenin yer aldığı 16 ayrı hidroponik sistemde marul bitkileri yetiştirilmiş, vejetasyon dönemi boyunca besin çözeltilerinin yenilenmesi 3-4 günlük periyotlarda yapılmıştır. Besin çözeltilerinin kimi bilgileri Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede yer alan besin çözeltilerine ait kimi bilgiler

Besin elementleri	Çözeltideki konsantrasyonları (mM)	Element kaynakları
N	4-8-12-16	KNO_3, HNO_3, $Ca(NO_3)_2\,4H_2O$, NH_4NO_3
P	2	K_2HPO_4, KH_2PO_4
K	4	K_2HPO_4, KH_2PO_4, KNO_3
Ca	2	$Ca(NO_3)_2\,4H_2O$, $Ca(OH)_2$
Mg	2	$MgSO_4 7H_2O$, MgO
S	2	$MgSO_4\,7H_2O$
	(µM)	
Mo	0,035-0,35-3,5-35	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$
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) 7,06 – 8,58 arasında değişmiş, elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin ise 1436 – 2348µS cm^{-1} arasında olduğu belirlenmiştir. Hazırlanmış olan çözeltilerin pH ve EC değerleri Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Çözeltilerin pH ve EC değerleri

Besin Çözeltileri	Ortalama pH	Ortalama EC µS cm^{-1}
N1MO1	8,49	1436
N1MO2	8,57	1471
N1MO3	8,56	1455
N1MO4	8,58	1452
N2MO1	7,99	1920
N2MO2	8,05	1888
N2MO3	8,02	1916
N2MO4	8,05	1886
N3MO1	7,90	2188
N3MO2	7,91	2127
N3MO3	7,78	2131
N3MO4	7,80	2203
N4MO1	7,11	2311
N4MO2	7,10	2275
N4MO3	7,11	2292
N4MO4	7,06	2348

Bitkiler 40 günlük gelişim sonunda kök üstü kısımlarından kesilmek suretiyle hasat edilmiş, marul gövde ve kökleri polietilen torbalar içerisinde laboratuvara taşınarak musluk suyu ve saf suda yıkanmaları sağlanmıştır. Sonrasında bitki örneklerinin 70°C'de hava sirkülasyonlu kurutma fırınında (Nuve KD 400, Türkiye) yaklaşık 72 saat kadar nem içermeyecek duruma gelinceye kadar kurutulmaları sağlanmıştır. Bitkilerin kuru madde ile kaldırdığı besin elementi miktarlarının belirlenebilmesi için bitki örneklerinin kuru ağırlıkları tartılarak 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)

Modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır. Buchi K-437 yakma cihazında yakma tuzu ve konsantre sülfürik asit yardımıyla 380℃'de yakılan örneklerin damıtılması ise buharlı damıtma cihazında (Buchi K-350) yapılmış, sonrasında oluşan destilat 0,1 N sülfürik asit ile geri titre edildikten sonra oluşan sarfiyat formülde hesaplanarak belirlenmiştir (Bremner, 1965).

3.2.3. Toplam fosfor (P)

Kuru yakma sonrası elde edilen süzüklerin Perkin Elmer Optima 2100 model ICP–OES cihazında 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 Perkin Elmer Optima 2100 model ICP–OES cihazında 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).

3.2.7. Toplam molibden (Mo)

Bitki örneklerinde toplam molibden miktarı, kuru yakma sonrası elde edilen süzükler ICP–OES cihazında "Perkin Elmer Optima 2100" belirlenmiştir (Hanlon, 1998).

3.2.8. Nitrat azotu (NO_3-N)

Bitki örneklerinde nitrat birikimi salisilik asidin nitritleşmesi prensibine göre kolorimetrik olarak spektrofotometre cihazında yapılmıştır (Cataldo ve ark., 1975). Örneklerden 1 g alınarak üzerine 10 mL saf su eklenmiş ve iyice çalkalanarak 45°C'de bir saat boyunca inkübatörde bekletilmiştir. 1 saat sonra 10000 devir dak.$^{-1}$ hızında 15 dakika boyunca santrifüj yapılarak süzük ortaya çıkartılmıştır. Oluşan süzükten 0,2 mL alınıp 50 mL'lik erlenmayer içerisine konulmuş ve üzerine 0,8 mL salisilik-sülfürik asit eklenerek homojen bir şekilde sallanmış ve 20 dakika kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bekletilen numunelerin üzerine 19 mL 2 N sodyum hidroksit çözeltisi eklenerek hafifçe çalkalanmış ve numunelerin sıcaklığı oda sıcaklığına ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Son olarak, PG Instruments T60 model UV-Vis spektrofotometresinde 410 nm dalga boyuna ayarlı şekilde ölçüm yapılmıştır. Standart nitrat stok çözeltisinden

bir seri 50 mL'lik ölçüm balonuna koyularak 0, 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 mg L^{-1} NO_3-N içeren standart seri hazırlanmış ve bitki numunelerine de aynı işlemler uygulanmıştır.

3.2.9. SPAD değeri ölçümleri

SPAD-502 klorofil metre cihazı ile belirlenmiştir (Minolta Camera Co., Japan). Kanaldaki her sırada yer alan 4 bitkinin SPAD okuma değeri ortalaması alınmış, aynı çözelti ile muamele edilen 3 kanal için de benzer şekilde okumalar gerçekleştirilerek ortalaması kaydedilmiştir (Cordeiro vd., 1995).

3.3. Bitki Kuru Maddesi ile Kaldırılan Miktarların Hesaplanması

Bitki analizleri sonucunda ortaya çıkan element konsantrasyonları ile denemeden sağlanan ortalama kuru ağırlık değerleri 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. Denemeden elde edilen kuru madde verimi, element konsantrasyonu ve kaldırılan element miktarlarına ait verilerin varyans analizleri ve Asgari Önemli Fark (AÖF) değerlendirmesinde Minitab istatistik programının 17.1.0.1 sürümü kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Hidroponik ortama azot ve molibdenin artan dozlarda uygulanması ile yürütülen denemeden elde edilen; gövde ve kök kuru madde verimi, azot, molibden ve nitrat yanı sıra diğer bitki besin elementi içerikleri ve marul bitkilerinin kaldırdığı besin elementi miktarlarına ait tüm bulgular ve değerlendirmeleri başlıklar halinde aşağıda gösterilmiştir.

4.1. Azot ve Molibden Dozlarının Marul Bitkisinin Gelişimi ve Kimi Element İçeriklerine Etkisi

4.1.1. Ortalama kuru madde verimi

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök ortalama kuru madde verimine etkisi Çizelge 4.1 ve 4.2'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve Asgari Önemli Fark (AÖF) testi gruplandırmaları ise Çizelge 4.3 ve 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Gövde ortalama kuru madde verimine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
	Azot (N)	3	332.350	110.783	59.774**	2.904	4.470
Gövde	Molibden (Mo)	3	14.554	4.851	2.616öd	2.904	4.470
Kuru	N*Mo	9	6.641	0.738	0.398öd	2.212	2.920
madde	Hata	32	59.338	1.854			
	Genel	47	412.883	8.785			

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

Gövde kuru madde verimi üzerine; azot dozlarının etkisinin % 1 düzeyinde önemli bulunmasına rağmen, molibden dozları ve azot x molibden dozları interaksiyonunun önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.1).

Ortalama kök kuru madde verimi üzerine; azot dozlarının etkisinin gövdede olduğu gibi %1 düzeyinde önemli, molibden dozları ve azot x molibden dozları interaksiyonunun ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Kök ortalama kuru madde verimine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kök Kuru madde	Azot (N)	3	3.184	1.061	49.545**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0.008	0.003	0.121öd	2.904	4.470
	N*Mo	9	0.083	0.009	0.433öd	2.212	2.920
	Hata	32	0.685	0.021			
	Genel	47	3.960	0.084			

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

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövde ortalama kuru madde veriminde artış sağlanmıştır. Ortalama kuru madde; en yüksek (19,63 g) N4 uygulamasından, en düşük (13,18 g) N2 uygulamasından elde edilirken, N1 uygulaması (13,50 g) ile aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Gövde ortalama kuru madde verimi

		Gövde kuru madde verimi (g)				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	**Molibden Dozları**	**N1 4 (mM)**	**N2 8 (mM)**	**N3 12 (mM)**	**N4 16 (mM)**	**Genel Ortalama**
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	14,05	14,16	17,99	19,74	16,48
	Mo2 0,35(µM)	13,74	13,16	17,40	19,79	16,02
	Mo3 3,5 (µM)	13,74	13,06	15,80	19,55	15,54
	Mo4 35 (µM)	12,46	12,36	15,76	19,44	15,01
	Genel Ortalama	**13,50 C**	**13,18 C**	**16,74 B**	**19,63 A**	

$N_{AÖF<0.01}$ 1,522 $Mo_{AÖF}$ öd $NxMo_{AÖF}$ öd

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozları marul bitkisinin kuru madde veriminde azalmaya neden olmasına rağmen azalma önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.3).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde; azot dozlarına bağlı olarak gövde ortalama kuru madde içeriğinde artış sağlanırken, uygulanan molibden dozuna bağlı olarak ortalama kuru madde içeriğinde azalma görülmüş, ancak etki önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.3).

Azot dozlarına bağlı olarak kök ortalama kuru madde veriminin arttığı, kök kuru madde veriminin en yüksek (1,98 g) N4 uygulamasından, ortalama en düşük kuru madde veriminin ise (1,33 g) N2 uygulamasından elde edildiği görülmüş, N1 uygulaması (1,33 g) ile aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.4).

Molibden dozlarının kök ortalama kuru madde verimine etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.4).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan molibden dozlarının kök ortalama kuru madde veriminde belirgin bir artış sağlamadığı ve değişimin önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Kök ortalama kuru madde verimi

		Kök kuru madde verimi (g)				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı		**N1**	**N2**	**N3**	**N4**	
	Molibden Dozları	**4 (mM)**	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	1,38	1,40	1,55	1,89	1,55
	Mo2 0,35(µM)	1,34	1,31	1,56	2,05	1,57
	Mo3 3,5 (µM)	1,34	1,34	1,56	1,92	1,54
	Mo4 35 (µM)	1,38	1,29	1,58	2,04	1,57
	Ortalama	**1,36 C**	**1,33 C**	**1,56 B**	**1,98 A**	
$N_{AÖF<0.01}$ 0,164		$Mo_{AÖF}$ öd		$NxMo_{AÖF}$ öd		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Akbay (2012) bakteri ve azot uygulamalarının marulda verim, bitki gelişimi ve besin elementi miktarını değiştirdiğini belirlemiştir. Awaad vd. (2016) artan N dozunun bitkinin yaş ve kuru ağırlıklarını artırdığını tespit etmişlerdir. Çam (2018) marulda azot uygulamalarının yaprak genişliğini % 32'ye kadar yükselttiğini, yaprak uzunluğundaki artışın % 47'ye varan oranlarda olduğunu bildirmiştir. Köse (2015) humik asit uygulamalarının verim, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği ve kuru madde oranı üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu saptamıştır. Benek'in (2005) çalışmasında en yüksek tane veriminin, 4 g kg^{-1} Mo tohum + 4 kg P_2O_5 da^{-1} uygulamasından (176,3 kg da^{-1}) elde edildiğini söylemiştir. Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8

mM azot uygulamasında marul yapraklarının kuru madde verimini 11,1 g, kök kuru madde verimini ise 1,55 g olarak belirlemiştir. Gümüş (2021), yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kuru madde verimini en düşük 5,21 g en yüksek 6,73 g olarak bulmuş, artan azot dozlarının kök kuru madde verimi üzerinde bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Bu çalışma, uygulanan azot, fosfor, potasyum kombinasyonlarının marul bitkisinin büyümesi, kuru madde miktarı üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Artan azot dozları ile birlikte marul bitkisinin kuru madde verimlerinin arttığı ve molibden dozlarının kuru madde verimi üzerinde bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Çalışmamızın daha önce yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

4.1.2. Azot içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök azot içeriğine etkisi Çizelge 4.5 ve 4.6'da sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.7 ve 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Gövde azot içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Azot	Azot (N)	3	1,711	0,570	158,514**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,528	0,176	48,936**	2.904	4.470
	N*Mo	9	0,088	0,010	2,714*	2.212	2.920
	Hata	32	0,115	0,004			
	Genel	47	2,442	0,052			

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

Gövde azot içeriğine; azot ve molibden dozlarının etkisinin % 1 düzeyinde, azot x molibden dozları interaksiyonunun ise % 5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Kök azot içeriğine; azot dozlarının ve molibden dozlarının etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunurken, azot x molibden dozları interaksiyonunun ise önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Kök azot içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Azot	Azot (N)	3	0,379	0,126	11,228**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,854	0,285	25,290**	2.904	4.470
	N*Mo	9	0,112	0,012	1,108öd	2.212	2.920
	Hata	32	0,360	0,011			
	Genel	47	1,706	0,036			

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

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövde azot içeriğinde artış sağlanmış, azot içeriği en düşük (% 3,50) N2 uygulamasından, en yüksek (% 3,97) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Gövde azot içeriği

		Gövde azot içerikleri (%)				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	**Molibden Dozları**	**N1** **4 (mM)**	**N2** **8 (mM)**	**N3** **12 (mM)**	**N4** **16 (mM)**	**Genel Ortalama**
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	3,63 ab B	3,60 a B	3,91 ab A	3,92 bc A	3,76 b
	Mo2 0,35(µM)	3,72 a B	3,56 a C	4,00 a A	4,09 a A	3,84 a
	Mo3 3,5 (µM)	3,55 b C	3,55 a C	3,82 b B	3,98 b A	3,73 b
	Mo4 35 (µM)	3,42 c C	3,30 b D	3,62 c B	3,88 c A	3,56 c
	Genel Ortalama	**3,58 C**	**3,50 D**	**3,84 B**	**3,97 A**	

N $_{AÖF<0.01}$ 0,067 Mo $_{AÖF<0.01}$ 0,067 NxMo $_{AÖF<0.05}$ 0,100

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövde azot içeriğinde Mo2 dozuna kadar artış (% 3,84 N) sağlanırken, molibden dozlarının artmasıyla azot içeriğinde azalma (% 3,56 N) meydana gelmiştir (Çizelge 4.7).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövde azot içeriğinde artış görülmüş, artan molibden dozları ile azot içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Azot içeriği en düşük (% 3,30) N2Mo4 dozundan, en yüksek (% 4,09) N4Mo2 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8. Kök azot içeriği

Bitki kısmı	Molibden Dozları	Kök azot içerikleri (%) Azot Dozları N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	3,42	3,46	3,74	3,62	3,59 b
	Mo2 0,35(µM)	3,62	3,65	3,81	3,74	3,71 a
	Mo3 3,5 (µM)	3,47	3,57	3,60	3,66	3,57 b
	Mo4 35 (µM)	3,29	3,19	3,53	3,33	3,34 c
	Ortalama	**3,45 B**	**3,47 B**	**3,67 A**	**3,59 A**	

$N_{AÖF<0.01}$ 0,119 $Mo_{AÖF<0.01}$ 0,119 $NxMo_{AÖF}$ öd

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan azot dozlarına bağlı olarak kök azot içeriğinde artış sağlanmıştır. Azot içerikleri en düşük (% 3,45) N1 ve (% 3,47) N2 uygulamasından, en yüksek (% 3,67) N3 ve (% 3,59) N4 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.8).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kök azot içeriğinde Mo2 dozuna kadar artış (% 3,71 N) sağlanırken, artan molibden dozuna bağlı olarak azot içeriğinde azalma görülmüş, en düşük azot içeriği (% 3,34 N) Mo4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.8).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot dozları ile kök azot içeriğinde artış, molibden dozları ile azalma elde edilmesine rağmen etkinin önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.8).

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının azot içeriğini % 3,73, kök azot içeriğini ise 4,26 olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama azot içeriğini % 4,24-4,46 arasında kök azot içeriğini ise % 3,48-4,05 aralığında bulmuştur. Marul bitkisinin dış yapraklarında belirlenen azot içeriğinin % 3,90'ın altında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, azot yeter sınırının % 4-5 olduğu bildirilmiştir. Elde ettiğimiz verilerin tüm kök üstü aksamını

kapsaması ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Boroujerdnia vd. (2007) farklı azot dozlarının marulun verimine etkisini inceledikleri çalışmalarında, en yüksek verimin 120 kg ha^{-1} N uygulamasından elde edildiğini bulmuşlardır. Karipçin vd. (2012) azot uygulamalarının üretim ve kalite üzerinde büyük etkisi olduğunu belirtmiştir. Pitura vd. (2015) marul, kıvırcık lahana ve kerevizde, toplam nitrojen ve NO_3-N içeriğinde artan dozlara paralel olarak bir artış sağlandığını bildirmiştir. Mordoğan vd. (2001), fazla miktarda azotlu gübre uygulamasının azot, nitrat ve nitrit birikimine neden olduğunu saptamıştır. Benzer olarak Öner (1998) fazla azot gübrelemesi sonucunda bitkide nitrat birikimine neden olduğunu ortaya çıkarmıştır. Nicoloso ve Santos (1990) molibdenin nodül ağırlığını artırmadığını, ancak bitkinin kuru madde miktarını, toplam azot birikimini ve tane verimini arttırdığını tespit etmişlerdir. Molibden dozları ile bu birikimin azaldığı gözlemlenmiştir. Molibden uygulamasının bitkinin azot içeriğinde azalmaya neden olduğunu belirtmiştir.

Çoğu bitki türü, vejetatif büyüme dönemlerinde göreceli olarak daha fazla azota ihtiyaç duyar. Buna karşılık, generatif gelişme dönemlerinde bitki kökleri tarafından N alımı göreceli olarak azalır (Kacar, 2019). Nitrat alımı bitkinin enerji durumu ile de yakından ilgilidir. NH_4^+ aksine NO_3^- bitkinin tepe organlarına daha fazla taşınır ve hücre vakuollerinde daha fazla miktarda depo edilir (McIntyre, 1997). Artan azot dozlarının da etkisiyle kök azot miktarında artış saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar denememiz ile uyum içerisindedir.

4.1.3. Molibden içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök molibden içeriğine etkisi Çizelge 4.9 ve 4.10'da sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.11 ve 4.12'de gösterilmiştir.

Gövde molibden içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Gövde molibden içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
	Azot (N)	3	886.079	295.360	43.220**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	16765.499	5588.500	817.773**	2.904	4.470
Molibden	N*Mo	9	1797.307	199.701	29.222**	2.212	2.920
	Hata	32	218.682	6.834			
	Genel	47	19667.566	418.459			
öd: önemli değil		*: önemli p<0,05		**: önemli p<0,01			

Çizelge 4.10. Kök molibden içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
	Azot (N)	3	19616.653	6538.884	69.883**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	972453.477	324151.159	3464.287**	2.904	4.470
Molibden	N*Mo	9	48283.697	5364.855	57.336**	2.212	2.920
	Hata	32	2994.220	93.569			
	Genel	47	1043348.048	22198.895			
öd: önemli değil		*: önemli p<0,05		**: önemli p<0,01			

Kök molibden içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Azot dozlarına bağlı olarak gövde molibden içeriğinde artış sağlanmıştır. En düşük molibden içeriği (8,15 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından, en yüksek molibden içeriği ise (18,60 mg kg^{-1}) N4 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.11).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövde molibden içeriğinde artış sağlanmış, en düşük molibden içeriği (0,97 mg kg^{-1}) Mo1 dozundan, en yüksek molibden içeriği ise (45,60 mg kg^{-1}) Mo4 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot ve molibden dozları ile birlikte gövde molibden içeriğinde artış gözlemlenmiştir. En düşük molibden içeriğinin

(0,74 mg kg^{-1}) N1Mo1 dozundan, en yüksek molibden içeriğinin (63,92 mg kg^{-1}) ise N4Mo4 dozundan sağlandığı görülmüştür (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Gövde molibden içeriği

		Gövde molibden içerikleri (mg kg^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	Mo1 0,035 (µM)	0,74 b A	0,84 b A	1,18 b A	1,19 b A	0,97 c
	Mo2 0,35(µM)	1,00 b A	1,01 b A	2,11 b A	2,56 b A	1,67 c
	Mo3 3,5 (µM)	3,57 b A	3,68 b A	6,51 b A	6,73 b A	5,12 b
	Mo4 35 (µM)	27,28 a D	35,29 a C	55,89 a B	63,92 a A	45,60 a
	Ortalama	8,15 B	10,21 B	16,41 A	18,60 A	
N $_{AÖF<0.01}$ 2,922		Mo $_{AÖF<0.01}$ 2,922		NxMo $_{AÖF<0.01}$ 5,845		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan azot dozlarına bağlı olarak kök molibden içeriği artmış, en düşük molibden içeriği (70,53 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından, en yüksek molibden içeriği ise (122,45 mg kg^{-1}) N3 uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Kök molibden içeriği

		Kök molibden içerikleri (mg kg^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Kök	Mo1 0,035 (µM)	3,07 c A	4,27 c A	4,69 c A	6,04 c A	4,52 c
	Mo2 0,35(µM)	5,61 c A	7,62 c A	8,42 c A	9,39 c A	7,76 c
	Mo3 3,5 (µM)	29,42 b A	36,79 b A	40,10 b A	38,38 b A	36,17 b
	Mo4 35 (µM)	244,03 a D	302,38 a C	436,58 a A	391,53 a B	343,63 a
	Ortalama	70,53 D	87,77 C	122,45 A	111,33 B	
N $_{AÖF<0.01}$ 10,814		Mo $_{AÖF<0.01}$ 10,814		NxMo $_{AÖF<0.01}$ 21,628		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Molibden dozlarına bağlı olarak kök molibden içeriğinde artış sağlanırken, en düşük molibden içeriği (4,52 mg kg^{-1}) Mo1 dozundan, en yüksek molibden içeriği (343,63 mg kg^{-1}) ise Mo4 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot ve molibden dozları ile birlikte kök molibden içeriğinin arttığı görülmüş, en düşük kök molibden içeriği (3,07 mg kg^{-1}) N1Mo1 dozundan, en yüksek molibden içeriği ise (436,58 mg kg^{-1}) N3Mo4 dozundan sağlanmıştır (Çizelge 4.12).

Nohutta Akkuş (2009) baklada Vural vd. (2011) azot kazancının en fazla olduğu molibden dozunun 0,15 mg kg^{-1} olduğunu ortaya koymuştur. Çelikkol (2019) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, molibdenin MoO_3 (Molibden trioksit) formunun verim üzerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir. Benek (2005) çalışmasında en yüksek tane verimini, 4 g kg^{-1} Mo tohum + 4 kg P_2O_5 da^{-1} uygulamasından (176,3 kg da^{-1}) elde etmiştir. Müftüoğlu vd. (2022) sakız fasulyesi bitkisinde farklı molibden dozlarının yeşil bitki üzerindeki etkisine göre en yüksek toplam azot miktarının 100 µg kg^{-1} Mo uygulamasında olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca, en yüksek toplam molibden miktarının bitkide ve baklada 150 µg kg^{-1} Mo uygulamasında, tohumda ise 200 µg kg^{-1} Mo uygulamasında tespit edildiğini belirtmiştir. Campo vd. (2009) sodyum molibdatı yaprak ve tohumlara uygulamanın hem molibden içeriğini artırdığını hem de en yüksek protein içeriğine sahip tohumlara ulaşmayı sağladığını gözlemlemişlerdir. Bu durumun muhtemelen daha fazla azot fiksasyonuyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Nitratın nitrite indirgenmesinde molibdenli enzimlerden olan nitrat redüktaz (NR) enzimi katalizasyonu gerçekleştirmektedir. Bitkilerde cereyan eden bu önemli olay temelde molibdene dayanmakta ve bitkilerin yaşantısında molibdenin önemini açıkça göstermektedir (Kacar, 2019). Yaptığımız çalışmada da artan azot dozları ile birlikte kök ve gövde molibden içeriklerinin arttığı, molibden ve azotun beraber uygulamasının bitkinin molibden içeriğinde artışa neden olduğu özellikle köklerdeki konsantrasyonun gövdeye oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Çalışmadan elde ettiğimiz sonuçların daha önceki yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüş, uyguladığımız molibden dozlarının yeterli ve fazla miktarlarda olduğu saptanmıştır. Nitrat azotu (NO_3-N) ile beslenen bitkilerde yapraklardaki molibden (Mo) konsantrasyonunun kuru madde esasına göre 1 mg kg^{-1} düzeyinin altına düşmesi durumunda NO_3^- birikiminin başladığı ifade edilmiştir (Gupta ve Lipsette, 1981). N1Mo1 ve N2Mo1 uygulamalarında ortalama Mo konsantrasyonu 1 mg kg^{-1}'ın altında belirlenmiştir. Elde ettiğimiz nitrat

düzeylerine bakıldığında (Çizelge 4.14) uygulanan azot dozlarına ve nitrat düzeylerine göre bildirilen molibden değerinin düşük kaldığı görülmüştür. Bu durumda bildirilen Mo düzeyinin gözden geçirilmesi ve bu değerin 3 mg kg^{-1}'ın altında olmaması gerektiği bunun yanı sıra uygulanacak azot dozlarına bağlı olarak molibden dozunun da arttırılması ya da azot uygulamalarının daha düşük düzeyde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

4.1.4. Nitrat içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde nitrat içeriğine etkisi Çizelge 4.13'te sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Gövde nitrat içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Nitrat	Azot (N)	3	1,693	0,564	220,062**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,837	0,279	108,811**	2.904	4.470
	N*Mo	9	0,146	0,016	6,327**	2.212	2.920
	Hata	32	0,082	0,003			
	Genel	47	2,758	0,059			

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

Gövde nitrat içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.13).

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövde nitrat içeriğinde artış görülmüş, en düşük nitrat içeriği (% 1,08) N2 uygulamasında, en yüksek nitrat içeriği (% 1,52) N4 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Molibden dozlarına bağlı olarak gövde nitrat içeriğinde Mo2 dozuna kadar artış (% 1,44) görülürken, artan molibden dozlarına bağlı olarak nitrat içeriğinde azalma sağlanmış, en düşük nitrat içeriği (% 1,09) Mo4 uygulamasında görülmüştür (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Gövde nitrat içeriği

Bitki kısmı	Molibden Dozları	Gövde nitrat içerikleri (%) Azot Dozları N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	1,31 a B	1,19 a C	1,51 a A	1,52 b A	1,38 a
	Mo2 0,35(µM)	1,37 a C	1,12 a D	1,55 a B	1,71 a A	1,44 a
	Mo3 3,5 (µM)	1,06 c B	1,10 a B	1,50 a A	1,51 b A	1,29 c
	Mo4 35 (µM)	0,90 d B	0,89 b B	1,24 b A	1,33 c A	1,09 d
	Ortalama	**1,16 C**	**1,08 D**	**1,45 B**	**1,52 A**	

$N_{AÖF<0.01}$ 0,057 $Mo_{AÖF<0.01}$ 0,057 $NxMo_{AÖF<0.01}$ 0,113

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövde nitrat içeriğinde artış görülürken, artan molibden dozları ile nitrat içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. En düşük nitrat içeriği (% 0,89) N2Mo4 dozundan, en yüksek nitrat içeriği ise (% 1,71) N4Mo2 dozundan belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Mordoğan vd. (2001) yapmış oldukları çalışmada marul bitkisine fazla miktarda azotlu gübre uygulamasının (20 kg da^{-1} N) azot, nitrat ve nitrit birikimine neden olduğunu söylemişlerdir. Boroujerdnia vd. (2007) en yüksek verimin 120 kg N ha^{-1} uygulamasından elde edildiğini ancak bitkilerin nitrat ve nitrit içeriklerinin de en yüksek seviyede olduğunu bulmuşlardır. Croitoru vd. (2015) düşük nitrat içeriğine sahip besin çözeltisi ile yetiştirilen marullarda, nitrat konsantrasyonlarında önemli bir azalma (1741-39 mg kg^{-1}) gözlemlemişlerdir. Güler vd. (1996) marullara verilen amonyum nitratın, nitrat birikimini en fazla artırdığını, en az birikimin ise amonyum sülfat gübresinde gözlendiğini belirtmişlerdir. Öner (1998) yapmış olduğu araştırmada toprağa verilen azot miktarının artmasıyla bitki yapraklarındaki nitrat birikiminin de arttığını, ancak molibdenin nitrat birikimi üzerinde ters orantısı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Marul nitratça zengin bir bitki olup taze ağırlığında % 0,06-1,23 arasında nitrat bulunabilmektedir (Achtzehn ve diğerleri, 1969; Hansen, 1976; Hlavsova ve ark.; 1969). Venter (1978)'e göre de marul bitkisinin nitrat sınır değerleri % 0,0282-0,352 arasındadır. Yetişkinler için JECFA'nın (Katkı Maddeleri Üzerinde Çalışan Ortak

Uzmanlar Komitesi) önerdiği ADI (Kabul Edilebilir Günlük Alım) değerleri; nitrat için 0- 3,7 mg kg^{-1} (% 0,00037) vücut ağırlığı olarak bildirilmiştir. Buna göre 60 kg ağırlığındaki bir yetişkinin günlük alabileceği maksimum nitrat miktarı; 222 mg'dır (Ayaz ve Yurttagül 2006). Özdestan ve Üren (2010)'in taze yaprak örneklerinden elde ettikleri değerlere göre marul bitkisinin nitrat içerikleri en düşük % 0,04103 en yüksek % 0,172812 olarak belirlenmiştir. Artan azot dozları ile birlikte gövde nitrat içeriklerinin arttığı ve molibden dozları ile birlikte azaldığı görülmüştür. Molibdenle azot arasında antagonistik ilişki olduğu tespit edilmiş, molibden uygulamasının bitkinin azot içeriğinde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulguların daha önceki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

4.1.5. SPAD değeri

Azot ve molibden uygulamalarının gövde SPAD değerine etkisi Çizelge 4.15'te, sunulan varyans analiz tablosunda, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Gövde SPAD değeri üzerine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Gövde SPAD değerine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
SPAD	Azot (N)	3	243,454	81,151	1216,776**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	18,848	6,283	94,200**	2.904	4.470
	N*Mo	9	2,440	0,271	4,065**	2.212	2.920
	Hata	32	2,134	0,067			
	Genel	47	266,876	5,678			

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

Azot dozlarına bağlı olarak gövde SPAD değerinde artış sağlanmış, en düşük SPAD değeri (21,09) N2 uygulamasından, en yüksek SPAD değeri ise (26,55) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.16).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövde SPAD değerinde Mo3 (24,07) dozuna kadar artış sağlanırken, Mo4 uygulamasında SPAD değerinde azalma (22,60) meydana gelmiştir (Çizelge 4.16).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövde SPAD değerinde artış görülmüş, artan molibden dozları ile SPAD değerinin azaldığı belirlenmiştir. En düşük SPAD değeri (20,80) N1Mo4 dozundan, en yüksek SPAD değeri ise (27,45) N4Mo3 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Gövde SPAD değeri

		Gövde SPAD değeri				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	Mo1 0,035 (µM)	21,21 b C	21,17 a C	23,93 b B	25,89 b A	23,50 b
	Mo2 0,35(µM)	21,93 a C	21,37 a C	25,33 a B	27,40 a A	24,01 a
	Mo3 3,5 (µM)	22,08 a C	21,52 a C	25,24 a B	27,45 a A	24,07 a
	Mo4 35 (µM)	20,80 b C	20,29 b C	23,87 b B	25,45 b A	22,60 c
	Ortalama	21,50 C	21,09 D	24,59 B	26,55 A	
N $_{AÖF<0.01}$ 0,289	Mo $_{AÖF<0.01}$ 0,289	NxMo $_{AÖF<0.01}$ 0,577				

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Oymak (2018) farklı mikro element uygulamalarının, yapraklardaki toplam klorofil miktarında (SPAD) ve kuru madde miktarında artışlara neden olduğunu belirtmiştir. Akbay (2012) farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda klorofil miktarı, kuru madde oranı, besin elementi emilimi ve verim üzerinde olumlu bir etki olduğunu saptamıştır. Şimşek (2019) yürütmüş olduğu çalışmada artan dozlarda uygulanan demirin ıspanak yapraklarının SPAD değerlerine pozitif etki ettiğini, yüksek demir dozlarında ıspanak yapraklarının, düşük doz uygulananlara oranla daha yüksek SPAD değerlerine sahip olduğunu bildirmiştir. En düşük SPAD ortalamasını 32,32; en yüksek SPAD ortalamasını ise 42,84 olarak bulmuştur. Çalışmamızda da artan miktarlarda uygulanan azot dozlarının SPAD değerleri üzerine olumlu etki yaptığı, demir dozlarında olduğu gibi azot dozlarında da yüksek dozlarda marul bitkilerinin SPAD değerlerinde artış görülmüştür. Artan miktarlarda uygulanan azot ve molibden gövde SPAD değerini

arttırmıştır. Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular daha önce yapılmış olan çalışmalarla uyumlu bulunmuştur.

4.1.6. Fosfor içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök fosfor içeriğine etkisi Çizelge 4.17 ve 4.18'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.19 ve 4.20'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Gövde fosfor içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Fosfor	Azot (N)	3	1,131	0,377	632,653**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,005	0,002	2,527öd	2.904	4.470
	N*Mo	9	0,112	0,012	20,839**	2.212	2.920
	Hata	32	0,019	0,001			
	Genel	47	1,266	0,027			

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

Gövde fosfor içeriğine; azot dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin % 1 düzeyinde önemli, molibden dozlarının ise önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.18. Kök fosfor içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Fosfor	Azot (N)	3	4,729	1,576	620,251**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,366	0,122	47,985**	2.904	4.470
	N*Mo	9	1,241	0,138	54,235**	2.212	2.920
	Hata	32	0,081	0,003			
	Genel	47	6,417	0,137			

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

Kök fosfor içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden interaksiyonunun % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.18).

Azot dozlarına bağlı olarak gövde fosfor içeriğinde artış sağlandığı görülmüştür. Fosfor içeriği en düşük (% 0,52) N1 uygulamasından, en yüksek (% 0,90) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Gövde fosfor içeriği

		Gövde fosfor içerikleri (%)				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	0,58 a B	0,59 b B	0,76 c A	0,94 a A	0,72
	Mo2 0,35(µM)	0,56 ab C	0,68 a B	0,85 b A	0,85 b A	0,74
	Mo3 3,5 (µM)	0,51 b C	0,69 a B	0,88 ab A	0,87 b A	0,74
	Mo4 35 (µM)	0,42 c C	0,66 a B	0,92 a A	0,93 a A	0,73
	Ortalama	**0,52 D**	**0,65 C**	**0,86 B**	**0,90 A**	
$N_{AÖF<0.01}$ 0,027		$Mo_{AÖF}$ öd		$NxMo_{AÖF<0.01}$ 0,055		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozları ile gövde fosfor içeriğindeki değişimin önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.19).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövde fosfor içeriğinde artış görülmesine rağmen, artan molibden dozları ile değişimin düzensiz olduğu sonucuna varılmıştır. Fosfor içeriği en düşük (% 0,42) N1Mo4 dozundan, en yüksek ise (% 0,94) N4Mo1 dozundan sağlanmıştır (Çizelge 4.19).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kök fosfor içeriğinde artış belirlenmişti. Fosfor içeriği en düşük (% 1,26) N1 uygulamasından, en yüksek (% 2,11) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.20).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kök fosfor içeriğinde Mo2 dozuna kadar artış (% 1,83), sonrasında azalma saptanmış, en düşük fosfor içeriği (% 1,61) Mo1 uygulamasında görülmüştür (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Kök fosfor içeriği

Bitki kısmı	Molibden Dozları	Kök fosfor içerikleri (%) Azot Dozları N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	1,32 a D	1,60 b B	1,47 c C	2,05 b A	1,61 c
	Mo2 0,35(µM)	1,33 a D	1,92 a B	1,77 b C	2,29 a A	1,83 a
	Mo3 3,5 (µM)	1,26 a A	1,82 a C	2,13 a A	2,01 b B	1,81 a
	Mo4 35 (µM)	1,12 b D	1,42 c B	2,14 a A	2,10 b A	1,69 b
	Ortalama	**1,26 D**	**1,69 C**	**1,87 B**	**2,11 A**	

$N_{AÖF<0.01}$ 0,056 $Mo_{AÖF<0.01}$ 0,056 $NxMo_{AÖF<0.01}$ 0,113

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot dozları ile kök fosfor içeriğinde artış görülmesine rağmen, artan molibden dozları ile değişim düzensiz olduğu görülmüştür. Fosfor içeriği en yüksek (% 2,29) N4Mo2 uygulamasından, en düşük (% 1,12) N1Mo4 uygulamasından elde edilmiştir. (Çizelge 4.20).

Bozkurt vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada azot uygulaması marul bitkisinin fosfor alımını önemli ölçüde artırmıştır. Şahin vd. (2016) çalışmalarında marul bitkisinde en yüksek kuru ağırlığın, 50 mg kg^{-1} P düzeyinde elde edildiğini söylemiş, artan fosfor uygulamalarının marul bitkisinin P konsantrasyonlarını arttırdığını bildirmişlerdir. Sönmez vd. (2006) tarafından yapılan araştırmada vermikompost ve NP uygulamalarının, sümbül soğanının nikel, molibden, kobalt ve kadmiyum içeriğinde kontrol grubuna göre değişiklikler meydana getirdiği, en belirgin değişikliklerin ise kobalt, kadmiyum ve molibden içeriğinde olduğu gözlemlenmiştir. Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının fosfor içeriğini % 0,91, kök fosfor içeriğini ise 1,73 olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama fosfor içeriğini % 1,03-1,13 arasında, kök fosfor içeriğini ise % 1,97-2,20 aralığında bulmuştur. Marul bitkisinin dış yapraklarında belirlenen fosfor içeriği % 0,30'dan daha az olması durumunda noksanlık belirtilerinin görüleceği, fosfor yeterlilik düzeyinin % 0,40 – 0,60 arasında olduğu ve % 0,60'dan yüksek olduğunda ise fosforun fazla olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Jones vd.; 1991; Alparslan vd., 1998). Elde

ettiğimiz verilerin tüm kök üstü aksamı kapsaması ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Lynch (1995) kök gelişimi ve aktivitesinin, fosfor absorbsiyonunun toprakta sınırlı olduğu gerçeği nedeniyle son derece önemli olduğunu bildirmiştir. Fosfor, bitki içine kök tüyleri, kök uçları ve kök hücrelerinin en dış tabakası boyunca girer ve kök gelişiminin yoğunluğuna bağlı olarak fosfor içeriğinde artış meydana gelir. Artan azot dozları ile birlikte kök fosfor içeriklerinin arttığı ve molibden dozları ile birlikte aynı şekilde artış gösterdiği görülmüştür. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar kök fosfor içeriğindeki artışları destekler şekilde bulunmuştur.

4.1.7. Sodyum içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök sodyum içeriğine etkisi Çizelge 4.21 ve 4.22'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.23 ve 4.24'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Gövde sodyum içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Sodyum	Azot (N)	3	0,007	0,002	8,258**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,003	0,001	3,508*	2.904	4.470
	N*Mo	9	0,006	0,001	2,397*	2.212	2.920
	Hata	32	0,009	0,000			
	Genel	47	0,024	0,001			

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

Gövde sodyum içeriğine; azot dozlarının etkisinin % 1 düzeyinde, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun %5 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.21).

Kök sodyum içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Kök sodyum içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Sodyum	Azot (N)	3	0,040	0,013	22,011**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,022	0,007	12,105**	2.904	4.470
	N*Mo	9	0,025	0,003	4,548**	2.212	2.920
	Hata	32	0,019	0,001			
	Genel	47	1,106	0,002			

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

Azot dozlarına bağlı olarak gövde sodyum içeriğinin N2 dozunda azaldığı, artan azot dozlarına bağlı olarak arttığı görülmüş, sodyum içeriği en düşük (% 0,45) N2 uygulamasından, en yüksek (% 0,48) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövde sodyum içeriğinde düşüş görülmüş, en düşük (% 0,45) N4 uygulamasından, en yüksek sodyum içeriği (% 0,47) ise N1 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Gövde sodyum içeriği

		Gövde sodyum içerikleri (%)				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	**Molibden Dozları**	**4 (mM)**	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	0,50 a A	0,46 a B	0,46 a B	0,46 a B	0,47 a
	Mo2 0,35(µM)	0,49 a A	0,45 a B	0,47 a AB	0,46 a AB	0,47 ab
	Mo3 3,5 (µM)	0,48 a A	0,44 a B	0,44 a B	0,48 a A	0,46 bc
	Mo4 35 (µM)	0,44 b B	0,44 a B	0,46 a AB	0,48 a A	0,45 c
	Ortalama	**0,48 A**	**0,45 C**	**0,46 BC**	**0,47 AB**	

$N_{AÖF<0.01}$ 0,018 $Mo_{AÖF<0.05}$ 0,014 $NxMo_{AÖF<0.05}$ 0,027

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde gövde sodyum içeriğinin hem artan azot, hem de molibden dozları ile düştüğü belirlenmiştir. En düşük sodyum içeriği (% 0,44) N1Mo4, N2Mo3, N2Mo4 ve N3Mo3 dozlarındaa, en yüksek sodyum içeriği (% 0,50) ise N1Mo1 dozunda görülmüştür (Çizelge 4.23).

Azot dozlarına bağlı olarak kök sodyum içeriği artmış, sodyum içeriği en düşük (% 0,62) N1 uygulamasından, en yüksek (% 0,70) N3 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Kök sodyum içeriğine etkisi

		Kök sodyum içerikleri (%)				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	Molibden Dozları	N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Kök	Mo1 0,035 (µM)	0,66 a B	0,66 a B	0,73 a A	0,62 b B	0,67 a
	Mo2 0,35(µM)	0,61 ab C	0,68 a B	0,74 a A	0,68 ab B	0,68 a
	Mo3 3,5 (µM)	0,63 ab C	0,64 ab BC	0,69 ab AB	0,70 a A	0,67 a
	Mo4 35 (µM)	0,59 b C	0,60 b BC	0,64 b AB	0,66 ab A	0,62 b
	Ortalama	**0,62 C**	**0,64 BC**	**0,70 A**	**0,66 B**	

N $_{AÖF<0.01}$ 0,028 Mo $_{AÖF<0.01}$ 0,028 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 0,055

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kök sodyum içeriği Mo3 dozuna kadar aynı grupta yer alırken, Mo4 dozunda sodyum içeriğinin azaldığı görülmüştür. En düşük sodyum içeriği (% 0,62) Mo4 uygulamasından, en yüksek (% 0,68) Mo2 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.24).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde en düşük sodyum içeriği (% 0,59) N1Mo4 uygulamasında, en yüksek sodyum içeriği (% 0,74) N3Mo2 uygulamasında gözlemlenmiştir (Çizelge 4.24).

Çamoğlu ve Demirel (2015) marul veriminin tuzlu sulama suyuna bağlı olarak önemli ölçüde etkilendiğini belirtmişlerdir. Gereğinden fazla yapılan tuzlu sulama marul gelişimini olumsuz etkilemiştir. Campo vd. (2009) sodyum molibdat uygulamasının hem Mo içeriğini artırdığını hem de en yüksek protein içeriğine sahip tohumlara ulaşmayı sağladığını göstermişlerdir. Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının sodyum içeriğini % 0,48, kök sodyum içeriğini ise % 0,59 olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama sodyum

içeriğini % 0,46-0,49 arasında kök sodyum içeriğini ise % 0,43-0,44 aralığında bulmuştur. Artan azot dozları ile birlikte marul bitkisinin sodyum içeriklerinin azaldığı, molibden uygulamasının benzer şekilde bitkinin sodyum içeriğinde azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulguların daha önceki çalışmalarla benzerlikler gösterdiği görülmüştür.

4.1.8. Potasyum içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök potasyum içeriğine etkisi Çizelge 4.25 ve 4.26'da sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.27 ve 4.28'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.25. Gövde potasyum içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Potasyum	Azot (N)	3	15,038	5,013	144,403**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,332	0,111	3,191*	2.904	4.470
	N*Mo	9	1,690	0,188	5,408**	2.212	2.920
	Hata	32	1,111	0,035			
	Genel	47	18,170	0,387			

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

Gövde potasyum içeriğine; azot dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde, molibden dozlarının ise % 5 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.25).

Kök potasyum içeriğine; azot dozlarının ve molibden dozlarının etkisinin %1 düzeyinde, azot molibden dozları interaksiyonunun ise % 5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Kök potasyum içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Potasyum	Azot(N)	3	2,520	0,840	16,485**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,909	0,303	5,948**	2.904	4.470
	N*Mo	9	1,175	0,131	2,561*	2.212	2.920
	Hata	32	1,631	0,051			
	Genel	47	6,235	0,133			

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

Azot dozlarına bağlı olarak gövde potasyum içeriğinde artış görülmüştür. Potasyum içeriği en düşük (% 6,74) N1 uygulamasından, en yüksek (% 8,14) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.27).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövde potasyum içeriğinde azalma olduğu, en düşük potasyum içeriğinin (% 7,23) Mo3 dozundan, en yüksek potasyum içeriğinin ise (% 7,42) Mo1 dozundan sağlandığı görülmüştür. (Çizelge 4.27).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde en düşük potasyum içeriği (% 6,41) N1Mo3 uygulamasından, en yüksek (% 8,30) ise N4Mo1 uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Gövde potasyum içeriği

		Gövde potasyum içerikleri (%)				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	**Molibden Dozları**	**4 (mM)**	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	6,66 b C	6,95 a C	7,78 ab B	8,30 a A	7,42 a
	Mo2 0,35(µM)	7,19 a B	6,73 a C	7,87 a A	7,94 a A	7,43 a
	Mo3 3,5 (µM)	6,41 b C	6,93 a B	7,32 c B	8,26 a A	7,23 b
	Mo4 35 (µM)	6,70 b C	7,06 a BC	7,41 bc B	8,08 a A	7,31 ab
	Ortalama	**6,74 C**	**6,92 C**	**7,60 B**	**8,14 A**	

N $_{AÖF<0.01}$ 0,208 Mo $_{AÖF<0.05}$ 0,155 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 0,417

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan azot dozlarına bağlı olarak kök potasyum içeriği N3 dozuna kadar aynı grupta değerlendirilirken, N4 dozunda kök potasyum içeriğinde azalma meydana geldiği görülmüştür. Kök potasyum içeriği en düşük (% 7,98) N4 uygulamasından, en yüksek (% 8,59) N3 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.28).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kök potasyum içeriğinde azalma gözlemlenmiş, en düşük potasyum içeriği (% 8,17) Mo4 dozundan, en yüksek potasyum içeriği (% 8,55) ise Mo1 dozundan belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot ve molibden dozları ile birlikte kök potasyum içeriğinin azaldığı görülmüş, en düşük potasyum içeriği (% 7,78) N4Mo4 dozundan, en yüksek potasyum içeriği ise (% 9,07) N3Mo1 dozundan bulunmuştur (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Kök potasyum içeriği

		Kök potasyum içerikleri (%)				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı		**N1**	**N2**	**N3**	**N4**	
	Molibden Dozları	**4 (mM)**	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	8,37 a B	8,52 a B	9,07 a A	8,22 a B	8,55 a
	Mo2 0,35(µM)	8,60 a A	8,44 a A	8,78 a A	7,87 ab B	8,42 ab
	Mo3 3,5 (µM)	8,33 a AB	8,48 a A	8,36 b AB	8,05 ab B	8,30 ab
	Mo4 35 (µM)	8,36 a A	8,42 a A	8,13 b AB	7,78 b B	8,17 b
	Ortalama	**8,42 A**	**8,46 A**	**8,59 A**	**7,98 B**	
N $_{AÖF<0.01}$ 0,252		Mo $_{AÖF<0.01}$ 0,252		NxMo $_{AÖF<0.05}$ 0,376		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Awaad vd. (2016) azotlu gübrelerin K uygulamalarıyla birlikte bitki yapraklarının N, P, K ve Ca içeriklerindeki artışı daha fazla etkilediğini; Fe, Zn ve Mn içeriklerini de arttırdığını bildirmiştir. Çam (2018) azot ve potasyum gübrelemesinde, bitki verimi bakımından 10 kg da^{-1} azot ve 12 kg da^{-1} potasyum uygulamalarının en yüksek verimi verdiğini tespit etmiştir. Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının potasyum içeriğini % 8,14, kök potasyum içeriğini ise % 8,99 olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı

uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama potasyum içeriğini % 9,14-10,15 arasında kök potasyum içeriğini ise % 8,02-8,58 aralığında bulmuştur. Marul bitkisinin dış yapraklarında belirlenen potasyum içeriğinin % 5,50-5,90 aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, potasyum yeter sınırının %6,00-7,00 olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Elde ettiğimiz veriler tüm kök üstü aksamı kapsaması ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür. Artan azot dozları ile birlikte gövde potasyum içeriklerinin arttığı, molibden uygulaması ile birlikte marul bitkisinin potasyum içeriğinin azaldığı sonucuna varılmıştır. Azot ile ilgili daha önce yapılan çalışmaların denememizde bulduğumuz sonuçları desteklediği, molibdenle alakalı daha önce yapılmış benzer bir çalışmaya ulaşılamadığı görülmüştür.

4.1.9. Kalsiyum içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök kalsiyum içeriğine etkisi Çizelge 4.29 ve 4.30'da sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.31 ve 4.32'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.29. Gövde kalsiyum içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kalsiyum	Azot (N)	3	1,759	0,586	246,944**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,037	0,012	5,218**	2.904	4.470
	N*Mo	9	0,094	0,010	4,395**	2.212	2.920
	Hata	32	0,076	0,002			
	Genel	47	1,967	0,042			

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

Gövde kalsiyum içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.29).

Kök kalsiyum içeriğine; azot dozlarının ve molibden dozlarının etkisinin istatistiksel olarak önemsiz, azot x molibden dozları interaksiyonunun % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.30).

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövde kalsiyum içeriğinde azalış meydana gelmiş, en düşük kalsiyum içeriği (% 0,70) N4 uygulamasından, en yüksek kalsiyum içeriği (% 1,19) ise N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.31).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövde kalsiyum içeriğinde artış görülmüş, kalsiyum içeriği en düşük (% 0,86) Mo2 dozundan, en yüksek (% 0,94) Mo3 dozundan sağlanmıştır (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.30. Kök kalsiyum içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Kalsiyum	Azot (N)	3	0,098	0,033	2,489öd	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,069	0,023	1,740öd	2.904	4.470
	N*Mo	9	0,450	0,050	3,797**	2.212	2.920
	Hata	32	0,421	0,013			
	Genel	47	1,037	0,022			

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

Çizelge 4.31. Gövde kalsiyum içeriği

		Gövde kalsiyum içerikleri (%)				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	**Molibden Dozları**	**4 (mM)**	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	1,23 ab A	0,90 a B	0,69 c C	0,69 a C	0,88 b
	Mo2 0,35(µM)	1,09 c A	0,93 a B	0,71 bc C	0,72 a C	0,86 b
	Mo3 3,5 (µM)	1,30 a A	0,93 a B	0,84 a B	0,67 a C	0,94 a
	Mo4 35 (µM)	1,14 bc A	0,96 a B	0,80 ab C	0,70 a C	0,90 ab
	Ortalama	**1,19 A**	**0,93 B**	**0,76 C**	**0,70 D**	

$N_{AÖF<0.01}$ 0,054 $Mo_{AÖF<0.01}$ 0,054 $NxMo_{AÖF<0.01}$ 0,109

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot dozları ile gövde kalsiyum içeriğinde azalma görülmüş, en düşük kalsiyum içeriği (% 0,67) N4Mo3 dozundan, en yüksek (% 1,30) N1Mo3 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.31).

Azot dozlarına bağlı olarak kök kalsiyum içeriğinde artış görülmesine rağmen etki önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.32).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kök kalsiyum içeriğinde artış görülmesine rağmen etki önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.32).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde kalsiyum içeriği en düşük (% 0,75) N4Mo1 dozunda, en yüksek (% 1,09) N3Mo3 ve N3Mo4 dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Kök kalsiyum içeriği

		Kök kalsiyum içerikleri (%)				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı		**N1**	**N2**	**N3**	**N4**	
	Molibden Dozları	**4 (mM)**	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	0,83 ab AB	1,08 a A	0,86 a AB	0,75 b B	0,88
	Mo2 0,35(µM)	0,77 b B	0,92 a AB	0,99 a AB	1,10 a A	0,95
	Mo3 3,5 (µM)	0,88 ab A	0,90 a A	1,09 a A	0,89 ab A	0,94
	Mo4 35 (µM)	1,04 a A	0,84 a A	1,09 a A	0,97 ab A	0,98
	Ortalama	**0,88**	**0,93**	**1,01**	**0,93**	
$N_{AÖF}$ öd		$Mo_{AÖF}$ öd		$NxMo_{AÖF<0.01}$ 0,256		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kalsiyum içeriğini % 0,99, kök kalsiyum içeriğini ise % 0,57 olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kalsiyum içeriğini % 0,66 -0,75 arasında kök kalsiyum içeriğini ise % 0,44-0,48 aralığında bulmuştur. Marul bitkisinin dış yapraklarında belirlenen kalsiyum içeriğinin % 1,20-2,20 aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, kalsiyum yeter sınırının %2,30-3,50 olduğu

bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Elde ettiğimiz veriler tüm kök üstü aksamı kapsaması ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür. Artan azot dozları ile birlikte gövde kalsiyum içeriklerinin azaldığı molibden dozları ile artış sağladığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar neticesinde denememize göre bitkinin gövde kalsiyum miktarının azot dozları ile ters, molibden ile doğru orantılı olduğu ortaya çıkmıştır.

Artan azot ve artan molibden dozlarının kök kalsiyum içeriğine etki etmediği ancak azot molibden dozları interaksiyonunun kalsiyum içeriğine etkisi olduğu görülmüştür.

4.1.10. Magnezyum içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök magnezyum içeriğine etkisi Çizelge 4.33 ve 4.34'te sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.35 ve 4.36'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.33. Gövde magnezyum içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
	Azot (N)	3	3,070	1,023	86,458**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,117	0,039	3,283*	2.904	4.470
Magnezyum	N*Mo	9	0,279	0,031	2,619*	2.212	2.920
	Hata	32	0,379	0,012			
	Genel	47	3,844	0,082			

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

Gövde magnezyum içeriğine; azot dozlarının % 1 düzeyinde, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %5 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.33).

Kök magnezyum içeriğine; azot dozları ve azot x molibden dozları interaksiyonu % 1 düzeyinde önemli, molibden dozlarının ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Kök magnezyum içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
	Azot(N)	3	0,067	0,022	16,202**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,006	0,002	1,395öd	2.904	4.470
Magnezyum	N*Mo	9	0,093	0,010	7,416**	2.212	2.920
	Hata	32	0,044	0,001			
	Genel	47	0,210	0,004			

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

Azot dozlarına bağlı olarak gövde magnezyum içeriğinde azalma meydana gelmiş, magnezyum içeriği en düşük (% 0,91) N4 uygulamasından, en yüksek (% 1,56) N1 uygulamasından tespit edilmiştir (Çizelge 4.35).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövde magnezyum içeriği azalmış, en düşük magnezyum içeriği (% 1,19) Mo3 dozundan, en yüksek magnezyum içeriği ise (% 1,32) Mo1 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.35. Gövde magnezyum içeriği

		Gövde magnezyum içerikleri (%)				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	Molibden Dozları	N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	1,62 ab A	1,58 b A	1,12 a B	0,96 a B	1,32 a
	Mo2 0,35(µM)	1,45 a A	1,47 a A	1,03 b B	0,89 b B	1,21 b
	Mo3 3,5 (µM)	1,64 a A	1,23 a B	1,06 a B	0,84 a C	1,19 b
	Mo4 35 (µM)	1,53 a A	1,27 a B	1,20 a B	0,93 a C	1,23 ab
	Ortalama	**1,56 A**	**1,39 B**	**1,10 C**	**0,91 D**	

$N_{AÖF<0.01}$ 0,122 $Mo_{AÖF<0.05}$ 0,091 $NxMo_{AÖF<0.05}$ 0,181

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot ve molibden dozları ile birlikte gövde magnezyum içeriğinde azalma görülmüştür. Magnezyum içeriği en düşük (% 0,84) N4Mo3 dozunda, en yüksek (% 1,64) N1Mo3 dozunda belirlenmiştir (Çizelge 4.35).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kök magnezyum içeriğinde artış sağlanmış, en düşük magnezyum içeriği (% 0,60) N1 uygulamasından, en yüksek magnezyum içeriği ise (% 0,70) N3 uygulamasından tespit edilmiştir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36. Kök magnezyum içeriği

		Kök magnezyum içerikleri (%)				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Kök	Mo1 0,035 (µM)	0,64 a BC	0,74 b A	0,69 ab AB	0,60 a C	0,68
	Mo2 0,35(µM)	0,54 a C	0,66 ab B	0,74 b AB	0,75 b A	0,67
	Mo3 3,5 (µM)	0,60 a A	0,63 a A	0,68 a A	0,67 a A	0,65
	Mo4 35 (µM)	0,63 b AB	0,60 a B	0,70 ab A	0,70 a A	0,66
	Ortalama	**0,60 C**	**0,66 B**	**0,70 A**	**0,68 AB**	
$N_{AÖF<0.01}$ 0,042		$Mo_{AÖF}$ öd		$NxMo_{AÖF<0.01}$ 0,083		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kök magnezyum içeriğinde azalma görülmesine rağmen etkinin önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.36)

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde en düşük magnezyum içeriği (% 0,54) N1Mo2 dozundan, en yüksek magnezyum içeriği ise (% 0,75) N4Mo2 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.36).

Yağmur vd. (2005) kontrole oranla meyvedeki N, P, K ve Cu içerikleri üzerine potasyum nitrat uygulamalarının olumlu, Mg içeriğine ise olumsuz olarak etki yaptığını belirlemişlerdir. Odabaş (2019) tarafından yapılan çalışmada humik asit dozu ile birlikte Mg içeriğinin düzenli bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının magnezyum içeriğini % 0,61, kök magnezyum içeriğini ise % 0,19 olarak bulmuştur. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama magnezyum içeriğini % 0,45-0,47 arasında kök magnezyum içeriğini ise % 0,27-0,33 aralığında belirlemiştir. Marul bitkisinin dış yapraklarında belirlenen magnezyum içeriğinin % 0,30-0,40 aralığında olması durumunda noksanlık

belirtilerinin görülebileceği, magnezyum yeter sınırının % 0,50-0,80 olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Elde ettiğimiz veriler tüm kök üstü aksamı kapsaması ve uygulanan dozların farklılıkları göz önüne alındığında çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür. Artan azot ve molibden uygulaması ile birlikte gövde magnezyum içeriklerinin azaldığı ve daha önceki yapılan çalışmalarla benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bitkilerde Mg^{+2} alımını olumsuz yönde etkileyen (antagonistik ilişki) NH_4^+ ve K^+'un fazla miktarda bulunması durumunda, bitkilerin bünyesine daha az Mg^{+2} aldığı bildirilmiştir (Kacar ve Katkat, 2015). Artan azot dozları ile birlikte kök magnezyum içeriklerinin arttığı molibden ve azotun beraber uygulamasının bitkinin magnezyum içeriğinde düzensizliğe neden olduğu belirlenmiştir.

4.1.11. Demir içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök demir içeriğine etkisi Çizelge 4.37 ve 4.38'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.39 ve 4.40'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.37. Gövde demir içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Demir	Azot (N)	3	1715,418	571,806	32,484**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	565,770	188,590	10,714**	2.904	4.470
	N*Mo	9	2040,084	226,676	12,877**	2.212	2.920
	Hata	32	563,286	17,603			
	Genel	47	4884,558	103,927			

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

Gövde demir içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.37).

Kök demir içeriğine; azot dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin % 1 düzeyinde, molibden dozlarının ise istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.38. Kök demir içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Demir	Azot (N)	3	2509473,540	836491,180	28,469**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	352850,057	117616,686	4,003*	2.904	4.470
	N*Mo	9	3751917,488	416879,721	14,188**	2.212	2.920
	Hata	32	940253,095	29382,909			
	Genel	47	7554494,180	160733,919			

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

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövde demir içeriği N2 dozunda azalmış, N3-N4 dozunda N1 dozu ile aynı grupta yer almıştır. Demir içeriği en düşük (71,73 mg kg^{-1}) N2 uygulamasından, en yüksek (86,81 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. Gövde demir içeriği

		Gövde demir içerikleri (mg kg^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	Mo1 0,035 (µM)	84,59 b AB	78,60 a B	92,48 a A	92,29 a A	86,99 a
	Mo2 0,35(µM)	101,50 a A	68,53 b C	91,11 a B	71,14 c C	83,07 ab
	Mo3 3,5 (µM)	83,08 b A	66,70 b B	84,09 a A	81,85 b A	78,93 b
	Mo4 35 (µM)	78,08 b B	73,10 ab B	74,18 b B	88,96 ab A	78,58 b
	Ortalama	**86,81 A**	**71,73 B**	**85,46 A**	**83,56 A**	

N $_{AÖF<0.01}$ 4,690 Mo $_{AÖF<0.01}$ 4,690 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 9,381

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Molibden dozlarına bağlı olarak gövde demir içeriği azalmış, en düşük demir içeriği (78,58 mg kg^{-1}) Mo4 dozundan, en yüksek (86,99 mg kg^{-1}) Mo1 dozundan sağlanmıştır. (Çizelge 4.39).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde demir içeriği en düşük (66,70 mg kg^{-1}) N2Mo3 dozunda, en yüksek (101,50 mg kg^{-1}) N1Mo2 dozunda belirlenmiştir (Çizelge 4.39).

Azot dozlarına bağlı olarak kök demir içeriğinde azalma görülmüştür. En düşük demir içeriği (1616,88 mg kg^{-1}) N4 uygulamasından, en yüksek demir (2262,30 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.40).

Molibden dozlarına bağlı olarak kök demir içeriğinin Mo1-Mo3 dozuna kadar aynı grupta yer aldığı, Mo4 dozunda ise azaldığı saptanmıştır. Demir içeriği en düşük (1811,29 mg kg^{-1}) Mo4 dozundan, en yüksek (2049,66 mg kg^{-1}) Mo1 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.40).

Çizelge 4.40. Kök demir içeriği

		Kök demir içerikleri (mg kg^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	**Molibden Dozları**	**N1**	**N2**	**N3**	**N4**	
		4 (mM)	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	2730,90 a A	2410,52 a A	1629,23 b B	1428,00 a B	2049,66 a
	Mo2 0,35(µM)	1909,85 b AB	2261,05 ab A	1944,22 ab AB	1738,25 a B	1963,34 a
	Mo3 3,5 (µM)	2127,83 b A	1975,05 b AB	2098,97 a A	1640,08 a B	1960,48 a
	Mo4 35 (µM)	2280,63 b A	1237,38 c C	2065,95 a A	1661,18 a B	1811,29 b
	Ortalama	**2262,30 A**	**1971,00 B**	**1934,59 B**	**1616,88 C**	
N $_{AÖF<0.01}$ 191,632		Mo $_{AÖF<0.51}$ 142,651		NxMo $_{AÖF<0.01}$ 383,265		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde, en düşük demir içeriği (1237,38 mg kg^{-1}) N2Mo4 dozundan, en yüksek (2730,90 mg kg^{-1}) N1Mo1 dozundan sağlanmıştır (Çizelge 4.40).

Awaad vd. (2016) artan N dozları ve K'un uygulandığı çalışmada N ve K dozlarının bitkinin Fe, Zn ve Mn içeriklerini arttırdığını görmüşlerdir. Oymak (2018) tarafından yürütülen çalışmada mikro element dozlarının marullarda P, Cu, Zn ve Mn içeriğini arttırdığı, Fe ve Mg içeriğini ise azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Bozkurt vd. (2004)

azot uygulamasının marul bitkisinin demir alımını önemli ölçüde arttırdığını, azotun farklı formlarının bitkinin demir alımı üzerinde farklı etkilere sahip olabildiğini bildirmişlerdir. Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının demir içeriğini 120,90 mg kg $^{-1}$, kök demir içeriğini ise 4069,29 mg kg^{-1} olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama demir içeriğini 92,10-130,92 mg kg^{-1} arasında kök demir içeriğini ise 3292,52 - 10501,14 mg kg^{-1} aralığında bulmuştur. Marul bitkisinin dış yapraklarında belirlenen demir içeriğinin 40-49 mg kg^{-1} aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, demir yeter sınırının 50-100 mg kg^{-1} olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Bu sonuçlara göre gövde demir içeriği yeterli olarak kabul edilmiş, demirin büyük oranda köklerde biriktiği görülmüştür.

Köse (2015) yapmış olduğu çalışmada, humus ve humik asit uygulamalarının Fe içerikleri üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu söylemiştir. Artan azot dozları ile birlikte kök demir içeriklerinin azaldığı, molibden ve azotun beraber uygulamasının bitkide demir içeriğinde azalmayı sürdürdüğü belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyonlarda besin elementi uygulanmasının bitkinin gelişimine ekstra bir avantaj sağlamadığı görülmüştür. Çalışmamızdan elde edilen bulgular daha önceki çalışmalar ile uyum içerisindedir.

4.1.12. Bakır içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök bakır içeriğine etkisi Çizelge 4.41 ve 4.42'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.43 ve 4.44'de gösterilmiştir.

Gövde bakır içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.41).

Kök bakır içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.41. Gövde bakır içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
	Azot (N)	3	150,629	50,210	28,273**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	74,932	24,977	14,065**	2.904	4.470
Bakır	N*Mo	9	131,268	14,585	8,213**	2.212	2.920
	Hata	32	56,828	1,776			
	Genel	47	413,658	8,801			

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

Çizelge 4.42. Kök bakır içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
	Azot(N)	3	6064,297	2021,432	170,125**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	201,880	67,293	5,663**	2.904	4.470
Bakır	N*Mo	9	1771,294	196,810	16,564**	2.212	2.920
	Hata	32	380,226	11,882			
	Genel	47	8417,698	179,100			

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

Azot dozlarına bağlı olarak gövde bakır içeriğinin düzensiz olduğu görülmüştür. Bakır içeriği en yüksek (12,75 mg kg^{-1}) N3 uygulamasından, en düşük (8,89 mg kg^{-1}) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.43. Gövde bakır içeriği

		Gövde bakır içerikleri (mg kg^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	Mo1 0,035 (µM)	13,33 a B	11,39 a B	16,34 a A	10,00 ab C	12,77 a
	Mo2 0,35(µM)	13,52 a A	10,69 ab A	13,35 b A	11,79 a A	9,70 b
	Mo3 3,5 (µM)	12,36 ab A	7,76 bc B	10,37 c AB	8,37 bc B	9,72 b
	Mo4 35 (µM)	9,93 b A	6,53 c B	10,92 bc A	5,40 c B	10,83 b
	Ortalama	**12,28 A**	**9,09 B**	**12,75 A**	**8,89 B**	

N $_{AÖF<0.01}$ 1,490 Mo $_{AÖF<0.01}$ 1,490 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 2,980

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövde bakır içeriğinin düştüğü görülmüş, en düşük bakır içeriklerinin (9,70 mg kg^{-1}) Mo2 ve (9,72 mg kg^{-1}) Mo3 dozundan, en yüksek bakır içeriğinin ise (12,77 mg kg^{-1}) Mo1 dozundan belirlendiği sonucuna varılmıştır. (Çizelge 4.43).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot ve molibden dozları ile birlikte gövde bakır içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Bakır içeriğinin en düşük (5,40 mg kg^{-1}) N4Mo4 dozundan, en yüksek (16,34 mg kg^{-1}) N3Mo1 dozundan sağlandığı görülmüştür (Çizelge 4.43).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kök bakır içeriğinin N2 dozuna kadar artış görüldüğü, N3-N4 dozunda düştüğü belirlenmiştir. Bakır içeriği en düşük (28,75 mg kg^{-1}) N4 uygulamasından, en yüksek (59,87 mg kg^{-1}) N2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.44).

Molibden dozlarına bağlı olarak kök bakır içeriğinde artış sağlanırken, bakır içeriği en düşük (41,97 mg kg^{-1}) Mo1 dozundan, en yüksek (46,92 mg kg^{-1}) Mo2 dozundan sağlanmıştır (Çizelge 4.44).

Çizelge 4.44. Kök bakır içeriği

		Kök bakır içerikleri (mg kg^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Kök	Mo1 0,035 (µM)	56,13 a A	50,20 b A	34,90 b B	26,63 a C	41,97 b
	Mo2 0,35(µM)	50,55 ab B	70,61 a A	36,82 b C	29,70 a C	46,92 a
	Mo3 3,5 (µM)	46,97 b B	65,18 a A	42,33 ab B	26,35 a C	45,21 ab
	Mo4 35 (µM)	34,92 c B	53,50 b A	48,62 a A	32,33 a B	42,34 b
	Ortalama	47,14 B	59,87 A	40,67 C	28,75 D	

N $_{AÖF<0.01}$ 3,854 Mo $_{AÖF<0.01}$ 3,854 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 7,707

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot ve molibden dozları ile birlikte kök bakır içeriğinin düzensiz olduğu görülmüş, en düşük bakır içeriği (26,35 mg

kg^{-1}) N4Mo3 dozundan, en yüksek bakır içeriği ise (70,61 mg kg^{-1}) N2Mo2 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.44).

Pitura vd. (2015) artan azot dozlarının üç sebze türünde Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu arasındaki oranların arttığı ve buna bağlı olarak tuzluluk oluştuğunu tespit etmişlerdir. Tuğba vd. (2021) vermikompostun kıvırcık yaprak salatasında özellikle K^+, Zn^+ ve Cu^+ elementlerinin bitki bünyesine alımına olumlu katkı sağladığını belirlemişlerdir. Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının bakır içeriğini 8,87 mg kg^{-1}, kök bakır içeriğini ise 19,72 mg kg^{-1} olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama bakır içeriğini 7,48-10,34 mg kg^{-1} arasında kök bakır içeriğini ise 22,66- 35,08 mg kg^{-1} aralığında bulmuştur. Marul bitkisinin dış yapraklarında belirlenen bakır içeriğinin 5-7 mg kg^{-1} aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, bakır yeter sınırının 8-25 mg kg^{-1} olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla benzer olduğu görülmüştür.

Bakırın yaşlı yapraklardan meristematik dokulara daha az taşınmasının nedeni olarak, azotun bitki büyümesini arttırması sonucu ortaya çıkan sulandırma etkisi ve yüksek miktardaki azota bağlı olduğuna inanılmıştır (Hill vd., 1978; Gartell, 1981). Aynı şekilde ortamda fazla miktarda bulunan çinko ile bakırın aralarında bulunan antogonistik ilişki dolayısıyla bitkiler tarafından alınmalarını olumsuz yönde etkilemektedir. Denememizden elde edilen kök bakır içeriklerinin gövdeden daha fazla olduğu, sonuçların daha önceki yapılan çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

4.1.13. Çinko içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök çinko içeriğine etkisi Çizelge 4.45 ve 4.46'da sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.47 ve 4.48'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.45. Gövde çinko içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Çinko	Azot (N)	3	946,172	315,391	59,290**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	496,720	165,573	31,126**	2.904	4.470
	N*Mo	9	872,278	96,920	18,220**	2.212	2.920
	Hata	32	170,223	5,319			
	Genel	47	2485,393	52,881			

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

Gövde çinko içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.45).

Kök çinko içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.46).

Çizelge 4.46. Kök çinko içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Çinko	Azot(N)	3	3719,512	1239,837	22,978**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	2679,152	893,051	16,551**	2.904	4.470
	N*Mo	9	4645,167	516,130	9,565**	2.212	2.920
	Hata	32	1726,677	53,959			
	Genel	47	12770,509	271,713			

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

Çizelge 4.47. Gövde çinko içeriği

		Gövde çinko içerikleri (mg kg^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	Molibden Dozları	N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	26,99 ab C	24,98 ab C	39,63 a B	46,17 a A	34,44 a
	Mo2 0,35(µM)	23,09 b BC	19,36 c C	37,12 a A	25,88 c B	26,36 b
	Mo3 3,5 (µM)	30,93 a A	20,25 bc B	27,43 b A	29,30 c A	26,98 b
	Mo4 35 (µM)	31,50 a AB	27,18 a B	26,91 b B	35,94 b A	30,38 a
	Ortalama	**28,13 B**	**22,94 C**	**32,77 A**	**34,32 A**	

$N_{AÖF<0.01}$ 2,578 $Mo_{AÖF<0.01}$ 2,578 $NxMo_{AÖF<0.01}$ 5,157

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot dozlarına bağlı olarak gövde çinko içeriğinde artış görülmüş, çinko içeriği en yüksek (34,32 mg kg^{-1}) N4 uygulamasından, en düşük (24,94 mg kg^{-1}) N2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.47).

Molibden dozlarına bağlı olarak gövde çinko içeriğinde azalma meydana gelmiş, en düşük çinko içeriği (26,36 mg kg^{-1}) Mo2 dozundan, en yüksek çinko içeriği ise (34,44 mg kg^{-1}) Mo1 dozundan sağlanmıştır (Çizelge 4.47).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot dozları ile marul bitkisinin çinko içeriğinin arttığı, artan molibden dozları ile birlikte çinko içeriğinin N1-N2 uygulamalarında arttığı N3-N4 uygulamasında azaldığı görülmüştür. En düşük çinko içeriği (19,36 mg kg^{-1}) N2Mo2, en yüksek gövde çinko içeriği (46,17 mg kg^{-1}) N4Mo1 dozundan belirlenmiştir (Çizelge 4.47).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kök çinko içeriğinin N3 dozuna kadar azaldığı, N4 dozunda arttığı görülmüştür. En düşük çinko içeriği (58,83 mg kg^{-1}) N2 uygulamasından, en yüksek çinko içeriği ise (79,05 mg kg^{-1}) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.48).

Çizelge 4.48. Kök çinko içeriği

		Kök çinko içerikleri (mg kg^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı		**N1**	**N2**	**N3**	**N4**	
	Molibden Dozları	**4 (mM)**	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	89,77 a A	66,68 a B	59,08 a B	102,18 a A	79,43 a
	Mo2 0,35(µM)	69,38 b B	68,74 a B	57,80 a B	92,42 a A	72,09 ab
	Mo3 3,5 (µM)	72,97 b A	59,68 a A	59,07 a A	70,13 b A	65,46 bc
	Mo4 35 (µM)	73,86 ab A	40,20 b B	71,98 a A	51,48 c B	59,38 c
	Ortalama	**76,50 A**	**58,83 B**	**61,98 B**	**79,05 A**	

$N_{AÖF<0.01}$ 8,212 $Mo_{AÖF<0.01}$ 8,212 $NxMo_{AÖF<0.01}$ 16,424

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kök çinko içeriğinde azalma meydana gelmiş, en düşük çinko içeriği (59,38 mg kg^{-1}) Mo4 dozundan, en yüksek çinko içeriği (79,43 mg kg^{-1}) Mo1 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.48).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde en düşük çinko içeriği (40,20 mg kg^{-1}) N2Mo4 dozundan, en yüksek çinko içeriği (102,18 mg kg^{-1}) N4Mo1 dozundan tespit edilmiştir (Çizelge 4.48).

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının çinko içeriğini 95,82 mg kg^{-1}, kök çinko içeriğini ise 333,77 mg kg^{-1} olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama çinko içeriğini 69,66-95,47 mg kg^{-1} arasında kök çinko içeriğini ise 182,67- 200,68 mg kg^{-1} aralığında bulmuştur. Marul bitkisinin dış yapraklarında belirlenen çinko içeriğinin 20,24 mg kg^{-1} aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, çinko yeter sınırının 25-250 mg kg^{-1} olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Artan azot dozları ile beraber gövde çinko içeriklerinin arttığı, molibden dozları ile azaldığı görülmüştür. Fazla miktarda molibdenin bitkinin çinko alımı üzerinde negatif bir etki yarattığı sonucuna varılmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda elde edilen sonuçların diğer denemeler ile farklılıklar gösterdiği, bunun sebebinin artan molibden dozlarının çinko ile antogonistik bir ilişki içerisinde olduğu ve çinko alımını kısıtladığı kanısına varılmıştır.

4.1.14. Mangan içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök mangan içeriğine etkisi Çizelge 4.49 ve 4.50'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.51 ve 4.52'de gösterilmiştir.

Gövde mangan içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49. Gövde mangan içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
	Azot (N)	3	1972,112	657,371	140,339**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	420,022	140,007	29,892**	2.904	4.470
Mangan	N*Mo	9	1068,043	118,671	25,336**	2.212	2.920
	Hata	32	149,883	4,684			
	Genel	47	3610,060	76,810			

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

Çizelge 4.50. Kök mangan içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
	Azot(N)	3	5995,444	1998,481	32,961**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	4435,839	1478,613	24,387**	2.904	4.470
Mangan	N*Mo	9	3603,868	400,430	6,604**	2.212	2.920
	Hata	32	1940,189	60,631			
	Genel	47	15975,338	339,901			

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

Kök mangan içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.50).

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövde mangan içeriğinde artış görülmüştür. En yüksek mangan içeriği (89,69 mg kg^{-1}) N3 uygulamasından, en düşük mangan içeriği (72,39 mg kg^{-1}) N2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.51).

Çizelge 4.51. Gövde mangan içeriği

		Gövde mangan içerikleri (mg kg^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	Molibden Dozları	N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Gövde	Mo1 0,035 (µM)	73,59 bc C	72,48 b C	101,45 a A	90,18 a B	84,42 a
Gövde	Mo2 0,35(µM)	82,80 a B	67,33 a D	89,61 b A	75,54 bc C	78,82 b
Gövde	Mo3 3,5 (µM)	77,38 b B	76,73 b B	86,40 b A	74,12 c B	78,66 bc
Gövde	Mo4 35 (µM)	71,59 c B	73,04 b B	81,28 c A	79,70 b A	76,40 c
	Ortalama	**76,34 C**	**72,39 D**	**89,69 A**	**79,88 B**	

N $_{AÖF<0.01}$ 2,419 Mo $_{AÖF<0.01}$ 2,419 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 4,839

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövde mangan içeriğinde düşüş meydana gelmiş, en düşük mangan içeriği (76,40 mg kg^{-1}) Mo4 dozundan, en yüksek mangan içeriği ise (84,42 mg kg^{-1}) Mo1 dozundan belirlenmiştir (Çizelge 4.51).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde en düşük mangan içeriğinin (67,33 mg kg^{-1}) N2Mo2 dozundan, en yüksek mangan içeriğinin (101,45 mg kg^{-1}) N3Mo1 dozundan sağlandığı görülmüştür (Çizelge 4.51).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kök mangan içeriğinde artış görülmüş, en düşük mangan içeriği (148,33 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından, en yüksek mangan içeriği (176,94 mg kg^{-1}) N3 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.52).

Çizelge 4.52. Kök mangan içeriği

		Kök mangan içerikleri (mg kg^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	Molibden Dozları	N1	N2	N3	N4	
		4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Kök	Mo1 0,035 (µM)	127,05 c C	156,15 b AB	148,40 b B	172,82 ab A	151,10 b
	Mo2 0,35(µM)	162,37 a B	168,12 ab AB	184,40 a A	181,20 a A	174,02 a
	Mo3 3,5 (µM)	143,47 bc B	182,15 a A	195,18 a A	179,20 a A	175,00 a
	Mo4 35 (µM)	160,42 ab B	175,80 a AB	179,77 a A	160,02 b B	169,00 a
	Ortalama	**148,33 B**	**170,55 A**	**176,94 A**	**173,31 A**	

N $_{AÖF<0.01}$ 8,705 Mo $_{AÖF<0.01}$ 8,705 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 7,410

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kök mangan içeriğinde artış sağlanırken, mangan içeriği en düşük (151,10 mg kg^{-1}) Mo1 dozundan, en yüksek (175,00 mg kg^{-1}) Mo3 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.52).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot ve molibden dozları ile birlikte kök mangan içeriğinin arttığı, mangan içeriğinin en düşük (127,05 mg kg^{-1}) N1Mo1 dozundan, en yüksek (195,18 mg kg^{-1}) N3Mo3 dozundan sağlandığı görülmüştür (Çizelge 4.52).

Bozkurt vd. (2004) yaptığı çalışma sonuçlarına göre, azot uygulaması marul bitkisinin demir, mangan ve çinko miktarlarını, humik asit ise baş ağırlığı, nitrat ve fosfor alımını önemli ölçüde artırırken, demir, mangan, bakır ve çinko miktarını etkilemediğini bildirmiştir.

Odabaş (2019) tarafından yapılan çalışmada, farklı humik asit ve azotlu gübre uygulamalarının toprakta Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerini 800 mg kg^{-1}'a kadar düzenli bir şekilde arttırdığı tespit edilmiştir. Köse (2015) humus ve humik asit uygulamalarının K, Mg, B, Zn, Fe ve Mn içerikleri üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu belirlemiştir. Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının mangan içeriğini 105,52 mg kg^{-1}, kök mangan içeriğini ise 470,49 mg kg^{-1} olarak bulmuştur. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama mangan içeriğini 93,12-155,47 mg kg^{-1} arasında kök mangan içeriğini ise 233,57-681,31 mg kg^{-1} aralığında belirlemiştir. Marul bitkisinin dış yapraklarında belirlenen mangan içeriğinin 14 mg kg^{-1}'dan az olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, mangan yeter sınırının 15-250 mg kg^{-1} olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Artan azot dozları ile birlikte gövdenin mangan içeriğinin arttığı ve molibden dozları ile birlikte de azaldığı görülmüştür. Çalışmamızdan elde edilen sonuçların daha önceki yapılan çalışmalarla farklılık gösterdiği, bunun sebebinin uygulanan farklı besin elementi dozları ve diğer elementler arasındaki antogonistik ilişkiler olduğu düşünülmektedir.

4.1.15. Marul bitkisinin bor içeriği

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kök bor içeriğine etkisi Çizelge 4.53 ve 4.54'te sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.55 ve 4.56'da gösterilmiştir.

Gövde bor içeriğine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.53).

Çizelge 4.53. Gövde bor içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Bor	Azot (N)	3	237,587	79,196	36,382**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	391,709	130,570	59,982**	2.904	4.470
	N*Mo	9	262,591	29,177	13,404**	2.212	2.920
	Hata	32	69,658	2,177			
	Genel	47	961,545	20,548			

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

Kök bor içeriğine; azot dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin % 1 düzeyinde önemli olduğu, molibden dozlarının ise %5 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.54. Kök bor içeriğine ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Bor	Azot(N)	3	282,835	94,278	28,585**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	39,294	13,098	3,971*	2.904	4.470
	N*Mo	9	661,738	73,526	22,293**	2.212	2.920
	Hata	32	105,541	3,298			
	Genel	47	1089,409	23,179			

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

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövde bor içeriğinde azalma görülmüştür. En düşük bor içeriği (32,88 mg kg^{-1}) N4 uygulamasından, en yüksek bor içeriği ise (38,74 mg kg^{-1}) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.55).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövde bor içeriğinde Mo2 dozuna kadar azalma, Mo3 dozundan itibaren artış belirlenmiş, en düşük bor içeriği (32,05 mg kg^{-1}) Mo2 dozundan, en yüksek bor içeriği (38,69 mg kg^{-1}) Mo4 dozundan sağlanmıştır (Çizelge 4.55).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde en düşük bor içeriği (26,54 mg kg^{-1}) N4Mo2 dozundan, en yüksek bor içeriği (45,15 mg kg^{-1}) ise N1Mo4 dozundan belirlenmiştir (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. Gövde bor içeriği

Bitki kısmı	Molibden Dozları	Gövde bor içerikleri (mg kg^{-1}) Azot Dozları N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	36,13 b B	40,65 a A	38,69 a AB	37,52 a AB	38,25 a
	Mo2 0,35(µM)	36,47 b A	31,69 b B	33,51 b AB	26,54 c C	32,05 c
	Mo3 3,5 (µM)	37,22 b A	31,11 b B	36,44 ab A	30,10 b B	33,72 b
	Mo4 35 (µM)	45,15 a A	34,20 b C	38,03 a B	37,36 a BC	38,69 a
	Ortalama	**38,74 A**	**34,41 C**	**36,67 B**	**32,88 C**	

N $_{AÖF<0.01}$ 1,649 Mo $_{AÖF<0.01}$ 1,649 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 3,299

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan azot dozlarına bağlı olarak kök bor içeriğinde artış sağlanmış, en düşük bor içeriği (14,38 mg kg^{-1}) N2 uygulamasından, en yüksek bor içeriği ise (20,52 mg kg^{-1}) N3 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.56).

Çizelge 4.56. Kök bor içeriği

Bitki kısmı	Molibden Dozları	Kök bor içerikleri (mg kg^{-1}) Azot Dozları N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	12,80 b B	8,77 b B	21,40 a A	25,23 a A	17,05 a
	Mo2 0,35(µM)	19,27 a A	16,28 a A	18,50 a A	15,71 b A	17,44 a
	Mo3 3,5 (µM)	18,05 a AB	15,50 a BC	19,83 a A	12,48 b C	16,47 ab
	Mo4 35 (µM)	9,12 b C	16,97 a B	22,35 a A	11,78 b C	15,05 b
	Ortalama	**14,81 B**	**14,38 B**	**20,52 A**	**16,30 B**	

N $_{AÖF<0.01}$ 2,030 Mo $_{AÖF<0.05}$ 1,511 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 4,061

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

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kök bor içeriğinde azalma belirlenmiş, en düşük bor içeriği (15,05 mg kg^{-1}) Mo4 dozundan, en yüksek bor içeriği (17,44 mg kg^{-1}) Mo2 dozundan sağlanmıştır (Çizelge 4.56).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde en düşük bor içeriği (8,77 mg kg^{-1}) N2Mo1 dozundan, en yüksek bor içeriği ise (25,23 mg kg^{-1}) N4Mo1 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.56).

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının bor içeriğini 37,82 mg kg^{-1}, kök bor içeriğini ise 18,47 mg kg^{-1} olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama bor içeriğini 38,24-42,46 mg kg $^{-1}$ arasında kök bor içeriğini ise 10,64- 27,29 mg kg^{-1} aralığında bulmuştur. Marul bitkisinin dış yapraklarında belirlenen bor içeriğinin 20- 24 mg kg^{-1} aralığında olması durumunda noksanlık belirtilerinin görülebileceği, bor yeter sınırının 25- 60 mg kg^{-1} aralığında olduğu bildirilmiştir (Jones vd. 1991). Toprak pH'sındaki artışa ve gereğinden fazla kireçlenmeye bağlı olarak bitkilerde B alımının azaldığı ifade edilmiştir. Genelde ortam pH'sı 6,3- 6,5 olduğu zaman en yüksek düzeye ulaşan B alımının daha sonra büyük bir hızla azaldığı da belirtilmiştir (Bartleta ve Picarelli, 1973; Bennett ve Mathias, 1973; Kacar vd., 2015). Bu bilgilere de bağlı olarak artan azot dozları ile birlikte gövde bor içeriklerinin azaldığı benzer şekilde artan molibden dozları ile birlikte de bor içeriklerinin sabit kaldığı görülmüştür. Çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olduğu saptanmıştır.

4.2. Azot ve Molibden Uygulamalarının Marul Bitkisinin Kaldırdığı Kimi Besin Elementi Miktarlarına Etkisi

4.2.1. Kaldırılan azot miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu azot miktarına etkisi Çizelge 4.57 ve 4.58'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.59 ve 4.60'ta gösterilmiştir.

Gövdenin kaldırmış olduğu azot miktarı üzerine; azot dozlarının ve molibden dozlarının etkisinin % 1 düzeyinde önemli, azot x molibden dozları interaksiyonunun ise önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.57).

Çizelge 4.57. Gövdenin kaldırmış olduğu azot miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Azot	Azot (N)	3	790893,205	263631,068	97,305**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	55480,826	18493,609	6,826**	2.904	4.470
	N*Mo	9	17478,977	1942,109	0,717öd	2.212	2.920
	Hata	32	86698,216	2709,319			
	Genel	47	950551,223	20224,494			

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

Kökün kaldırmış olduğu azot miktarı üzerine; azot dozlarının etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunurken, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.58).

Çizelge 4.58. Kökün kaldırmış olduğu azot miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Azot	Azot (N)	3	4771,570	1590,523	47,430**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	185,460	61,820	1,843öd	2.904	4.470
	N*Mo	9	114,801	12,756	0,380öd	2.212	2.920
	Hata	32	1073,090	33,534			
	Genel	47	6144,921	130,743			

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

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu azot miktarında artış sağlanmıştır. En düşük azot miktarı (462,42 mg) N2 uygulamasından, en yüksek azot miktarı ise (778,32 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.59).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu azot miktarında azalma görülmüştür. En düşük azot miktarı (539,83 mg) Mo4 uygulamasından, en yüksek azot miktarı (623,87 mg) Mo1 uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 4.59).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu azot miktarında artış görülmüş, artan molibden dozları ile kaldırmış

olduğu azot miktarının azaldığı belirlenmiş ancak bu etki önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.59).

Çizelge 4.59. Gövdenin kaldırmış olduğu azot miktarı

		Gövde kaldırılan azot miktarları (mg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	Mo1 0,035 (µM)	510,22	508,76	702,71	773,80	623,87 a
	Mo2 0,35(µM)	510,93	469,07	695,84	806,74	620,65 a
	Mo3 3,5 (µM)	488,52	463,71	604,61	778,77	583,90 ab
	Mo4 35 (µM)	425,29	408,13	571,93	753,97	539,83 b
	Ortalama	483,74 C	462,42 C	643,77 B	778,32 A	

N $_{AÖF<0.01}$ 58,190 Mo $_{AÖF<0.01}$ 58,190 NxMo $_{AÖF}$ öd

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu azot miktarında artış görülmüş, en düşük azot miktarları (46,89 mg) N1 ve (46,28 mg) N2 uygulamalarından, en yüksek azot miktarı (70,84 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.60).

Çizelge 4.60. Kökün kaldırmış olduğu azot miktarı

		Kök kaldırılan azot miktarları (mg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Kök	Mo1 0,035 (µM)	47,12	48,42	57,82	67,91	55,32
	Mo2 0,35(µM)	48,67	47,89	59,52	76,66	58,19
	Mo3 3,5 (µM)	46,51	47,71	55,99	70,40	55,15
	Mo4 35 (µM)	45,27	41,08	55,78	68,40	52,63
	Ortalama	46,89 C	46,28 C	57,28 B	70,84 A	

N $_{AÖF<0.01}$ 6,474 Mo $_{AÖF}$ öd NxMo $_{AÖF}$ öd

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu azot miktarında azalma belirlenmiş ancak bu azalma önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.60).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot dozları ile kökün kaldırmış olduğu azot miktarında artış, molibden dozları ile azalma elde edilmesine rağmen etkinin önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.60).

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kaldırılan azot miktarını 411,75 mg, kökün kaldırılan azot miktarını ise 66,30 mg olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kaldırılan azot miktarını 220,10-295,50 mg arasında kaldırılan kök azot miktarını ise 33,85-38,89 mg aralığında bulmuştur. Artan azot dozları ile birlikte gövdenin kaldırmış olduğu azot içeriklerinin arttığı ve molibden dozları ile birlikte azaldığı görülmüştür. Molibden uygulamasının bitkinin azot içeriğinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Molibdenle azot arasında antagonistik ilişki olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulguların daha önceki çalışmalarla uyumlu olduğu saptanmıştır.

Artan azot dozları ile birlikte gövde ile doğru orantılı olarak kökün kaldırılan azot miktarlarının da arttığı ve molibden dozlarının etkisinin kökün kaldırmış olduğu azot içeriklerinde etkili olmadığı görülmüştür. Yaptığımız çalışmanın daha önce yapılan çalışmalar ile uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2. Kaldırılan molibden miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu molibden miktarına etkisi Çizelge 4.61 ve 4.62'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.63 ve 4.64'de gösterilmiştir.

Gövdenin kaldırmış olduğu molibden miktarı üzerine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.61).

Çizelge 4.61. Gövde kaldırılan molibden miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
	Azot (N)	3	525750,736	175250,245	39,918**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	4248405,468	1416135,156	322,561**	2.904	4.470
Molibden	N*Mo	9	1064637,880	118293,098	26,944**	2.212	2.920
	Hata	32	140489,235	4390,289			
	Genel	47	5979283,319	127218,794			

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

Kökün kaldırmış olduğu molibden miktarı üzerine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin % 1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.62).

Çizelge 4.62. Kökün kaldırmış olduğu molibden miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
	Azot (N)	3	137174,977	45724,992	29,491**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	2511049,183	837016,394	539,837**	2.904	4.470
Molibden	N*Mo	9	318793,627	35421,514	22,845**	2.212	2.920
	Hata	32	49615,916	1550,497			
	Genel	47	3016633,704	64183,696			

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

Azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu molibden miktarında artış sağlanmıştır. En düşük molibden miktarı (103,41 µg) N1 uygulamasından, en yüksek molibden miktarı ise (363,38 µg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.63. Gövdenin kaldırmış olduğu molibden miktarı

		Gövde kaldırılan molibden miktarları (µg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	Molibden Dozları	N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Gövde	Mo1 0,035 (µM)	10,41 b A	11,87 b A	20,09 b A	23,53 b A	16,47 b
	Mo2 0,35(µM)	13,76 b A	13,31 b A	37,10 b A	50,76 b A	28,73 b
	Mo3 3,5 (µM)	48,92 b A	48,04 b A	102,86 b A	131,34 b A	82,79 b
	Mo4 35 (µM)	340,56 a C	443,17 a C	877,59 a B	1247,87 a A	727,30 a
	Ortalama	**103,41 C**	**129,10 C**	**259,41 B**	**363,38 A**	

$N_{AÖF<0.01}$ 74,074 $Mo_{AÖF<0.01}$ 74,074 $NxMo_{AÖF<0.01}$ 148,149

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu molibden miktarı artmış, en düşük molibden miktarı (16,47 µg) Mo1 uygulamasından, en yüksek molibden miktarı ise (727,30 µg) Mo4 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.63).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot dozları ve artan molibden dozlarının gövdenin kaldırmış olduğu molibden miktarında artış sağladığı belirlenmiştir. En düşük molibden miktarı (10,41 µg) N1Mo4 dozundan, en yüksek molibden miktarı ise (1247,87 µg) N4Mo4 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.64. Kökün kaldırmış olduğu molibden miktarı

		Kök kaldırılan molibden miktarları (µg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	**Molibden Dozları**	**N1** **4 (mM)**	**N2** **8 (mM)**	**N3** **12 (mM)**	**N4** **16 (mM)**	**Ortalama**
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	4,24 b A	5,97 b A	7,26 b A	11,32 b A	7,20 c
	Mo2 0,35(µM)	7,47 b A	9,98 b A	13,18 b A	19,22 b A	12,46 bc
	Mo3 3,5 (µM)	39,25 b A	49,39 b A	62,58 b A	73,81 b A	56,26 b
	Mo4 35 (µM)	335,68 a C	389,24 a C	683,68 a B	798,12 a A	551,68 a
	Ortalama	**96,66 B**	**113,65 B**	**191,68 A**	**225,62 A**	

N $_{AÖF<0.01}$ 44,021 Mo $_{AÖF<0.01}$ 44,021 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 88,041
N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu molibden miktarında artış sağlanmış, en düşük molibden miktarı (96,66 µg) N1 uygulamasından, en yüksek molibden miktarı (225,62 µg) N4 uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 4.64).

Molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu molibden miktarında artış görülmüştür. En düşük molibden miktarı (7,20 µg) Mo1 uygulamasından, en yüksek molibden miktarı (551,68 µg) Mo4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.64).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot dozları ve artan molibden dozlarının kökün kaldırmış olduğu molibden miktarında artış sağladığı belirlenmiştir. En düşük molibden miktarı (4,24 µg) N1Mo4 dozundan, en yüksek molibden miktarı ise (798,12 µg) N4Mo4 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.64).

Artan azot ve molibden dozları ile birlikte gövde molibden içeriklerinin arttığı görülmüştür. Çalışmamızda uyguladığımız molibdenin bitkiler için fazla olduğu ancak nitrat birikimini engelleyici etki yapması sebebiyle molibdenin nitratlı gübrenin bulunduğu her yerde mutlak suretle bulunması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Artan azot dozları ile birlikte gövde ile doğru oranlı olarak kök molibden içeriklerinin de arttığı, artan molibden dozları ile birlikte artışın devam ettiği görülmüştür. Molibdenin optimum miktarlarda uygulandığı takdirde azotun yararlılığını arttırdığı saptanmıştır.

4.2.3. Kaldırılan nitrat miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövdenin kaldırmış olduğu nitrat miktarına etkisi Çizelge 4.65'te sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.66'da gösterilmiştir.

Gövdenin kaldırmış olduğu nitrat miktarı üzerine; azot dozlarının ve molibden dozlarının etkisinin % 1 düzeyinde önemli olduğu, azot molibden dozları interaksiyonunun ise önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.65. Gövdenin kaldırmış olduğu nitrat miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Nitrat	Azot (N)	3	196022,591	65340,864	156,502**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	33815,317	11271,772	26,998**	2.904	4.470
	N*Mo	9	4213,852	468,206	1,121öd	2.212	2.920
	Hata	32	13360,298	417,509			
	Genel	47	247412,058	5264,086			

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

Azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu nitrat miktarında artış sağlanmış, en düşük nitrat miktarı (142,47 mg) N2 uygulamasından, en yüksek nitrat miktarı (298,28 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.66).

Molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu nitrat miktarında azalma görülmüş, en düşük nitrat içeriği (168,82 mg) Mo4 uygulamasından, en yüksek nitrat içeriği (235,62 mg) Mo2 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.66).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu nitrat içeriğinde artış, artan molibden dozları ile azalma görülmesine rağmen etki önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.66).

Çizelge 4.66. Gövdenin kaldırmış olduğu nitrat miktarı

		Gövde kaldırılan nitrat miktarları (mg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	183,51	169,02	271,90	300,28	231,18 a
	Mo2 0,35(µM)	187,12	146,76	269,94	338,64	235,62 a
	Mo3 3,5 (µM)	145,63	143,90	238,00	295,64	205,79 b
	Mo4 35 (µM)	110,81	110,18	195,73	258,54	168,82 c
	Ortalama	**156,77 C**	**142,47 C**	**243,89 B**	**298,28 A**	

N $_{AÖF<0.01}$ 22,843 Mo $_{AÖF<0.01}$ 22,843 NxMo $_{AÖF}$ öd

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Awaad vd. (2016) artan N dozuyla bitkinin nitrat içeriğinin arttığı ve bu artışın üre uygulamasında daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Jacquin vd. (1977) azot verilmeyen ıspanak bitkilerinin daha düşük miktarda nitrat içerdiğini tespit etmiş, artan miktarlarda azot uygulamalarının ise nitrat miktarlarında artışlara neden olduğu ve artışın amonyum nitratta, amonyum sülfattan daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Liu vd. (2014) en yüksek nitrat içeriğinin kimyasal gübre uygulamalarından elde edildiğini saptamışlardır.

Artan azot dozları ile birlikte gövde nitrat içeriklerinin arttığı ancak artan molibden dozları ile birlikte molibden içeriğinin düştüğü görülmüştür. Molibdenin bitkide nitrat birikimini engelleyici etki yaptığı saptanmıştır. Çalışmamızdan elde edilen bulgular daha önceki sonuçlar ile uyumludur.

4.2.4. Kaldırılan fosfor miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu fosfor miktarına etkisi Çizelge 4.67 ve 4.68'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.69 ve 4.70'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.67. Gövdenin kaldırmış olduğu fosfor miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
	Azot (N)	3	87501,147	29167,049	208,597**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	316,946	105,649	0,756öd	2.904	4.470
Fosfor	N*Mo	9	1973,804	219,312	1,568öd	2.212	2.920
	Hata	32	4474,385	139,825			
	Genel	47	94266,282	2005,666			

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

Gövdenin kaldırmış olduğu fosfor miktarı üzerine; azot dozlarının etkisinin % 1 düzeyinde, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.67).

Çizelge 4.68. Kökün kaldırmış olduğu fosfor miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
	Azot (N)	3	4090,746	1363,582	160,878**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	96,152	32,051	3,781*	2.904	4.470
Fosfor	N*Mo	9	387,779	43,087	5,083**	2.212	2.920
	Hata	32	271,229	8,476			
	Genel	47	4845,906	103,104			

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

Kökün kaldırmış olduğu fosfor miktarı üzerine; azot dozları ve azot x molibden dozları interaksiyonu % 1 düzeyinde, molibden dozları ise % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.68).

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu fosfor miktarında artış sağlanmış, en düşük fosfor miktarı (70,04 mg) N1 uygulamasından, en yüksek fosfor miktarı ise (175,91 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.69).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu fosfor miktarında meydana gelen azalma önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.69).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu fosfor miktarında artış, artan molibden dozları ile azalma görülmüş, ancak bu etki önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.69).

Çizelge 4.69. Gövdenin kaldırmış olduğu fosfor miktarı

		Gövde kaldırılan fosfor miktarları (mg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı		N1	N2	N3	N4	
	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	81,53	83,58	136,66	183,50	121,32
	Mo2 0,35(µM)	76,31	88,68	148,28	169,09	120,59
	Mo3 3,5 (µM)	69,78	89,54	139,66	170,56	117,39
	Mo4 35 (µM)	52,52	81,27	145,36	180,49	114,91
	Ortalama	**70,04 D**	**85,77 C**	**142,49 B**	**175,91 A**	
$N_{AÖF<0.01}$ 13,219		$Mo_{AÖF}$ öd		$NxMo_{AÖF}$ öd		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu fosfor miktarında artış görülmüş, en düşük fosfor miktarı (17,08 mg) N1 uygulamasından, en yüksek fosfor miktarı (41,80 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.70).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu fosfor miktarında artış belirlenmiş, en düşük fosfor miktarı (25,49 mg) Mo1 uygulamasından, en yüksek fosfor miktarı (29,36 mg) Mo2 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.70).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde, en düşük fosfor miktarı (15,34 mg) N1Mo4 uygulamasından, en yüksek fosfor miktarı (46,78 mg) N4Mo2 uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 4.70).

Çizelge 4.70. Kökün kaldırmış olduğu fosfor miktarı

Bitki kısmı	Molibden Dozları	Kök kaldırılan fosfor miktarları (mg kuru madde^{-1}) Azot Dozları N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	18,21 a B	22,35 ab B	22,67 b B	38,74 b A	25,49 b
	Mo2 0,35(µM)	17,86 a C	25,20 a B	27,60 ab B	46,78 a A	29,36 a
	Mo3 3,5 (µM)	16,92 a C	24,39 ab B	33,25 a A	38,66 b A	28,30 a
	Mo4 35 (µM)	15,34 a C	18,20 b C	33,66 a B	43,04 ab A	27,56 ab
	Ortalama	**17,08 D**	**22,54 C**	**29,30 B**	**41,80 A**	

$N_{AÖF<0.01}$ 3,255 $Mo_{AÖF<0.05}$ 2,423 $NxMo_{AÖF<0.01}$ 6,509

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kaldırdığı fosfor miktarını 101,84 mg, kökün kaldırılan fosfor miktarını ise 27,14 mg olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kaldırılan fosfor miktarını 53,92-74,42 mg arasında kaldırılan kök fosfor miktarını ise 19,28-21,19 mg aralığında bulmuştur.

Artan azot dozları ile birlikte gövdenin kaldırılan fosfor miktarının arttığı görülmüştür. Molibden uygulamasının bitkinin fosfor miktarına etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde artan azot ve molibden dozları ile birlikte kök kaldırılan fosfor içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulguların daha önceki çalışmalarla benzer olduğu saptanmıştır.

4.2.5. Kaldırılan sodyum miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu sodyum miktarına etkisi Çizelge 4.71 ve 4.72'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.73 ve 4.74'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.71. Gövdenin kaldırmış olduğu sodyum miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Sodyum	Azot (N)	3	7769,709	2589,903	63,199**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	623,976	207,992	5,075**	2.904	4.470
	N*Mo	9	407,648	45,294	1,105öd	2.212	2.920
	Hata	32	1311,362	40,980			
	Genel	47	10112,695	215,164			

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

Gövdenin kaldırmış olduğu sodyum miktarı üzerine; azot dozlarının ve molibden dozlarının etkisinin % 1 düzeyinde önemli, azot molibden dozları interaksiyonunun ise önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.71).

Çizelge 4.72. Kökün kaldırmış olduğu sodyum miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Sodyum	Azot (N)	3	175,968	58,656	52,817**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	3,959	1,320	1,188öd	2.904	4.470
	N*Mo	9	13,566	1,507	1,357öd	2.212	2.920
	Hata	32	35,537	1,111			
	Genel	47	229,032	4,873			

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

Kökün kaldırmış olduğu sodyum miktarı üzerine; azot dozlarının etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunurken, molibden dozlarının ve azot molibden dozları interaksiyonunun ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.72).

Azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu sodyum miktarında artış görülmüştür. En düşük sodyum miktarı (59,08 mg) N2 uygulamasından, en yüksek sodyum miktarı ise (92,28 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.73).

Molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu sodyum miktarında azalma gözlemlenirken, en düşük sodyum miktarı (68,40 mg) Mo4 uygulamasından, en yüksek sodyum miktarı (75,96 mg) Mo1 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.73).

Çizelge 4.73. Gövdenin kaldırmış olduğu sodyum miktarı

Bitki kısmı	Molibden Dozları		Gövde kaldırılan sodyum miktarları (mg kuru madde^{-1}) Azot Dozları N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Gövde	Mo1	0,035 (µM)	70,25	65,70	83,59	92,31	77,96 a
	Mo2	0,35(µM)	67,20	59,41	81,11	91,56	74,82 ab
	Mo3	3,5 (µM)	65,85	56,96	69,51	92,82	71,28 ab
	Mo4	35 (µM)	55,26	54,24	71,66	92,43	68,40 b
		Ortalama	64,64 C	59,08 C	76,47 B	92,28 A	

N $_{AÖF<0.01}$ 7,157 Mo $_{AÖF<0.01}$ 7,157 NxMo $_{AÖF}$ öd

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu sodyum miktarında artış görülmüş, artan molibden dozları ile sodyum miktarının azaldığı belirlenmiş, ancak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.73).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu sodyum miktarında artış görülmüştür. En düşük sodyum miktarı (8,48 mg) N1 uygulamasından, en yüksek sodyum miktarı (13,12 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.74).

Çizelge 4.74. Kökün kaldırmış olduğu sodyum miktarları

Bitki kısmı	Molibden Dozları		Kök kaldırılan sodyum miktarları (mg kuru madde^{-1}) Azot Dozları N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Kök	Mo1	0,035 (µM)	9,20	9,20	11,30	11,76	10,37
	Mo2	0,35(µM)	8,21	8,81	11,59	13,83	10,61
	Mo3	3,5 (µM)	8,47	8,61	10,76	13,50	10,34
	Mo4	35 (µM)	8,05	7,69	10,13	13,41	9,82
		Ortalama	8,48 C	8,58 C	10,95 B	13,12 A	

N $_{AÖF<0.01}$ 1,178 Mo $_{AÖF}$ öd NxMo $_{AÖF}$ öd

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu sodyum miktarında azalma görülürken, etki önemli kabul edilmemiştir (Çizelge 4.74).

Azot molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot dozları ile kökün kaldırmış olduğu sodyum miktarında artış, molibden dozları ile azalma elde edilmesine rağmen etkinin önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.74).

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kaldırılan sodyum miktarını 53,82 mg, kök kaldırılan sodyum miktarını ise 9,25 mg olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kaldırılan sodyum miktarını 25,85-31,57 mg arasında kaldırılan kök sodyum miktarını ise 3,73-4,12 mg aralığında bulmuştur. Artan azot dozları ile birlikte gövdenin kaldırmış olduğu sodyum içeriklerinin arttığı ve molibden dozları ile birlikte azaldığı görülmüştür. Denememizden elde edilen bulguların daha önceki çalışmalarla uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.2.6. Kaldırılan potasyum miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu potasyum miktarına etkisi Çizelge 4.75 ve 4.76'da sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.77 ve 4.78'de gösterilmiştir.

Gövdenin kaldırmış olduğu potasyum miktarı üzerine; azot dozlarının etkisinin %1 düzeyinde, molibden dozlarının etkisinin % 5 düzeyinde önemli, azot x molibden dozları interaksiyonunun ise önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.75).

Çizelge 4.75. Gövde kaldırılan potasyum miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Potasyum	Azot (N)	3	3948420,021	1316140,007	107,791**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	125668,402	41889,467	3,431*	2.904	4.470
	N*Mo	9	99436,945	11048,549	0,905öd	2.212	2.920
	Hata	32	390723,416	12210,107			
	Genel	47	4564248,785	97111,676			

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

Kökün kaldırmış olduğu potasyum miktarı üzerine; azot dozlarının etkisi % 1 düzeyinde önemli, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.76).

Çizelge 4.76. Kökün kaldırmış olduğu potasyum miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
	Azot (N)	3	15718,352	5239,451	31,000**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	212,018	70,673	0,418öd	2.904	4.470
Potasyum	N*Mo	9	368,499	40,944	0,242öd	2.212	2.920
	Hata	32	5408,479	169,015			
	Genel	47	21707,348	461,858			

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

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu potasyum miktarında artış görülmüş, en düşük potasyum miktarı (910,23 mg) N1 uygulamasından, en yüksek potasyum miktarı ise (1599,59 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.77).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu potasyum miktarında azalma meydana gelmiş, en düşük potasyum miktarı (1111,68 mg) Mo4 uygulamasından, en yüksek potasyum miktarı (1240,94 mg) Mo1 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.77).

Çizelge 4.77. Gövdenin kaldırmış olduğu potasyum miktarı

		Gövde kaldırılan potasyum miktarları (mg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	Molibden Dozları	N1	N2	N3	N4	
		4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	937,78	985,93	1400,67	1639,36	1240,94 a
	Mo2 0,35(µM)	988,67	884,87	1371,66	1573,36	1204,64 ab
	Mo3 3,5 (µM)	881,66	905,72	1156,68	1615,16	1139,81 bc
	Mo4 35 (µM)	833,99	873,38	1168,84	1570,49	1111,68 c
	Ortalama	**910,53 C**	**912,48 C**	**1274,46 B**	**1599,59 A**	

$N_{AÖF<0.01}$ 123,533 $Mo_{AÖF<0.05}$ 91,958 $NxMo_{AÖF}$ öd

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu potasyum miktarında artış, potasyum miktarında azalma gözlemlenmiş ancak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.77).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu potasyum miktarında artış görülmüş, en düşük potasyum miktarları (114,39 mg) N1 ve (113,01 mg) N2 uygulamalarından, en yüksek potasyum miktarı ise (157,60 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.78).

Çizelge 4.78. Kökün kaldırmış olduğu potasyum miktarı

		Kök kaldırılan potasyum miktarları (mg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Kök	Mo1 0,035 (µM)	115,65	118,99	140,34	155,22	132,55
	Mo2 0,35(µM)	115,26	110,87	137,17	160,75	131,01
	Mo3 3,5 (µM)	111,72	113,75	129,91	154,90	127,57
	Mo4 35 (µM)	114,92	108,43	128,68	159,52	127,89
	Ortalama	**114,39 C**	**113,01 C**	**134,03 B**	**157,60 A**	
$N_{AÖF<0.01}$ 14,534		Mo $_{AÖF}$ öd		NxMo $_{AÖF}$ öd		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu potasyum miktarında azalma görülmüş, ancak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.78).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile kökün kaldırmış olduğu potasyum miktarında artış, molibden dozları ile azalma elde edilmesine rağmen etkinin önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.78).

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kaldırılan potasyum miktarını 900,69 mg, kök kaldırılan potasyum miktarını ise 140,10 mg olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kaldırılan potasyum miktarını 531,35-629,23 mg arasında kaldırılan kök potasyum miktarını ise

70,29-81,73 mg aralığında bulmuştur. Artan azot dozları ile birlikte marul bitkisinin kaldırılan potasyum miktarlarının arttığı ve molibden dozları ile birlikte azaldığı görülmüştür. Molibden uygulamasının bitkinin kaldırılan potasyum içeriğinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulguların daha önceki çalışmalarla benzer nitelikte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.2.7. Kaldırılan kalsiyum miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu kalsiyum miktarına etkisi Çizelge 4.79 ve 4.80'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.81 ve 4.82'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.79. Gövdenin kaldırmış olduğu kalsiyum miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kalsiyum	Azot (N)	3	10580,827	3526,942	24,015**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	1046,864	348,955	2,376öd	2.904	4.470
	N*Mo	9	2202,784	244,754	1,667öd	2.212	2.920
	Hata	32	4699,605	146,863			
	Genel	47	18530,081	394,257			

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

Gövdenin kaldırmış olduğu kalsiyum miktarı üzerine; azot dozlarının etkisinin %1 düzeyinde önemli, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.79).

Çizelge 4.80. Kökün kaldırmış olduğu kalsiyum miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Kalsiyum	Azot (N)	3	326,062	108,687	17,164**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	31,228	10,409	1,644öd	2.904	4.470
	N*Mo	9	181,914	20,213	3,192**	2.212	2.920
	Hata	32	202,629	6,332			
	Genel	47	741,833	15,784			

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

Kökün kaldırmış olduğu kalsiyum miktarı üzerine; azot dozlarının ve azot molibden dozları interaksiyonunun etkisinin % 1 düzeyinde önemli, molibden dozlarının etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.80).

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu kalsiyum miktarında azalma meydana gelmiş, en düşük kalsiyum miktarı (122,19 mg) N2 uygulamasından, en yüksek kalsiyum miktarı (160,80 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.81).

Çizelge 4.81. Gövdenin kaldırmış olduğu kalsiyum miktarları

		Gövde kaldırılan kalsiyum miktarları (mg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	Mo1 0,035 (µM)	172,89	127,29	125,41	138,07	140,91
	Mo2 0,35(µM)	150,11	121,02	124,21	140,53	133,97
	Mo3 3,5 (µM)	178,78	122,21	132,52	132,09	141,40
	Mo4 35 (µM)	141,41	118,23	126,63	135,26	130,38
	Ortalama	**160,80 A**	**122,19 C**	**127,19 BC**	**136,49 B**	
$N_{AÖF<0.01}$ 13,548		Mo $_{AÖF}$ öd		NxMo $_{AÖF}$ öd		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu kalsiyum miktarında azalma görülmüş, bu azalma önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.81).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot ve molibden dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu kalsiyum miktarında azalma tespit edilmiş, ancak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.81).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu kalsiyum miktarında artış sağlanmış, en düşük kalsiyum miktarları (12,04 mg) N1 ve (12,49 mg) N2 uygulamalarından, en yüksek kalsiyum miktarı ise (18,44 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.82).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu kalsiyum miktarındaki artış önemli görülmemiştir (Çizelge 4.82).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot ve molibden dozları ile kökün kaldırmış olduğu kalsiyum miktarında artış sağlanırken, en düşük kök kalsiyum miktarı (10,43 mg) N1Mo2 uygulamasından, en yüksek kalsiyum miktarı (20,08 mg) N4Mo4 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.82).

Çizelge 4.82. Kökün kaldırmış olduğu kalsiyum miktarı

		Kök kaldırılan kalsiyum miktarları (mg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	11,47 a A	15,12 a A	13,26 a A	14,01 c A	13,47
	Mo2 0,35(µM)	10,43 a B	12,19 a B	15,60 a B	22,67 a A	15,22
	Mo3 3,5 (µM)	11,95 a A	11,97 a A	17,08 a A	17,00 bc A	14,50
	Mo4 35 (µM)	14,29 a BC	10,68 a C	17,25 a AB	20,08 ab A	15,58
	Ortalama	**12,04 B**	**12,49 B**	**15,80 A**	**18,44 A**	
$N_{AÖF<0.01}$ 2,813		$Mo_{AÖF}$ öd		$NxMo_{AÖF<0.01}$ 5,626		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kaldırılan kalsiyum miktarını 109,48 mg, kök kaldırılan kalsiyum miktarını ise 8,89 mg olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kaldırılan kalsiyum miktarını 34,62-50,18 mg arasında kaldırılan kök kalsiyum miktarını ise 2,69-6,75 mg aralığında bulmuştur.

Artan azot dozları ile birlikte gövdenin kaldırmış olduğu kalsiyum miktarlarının azaldığı, molibden dozlarının etkisinin olmadığı görülmüştür. Artan azot dozları ile birlikte kökün kaldırmış olduğu kalsiyum miktarlarının arttığı tespit edilmiştir. Azot dozlarının artması neticesinde köklerde biriken kalsiyumun diğer elementlerle antogonistik ilişki içerisinde bulunduğu için yeterli miktarda gövdeye taşınamadığı

düşünülmektedir. Çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla benzer olduğu belirlenmiştir.

4.2.8. Kaldırılan magnezyum miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu magnezyum miktarına etkisi Çizelge 4.83 ve 4.84'te sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.85 ve 4.86'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.83. Gövde kaldırılan magnezyum miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
	Azot (N)	3	7680,388	2560,129	5,569**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	8020,644	2673,548	5,816**	2.904	4.470
Magnezyum	N*Mo	9	6769,213	752,135	1,636öd	2.212	2.920
	Hata	32	14710,364	459,699			
	Genel	47	37180,609	791,077			

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

Gövdenin kaldırmış olduğu magnezyum miktarı üzerine; azot dozlarının ve molibden dozlarının etkisinin % 1 düzeyinde önemli, azot x molibden dozları interaksiyonunun ise önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.83).

Çizelge 4.84. Kökün kaldırmış olduğu magnezyum miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
	Azot (N)	3	209,387	69,796	49,060**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	3,599	1,200	0,843öd	2.904	4.470
Magnezyum	N*Mo	9	45,955	5,106	3,589**	2.212	2.920
	Hata	32	45,525	1,423			
	Genel	47	304,466	6,478			

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

Kökün kaldırmış olduğu magnezyum miktarı üzerine; azot dozları ve azot x molibden dozları interaksiyonunun % 1 düzeyinde önemli, molibden dozlarının etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.84).

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu magnezyum miktarında azalma meydana gelmiş, en düşük magnezyum miktarı (178,30 mg) N4 uygulamasından, en yüksek magnezyum miktarı ise (210,59 mg) N1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.85).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu magnezyum miktarında azalma görülmüş, en düşük magnezyum miktarı (179,23 mg) Mo3 uygulamasından, en yüksek magnezyum miktarı ise (210,81 mg) Mo1 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.85).

Çizelge 4.85. Gövdenin kaldırmış olduğu magnezyum miktarı

		Gövde kaldırılan magnezyum miktarı (mg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı		**N1**	**N2**	**N3**	**N4**	
	Molibden Dozları	**4 (mM)**	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	226,99	223,25	201,30	191,71	210,81 a
	Mo2 0,35(µM)	199,86	192,93	177,72	175,45	186,49 b
	Mo3 3,5 (µM)	224,88	159,92	167,08	165,04	179,23 b
	Mo4 35 (µM)	190,63	157,12	189,15	180,98	179,47 b
	Ortalama	**210,59 A**	**183,31 B**	**183,81 B**	**178,30 B**	

N $_{AÖF<0.01}$ 23,969 Mo $_{AÖF<0.01}$ 23,969 NxMo $_{AÖF}$ öd

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot ve molibden dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu magnezyum miktarında azalma gözlemlenmiş, ancak bu etki önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.85).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu magnezyum miktarında artış sağlanmış, en düşük magnezyum miktarları (8,19 mg) N1 ve (8,77 mg) N2 uygulamalarından, en yüksek magnezyum miktarı (13,50 mg) ise N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.86).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu magnezyum miktarı önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.86).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde kökün kaldırmış olduğu en düşük magnezyum miktarı (7,23 mg) N1Mo2 uygulamasından, en yüksek magnezyum miktarı (15,45 mg) ise N4Mo2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.86).

Çizelge 4.86. Kökün kaldırmış olduğu magnezyum miktarı

		Kök kaldırılan magnezyum miktarları (mg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı		**N1**	**N2**	**N3**	**N4**	
	Molibden Dozları	**4 (mM)**	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	8,78 a A	10,35 a A	10,71 a A	11,17 b A	10,25
	Mo2 0,35(µM)	7,23 a C	8,72 ab C	11,53 a B	15,45 a A	10,73
	Mo3 3,5 (µM)	8,11 a B	8,37 ab B	10,54 a AB	12,92 ab A	9,98
	Mo4 35 (µM)	8,64 a BC	7,64 b C	11,09 a B	14,45 a A	10,46
	Ortalama	**8,19 C**	**8,77 C**	**10,97 B**	**13,50 A**	
N $_{AÖF<0.01}$ 1,333		Mo $_{AÖF}$ öd		NxMo $_{AÖF<0.01}$ 2,667		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kaldırılan magnezyum miktarını 67,95 mg, kök kaldırılan magnezyum miktarını ise 3,45 mg olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kaldırılan magnezyum miktarını 23,40-31,28 mg arasında kaldırılan kök magnezyum miktarını ise 2,56-3,22 mg aralığında bulmuştur.

Artan azot dozları ile birlikte gövdenin kaldırmış olduğu magnezyum miktarlarının ve molibden dozları ile birlikte azaldığı görülmüştür. Çalışmamızdan elde edilen sonuca göre azot ve molibden uygulaması bitkide gövdenin kaldırmış olduğu magnezyum miktarını düşürmüştür elde edilen değerler daha önce yapılmış olan çalışmalarla benzer sonuçlar içermektedir.

Artan azot dozları ile birlikte kökün kaldırmış olduğu magnezyum miktarının arttığı molibden uygulamasının bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlikler göstermektedir.

4.2.9. Kaldırılan demir miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu demir miktarına etkisi Çizelge 4.87 ve 4.88'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.89 ve 4.90'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.87. Gövdenin kaldırmış olduğu demir miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
	Azot (N)	3	3,297	1,099	60,580**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,447	0,149	8,217**	2.904	4.470
Demir	N*Mo	9	0,710	0,079	4,348**	2.212	2.920
	Hata	32	0,581	0,018			
	Genel	47	5,035	0,107			

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

Gövdenin kaldırmış olduğu demir miktarı üzerine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.87).

Çizelge 4.88. Kökün kaldırmış olduğu demir miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
	Azot (N)	3	2,040	0,680	4,050*	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	0,366	0,122	0,726öd	2.904	4.470
Demir	N*Mo	9	9,873	1,097	6,535**	2.212	2.920
	Hata	32	5,371	0,168			
	Genel	47	17,650	0,376			

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

Kökün kaldırmış olduğu demir miktarı üzerine; azot dozlarının etkisinin % 5 düzeyinde, azot x molibden dozları interaksiyonunun ise % 1 düzeyinde önemli, molibden dozlarının etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.88).

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu demir miktarında artış sağlanmış, en düşük demir miktarı (0,95 mg) N2 uygulamasından, en yüksek demir miktarı ise (1,64 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.89).

Çizelge 4.89. Gövdenin kaldırmış olduğu demir miktarı

Bitki kısmı	Molibden Dozları	Gövde kaldırılan demir miktarları (mg kuru madde^{-1}) Azot Dozları N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	1,19 ab B	1,11 a B	1,66 a A	1,82 a A	1,45 a
	Mo2 0,35(µM)	1,40 a A	0,90 a B	1,59 ab A	1,41 b A	1,32 ab
	Mo3 3,5 (µM)	1,13 ab BC	0,87 a C	1,32 bc AB	1,60 ab A	1,23 b
	Mo4 35 (µM)	0,97 b B	0,91 a B	1,17 c B	1,74 a A	1,20 b
	Ortalama	**1,17 C**	**0,95 D**	**1,44 B**	**1,64 A**	

N $_{AÖF<0.01}$ 0,151 Mo $_{AÖF<0.01}$ 0,151 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 0,301

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu demir miktarında azalma belirlenmiş, en düşük demir miktarı (1,20 mg) Mo4 uygulamasından, en yüksek demir miktarı ise (1,45 mg) Mo1 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.89).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu demir miktarında artış, molibden dozları ile azalma görülmüştür. En düşük demir miktarı (0,87 mg) N2Mo3 dozundan, en yüksek demir miktarı ise (1,82 mg) N4Mo1 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.89).

Çizelge 4.90. Kökün kaldırmış olduğu demir miktarı

Bitki kısmı	Molibden Dozları	Kök kaldırılan demir miktarları (mg kuru madde^{-1}) Azot Dozları N1 4 (mM)	N2 8 (mM)	N3 12 (mM)	N4 16 (mM)	Ortalama
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	3,76 a A	3,37 a AB	2,52 a B	2,69 a B	3,09
	Mo2 0,35(µM)	2,54 b B	2,99 a AB	3,03 a AB	3,55 a A	3,03
	Mo3 3,5 (µM)	2,86 ab A	2,66 a A	3,31 a A	3,14 a A	2,99
	Mo4 35 (µM)	3,14 ab A	1,58 b B	3,25 a A	3,43 a A	2,85
	Ortalama	**3,08 A**	**2,65 B**	**3,03 A**	**3,20 A**	

N $_{AÖF<0.05}$ 0,341 Mo $_{AÖF}$ öd NxMo $_{AÖF<0.01}$ 0,916

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu demir miktarında artış sağlanmış, en düşük demir miktarı (2,65 mg) N2 uygulamasından, en yüksek demir miktarı (3,20 mg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.90).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu demir miktarında azalma meydana gelmiş ancak bu azalma önemli kabul edilmemiştir (Çizelge 4.90).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde en düşük kökün kaldırmış olduğu demir miktarı (1,58 mg) N2Mo4 uygulamasından, en yüksek demir miktarı (3,76 mg) N1Mo1 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.90).

Keskin (2021), yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kaldırılan demir miktarını 1,35 mg, kök kaldırılan demir miktarını ise 6,38 mg olarak belirlemiştir. Gümüş (2021), yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kaldırılan demir miktarını 0,51-0,77 mg arasında kaldırılan kök demir miktarını ise 1,82-17,99 mg aralığında bulmuştur.

Artan azot dozları ile birlikte gövdenin kaldırmış olduğu demir miktarlarının arttığı ve molibden dozlarıyla azaldığı saptanmıştır. Çalışmamızdan elde edilen değerlerin daha önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmüştür. Artan azot dozları ile birlikte gövde ile doğru oranlı olarak kökün kaldırmış olduğu demir miktarlarının da arttığı ve molibden dozları ile azaldığı ancak molibden dozlarının etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür. Çalışmamız mikro element uygulamalarının köklerde demir alımını azalttığı tezini doğrulayacak derecede yapılan önceki çalışmalarla uyumlu çıkmıştır.

4.2.10. Kaldırılan bakır miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu bakır miktarına etkisi Çizelge 4.91 ve 4.92'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.93 ve 4.94'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.91. Gövdenin kaldırmış olduğu bakır miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Bakır	Azot (N)	3	54458,536	18152,845	40,184**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	28465,912	9488,637	21,005**	2.904	4.470
	N*Mo	9	47406,983	5267,443	11,660**	2.212	2.920
	Hata	32	14455,718	451,741			
	Genel	47	144787,148	3080,578			

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

Gövdenin kaldırmış olduğu bakır miktarı üzerine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.91).

Kökün kaldırmış olduğu bakır miktarı üzerine; azot dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisi % 1 düzeyinde önemli, molibden dozlarının etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.92).

Çizelge 4.92. Kökün kaldırmış olduğu bakır miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Bakır	Azot (N)	3	3443,001	1147,667	16,257**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	320,781	106,927	1,515öd	2.904	4.470
	N*Mo	9	3927,174	436,353	6,181**	2.212	2.920
	Hata	32	2259,104	70,597			
	Genel	47	9950,061	211,703			

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

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu bakır miktarında artış sağlanmış, en düşük bakır miktarı (120,3 µg) N2 uygulamasından, en yüksek bakır miktarı ise (215,18 µg) N3 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.93).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu bakır miktarı azalmış, en düşük bakır miktarı (148,58 µg) Mo3 uygulamasından, en yüksek bakır miktarı (209,85 µg) Mo1 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.93).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu bakır miktarında artış, molibden dozları ile azalma görülmüştür. En düşük bakır miktarı (84,97 µg) N2Mo2 uygulamasından, en yüksek bakır miktarı ise (293,57 µg) N3Mo1 dozundan belirlenmiştir (Çizelge 4.93).

Çizelge 4.93. Gövdenin kaldırmış olduğu bakır miktarı

		Gövde kaldırılan bakır miktarları (µg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	Molibden Dozları	N1	N2	N3	N4	
		4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	Mo1 0,035 (µM)	187,63 a B	161,16 a B	293,57 a A	197,04 ab B	209,85 a
	Mo2 0,35(µM)	186,14 a A	134,48 ab B	232,10 b A	228,91 a A	152,66 b
	Mo3 3,5 (µM)	167,24 ab A	100,59 bc B	163,59 c A	182,89 b A	148,58 b
	Mo4 35 (µM)	123,55 b C	84,97 c C	171,46 c A	167,41 c B	164,60 b
	Ortalama	**166,14 B**	**120,30 C**	**215,18 A**	**174,06 B**	
N $_{AÖF<0.01}$ 23,761		Mo $_{AÖF<0.01}$ 23,761		NxMo $_{AÖF<0.01}$ 47,522		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu bakır miktarı incelendiğinde, en düşük bakır miktarı (57,01 µg) N4 uygulamasından, en yüksek bakır miktarı (79,97 µg) N2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.94).

Çizelge 4.94. Kökün kaldırmış olduğu bakır miktarı

		Kök kaldırılan bakır miktarları (µg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	Molibden Dozları	N1	N2	N3	N4	
		4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Kök	Mo1 0,035 (µM)	77,64 a A	70,17 b AB	53,89 b BC	49,67 a C	62,84
	Mo2 0,35(µM)	68,12 a B	93,22 a A	57,22 ab B	61,02 a B	69,90
	Mo3 3,5 (µM)	62,57 ab B	87,66 ab A	66,02 ab B	50,49 a B	66,69
	Mo4 35 (µM)	48,09 b B	68,82 c A	75,97 a A	66,85 a AB	64,93
	Ortalama	**64,10 B**	**79,97 A**	**63,28 B**	**57,01 B**	
N $_{AÖF<0.01}$ 9,393		Mo $_{AÖF}$ öd		NxMo $_{AÖF<0.01}$ 18,786		

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu bakır miktarında sağlanan artış, önemli kabul edilmemiştir (Çizelge 4.94).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde kökün kaldırmış olduğu bakır miktarı en düşük (48,09 µg) N1Mo4 uygulamasından, en yüksek (93,22 µg) N2Mo2 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.94).

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kaldırılan bakır miktarını 0,10 mg, kök kaldırılan bakır miktarını ise 0,03 mg olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kaldırılan bakır miktarını 48,01-59,46 mg arasında kaldırılan kök bakır miktarını ise 26,26-30,50 mg aralığında bulmuştur. Artan azot dozları ile birlikte gövdenin kaldırmış olduğu bakır miktarlarının arttığı molibden dozları ile azaldığı görülmüştür. Artan azot dozları ile birlikte kökün kaldırmış olduğu bakır miktarlarının arttığı ve molibden dozlarının etkisinin olmadığı saptanmıştır. Azot dozlarının Cu^{+} alımına pozitif etki yapmasının daha önce uygulanan çalışmalar ile aynı doğrultuda olduğu belirlenmiştir.

4.2.11. Kaldırılan çinko miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu çinko miktarına etkisi Çizelge 4.95 ve 4.96'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.97 ve 4.98'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.95. Gövdenin kaldırmış olduğu çinko miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri %5	Tablo değeri %1
Çinko	Azot (N)	3	1009961,525	336653,842	108,219**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	211321,106	70440,369	22,643**	2.904	4.470
	N*Mo	9	310480,575	34497,842	11,089**	2.212	2.920
	Hata	32	99547,410	3110,857			
	Genel	47	1631310,616	34708,737			

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

Gövdenin kaldırmış olduğu çinko miktarı üzerine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.95).

Kökün kaldırmış olduğu çinko miktarı üzerine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.96).

Çizelge 4.96. Kökün kaldırmış olduğu çinko miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Çinko	Azot (N)	3	38650,560	12883,520	63,170**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	7745,836	2581,945	12,660**	2.904	4.470
	N*Mo	9	14704,983	1633,887	8,011**	2.212	2.920
	Hata	32	6526,410	203,950			
	Genel	47	67627,789	1438,889			

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

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu çinko miktarında artış sağlanmış, en düşük çinko miktarı (302,52 µg) N2 uygulamasından, en yüksek çinko miktarı ise (672,70 µg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.97).

Çizelge 4.97. Gövdenin kaldırmış olduğu çinko miktarı

		Gövde kaldırılan çinko miktarları (µg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	Molibden Dozları	N1	N2	N3	N4	Ortalama
		4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	379,92 a C	354,10 a C	714,26 a B	910,52 a A	589,70 a
	Mo2 0,35(µM)	317,29 a C	254,35 a C	646,07 a A	509,97 c B	431,92 b
	Mo3 3,5 (µM)	431,03 a B	264,04 a D	434,68 b B	571,48 c A	425,31 b
	Mo4 35 (µM)	391,50 a B	337,58 a B	422,81 b B	698,83 b A	462,68 b
	Ortalama	**379,94 C**	**302,52 D**	**554,46 B**	**672,70 A**	

N $_{AÖF<0.01}$ 62,354 Mo $_{AÖF<0.01}$ 62,354 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 124,707

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu çinko miktarında azalma meydana gelmiş, en düşük çinko miktarı (425,31 µg) Mo3 uygulamasından, en

yüksek çinko miktarı ise (589,70 µg) Mo1 uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 4.97).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu çinko miktarında artış görülmüş, artan molibden dozları ile çinko miktarının azaldığı saptanmıştır. En düşük çinko miktarı (254,35 µg) N2Mo2 dozundan, en yüksek çinko miktarı ise (910,52 µg) N4Mo1 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.97).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu çinko miktarı incelendiğinde, en düşük çinko miktarı (78,98 µg) N2 uygulamasından, en yüksek çinko miktarı (155,28 µg) N4 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.98).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu çinko miktarında azalma görülmüş, en düşük çinko miktarı (92,50 µg) Mo4 uygulamasından, en yüksek çinko miktarı (125,24 µg) Mo1 uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 4.98).

Çizelge 4.98. Kökün kaldırmış olduğu çinko miktarı

		Kök kaldırılan çinko miktarları (µg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	**Molibden Dozları**	**N1**	**N2**	**N3**	**N4**	
		4 (mM)	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	123,83 a B	93,36 a BC	91,56 a C	192,23 a A	125,24 a
	Mo2 0,35(µM)	93,11 a B	90,89 a B	90,36 a B	189,62 a A	115,99 ab
	Mo3 3,5 (µM)	98,06 a B	79,92 ab B	92,45 a B	134,45 b A	101,22 bc
	Mo4 35 (µM)	101,49 a A	51,77 b B	111,90 a A	104,82 b A	92,50 c
	Ortalama	**104,12 B**	**78,98 C**	**96,57 B**	**155,28 A**	

N $_{AÖF<0.01}$ 15,966 Mo $_{AÖF<0.01}$ 15,966 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 31,931

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu

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

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot dozları ile kökün kaldırmış olduğu çinko miktarında artış görülmüş, molibden dozları ile çinko miktarında azalma meydana gelmiştir. En düşük çinko miktarı (51,77 µg) N2Mo4

dozundan, en yüksek çinko miktarı ise (192,23 µg) N4Mo1 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.98).

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kaldırılan çinko miktarını 0,86 mg, kök kaldırılan çinko miktarını ise 0,35 mg olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kaldırılan çinko miktarını 0,39-0,54 mg arasında kaldırılan kök çinko miktarını ise 0,17-0,19 mg aralığında bulmuştur.

Çalışmalardan elde edilen sonuçların elde ettiğimiz sonuçlarla benzer olduğu görülmüştür. Artan azot dozlarıyla birlikte gövde ile kökün kaldırmış olduğu değerler artmış, artan molibden dozlarıyla beraber gövde ile kökün kaldırmış olduğu çinko değerleri azalmıştır. Genel olarak yaptığımız denemenin daha önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmüştür.

4.2.12. Kaldırılan mangan miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu mangan miktarına etkisi Çizelge 4.99 ve 4.100'de sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.101 ve 4.102'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.99. Gövdenin kaldırmış olduğu mangan miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Mangan	Azot (N)	3	3620287,716	1206762,572	102,924**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	438403,128	146134,376	12,464**	2.904	4.470
	N*Mo	9	417889,345	46432,149	3,960**	2.212	2.920
	Hata	32	375192,440	11724,764			
	Genel	47	4851772,628	103229,205			

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

Gövdenin kaldırmış olduğu mangan miktarı üzerine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.99).

Çizelge 4.100. Kökün kaldırmış olduğu mangan miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Mangan	Azot (N)	3	138274,065	46091,355	66,399**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	10108,872	3369,624	4,854**	2.904	4.470
	N*Mo	9	8562,094	951,344	1,370öd	2.212	2.920
	Hata	32	22213,098	694,159			
	Genel	47	179158,129	3811,875			

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

Kökün kaldırmış olduğu mangan miktarı üzerine; azot dozlarının ve molibden dozlarının etkisi % 1 düzeyinde önemli, azot x molibden dozları interaksiyonunun ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.100).

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu mangan miktarında artış sağlanmış, en düşük mangan miktarı (953,26 µg) N2 uygulamasından, en yüksek mangan miktarı ise (1565,73 µg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.101).

Çizelge 4.101. Gövdenin kaldırmış olduğu mangan miktarı

		Gövde kaldırılan mangan miktarları (µg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	**Molibden Dozları**	**N1**	**N2**	**N3**	**N4**	
		4 (mM)	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Gövde	**Mo1 0,035 (µM)**	1034,08 ab B	1024,90 a B	1825,78 a A	1776,54 a A	1415,33 a
	Mo2 0,35(µM)	1137,18 a B	886,40 a C	1560,11 b A	1488,96 b A	1268,16 b
	Mo3 3,5 (µM)	1063,19 ab B	1001,53 a B	1366,98 bc A	1447,70 b A	1219,85 b
	Mo4 35 (µM)	891,14 b C	900,20 a C	1282,84 c B	1549,70 ab A	1155,97 b
	Ortalama	**1031,40 B**	**953,26 B**	**1508,93 A**	**1565,73 A**	

N $_{AÖF<0.01}$ 121,052 Mo $_{AÖF<0.01}$ 121,052 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 242,105

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu mangan miktarında azalma görülürken, en düşük mangan miktarı (1155,97 µg) Mo4 uygulamasından, en yüksek mangan miktarı ise (1415,33 µg) Mo1 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.101).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu mangan miktarında artış, molibden dozları ile azalma görülmüştür. En düşük mangan miktarı (886,40 µg) N2Mo2 dozundan, en yüksek mangan miktarı ise (1825,78 µg) N3Mo1 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.101).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu mangan miktarı artmış, en düşük mangan miktarı (201,58 µg) N1 uygulamasından, en yüksek mangan miktarı (342,23 µg) N4 uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 4.102).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu mangan miktarında artış sağlanırken, en düşük mangan miktarı (237,22 µg) Mo1 uygulamasından, en yüksek mangan miktarı (273,97 µg) Mo2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.102).

Çizelge 4.102. Kökün kaldırmış olduğu mangan miktarı

		Kök kaldırılan mangan içerikleri (µg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı		**N1**	**N2**	**N3**	**N4**	
	Molibden Dozları	**4 (mM)**	**8 (mM)**	**12 (mM)**	**16 (mM)**	**Ortalama**
Kök	**Mo1 0,035 (µM)**	175,51	217,76	229,55	326,07	237,22 b
	Mo2 0,35(µM)	217,99	218,74	288,21	370,94	273,97 a
	Mo3 3,5 (µM)	192,36	244,03	302,87	344,35	270,90 a
	Mo4 35 (µM)	220,45	226,64	283,45	327,55	264,52 ab
	Ortalama	**201,58 C**	**226,79 C**	**276,02 B**	**342,23 A**	

N $_{AÖF<0.01}$ 29,454 Mo $_{AÖF<0.01}$ 29,454 NxMo $_{AÖF}$ öd

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot ve molibden dozları ile kökün kaldırmış olduğu mangan miktarında artış olmasına rağmen, önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.102).

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kaldırılan mangan miktarını 1,18 mg, kök kaldırılan mangan miktarını ise 0,74 mg olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kaldırılan mangan miktarını 0,61-0,82 mg arasında kaldırılan kök mangan miktarını ise 0,22-0,60 mg aralığında bulmuştur. Artan azot dozları ile birlikte kökün kaldırmış olduğu mangan miktarlarının arttığı ve ancak molibden dozları ile birlikte gövdeden farklı olarak köklerde mangan miktarının azaldığı görülmüştür. Çalışmamızdan elde edilen bulgular daha önceki sonuçlar ile benzer niteliktedir.

4.2.13. Kaldırılan bor miktarı

Azot ve molibden uygulamalarının gövde ve kökün kaldırmış olduğu bor miktarına etkisi Çizelge 4.103 ve 4.104'te sunulan varyans analiz tablolarında, uygulamalardan elde edilen veri ortalamaları ve AÖF testine göre gruplandırmaları ise Çizelge 4.105 ve 4.106'da gösterilmiştir.

Gövdenin kaldırmış olduğu bor miktarı üzerine; azot dozlarının, molibden dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisinin %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.103).

Çizelge 4.103. Gövdenin kaldırmış olduğu bor miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Bor	Azot (N)	3	267621,644	89207,215	44,575**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	117296,984	39098,995	19,537**	2.904	4.470
	N*Mo	9	77306,442	8589,605	4,292**	2.212	2.920
	Hata	32	64040,605	2001,269			
	Genel	47	526265,675	11197,142			

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

Kökün kaldırmış olduğu bor miktarı üzerine; azot dozlarının ve azot x molibden dozları interaksiyonunun etkisi % 1 düzeyinde, molibden dozlarının etkisi ise % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.104).

Çizelge 4.104. Kökün kaldırmış olduğu bor miktarına ait varyans analizi

	V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F değeri	Tablo değeri	
						%5	%1
Bor	Azot (N)	3	1863,454	621,151	44,433**	2.904	4.470
	Molibden (Mo)	3	128,517	42,839	3,064*	2.904	4.470
	N*Mo	9	1544,394	171,599	12,275**	2.212	2.920
	Hata	32	447,341	13,979			
	Genel	47	3983,706	84,760			

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

Artan azot dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu bor miktarında artış sağlanmış, en düşük bor miktarı (455,16 µg) N2 uygulamasından, en yüksek bor miktarı ise (643,71 µg) N4 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.105).

Çizelge 4.105. Gövdenin kaldırmış olduğu bor miktarı

		Gövde kaldırılan bor miktarları (µg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
Bitki kısmı	Molibden Dozları	N1	N2	N3	N4	
		4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Gövde	Mo1 0,035 (µM)	508,54 a B	575,10 a B	696,24 a A	740,39 a A	630,07 a
	Mo2 0,35(µM)	502,12 a AB	416,05 b B	582,50 b A	523,61 b A	506,07 c
	Mo3 3,5 (µM)	511,81 a A	404,87 b B	574,33 b A	586,18 b A	519,30 c
	Mo4 35 (µM)	562,45 a B	424,60 b C	599,03 ab B	724,64 a A	577,68 b
	Ortalama	521,23 B	455,16 C	613,03 A	643,71 A	

A $_{AÖF<0.01}$ 50,012 B $_{AÖF<0.01}$ 50,012 AxB $_{AÖF<0.01}$ 100,024

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Artan molibden dozlarına bağlı olarak gövdenin kaldırmış olduğu bor miktarında azalma görülürken, en düşük bor miktarı (506,07 µg) Mo2 uygulamasından, en yüksek bor miktarı ise (630,07 µg) Mo1 uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 4.105).

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde azot dozları ile gövdenin kaldırmış olduğu bor miktarında artış, molibden dozları ile azalma görülmüş, en düşük

bor miktarı (404,87 µg) N2Mo3 dozundan, en yüksek bor miktarı ise (740,39 µg) N4Mo1 dozundan sağlanmıştır (Çizelge 4.105).

Artan azot dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu bor miktarında artış sağlanmış, en düşük bor miktarı (19,07 µg) N2 uygulamasından, en yüksek bor miktarı (32,02 µg) N3 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.106).

Artan molibden dozlarına bağlı olarak kökün kaldırmış olduğu bor miktarında azalma görülmüş, en düşük bor miktarı (23,53 µg ^{1}) Mo4 uygulamasından, en yüksek bor miktarı (27,61 µg) Mo1 uygulamasından belirlenmiştir (Çizelge 4.106).

Çizelge 4.106. Kökün kaldırmış olduğu bor miktarı

		Kök kaldırılan bor miktarları (µg kuru madde^{-1})				
		Azot Dozları				
		N1	N2	N3	N4	
Bitki kısmı	Molibden Dozları	4 (mM)	8 (mM)	12 (mM)	16 (mM)	Ortalama
Kök	Mo1 0,035 (µM)	17,69 ab C	12,27 b C	33,06 a B	47,41 a A	27,61 a
	Mo2 0,35(µM)	25,64 a AB	21,23 a B	28,95 a AB	32,21 b A	27,10 a
	Mo3 3,5 (µM)	24,14 a AB	20,70 a B	30,78 a A	23,99 b AB	24,90 ab
	Mo4 35 (µM)	12,55 b C	22,08 a B	35,28 a A	24,19 b B	23,53 b
	Ortalama	20,01 B	19,07 B	32,02 A	31,95 A	

N $_{AÖF<0.01}$ 4,180 Mo $_{AÖF<0.05}$ 3,112 NxMo $_{AÖF<0.01}$ 8,360

N: Azot dozları; Mo: Molibden dozları; NxMo: Azot dozları x molibden dozları interaksiyonu
Yatay karşılaştırmada büyük, düşey karşılaştırmada küçük harflendirmeler kullanılmıştır. Aynı harflerin verildiği dozlar arasında istatistiksel olarak farlılık bulunmamaktadır.

Azot x molibden dozları interaksiyonu incelendiğinde artan azot ve molibden dozları ile kökün kaldırmış olduğu bor miktarı en düşük (12,55 µg) N1Mo4 uygulamasından, en yüksek (47,41 µg) N4Mo1 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.106).

Keskin (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında 8 mM azot uygulamasında marul yapraklarının kaldırılan bor miktarını 0,42 mg, kök kaldırılan bor miktarını ise 0,27 mg olarak belirlemiştir. Gümüş (2021) yürütmüş olduğu tez çalışmasında farklı uygulamalara bağlı olarak marul yapraklarının ortalama kaldırılan bor miktarını 0,22-0,26 mg arasında kaldırılan kök bor miktarını ise 7,56-25,56 mg aralığında bulmuştur.
Artan azot dozları ile birlikte gövdenin kaldırmış olduğu bor miktarlarının arttığı ve molibden dozları ile birlikte azaldığı görülmüştür. Benzer şekilde artan azot dozları ile

birlikte gövde ile doğru orantılı olarak kökün kaldırmış olduğu bor miktarlarının da arttığı ve molibden dozları ile birlikte azaldığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar daha önceki çalışmalar ile farklılıklar göstermekte, bunun sebebinin uygulanan farklı besin elementi uygulamaları olduğu düşünülmektedir

5. SONUÇ

Hidroponik ortama diğer besin elementleri yanı sıra artan miktarlarda N ve Mo dozlarının uygulanması ile gerçekleştirdiğim bu çalışmada; marul bitkisinin ihtiyacı olan azot (N) ve molibden (Mo) besin elementi miktarlarının belirlenmesi, uygulamaların marul bitkisinin gelişimine, verimine, makro ve mikro besin elementi alımına ve nitrat birikimi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Artan miktarlarda uygulanan azot dozları marul bitkisinin gövde ve kök kuru madde içeriğini, N, Mo, NO_3, P, K, Fe, Zn, Mn ve SPAD değerini olumlu yönde etkilerken Na, Mg, Ca, Cu ve B değerlerini olumsuz yönde etkilemiştir. Artan molibden dozları ile bitkinin Ca, Mo, Zn ve B içerikleri artmış fakat kuru madde, N, NO_3, Mg, Na, Fe, Cu, Mn ve SPAD değerleri azalmıştır.

N x Mo interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kuru madde değerinin (19,79 g) N4Mo2 uygulamasından en düşük (12,36 g) N2Mo4 uygulamasından elde edildiği görülmüştür. Benzer şekilde en yüksek azot içeriği (% 4,09) N4Mo2 uygulamasından, en düşük azot içeriği (%3,30) N2Mo4 uygulamasından sağlanmıştır. Bu değerlere paralel olarak en yüksek nitrat içeriğinin de (%1,71) N4Mo2 uygulamasından, en düşük nitrat içeriğinin ise (%0,89) N2Mo4 uygulamasından elde edildiği görülmüştür.

Literatürlerde verilen bilgiler doğrultusundan nitrat sınır değerleri % 0,0282-0,352 arasında bildirilmiş olup, denememizde yer alan tüm N x Mo interaksiyonlarında elde ettiğimiz nitrat değerleri bu limitin üzerinde bulunmuştur. Molibden uygulamalarıyla bitkinin nitrat içeriği her ne kadar azaltılmaya çalışılsa da uygulanan azot dozlarıyla bitki içerisindeki nitratın literatürlerde verilen sınır değerlerinden yüksek olduğu ve literatürlerde verilen sınırların altına düşmediği görülmüştür.

Bitkideki kuru madde verimine ve azot içeriklerine göre en yüksek değerlerin N4Mo2 dozundan elde edildiği ortaya çıkmış, ancak marul bitkisinin içermiş olduğu en yüksek nitrat miktarının da N4Mo2 dozundan elde edildiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre; nitrat içeriğinin düşürülebilmesi için daha düşük azot dozlarının uygulanması, molibden

dozlarının da azot dozları ile birlikte arttırılması gerekmektedir. Fakat molibdenin yüksek uygulandığı dozlarda bazı besin elementi alımının azaldığı göz önünde bulundurularak molibdenin aşırı dozlarda uygulanmasından kaçınılmalıdır. Bu durumda nitrat içeriğinin düşük, ancak kuru maddesinin yüksek olduğu ve diğer besin elementlerinin de optimum düzeyde alınabildiği azot-molibden dozları düşünüldüğünde; N2Mo2 uygulamasına kadar olan NxMo interaksiyonlarının hidroponik marul yetiştiriciliği için uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Agarwalla, S. C., Sharma C. P., Farooq S. F. and Chatterjee C. (1978). Effect of molybdenum deficiency on the growth and metabolism of corn plants raised in sand culture. Can. J. Bot. 56: 1905-1908.

Akbay, F. (2012). Farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda *(Lactuca sativa L.)* paenibacillus polymyxa uygulamalarının verim, bitki gelişimi ve besin elementi içeriğine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Erzurum, s. 74. 1.

Akçay, V. (2014). Farklı azot dozlarının Rubygem ve Fortuna çilek çeşitlerinde verim ve kalite kriterleri üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Aydın.

Akkuş E. (2009). Farklı dozlarda uygulanan molibdenin nohut *(Cicier Arietinum L.)* bitkisinin azot içeriğine etkisi *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Çanakkale.

Aktaş M. (1994). Bitki besleme ve toprak verimliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1361

Anonymous. (2006). Nitrate and the world health organization (WHO). http://www.lenntech.com/hazardoussubstances/nitrate.htm#Nitrate%20drinking%20water%20standards

Arnon, D. I., Stout, P. R. (1939b). Molybdenum as an essential element for higher plants. Plant Physiol. 14: 599-602.

Awaad, M. S., Badr R. A., Badr M. A. and Abd-elrahman, A. H. (2016). Effects of different nitrogen and potassium sources on lettuce yield in a sandy soil. *Eurasian J. Of Soil Scienc*e, 5(4),299-306.

Ayaz A. ve Yurttagül M. (2006). Sebzelerin nitrat ve nitrit İçeriğine etki eden etmenler *Beslenme ve Diyet Dergisi.*

Aybak, H. Ç. (2002). Salata/marul yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., 96 s, İstanbul.

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.

Benek, R. (2005). Farklı dozlarda uygulanan fosfor ve molibdenin fasulye'de *(Phaseolus vulgaris L.)* verim ve verimle ilgili karakterlere etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Van.

Bergmann W. (1992). Nutritional desorders of plants. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York.

Boroujerdnia, M., Ansari, N.A. and Dehcordie, F. S. (2007). Effect of cultivars, harvesting time and level of nitrogen fertilizer on nitrate and nitrite content, yield in Romaine lettuce. *Asian J.of Plant Sciences*, 6(3), 550-553.

Bortels, H. (1930). Molybdan als Katalysator bei der biologischen Stickstoffbindung. Arch. Mikrobiol. 1: 333-342

Bozkurt, M. A., Turkmen, O., Yıldız, M. and Cimrin, K. M. (2004). The Influence of humic acid application in high nitrogen levels on the yield, nitrate and nutrient contents in lettuce. Int. Soil Congress, 7–10 June 2004 Erzurum- Turkey.

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.

Cansızer, S. (2022). Kükürdün marul bitkisinde *(Lactuca sativa L.)* nitrat birikimi üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Bursa.

Cantone, M. C., Bartolo D. And Gambarini vd. (1995). Proton activation analysis of stable isotopes for a molybdenum biokinetics study in humans. *Medical Physics*, 22, 1293-1298.

Cataldo, D.A., Haroon, M., Schrader, L.E. and Youngs, V.L. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil. Sci and Plant Analysis, 6(1), 71-80.

Cebeci, Z., Gökçe, M.A. ve Ünal M.Ü. (2012). Avrupa'da organik tarım ve tarımsal ekoloji eğitiminde çok dilli bir web portalı çözümü. Akademik Bilişim'12 –XIV, Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, Uşak Üniversitesi, 233-239.

Cheng, B. T. and Qullete, G. J. (1973). Molybdenum as a plant nutrient soil and fertilizers.

Croitoru, M.D., Muntean, D.L., Fulop, I. and Modroiu, A. (2015). A Growing patterns to produce 'Nitrate-free' lettuce *(Lactuca sativa)* food additives and contaminants part a-chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment 32(1), 80-86.

Çamoğlu, G. ve Demirel, K. (2015). Marulda farklı tuz ve potasyum uygulamalarının verim ve bazı fizyo–morfolojik özelliklere etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. (COMU J. Agric. Fac.). 2015: 3 (1): 89–97.

Çelik, H., Turan, M. A., Aşık, B. B. ve Katkat, A. V. (2017). Evaluation of analytical methods for boron determination in maize shoots. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48(21), 2573-2581.

Çelikkol, T. S. (2019). Örtüaltı bakla *(Vicia faba L.)* yetiştiriciliğinde azotlu gübreleme ve molibdenin bitkisel özelliklere ve taze bakla verimine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı, Kocaeli.

Çil, N. ve Katkat, A.V. (1995). Azotlu gübre çeşitleri ve aşırı miktarlarının ıspanak 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.

Demirtaş, E. I., Öktüren, A. F., Özkan, C. F. Ve Arı, N. (2012). Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının örtü altı domates yetiştiriciliğinde toprak verimliliği ve bitkinin beslenmesine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 29 (1), 9-22.

Domska, D., Benedycka Z. and Krauze A. (1989). Residual effect of molybdenum fertilization on the contenr of nitrogen compounds in beans (in Polish). Acta Academiae Agriculturae Ac Tech-nicae Olstenensis, Agricultura 48: 99-106.

Frausto da Silva, J. J. R. and Williams, R. J. P. (2001). The biological chemistry of the elements: The inorganic chemistry of Life. Oxford University Press, Oxford, 584 p.

Gupta, U. C. and Lipsett J. (1981). Molybdenum in soils, plants, and animals. Adv. Agron. 34: 15-73.

Güler, S. ve Çelikel, G. (1996). Azotlu gübrelerin marulda nitrat birikimine etkisi. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin.

Gümüş, B. (2021). Farklı bitki besin elementi kompozisyonlarının su kültüründe yetiştirilen marul bitkisinin gelişimi ve kime bitki besin elementi içeriğine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi,* Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı. Bursa.

Günay, A. (1993). Özel Sebze Yetiştiriciliği, Serler. Cilt II., 92 s, Ankara.

Hafner, H., Ndunguru B.J., Bationo A. and Marschner H. (1992). Effect of nitrogen, phosphorus and molybdenum application on growth and symbiotic N2-fixation of groundnut in an acid sandy soil in niger. Fertilizer Research. 31(1):69-77.

Haktanır K. ve Arcak S. (1997). Toprak Biyolojisi (Toprak ekosistemine giriş). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1486, Ders Kitabı: 447. Ankara.

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.

Hewitt, E. J. and Gundry, C. S. (1970). The molybdenum requirement of plants in relation to nitrogen supply. J. Hortic. Sci. 45: 351-358.

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.

Jacquın, F. And Papadapulos, G. (1977). Influence of nitrogen fertilizer Form on nitrate accumulation in spinach plants grown in pots. Bulletin de I' Ecole Nationale Superieure d' Adromnomie Et des Industries Alimentaires, 19(1/2): 101-104.

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 in soils and plants, 4th edn. Boca Raton, FL: CRC Press.

Kacar, B. (2019). Sürdürülebilir tarımda mikro besin maddeleri (1.baskı), Nobel Eğitim Yayıncılık Eğitim Danışmanlık, Ankara.

Kacar B. (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II, Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu:155, Ankara

Kacar, B. ve Katkat V. (2011). Temel Bitki Besleme (2.baskı), Nobel Eğitim Yayıncılık Eğitim Danışmanlık, Ankara.

Kaplan, M. and Sönmez S. (2007). An investigation of seasonal changes in nitrate contents of soils and irrigation waters in greenhouses located in Antalya-Demre region. *Asian Journal of Chemistry*, Vol. 19, No. 7, p:5639- 5646.

Karaçal, İ. ve Türetken, İ. (1992). Normal ve aşırı dozlarda azot uygulamasının marulda nitrat ve nitrit birikimine etkisi. 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. İzmir. s. 33.

Kardeş, A.T. (2012). Azotlu ve organik gübrelemenin beypazarı yöresinde yetiştirilen bazı sebzelerin nitrat kapsamına etkisi. *Yüksek Lisans Tezi,* Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ankara.

Karipçin, Z. M., Rastgeldi U. ve Pakyürek A. Y. (2012). Harran ovası koşullarında alçak tünellerde marul ve başsalata yetiştiriciliği, sıra aralığı, ekim zamanı, çeşit belirlenmesi, azot dozu ve su düzeylerinin araştırılması. *9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu*, 12-14 Eylül 2012, Konya.

Kavak, S., Bozokalfa, M. K., Uğur, A., Yağmur, B. ve Eşiyok, D. (2003). Farklı azot kaynaklarının baş salatada *(Lactuca Sativa Var. Capitata)* verim, kalite ve mineral madde miktarı üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 40(3): 33-40.

Keskin, Ezgi. (2021). Yetiştirme ortamına artan miktarda uygulanan iyot dozlarının marul ve ıspanak bitkilerinin iyot alımı ve gelişimi üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Bursa.

Köse, M.A. (2015). Humus ve humik asit uygulamalarının marulda besin elementi alımı ve verim üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, s.50, Ordu.

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.

MAFF, (1987). Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds in foods. 20 th Report of the Steering Group on Food Surveillance, Food Surveillance Paper No. 20, HMSO, London.

Marschner H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. 889 p. Academic Press, New York.

Maynard, D. N. and Barker, A. V. (1971). Critical nitrate levels for leaf lettuce, radish and spinach plants. Comm. In Soil Sci. and Plant Anal., 2(6), 461-470.

Mendel, R. and Hansch, R. (2002). Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants. J, Exp. Bot 53:1689-1698.

Mengel, K. and Kirkby, E. A. (1987). Principles of plant nutrition. *International Potash Institute.* Bern, Switzerland.

Midmore, D. J. (1993). Agronomic modification of resource use and intercrop productivity. Field Crops Research, 34, 357-380.

Mills, H. A., Barker, A. V. and Maynard, D. N. (1976). Effects of nitrapyrin on nitrate accumulation in spinach. Journal of the American Society for Horticultural Science 101: 202-204.

Mordoğan, N., Ceylan, Ş., Çakıcı, H. ve Yoldaş, F. (2001). Azotlu gübrelemenin marul bitkisindeki azot birikimine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* 38(1): 85-92.

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.

Nicolle, C., Cardinault, N., Gueux, E., Jaffrelo, L., Rock, E. and Mazur, A. (2004). health effect of vegetable-based diet: lettuce consumption improves cholesterol metabolism and antioxidant status in the rat. Clinical Nutrition, 23, 605–614.

Nicoloso, F. T. and Santos, O. S. (1990). Effects of mineral nitrogen, molybdenum and inoculation with rhizobium on common beans. Revista Do Centro De Ciencias Rurais, Universidade Federal De Santa Maria.

Odabaş, B. M. (2019). Farklı humik asit uygulama dozları ve azotlu gübrelerin marulun gelişimi ile bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu.

Okudur, E. ve Ercan, N. (2016). Farklı gübre uygulamalarının durgun su kültüründe yetiştirilen marullarda verim ve kaliteye etkileri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD*, Özel Sayı: 69-78.

Oruç, H. H. ve Ceylan, S. (2001). Bursa'da tüketilen bazı sebzelerde nitrat ve nitrit. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi,* 20(3), 17-21.

Oymak, E. (2018). Yapraktan uygulanan bazı mikro elementlerin su kültüründe yetiştirilen renkli marullarda yaprak renklenmesi ve verimlilik üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi,* Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya.

Ondes, A. D. and Zabunoğlu, S. (1991). The effects of various nitrogenous fertilizers on nitrate accumulation in vegetables. *Doğa Türk-Tarım ve Ormancılık Dergisi,* 15(2), 445-460.

Önal, M. K. ve Topcuoğlu, B. (2011). Toprağa uygulanan leonardit'in marul (*Lactuca sativa*) bitkisinde kuru madde ve mineral içerikleri üzerine etkisi. VI. Türkiye Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim 2011, Şanlıurfa.

Öner, N. (1998). Asit bir toprağa çeşitli dozlarda azot, molibden uygulamasının ve darklı zamanda hasadın kıvırcık baş salatada *(Lactuva Sativa C.)* nitrat birikimi üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi,* Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi Anabilim Dalı, Edirne.

Özdestan Ö. ve Üren A. (2010). Gıdalarda nitrat ve nitrit , Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

Özgen Ş., Şekerci Ş. ve Karabıyık T. (2011). Organik ve inorganik gübrelemenin marul ve salataların nitrat birikimi üzerine etkisi. VI. Türkiye Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim 2011, Şanlıurfa.

Parente, A., Gonnella, M., Santamaria, P., Abbate, P.L., Conversa, G. and Elia, A. (2006). Nitrogen fertilization of new cultivars of lettuce. Acta Hortic.,700:137-139.

Pierce, L. C. (1987). Vegetables: caracteristics, production and maketing, John Wiley and Sons, 433 p, USA.

Pitura, K. and Michałojć, Z. (2015). Influence of nitrogen doses on the chemical composition and proportions of nutrients in selected vegetable species. J. Elem., 20(3): 667-676. DOI: 10.5601/jelem.2015.20.1.760.

Rozek, S., Sandy, W., Leja, M. and Myczkowskı, J. (1994). Effect of fertilization with different forms of nitrogen on greenhause lettuce quality and its changes during storage. pt.2. Nitrate and Nitrite Content. Folia Horticulturae, 6(1), 53-62.

Ryder, E. J. (1979). Leafy solad vegetables. The AVI Publishing Company. Inc. ABD.

Serafini, M., Bugianesi, R., Salucci, M., Azzini, E., Raguzzini, A. and Maiani, G. (2002). Effect of acute ingestion of fresh and stored lettuce *(Lactuca Sativa)* on plasma total antioxidant capacity and antioxidant levels in human subjects. British Journal of Nutrition, 88, 615–623.

Sönmez, F. ve Çığ, A. (2006). Artan vermikompost ve azot-fosfor (NP) uygulamalarının sümbülün (*Hyacinthus orientalis L. "Purple Star"*) Co, Ni, Cd ve Mo içeriklerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*. 2019, 5(2): 362 – 371.

Şahin, Ö., Taşkı, M. B. ve Kaya, E. C. (2016). Fosfor uygulamasının marul ve soğan bitkilerinin mineral element konsantrasyonlarına etkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD* Özel Sayı 150-160.

Şimşek, O. (2019). Artan miktarlarda uygulanan demir dozlarının ıspanak bitkisinin gelişimi ve kimi besin elementi içeriğine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Bursa.

Tan, A. (2010). Türkiye gıda ve tarım bitki genetik kaynaklarının durumu. gıda ve tarım için bitki kaynaklarının muhafazası ve sürdürülebilir kullanımına ilişkin türkiye ikinci ülke raporu, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, İzmir.

Telefoncu A. (1993). Besin kimyası Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No:149 İzmir.

Turnlund, J.R. and Keyes W. R. (2000). Dietary molybdenum: effect on copper absorption, excretion, and status in young men. in: trace elements in man and animals 10 (eds. Roussel, A.M., Anderson R. A., Favier A. E) pp. 951-953 Kluwer/ Plenum, New York.

Uğur, A., Ekbiç, E., Zambi, O., Uyar, M. ve Aksoy, R. (2014). Azot ve humik asit uygulamalarının marulda verim ve kalite üzerine etkileri. 10.Sebze Tarımı Sempozyumu, 2-4 Eylül 2014. Bildiriler Kitabı: 402-407.Tekirdağ.

Uluçay Çam, D. (2018). Marulda (*Lactuca Sativa L.)* azot ve potasyum uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.

Vuralın, A. ve Müftüoğlu, N. M. (2012). Farklı dozlarda uygulanan molibdenin bakla (*Vicia faba L.)* bitkisinin azot içeriğine etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2012, 49(1): 53-62, ISSN: 1018 – 8851. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/59403.

Yağmur, B., Aydın, Ş., Çoban, H. (2005). Yapraktan potasyum nitrat (KNO_3) uygulamalarının yuvarlak çekirdeksiz (*Vitis Vinifera L.)* üzüm çeşidinde verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (36): (2005) 106-109.

Wallace, W. and Pate, J. S. (1965). Nitrate reductase in the field pea (*Pisium arvense L.).* Ann. Bot. (London) N. s.. 29, 655-671.

Zhou, Z. Y., Wang, M. J. and Wang, J. S. (2000). Nitrate and nitrite contamination in vegetables in china. Food Rev. İnt., 16(1), 61-76.

Zimner, W. and Mendel, R. (1999). Molybdenum metabolism in plants, Plant Biol. 1:160-168.