

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

TUZ STRESİ KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN MARUL VE YAPRAK
SALATADA (*Lactuca sativa*) NANOPARTİKÜLER DEMİR OKSİT, ÇİNKO
OKSİT, BAKIR OKSİT VE MAGNEZYUM OKSİT UYGULAMALARININ
AGRO-MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Sevda DURSUN

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2025

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

TUZ STRESİ KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN MARUL VE YAPRAK
SALATADA (*Lactuca sativa*) NANOPARTİKÜLER DEMİR OKSİT, ÇİNKO OKSİT,
BAKIR OKSİT VE MAGNEZYUM OKSİT UYGULAMALARININ AGRO-
MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Sevda DURSUN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Köksal DEMİR

Bu tez çalışmasında, marul ve yaprak salatada Demir Oksit (Fe_3O_4), Çinko Oksit (ZnO), Bakır Oksit (CuO) ve Magnezyum Oksit (MgO) nanopartikül uygulamalarının farklı tuz konsantrasyonlarında (50 ve 100 mM NaCl) agro-morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Tuz stresi, bitki büyümesini ve verimliliğini azaltan önemli bir abiyotik stres faktörü olup, marul gibi glikofit bitkilerde ciddi verim kayıplarına yol açmaktadır. Nano gübreler, 0.1-100 nm boyutları sayesinde besin elementlerinin kök ve yaprak yüzeyinden bitkiye alımını kolaylaştırarak stres koşullarında dayanıklılığı artırabilmektedir.

Çalışmada baş yüksekliği, yaprak sayısı, yaprak eni-boyu, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök ağırlıkları, Klorofil a ve B, karotenoid, mineral element içerikleri (Cu, Fe, Mg, Zn, Na, K, Ca), antioksidan enzim aktiviteleri (CAT, APX), MDA, toplam şeker ve C vitamini gibi 27 parametre değerlendirilmiştir. Fe-NP, Zn-NP, Cu-NP ve Mg-NP uygulamaları ile bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerde anlamlı artışlar belirlenmiştir. Bulgular, nanopartikül uygulamalarının özellikle uygun doz ve uygulama şeklinde (toprak/yaprak) tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltabildiğini ve bazı kombinasyonlarda verim ve kaliteyi artırabileceğini göstermiştir. Sonuçlar, nanopartiküler gübrelerin marul ve yaprak salata yetiştiriciliğinde sürdürülebilir ve etkili bir yöntem olabileceğini ortaya koymuştur.

Eylül 2025, 344 sayfa

Anahtar Kelimeler: Marul, Yaprak Salata, Tuz Stresi, Fe-NP, Zn-NP, Cu-NP, Mg-NP

ABSTRACT

PhD Thesis

DETERMINATION OF AGRO-MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL
EFFECTS OF NANOPARTICLE IRON OXIDE, ZINC OXIDE, COPPER OXIDE,
AND MAGNESIUM OXIDE APPLICATIONS ON LETTUCE AND LEAF
LETTUCE (*Lactuca sativa*) GROWN UNDER SALT STRESS CONDITIONS
Sevda DURSUN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Köksal DEMİR

In this thesis study, the effects of Iron Oxide (Fe₃O₄), Zinc Oxide (ZnO), Copper Oxide (CuO), and Magnesium Oxide (MgO) nanoparticle applications on agro-morphological, physiological, and biochemical parameters under different salt concentrations (50 and 100 mM NaCl) were investigated in lettuce and leaf lettuce. Salt stress is a major abiotic factor that reduces plant growth and productivity, causing significant yield losses in glycophytic plants such as lettuce. Nanofertilizers, with particle sizes ranging from 0.1 to 100 nm, can facilitate the uptake of nutrients through root and leaf surfaces, thereby enhancing tolerance under stress conditions.

In the study, 27 parameters, including head height, number of leaves, leaf width and length, fresh and dry plant weight, root weights, chlorophyll A and B, carotenoids, mineral element contents (Cu, Fe, Mg, Zn, Na, K, Ca), antioxidant enzyme activities (CAT, APX), MDA, total sugar, and vitamin C were evaluated. Applications of Fe-NP, Zn-NP, Cu-NP, and Mg-NP resulted in significant increases in certain morphological, physiological, and biochemical parameters. The findings demonstrated that nanoparticle applications, especially at appropriate doses and application methods (soil/foliar), could mitigate the adverse effects of salt stress and, in some combinations, enhance yield and quality. The results suggest that nanoparticulate fertilizers could be a sustainable and effective method for lettuce and leaf lettuce cultivation.

September 2025, 344 pages

Keywords: Lettuce, Leaf Lettuce, Salt Stress, Fe-NP, Zn-NP, Cu-NP, Mg-NP

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sürecinde bana yol gösteren, bilgi ve tecrübesi ile katkılarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Köksal DEMİR’e teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmama katkıda bulunan jüri üyeleri; Sayın Prof. Dr. Gölge SARIKAMIŞ, Sayın Prof. Dr. İbrahim DEMİR, Sayın Doç. Dr. Hakan BAŞAK ve Sayın Doç. Dr. Harun ÖZER’ e teşekkür ederim.

Sera ve laboratuvar çalışmalarımda her zaman yanımda olan Sayın Prof. Dr. Ertuğrul FİLİZ, Sayın Öğr. Gör. Dr. Selma DEVRİM ve Sayın Öğr. Gör. Gürkan EFE’ ye sabır ve destekleri için teşekkür ederim.

Tecrübeleri benimle paylaşan ve desteklerini esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Dr. Gamze ÇAKIRER SEYREK’ e teşekkür ederim.

“Seni yarı yolda bırakmam” diyerek yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Fırat KURT’ a çok teşekkür ederim.

Düzce Üniversitesi Çilimli Meslek Yüksekokulu Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı öğrencilerine teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca bana destek olan babam İslam DURSUN, annem Çiçek DURSUN, abim Murat DURSUN ve ablam Neslihan DEMİR’e teşekkür ederim.

Sevda DURSUN
Ankara, Eylül 2025

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 Bitkilerde Tuz Stresi	5
2.2 Bitkilerde Nanopartikül Etkileri	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
3.1 Materyal	13
3.2 Yöntem	13
3.2.1 Nanopartikül uygulaması	13
3.2.2 Tuz uygulaması	14
3.2.3 Bitkilerde yapılan ölçüm ve analizler	15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	24
4.1 Yedikule ve Kıvrıcık'ta Nanopartiküler Demir Oksit Uygulamaları	24
4.1.1 Baş yüksekliği	24
4.1.2 Kök boyu	27
4.1.3 Kök yaş ağırlık	28
4.1.4 Kök kuru ağırlık.....	29
4.1.5 Bitki yaş ağırlık	29
4.1.6 Bitki kuru ağırlık	34
4.1.7 Yaprak oransal su içeriği	38
4.1.8 Yaprak sayısı	41
4.1.9 Atılan yaprak sayısı	43
4.1.10 Yaprak eni	45
4.1.11 Yaprak boyu	49
4.1.12 Klorofil a	52
4.1.13 Klorofil b	54
4.1.14 Karotenoit	58
4.1.15 Cu.....	61
4.1.16 Fe.....	64
4.1.17 Mg.....	67
4.1.18 Zn.....	71
4.1.19 Na.....	74
4.1.20 K.....	77
4.1.21 Ca.....	80
4.1.22 MDA	84
4.1.23 Protein	87
4.1.24 APX	90

4.1.25 CAT	93
4.1.26 Toplam şeker	96
4.1.27 C vitamini.....	99
4.2 Yedikule ve Kıvırcık'ta Nanopartiküler Çinko Oksit Uygulamaları.....	102
4.2.1 Baş yüksekliği	102
4.2.2 Kök boyu	104
4.2.3 Kök yaş ağırlık	104
4.2.4 Kök kuru ağırlık.....	105
4.2.5 Bitki yaş ağırlık	106
4.2.6 Bitki kuru ağırlık	109
4.2.7 Yaprak oransal su içeriği	112
4.2.8 Yaprak sayısı	115
4.2.9 Atılan yaprak sayısı	117
4.2.10 Yaprak eni	119
4.2.11 Yaprak boyu	123
4.2.12 Klorofil a	126
4.2.13 Klorofil b	129
4.2.14 Karotenoit	132
4.2.15 Cu.....	136
4.2.16 Fe.....	139
4.2.17 Mg	142
4.2.18 Zn.....	145
4.2.19 Na.....	148
4.2.20 K.....	151
4.2.21 Ca.....	154
4.2.22 MDA	157
4.2.23 Protein	161
4.2.24 APX	164
4.2.25 CAT	167
4.2.26 Toplam şeker	170
4.2.27 C vitamini.....	173
4.3 Yedikule ve Kıvırcık'ta Nanopartiküler Bakır Oksit Uygulamaları	174
4.3.1 Baş yüksekliği	174
4.3.2 Kök boyu	178
4.3.3 Kök yaş ağırlık	178
4.3.4 Kök kuru ağırlık.....	179
4.3.5 Bitki yaş ağırlığı	180
4.3.6 Bitki kuru ağırlık	185
4.3.7 Yaprak oransal su içeriği	188
4.3.8 Yaprak sayısı	192
4.3.9 Atılan yaprak sayısı	194
4.3.10 Yaprak eni	196
4.3.11 Yaprak boyu	200
4.3.12 Klorofil a	203
4.3.13 Klorofil b	206
4.3.14 Karotenoit	209
4.3.15 Cu.....	211
4.3.16 Fe.....	215

4.3.17 Mg.....	218
4.3.18 Zn.....	221
4.3.19 Na.....	224
4.3.20 K.....	227
4.3.21 Ca.....	230
4.3.22 MDA	234
4.3.23 Protein	238
4.3.24 APX	242
4.3.25 CAT	245
4.3.26 Toplam şeker	248
4.3.27 C vitamini.....	251
4.4 Yedikule ve Kıvrıcık'ta Nanopartiküler Magnezyum Oksit Uygulamaları	253
4.4.1 Baş yüksekliği	253
4.4.2 Kök boyu	256
4.4.3 Kök yaş ağırlık	258
4.4.4 Kök kuru ağırlık.....	259
4.4.5 Bitki yaş ağırlık	260
4.4.6 Bitki kuru ağırlık	263
4.4.7 Yaprak oransal su içeriği	266
4.4.8 Yaprak sayısı	269
4.4.9 Atılan yaprak sayısı	270
4.4.10 Yaprak eni	272
4.4.11 Yaprak boyu	275
4.4.12 Klorofil a	279
4.4.13 Klorofil b.....	281
4.4.14 Karotenoit	284
4.4.15 Cu.....	286
4.4.16 Fe.....	289
4.4.17 Mg.....	292
4.4.18 Zn.....	294
4.4.19 Na.....	297
4.4.20 K.....	300
4.4.21 Ca.....	303
4.4.22 MDA	306
4.4.23 Protein	309
4.4.24 APX	312
4.4.25 CAT	314
4.4.26 Toplam şeker	317
4.4.27 C vitamini.....	320
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	321
5.1 Büyüme, Biyokütle ve C vitamini Parametrelerinin Değerlendirilmesi	321
5.2 Klorofil ve Karotenoit Miktarlarının Değerlendirilmesi	324
5.3 Antioksidant Enzim Aktivitelerinin Değerlendirilmesi.....	325
5.4 Oksidatif Stres Parametrelerinin Değerlendirilmesi	327
5.5 Metalik Katyon Birikimi	330
KAYNAKLAR	337
ÖZGEÇMİŞ.....	344

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
Cm	Santimetre
Cu	Bakır
CuO	Bakır oksit
EU/mL	Enzim ünitesi/ mililitre
Fe	Demir
Fe ₃ O ₄	Demir oksit
G	Gram
HNO ₃	Nitrik asit
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
MgO	Magnezyum oksit
ml	Mililitre
mM	Milimolar
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
NaClO	Sodyum hipoklorit
Nm	Nanometre
Ppm	Milyonda bir birim
Zn	Çinko
ZnO	Çinko oksit

Kısaltmalar

APX	Askorbat Peroksidaz
BSA	Bovin serum albümin
Cu-NP	Nanopartiküler bakır oksit
Ekv	Ekivalent
Fe-NP	Nanopartiküler demir oksit
MDA	Malondialdehit
Mg-NP	Nanopartiküler magnezyum oksit
NP	Nanopartikül
T	Topraktan yapılan uygulama
Y	Yapraktan yapılan uygulama
Zn-NP	Nanopartiküler çinko oksit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Nanopartiküllerin uygulanışı	14
Şekil 3.2 Bitki yüksekliği ölçümü	15
Şekil 3.3 Bitki örneklerinin kuru ağırlıklarının belirlenmesi	16
Şekil 3.4 Kök yaş ağırlıklarının belirlenmesi	17
Şekil 3.5 Kök yaş ağırlıklarının belirlenmesi	17
Şekil 3.6 Bitki örneklerinin turgor ağırlıklarının belirlenmesi	18
Şekil 3.7 C vitamini tayini aşamaları	19
Şekil 3.8 Bitki ekstresi aşamaları	20
Şekil 3.9 MDA tayini için bitki ekstraksiyonu	21
Şekil 4.1 Fe-NP'nin Yedikule'de (Manto) baş yüksekliği üzerine etkileri	26
Şekil 4.2 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta (Fiyonk) baş yüksekliği üzerine etkileri	27
Şekil 4.3 Fe-NP'nin Yedikule'de bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri	31
Şekil 4.4 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri	32
Şekil 4.5 Fe-NP'nin Yedikule'de bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri	35
Şekil 4.6 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri	36
Şekil 4.7 Fe-NP'nin Yedikule'de yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri	39
Şekil 4.8 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri	40
Şekil 4.9 Farklı tuz konsantrasyonlarında Fe-NP'nin yaprak sayısı üzerine etkileri	42
Şekil 4.10 Farklı Fe-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak sayısı üzerine etkileri	43
Şekil 4.11 Fe-NP'nin Yedikule'de atılan yaprak sayısı üzerine etkileri	45
Şekil 4.12 Fe-NP'nin Yedikule'de yaprak eni üzerine etkileri	47
Şekil 4.13 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta yaprak eni üzerine etkileri	48
Şekil 4.14 Fe-NP'nin Yedikule'de yaprak boyu üzerine etkileri	51
Şekil 4.15 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta yaprak boyu üzerine etkileri	52
Şekil 4.16 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta Klorofil a miktarı üzerine etkileri	53
Şekil 4.17 Fe-NP'nin Yedikule'de Klorofil b miktarı üzerine etkileri	56
Şekil 4.18 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta Klorofil b miktarı üzerine etkileri	57
Şekil 4.19 Fe-NP'nin Yedikule'de Karotenoit miktarı üzerine etkileri	59
Şekil 4.20 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta Karotenoit miktarı üzerine etkileri	60
Şekil 4.21 Fe-NP'nin Yedikule'de Cu miktarı üzerine etkileri	63
Şekil 4.22 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta Cu miktarı üzerine etkileri	63
Şekil 4.23 Fe-NP'nin Yedikule'de Fe miktarı üzerine etkileri	66
Şekil 4.24 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta Fe miktarı üzerine etkileri	66
Şekil 4.25 Fe-NP'nin Yedikule'de Mg miktarı üzerine etkileri	69
Şekil 4.26 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta Mg miktarı üzerine etkileri	70
Şekil 4.27 Fe-NP'nin Yedikule'de Zn miktarı üzerine etkileri	72
Şekil 4.28 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta Zn miktarı üzerine etkileri	73
Şekil 4.29 Fe-NP'nin Yedikule'de Na miktarı üzerine etkileri	75
Şekil 4.30 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta Na miktarı üzerine etkileri	76
Şekil 4.31 Fe-NP'nin Yedikule'de K miktarı üzerine etkileri	79
Şekil 4.32 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta K miktarı üzerine etkileri	79
Şekil 4.33 Fe-NP'nin Yedikule'de Ca miktarı üzerine etkileri	82
Şekil 4.34 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta Ca miktarı üzerine etkileri	83
Şekil 4.35 Fe-NP'nin Yedikule'de MDA miktarı üzerine etkileri	85
Şekil 4.36 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta MDA miktarı üzerine etkileri	86

Şekil 4.37 Fe-NP'nin Yedikule'de protein miktarı üzerine etkileri	88
Şekil 4.38 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta protein miktarı üzerine etkileri	89
Şekil 4.39 Fe-NP'nin Yedikule'de APX miktarı üzerine etkileri	91
Şekil 4.40 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta APX miktarı üzerine etkileri	92
Şekil 4.41 Fe-NP'nin Yedikule'de CAT miktarı üzerine etkileri	94
Şekil 4.42 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta CAT miktarı üzerine etkileri	95
Şekil 4.43 Fe-NP'nin Yedikule'de toplam şeker miktarı üzerine etkileri.....	97
Şekil 4.44 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta toplam şeker miktarı üzerine etkileri.....	98
Şekil 4.45 Fe-NP'nin Yedikule'de C vitamini miktarı üzerine etkileri	100
Şekil 4.46 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta C vitamini miktarı üzerine etkileri	101
Şekil 4.47 Zn-NP'nin Yedikule'de baş yüksekliği üzerine etkileri	103
Şekil 4.48 Zn-NP'nin Yedikule'de bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri	107
Şekil 4.49 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri	108
Şekil 4.50 Zn-NP'nin Yedikule'de bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri	110
Şekil 4.51 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri	111
Şekil 4.52 Zn-NP'nin Yedikule'de yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri	113
Şekil 4.53 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri	114
Şekil 4.54 Zn-NP'nin Yedikule'de yaprak sayısı üzerine etkileri	116
Şekil 4.55 Yedikule'de farklı tuz konsantrasyonlarında Zn-NP dozlarının atılan yaprak sayısı üzerine etkileri.....	118
Şekil 4.56 Kıvrıcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri.....	119
Şekil 4.57 Zn-NP'nin Yedikule'de yaprak eni üzerine etkileri.....	121
Şekil 4.58 Kıvrıcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri.....	122
Şekil 4.59 Kıvrıcık'ta farklı tuz konsantrasyonlarında Zn-NP dozlarının yaprak eni üzerine etkileri.....	123
Şekil 4.60 Zn-NP'nin Yedikule'de yaprak boyu üzerine etkileri	125
Şekil 4.61 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta yaprak boyu üzerine etkileri.....	125
Şekil 4.62 Zn-NP'nin Yedikule'de Klorofil a miktarı üzerine etkileri	128
Şekil 4.63 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta Klorofil a miktarı üzerine etkileri	128
Şekil 4.64 Zn-NP'nin Yedikule'de Klorofil b miktarı üzerine etkileri.....	131
Şekil 4.65 Kıvrıcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin Klorofil b miktarı üzerine etkileri.....	132
Şekil 4.66 Zn-NP'nin Yedikule'de karotenoit miktarı üzerine etkileri.....	134
Şekil 4.67 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta karotenoit miktarı üzerine etkileri.....	135
Şekil 4.68 Zn-NP'nin Yedikule'de Cu miktarı üzerine etkileri	137
Şekil 4.69 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta Cu miktarı üzerine etkileri	138
Şekil 4.70 Zn-NP'nin Yedikule'de Fe miktarı üzerine etkileri.....	140
Şekil 4.71 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta Fe miktarı üzerine etkileri	141
Şekil 4.72 Zn-NP'nin Yedikule'de Mg miktarı üzerine etkileri	143
Şekil 4.73 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta Mg miktarı üzerine etkileri	144
Şekil 4.74 Zn-NP'nin Yedikule'de Zn miktarı üzerine etkileri	146
Şekil 4.75 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta Zn miktarı üzerine etkileri	147
Şekil 4.76 Zn-NP'nin Yedikule'de Na miktarı üzerine etkileri	149
Şekil 4.77 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta Na miktarı üzerine etkileri	150
Şekil 4.78 Zn-NP'nin Yedikule'de K miktarı üzerine etkileri.....	152
Şekil 4.79 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta K miktarı üzerine etkileri	153

Şekil 4.80 Zn-NP'nin Yedikule'de Ca miktarı üzerine etkileri	156
Şekil 4.81 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta Ca miktarı üzerine etkileri	156
Şekil 4.82 Zn-NP'nin Yedikule'de MDA miktarı üzerine etkileri	159
Şekil 4.83 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta MDA miktarı üzerine etkileri	160
Şekil 4.84 Zn-NP'nin Yedikule'de protein miktarı üzerine etkileri	162
Şekil 4.85 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta protein miktarı üzerine etkileri	163
Şekil 4.86 Zn-NP'nin Yedikule'de APX miktarı üzerine etkileri	165
Şekil 4.87 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta APX miktarı üzerine etkileri	166
Şekil 4.88 Zn-NP'nin Yedikule'de CAT miktarı üzerine etkileri	168
Şekil 4.89 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta CAT miktarı üzerine etkileri	169
Şekil 4.90 Zn-NP'nin Yedikule'de toplam şeker miktarı üzerine etkileri	171
Şekil 4.91 Zn-NP'nin Kıvrıcık'ta toplam şeker miktarı üzerine etkileri	172
Şekil 4.92 Zn-NP'nin Yedikule'de C vitamini miktarı üzerine etkileri	174
Şekil 4.93 Cu-NP'nin Yedikule'de baş yüksekliği üzerine etkileri	176
Şekil 4.94 Cu-NP'nin Kıvrıcık'ta baş yüksekliği üzerine etkileri	176
Şekil 4.95 Yedikule'de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP'nin kök kuru ağırlığı üzerine etkileri	180
Şekil 4.96 Cu-NP'nin Yedikule'de bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri	182
Şekil 4.97 Cu-NP'nin Kıvrıcık'ta bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri	183
Şekil 4.98 Cu-NP'nin Yedikule'de bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri	186
Şekil 4.99 Kıvrıcık'ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri	187
Şekil 4.100 Cu-NP'nin Yedikule'de yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri	190
Şekil 4.101 Cu-NP'nin Kıvrıcık'ta yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri	190
Şekil 4.102 Cu-NP'nin Yedikule'de yaprak sayısı üzerine etkileri	193
Şekil 4.103 Yedikule'de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP'nin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri	194
Şekil 4.104 Kıvrıcık'ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri	195
Şekil 4.105 Cu-NP'nin Yedikule'de yaprak eni üzerine etkileri	198
Şekil 4.106 Cu-NP'nin Kıvrıcık'ta yaprak eni üzerine etkileri	198
Şekil 4.107 Cu-NP'nin Yedikule'de yaprak boyu üzerine etkileri	201
Şekil 4.108 Kıvrıcık'ta farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının yaprak boyu üzerine etkileri	202
Şekil 4.109 Cu-NP'nin Yedikule'de Klorofil a miktarı üzerine etkileri	205
Şekil 4.110 Kıvrıcık'ta farklı Cu-NP dozlarına uygulama şeklinin Klorofil a miktarı üzerine etkileri	206
Şekil 4.111 Cu-NP'nin Yedikule'de Klorofil b miktarı üzerine etkileri	207
Şekil 4.112 Cu-NP'nin Kıvrıcık'ta Klorofil b miktarı üzerine etkileri	208
Şekil 4.113 Cu-NP'nin Yedikule'de karotenoit miktarı üzerine etkileri	210
Şekil 4.114 Cu-NP'nin Kıvrıcık'ta karotenoit miktarı üzerine etkileri	211
Şekil 4.115 Cu-NP'nin Yedikule'de Cu miktarı üzerine etkileri	213
Şekil 4.116 Cu-NP'nin Kıvrıcık'ta Cu miktarı üzerine etkileri	214
Şekil 4.117 Cu-NP'nin Yedikule'de Fe miktarı üzerine etkileri	216
Şekil 4.118 Cu-NP'nin Kıvrıcık'ta Fe miktarı üzerine etkileri	217
Şekil 4.119 Cu-NP'nin Yedikule'de Mg miktarı üzerine etkileri	219
Şekil 4.120 Cu-NP'nin Yedikule'de Mg miktarı üzerine etkileri	220
Şekil 4.121 Cu-NP'nin Yedikule'de Zn miktarı üzerine etkileri	222

Şekil 4.122 Cu-NP'nin Kıvırcık'ta Zn miktarı üzerine etkileri	223
Şekil 4.123 Cu-NP'nin Yedikule'de Na miktarı üzerine etkileri	225
Şekil 4.124 Cu-NP'nin Kıvırcık'ta Na miktarı üzerine etkileri	226
Şekil 4.125 Cu-NP'nin Yedikule'de K miktarı üzerine etkileri	229
Şekil 4.126 Cu-NP'nin Kıvırcık'ta K miktarı üzerine etkileri	229
Şekil 4.127 Cu-NP'nin Yedikule'de Ca miktarı üzerine etkileri	232
Şekil 4.128 Cu-NP'nin Kıvırcık'ta Ca miktarı üzerine etkileri	233
Şekil 4.129 Yedikule'de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının MDA miktarı üzerine etkileri	235
Şekil 4.130 Yedikule'de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin MDA miktarı üzerine etkileri	236
Şekil 4.131 Cu-NP'nin Kıvırcık'ta MDA miktarı üzerine etkileri	238
Şekil 4.132 Yedikule'de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının protein miktarı üzerine etkileri	239
Şekil 4.133 Yedikule'de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin protein miktarı üzerine etkileri	240
Şekil 4.134 Kıvırcık'ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin protein miktarı üzerine etkileri	242
Şekil 4.135 Cu-NP'nin Yedikule'de APX miktarı üzerine etkileri	244
Şekil 4.136 Kıvırcık'ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin APX miktarı üzerine etkileri	245
Şekil 4.137 Cu-NP'nin Yedikule'de CAT miktarı üzerine etkileri	247
Şekil 4.138 Cu-NP'nin Kıvırcık'ta CAT miktarı üzerine etkileri	247
Şekil 4.139 Cu-NP'nin Yedikule'de toplam şeker miktarı üzerine etkileri	250
Şekil 4.140 Cu-NP'nin Kıvırcık'ta toplam şeker miktarı üzerine etkileri	250
Şekil 4.141 Farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP'nin Yedikule'de C vitamini miktarı üzerine etkileri	252
Şekil 4.142 Yedikule'de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin C vitamini miktarı üzerine etkileri	253
Şekil 4.143 Mg-NP'nin Yedikule'de baş yüksekliği üzerine etkileri	255
Şekil 4.144 Mg-NP'nin Kıvırcık'ta baş yüksekliği üzerine etkileri	255
Şekil 4.145 Mg-NP'nin Kıvırcık'ta kök boyu üzerine etkileri	257
Şekil 4.146 Mg-NP'nin Yedikule'de bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri	261
Şekil 4.147 Mg-NP'nin Kıvırcık'ta bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri	262
Şekil 4.148 Mg-NP'nin Yedikule'de bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri	264
Şekil 4.149 Mg-NP'nin Kıvırcık'ta bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri	265
Şekil 4.150 Mg-NP'nin Yedikule'de yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri	267
Şekil 4.151 Mg-NP'nin Kıvırcık'ta yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri	268
Şekil 4.152 Mg-NP'nin Kıvırcık'ta yaprak sayısı üzerine etkileri	270
Şekil 4.153 Farklı tuz konsantrasyonlarında Mg-NP'nin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri	272
Şekil 4.154 Yedikule'de farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri	273
Şekil 4.155 Kıvırcık'ta farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri	274
Şekil 4.156 Kıvırcık'ta farklı tuz konsantrasyonlarında Mg-NP'nin yaprak eni üzerine etkileri	275
Şekil 4.157 Mg-NP'nin Kıvırcık'ta yaprak boyu üzerine etkileri	277

Şekil 4.158 Farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak boyu üzerine etkileri.....	278
Şekil 4.159 Mg-NP'nin Yedikule'de Klorofil a miktarı üzerine etkileri	280
Şekil 4.160 Mg-NP'nin Yedikule'de Klorofil b miktarı üzerine etkileri	282
Şekil 4.161 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta Klorofil b miktarı üzerine etkileri	283
Şekil 4.162 Mg-NP'nin Yedikule'de karotenoit miktarı üzerine etkileri	285
Şekil 4.163 Mg-NP'nin Yedikule'de Cu miktarı üzerine etkileri	287
Şekil 4.164 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta Cu miktarı üzerine etkileri	288
Şekil 4.165 Mg-NP'nin Yedikule'de Fe miktarı üzerine etkileri.....	290
Şekil 4.166 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta Fe miktarı üzerine etkileri	291
Şekil 4.167 Mg-NP'nin Yedikule'de Mg miktarı üzerine etkileri	293
Şekil 4.168 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta Mg miktarı üzerine etkileri	293
Şekil 4.169 Mg-NP'nin Yedikule'de Zn miktarı üzerine etkileri	296
Şekil 4.170 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta Zn miktarı üzerine etkileri	296
Şekil 4.171 Mg-NP'nin Yedikule'de Na miktarı üzerine etkileri	298
Şekil 4.172 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta Na miktarı üzerine etkileri	299
Şekil 4.173 Mg-NP'nin Yedikule'de K miktarı üzerine etkileri.....	302
Şekil 4.174 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta K miktarı üzerine etkileri	302
Şekil 4.175 Mg-NP'nin Yedikule'de Ca miktarı üzerine etkileri	305
Şekil 4.176 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta Ca miktarı üzerine etkileri	305
Şekil 4.177 Mg-NP'nin Yedikule'de MDA miktarı üzerine etkileri	308
Şekil 4.178 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta MDA miktarı üzerine etkileri.....	308
Şekil 4.179 Mg-NP'nin Yedikule'de protein miktarı üzerine etkileri	311
Şekil 4.180 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta protein miktarı üzerine etkileri	311
Şekil 4.181 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta APX miktarı üzerine etkileri.....	313
Şekil 4.182 Mg-NP'nin Yedikule'de CAT miktarı üzerine etkileri.....	316
Şekil 4.183 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta CAT miktarı üzerine etkileri.....	316
Şekil 4.184 Mg-NP'nin Yedikule'de toplam şeker miktarı üzerine etkileri	319
Şekil 4.185 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta toplam şeker miktarı üzerine etkileri	319

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Dünya salata ve marul üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (ton) (FAO 2024)	1
Çizelge 1.2 Türkiye salata ve marul üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (ton) (TÜİK 2024).....	2
Çizelge 3.1 Deneme planı	15
Çizelge 4.1 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) baş yüksekliği üzerine etkileri.....	25
Çizelge 4.2 Farklı tuz konsantrasyonlarında Fe-NP'nin baş yüksekliği üzerine etkileri	27
Çizelge 4.3 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök boyu üzerine etkileri.....	28
Çizelge 4.4 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök yaş ağırlığı üzerine etkileri.....	28
Çizelge 4.5 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök kuru ağırlığı üzerine etkileri.....	29
Çizelge 4.6 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri.....	31
Çizelge 4.7 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri.....	35
Çizelge 4.8 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri.....	39
Çizelge 4.9 Farklı tuz konsantrasyonlarında Fe-NP'nin yaprak sayısı üzerine etkileri ..	42
Çizelge 4.10 Farklı Fe-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak sayısı üzerine etkileri	43
Çizelge 4.11 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) atılan yaprak sayısı üzerine etkileri.....	44
Çizelge 4.12 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) yaprak eni üzerine etkileri.....	47
Çizelge 4.13 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) yaprak boyu üzerine etkileri.....	50
Çizelge 4.14 Farklı tuz konsantrasyonlarında Fe-NP'nin yaprak boyu üzerine etkileri .	51
Çizelge 4.15 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Klorofil a miktarı üzerine etkileri.....	52
Çizelge 4.16 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Klorofil b miktarı üzerine etkileri.....	56
Çizelge 4.17 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Karotenoit miktarı üzerine etkileri.....	59
Çizelge 4.18 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Cu miktarı üzerine etkileri.....	62
Çizelge 4.19 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Fe miktarı üzerine etkileri.....	65
Çizelge 4.20 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Mg miktarı üzerine etkileri.....	69
Çizelge 4.21 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Zn miktarı üzerine etkileri.....	72
Çizelge 4.22 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Na miktarı üzerine etkileri.....	75

Çizelge 4.23 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) K miktarı üzerine etkileri	78
Çizelge 4.24 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Ca miktarı üzerine etkileri	82
Çizelge 4.25 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) MDA miktarı üzerine etkileri	85
Çizelge 4.26 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) protein miktarı üzerine etkileri	88
Çizelge 4.27 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) APX miktarı üzerine etkileri	91
Çizelge 4.28 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) CAT miktarı üzerine etkileri	94
Çizelge 4.29 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) toplam şeker miktarı üzerine etkileri	97
Çizelge 4.30 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) C vitamini miktarı üzerine etkileri	100
Çizelge 4.31 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) baş yüksekliği üzerine etkileri	103
Çizelge 4.32 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök boyu üzerine etkileri	104
Çizelge 4.33 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök yaş ağırlığı üzerine etkileri	105
Çizelge 4.34 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök kuru ağırlığı üzerine etkileri	105
Çizelge 4.35 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri	107
Çizelge 4.36 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri	110
Çizelge 4.37 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri	113
Çizelge 4.38 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) yaprak sayısı üzerine etkileri	116
Çizelge 4.39 Yedikule'de farklı tuz konsantrasyonlarında Zn-NP dozlarının atılan yaprak sayısı üzerine etkileri	118
Çizelge 4.40 Kıvırcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri	119
Çizelge 4.41 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) yaprak eni üzerine etkileri	120
Çizelge 4.42 Kıvırcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri	122
Çizelge 4.43 Kıvırcık'ta farklı tuz konsantrasyonlarında Zn-NP dozlarının yaprak eni üzerine etkileri	123
Çizelge 4.44 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) yaprak boyu üzerine etkileri	124
Çizelge 4.45 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Klorofil a miktarı üzerine etkileri	127
Çizelge 4.46 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Klorofil b miktarı üzerine etkileri	130

Çizelge 4.47 Kıvırcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin Klorofil b miktarı üzerine etkileri.....	132
Çizelge 4.48 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Karotenoit miktarı üzerine etkileri.....	134
Çizelge 4.49 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Cu miktarı üzerine etkileri	137
Çizelge 4.50 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Fe miktarı üzerine etkileri	140
Çizelge 4.51 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Mg miktarı üzerine etkileri	143
Çizelge 4.52 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Zn miktarı üzerine etkileri	146
Çizelge 4.53 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Na miktarı üzerine etkileri	149
Çizelge 4.54 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) K miktarı üzerine etkileri	152
Çizelge 4.55 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Ca miktarı üzerine etkileri	155
Çizelge 4.56 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) MDA miktarı üzerine etkileri	159
Çizelge 4.57 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) protein miktarı üzerine etkileri	162
Çizelge 4.58 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) APX miktarı üzerine etkileri	165
Çizelge 4.59 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) CAT miktarı üzerine etkileri	168
Çizelge 4.60 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) toplam şeker miktarı üzerine etkileri.....	171
Çizelge 4.61 Zn-NP'nin Yedikule'de C vitamini miktarı üzerine etkileri.....	173
Çizelge 4.62 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) baş yüksekliği üzerine etkileri	175
Çizelge 4.63 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök boyu üzerine etkileri kök boyu	178
Çizelge 4.64 Farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP'nin kök yaş ağırlığı üzerine etkileri	179
Çizelge 4.65 Farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP'nin kök kuru ağırlığı üzerine etkileri	180
Çizelge 4.66 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri	182
Çizelge 4.67 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri	186
Çizelge 4.68 Kıvırcık'ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri.....	187
Çizelge 4.69 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri	189
Çizelge 4.70 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) yaprak sayısı üzerine etkileri	193

Çizelge 4.71 Yedikule’de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP’nin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri	194
Çizelge 4.72 Kivircık’ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri	195
Çizelge 4.73 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) yaprak eni üzerine etkileri	197
Çizelge 4.74 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) yaprak boyu üzerine etkileri	201
Çizelge 4.75 Kivircık’ta farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının yaprak boyu üzerine etkileri	202
Çizelge 4.76 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) Klorofil a miktarı üzerine etkileri.....	204
Çizelge 4.77 Kivircık’ta farklı Cu-NP dozlarına uygulama şeklinin Klorofil a miktarı üzerine etkileri.....	205
Çizelge 4.78 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) Klorofil b miktarı üzerine etkileri.....	207
Çizelge 4.79 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) karotenoid miktarı üzerine etkileri.....	210
Çizelge 4.80 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) Cu miktarı üzerine etkileri	213
Çizelge 4.81 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) Fe miktarı üzerine etkileri	216
Çizelge 4.82 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) Mg miktarı üzerine etkileri	219
Çizelge 4.83 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) Zn miktarı üzerine etkileri	222
Çizelge 4.84 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) Na miktarı üzerine etkileri	225
Çizelge 4.85 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) K miktarı üzerine etkileri	228
Çizelge 4.86 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) Ca miktarı üzerine etkileri	232
Çizelge 4.87 Yedikule’de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının MDA miktarı üzerine etkileri.....	235
Çizelge 4.88 Yedikule’de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin MDA miktarı üzerine etkileri	236
Çizelge 4.89 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) MDA miktarı üzerine etkileri	238
Çizelge 4.90 Yedikule’de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının protein miktarı üzerine etkileri.....	239
Çizelge 4.91 Yedikule’de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin protein miktarı üzerine etkileri	240
Çizelge 4.92 Kivircık’ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin protein miktarı üzerine etkileri	241
Çizelge 4.93 Cu-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kivircık’ta (Fiyonk) APX miktarı üzerine etkileri	243
Çizelge 4.94 Kivircık’ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin APX miktarı üzerine etkileri	245

Çizelge 4.95 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) CAT miktarı üzerine etkileri	246
Çizelge 4.96 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) toplam şeker miktarı üzerine etkileri	249
Çizelge 4.97 Farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP'nin Yedikule'de C vitamini miktarı üzerine etkileri	251
Çizelge 4.98 Yedikule'de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin C vitamini miktarı üzerine etkileri	252
Çizelge 4.99 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) baş yüksekliği üzerine etkileri	254
Çizelge 4.100 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) kök boyu üzerine etkileri	257
Çizelge 4.101 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) kök yaş ağırlığı üzerine etkileri	259
Çizelge 4.102 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) kök kuru ağırlığı üzerine etkileri	259
Çizelge 4.103 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri	261
Çizelge 4.104 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri	264
Çizelge 4.105 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri	267
Çizelge 4.106 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) yaprak sayısı üzerine etkileri	269
Çizelge 4.107 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) atılan yaprak sayısı üzerine etkileri	271
Çizelge 4.108 Farklı tuz konsantrasyonlarında Mg-NP'nin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri	271
Çizelge 4.109 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) yaprak eni üzerine etkileri	272
Çizelge 4.110 Yedikule'de farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri	273
Çizelge 4.111 Kivircik'ta farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri	274
Çizelge 4.112 Kivircik'ta farklı tuz konsantrasyonlarında Mg-NP'nin yaprak eni üzerine etkileri	275
Çizelge 4.113 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) yaprak boyu üzerine etkileri	277
Çizelge 4.114 Farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak boyu üzerine etkileri	278
Çizelge 4.115 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) Klorofil a miktarı üzerine etkileri	280
Çizelge 4.116 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) Klorofil b miktarı üzerine etkileri	282
Çizelge 4.117 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) karotenoid miktarı üzerine etkileri	285
Çizelge 4.118 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) Cu miktarı üzerine etkileri	287

Çizelge 4.119 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kızırcık'ta (Fiyonk) Fe miktarı üzerine etkileri	290
Çizelge 4.120 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kızırcık'ta (Fiyonk) Mg miktarı üzerine etkileri	292
Çizelge 4.121 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kızırcık'ta (Fiyonk) Zn miktarı üzerine etkileri	295
Çizelge 4.122 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kızırcık'ta (Fiyonk) Na miktarı üzerine etkileri	298
Çizelge 4.123 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kızırcık'ta (Fiyonk) K miktarı üzerine etkileri	301
Çizelge 4.124 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kızırcık'ta (Fiyonk) Ca miktarı üzerine etkileri	304
Çizelge 4.125 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kızırcık'ta (Fiyonk) MDA miktarı üzerine etkileri	307
Çizelge 4.126 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kızırcık'ta (Fiyonk) protein miktarı üzerine etkileri	310
Çizelge 4.127 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kızırcık'ta (Fiyonk) APX miktarı üzerine etkileri	313
Çizelge 4.128 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kızırcık'ta (Fiyonk) CAT miktarı üzerine etkileri	315
Çizelge 4.129 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kızırcık'ta (Fiyonk) toplam şeker miktarı üzerine etkileri	318
Çizelge 4.130 Farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin C vitamini miktarı üzerine etkileri	320

1. GİRİŞ

Marul ve salatanın anavatanı Anadolu, Kafkasya, İran ve Türkistan olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde iklim koşullarının elverişli olduğu dönemlerde açık tarla koşullarında yetiştiricilik yapılırken, iklim koşullarının elverişli olmadığı kış aylarında örtü altında, yaz aylarında ise yüksek yayla kesimlerinde iyi sonuç vermektedir. Bu şekilde bütün yıl boyunca marul-salata yetiştiriciliği yapılabilir (Eşiyok 2012).

Marul ve salatalar, Asterales takımına ait, Asteraceae (Compositae) familyası, *Lactuca* cinsi, *L.sativa* türüne ait yaprağı veya türüne göre gövde ve sürgünleri yenen tek yıllık bir bitkidir. Lifli yapısının yanı sıra A, C vitaminleri ve antioksidanlar bakımından zengin olması nedeniyle insan sağlığı açısından oldukça önemlidir (Kökpınar vd. 2024).

Çizelge 1.1’de dünya salata ve marul üretim miktarlarının yıllara göre değişim miktarları verilmiştir. 2022 verileri dikkate alındığında sırası ile Çin, ABD ve Hindistan dünya salata ve marul üretimde ilk üçte yer almakta olup, 561990 ton üretim ile Türkiye 8. sırada yer almaktadır.

Çizelge 1.1 Dünya salata ve marul üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (ton) (FAO 2024)

Ülkeler	2018	2019	2020	2021	2022
Çin	14470120	14962763	15121055	14851312	14978377
ABD	3652420	3714083	3827618	3395480	3298933
Hindistan	1144583	1175193	1151475	1157084	1161251
İspanya	938530	1009810	969060	1066010	969190
İtalya	733600	758980	735470	703910	638180
Belçika	504060	527250	538900	564850	600640
Meksika	486439	515646	541804	509084	569809
Türkiye	487543	499766	520151	540569	561990

Türkiye 2023 yılı verileri salata ve marul üretim miktarları incelendiğinde üretimdeki en yüksek payı 259868 ton ile Kıvrıcık alırken, en düşük payı 106245 ton ile aysberg almaktadır. Kıvrıcık ve aysberg üretim miktarları yıllar bazında artış gösterirken, göbek marul üretim miktarlarında dalgalanmalar görülmektedir (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2 Türkiye salata ve marul üretim miktarlarının yıllara göre değişimi (ton)
(TÜİK 2024)

Ürün tipi	2019	2020	2021	2022	2023
Kıvırcık (Loose leaf)	198 491	207 234	234 048	252 583	259 868
Göbekli (Cos)	215 728	225 639	212 091	204 422	211 660
Aysberg (Iceberg)	85 547	87 278	94 430	104 985	106 245

Salata ve marulların yaprakları renk, şekil, irilik, uzunluk, genişlik, etlilik, kalınlık, düz veya Kıvırcık oluşu, baş oluşturmaları bakımından çeşitlere göre farklı olup, bu özelliklerine göre sınıflandırılmaktadırlar.

Yapraklar düz, hafif kabarcıklı, orta ya da çok kabarcıklı olabilir. Yaprak kenarları düz, çentikli, dişli, testere dişli, Kıvırcıklı, fırfırlı, meşe yapraklı, derin loplu olabilir.

Bitki üzerinde çok sayıda çiçek sapı bulunmaktadır. Çiçekler çiçek sapı üzerinde demetler halinde dizili olarak bulunmakta olup, erseliktir. Her çiçekte tek gözlü bir yumurtalık ve 5 anter bulunmaktadır. Salata ve marullar genellikle kendi kendine döllenmekte olup, %1-6 oranında yabancı döllenme görülebilmektedir.

Oldukça kuvvetli ve derine giden etli bir kazık köke sahip olan bitki kazık kök etrafına dağılmış olan bol miktarda saçak köke sahiptir. Saçak kökler çoğunlukla toprak yüzeyinin ilk 30 cm derinliğinde gelişmektedir. İyi drene edilmiş, özellikle ilk 30 cm' lik toprak tabakasında organik madde içeriği yüksek, tınlı kumlu veya kumlu tınlı topraklarda iyi gelişim göstermektedirler.

Ülkemizde yaprağı tüketilen sebze türleri arasında 2. sırada yer alan ve tuza toleransı düşük olan yaprak salatalar tuz stresinden en fazla etkilenen türlerden biridir. Yapılan araştırmalar tuzluluk nedeniyle salata ve marullardaki ürün kaybının %10-50 arasında olduğunu göstermektedir (Karakoç 2015).

Dünyadaki tarım topraklarının tuzlanması tarımsal üretimde uzun yıllardır sorun oluşturmaya devam etmektedir. Tuz stresi bitkide osmotik ve iyon stresine neden olarak büyüme ve gelişmeyi engeller. Kök bölgesinde tuz miktarının artmasıyla birlikte ilk

olarak osmotik stres oluşmakta, bu da bitki tarafından kullanılabilir su miktarını azaltmaktadır. Bunun sonucunda “fizyolojik kuraklık” denilen olay ortaya çıkar. Kök bölgesinde kullanılabilir su miktarının azalması, hücre genişlemesinin azalmasına ve sürgün gelişiminin yavaşlamasına neden olur. Osmotik stresin devamında ortaya çıkan iyon stresi evresinde, ortamda artan Na ve Cl iyonlarının K^+ , Ca^{+2} ve NO^{-3} gibi bitki için gerekli besin elementleri ile rekabete girmesiyle bitkilerde, besin eksikliği veya besin dengesizliği meydana gelir. Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri; bitkinin tür ve çeşidine, uygulanan tuz çeşidi ile miktarına ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir. Tuzluluğa karşı verilen bu farklı büyüme cevapları sadece farklı iki bitki türü için değil aynı türün farklı çeşitleri için de geçerlidir (Çulha ve Çakırlar 2011).

Ürün verimini artırmak, çevre sorunlarını azaltmak, sürdürülebilir tarım ve çevre için yeni teknolojilerden yararlanarak yenilikçi, etkili gübrelerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Modern teknolojiler arasında yer alan nanoteknoloji; tarım sistemleri, biyo medikal, çevre mühendisliği, enerji dönüşümü ve diğer birçok alanda devrim potansiyeline sahiptir (Dağhan 2017).

Nanoteknoloji, 0.1-100 nm boyundaki partiküller için kullanılır. Nano parçacıklardan oluşan gübreler, bitki kök ve yaprak gözenek boyutundan daha küçük boyutlara ve geniş yüzey alanına sahip olmaları nedeniyle uygulandıkları yüzeyden bitkiye hızla girerler ve böylece bitki tarafından besinlerin daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlarlar (Sohrab vd. 2016).

Nano gübreler, kapsül, polimer film ve emülsiyon halinde bitkilere verilirler. Nano gübreler bitkinin sağlıklı büyüme ve gelişmesini sağlarlar. Böylece sağlıklı olan bitki şiddetli ve değişken atmosferik koşullara ve hastalıklara karşı da daha fazla direnç kazanır. Ayrıca, tarımda kullanılan nano gübreler, bitkiye aktif maddelerin yapraktan püskürtülerek uygulanması ile topraktan verilen kimyasal gübre miktarının azaltılmasına, gübrelerin topraktaki toksik etkilerinin azaltılmasında etkili olarak verimliliğin kontrolünde rol oynarlar (Dağhan 2017). Özellikle bitki beslenmesi için önemli olan iz elementlerin bitkiye hızlı bir şekilde ulaştırılmasında etkili olmaktadır.

Sürdürülebilir tarımın temel bir ilkesi olarak, çevrenin korunabilmesi ve çeşitli türlerin korunabilmesi için minimum tarım kimyasalları kullanılmalıdır. Ayrıca, sürdürülebilir tarım, üretim maliyetlerinin daha düşük ve net getirilerin daha yüksek olduğu düşük girdili bir sistem olmalıdır. Nanoteknolojinin tarımda uygulanması, tarımsal girdilerin verimliliğini önemli ölçüde artırabilir ve böylece nanoparçacıklar aracılığıyla tarımsal ekosistemlerin sürdürülebilir gelişimini sürdürmenin önemli bir yolunu sunar. Bu bağlamda, nano bitki büyüme destekleyicileri, nanopestisitler, nanogübreler, nano-herbisitler, zirai kimyasal kapsüllü nanotaşıyıcı sistemler vb. tarımdaki potansiyel uygulamalar için geliştirilmiştir. Bunlar, daha yüksek mahsul üretimi, bitki patojenlerinin inhibisyonu, istenmeyen yabani otların ve böceklerin daha az maliyetle uzaklaştırılması, enerji ve atık üretimi dâhil olmak üzere tarım için büyük faydalar sağlayabilir (Singh vd. 2021).

Önerilen bu çalışma ile nanopartiküler (NP) Demir Oksit (Fe_3O_4), Çinko Oksit (ZnO), Bakır Oksit (CuO) ve Magnezyum Oksit (MgO) uygulamalarının yaprak salata-marul bitkisinde (*L. sativa*), tuz stresine karşı dayanıklılığını artırma kapasitesinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu bağlamda, bazı büyüme, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler analiz edilerek Fe-NP, Zn-NP, Cu-NP ve Mg-NP ajanlarının tuz stresindeki etkinliklerinin test edilmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Bitkilerde Tuz Stresi

Bitkiler tuza karşı gösterdikleri tepkilere göre halofitler ve glikofitler olmak üzere iki büyük grup altında toplanmaktadır. Halofitler yüksek tuz şartlarına adapte olmuş ve bu şartlarda yaşamını sürdüren bitkilerdir (*Salicornia herbacea*, *Atriplex vericaria*, *Suaeda maritima*). Glikofitler, tuza duyarlı olan bitkilerdir ve yüksek tuz konsantrasyonlarında yaşayamazlar. Örneğin, mısır, soğan, turunçgiller (özellikle limon), marul, fasulye, ceviz, fındık, kayın ve zambak tuza çok duyarlı; domates, pamuk, arpa, karanfil, ıhlamur, meşe ve çınar orta derecede toleranslı, palmye, hurma, söğüt, meşe, kavak, şeker pancarı ve gül yüksek toleranslı bitkilerdir (Yılmaz vd. 2011).

Toprak tuzluluğu kurak ve yarı kurak bölgelerde, özellikle sıcak ve kurak olan dönemlerde, tuzlu taban sularının kılcal yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşarak, burada yüksek buharlaşma nedeni ile toprak yüzeyinden kaybolması ve tuzların toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın kesimlerde birikmesiyle oluşmaktadır. Bu birikme toprak yüzeyinde olabileceği gibi yüksek sıcaklık etkisiyle yüzeyden daha aşağılarda da olabilmektedir. Toprakların tuzlulaşmasında sulama, drenaj, toprak özellikleri, fizyografya ve iklim gibi etmenler önemli ölçüde etki yapmaktadır. Özellikle tarla içi sulamalarda ortaya çıkan çevresel sorunların başında, uygun olmayan sulama yönetimi altında ve zayıf drenaj ortamında fazla sulama yapılması halinde topraklarda görülen tuz birikimi gelmektedir. Tuzluluk bitki büyümesi ve verimliliğini sınırlayan çevresel bir faktördür. Bitkiler üzerine yüksek tuzluluğun zararlı etkileri verimlilikte azalma veya bitki ölümü olarak tüm bitki seviyesinde gözlenebilmektedir. Toprakta çözünebilir tuzlar, bitkiler tarafından kolayca alınabilir ve bitki bünyesine giren tuz bileşikleri çeşidine ve miktarına göre belli bir konsantrasyonu aşınca bitkiye zararlı olmaktadır. Bitki üzerinde, beslenme ve metabolizmayı bozmak yoluyla zehirleyici etki yaparlar. Ayrıca toprakta tuz konsantrasyonunun artmasıyla, bitkinin topraktan su alımı güçleşmekte, toprağın yapısı bozularak bitki gelişimi yavaşlamakta, hatta durmaktadır (Arslan vd. 2013).

Bitkiler yaşamlarını sürdürebilmek için yetiştikleri alanlarda, gelişimlerini kısıtlayıcı çeşitli olumsuz koşullarla karşılaşmaktadır. Bitkilerde büyüme, gelişme ve metabolizmayı negatif etkileyen ya da engelleyen durumlara stres adı verilmektedir. Stres faktörleri, orijinlerine göre abiyotik ve biyotik stres faktörleri olmak üzere iki ana grupta incelenebilmektedir. Abiyotik stres faktörleri soğuk, sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, su fazlalığı, radyasyon, çeşitli kimyasal maddeler, ağır metaller, oksidatif stres, toprakta besin yetersizliği gibi çevresel faktörlerdir. Biyotik stres faktörleri ise virüs, bakteri ve fungusları içeren patojenler, böcekler ve herbivorlardır. Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk hem tarım yapılan toprakları olumsuz etkilemekte hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkilerde çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır (Arslan vd. 2013).

Farklı tuz ve potasyum düzeylerinin marul bitkisinin verimine ve bazı fizyolojik (yaprak oransal su içeriği, stoma iletkenliği ve membran geçirgenliği) ve morfolojik (bitki boyu ve çapı, toplam ve atılan yaprak sayısı) özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla sera koşullarında yürütülen çalışma sonucunda, marul veriminin tuzlu sulama suyundan önemli oranda etkilendiği ve uygulanan potasyum düzeyindeki artışın verimi iyileştirici yönde bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Tuz ve potasyum düzeylerindeki artış veya azalış, morfolojik özelliklerden bitki boyu ve yaprak sayısını değiştirmemiştir. Sonuç olarak, marul bitkisi için sulama suyundaki tuz seviyesinin artmasının bitki gelişimini olumsuz etkilediği ve ihtiyacından çok daha fazla uygulanan potasyumun tuz stresini azaltıcı bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Çamoğlu ve Demirel 2015).

Farklı tuz çözünürlüklerinde sulama suyu tuzluluk seviyelerinin marul (*L. sativa*) gelişimi ve verimi üzerine etkilerinin belirlenmesinin amaçlandığı çalışmada, yüksek çözünürlükteki sodyum klorür (NaCl) ve düşük çözünürlükteki kalsiyum sülfat (CaSO_4) tuzları kullanılmıştır (T1= 0 dS/m, T2= 2 dS/m, T3= 4 dS/m, ve T4= 6 dS/m). Ayrıca marul yaş ve kuru ağırlık değerleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, çözünürlüğü yüksek NaCl tuzunda en yüksek ortalama verim (yaş ağırlık) T1 (57.96 gr/saksı) konusunda elde edilmiş onu sırasıyla T2 (30.07 gr/saksı), T3 (21.10 gr/saksı) ve T4 (14.39 gr/saksı) demeleri izlemiştir. Çözünürlüğü düşük olan CaSO_4 tuzunda ise ortalama verim sırasıyla 62.37 gr/saksı, 32.55 gr/saksı, 28.8 gr/saksı ve 26.1 gr/saksı olarak T1, T2, T3

ve T4 denemelerinde ölçülmüştür. Kuru ağırlıkta da aynı eğilim saptanmıştır. Sonuç olarak; aynı tuzluluk seviyesinde olsa bile marul bitkisine NaCl içeren sulama suyunun, CaSO₄ içeren sulama suyundan daha fazla zarar verdiği saptanmıştır. Bu da sulama suyunun tuz cinsinin de sulama suyu tuzluluk seviyesi kadar önemli olduğunu göstermektedir (Karakoç ve Kale 2016).

Tuzun 50, 100 ve 150 mmol dozlarında Yedikule marul çeşidinde bitki gelişimine humik asidin 1000 mg HA kg⁻¹ uygulamasının ne derece etki edeceğinin araştırıldığı çalışmada, tuz stresindeki marul bitkisinin bitki yaş ağırlığı, yaprak oransal su içeriği, K, Ca ve Na içeriği analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışmada tuzun artan dozlarıyla bitki ağırlığında istatistiksel olarak önemli azalmalar olurken, uygulanan humik asit ile bitki ağırlıklarında artışların olduğu görülmektedir. En fazla ağırlık kaybının olduğu 15 mmol tuz dozunda gözlemlenmiştir. Yedikule marul bitkilerinin tuzun artan dozlarında K ve Ca İçeriklerinde azalma olurken Na içeriğinde artış olmuştur çalışmada da görüldüğü gibi tuz dozlarının artması bitki de taze ağırlığı, yaprak oransal su içeriğini, K ve Ca miktarlarını azalttığı görülmüştür. Ancak artan tuz oranlarında ise Na miktarını arttığı görülmüştür. Kullanılan humik asit uygulaması bitki de taze ağırlığı, yaprak oransal su içeriğini, K ve Ca miktarlarını arttırdığı görülürken, Na miktarını da azalttığı görülmüştür (Kabay 2018).

FAO 2015 yılı “Dünya Toprak Kaynaklarının Durumu” raporunda, dünyada 60 milyon hektar toprağın tuzluluktan etkilendiği, Pakistan (3,2 milyon ha), Hindistan (20 milyon ha), Çin (7 milyon ha) ve ABD’nin (5,2 milyon ha) tuzluluktan en çok etkilenen ülkeler olduğu, tuzdan etkilenen topraklara sahip diğer ülkelerin ise Afganistan, Mısır, Irak, Kazakistan, Türkmenistan, Meksika, Suriye ve Türkiye olduğu bildirilmektedir (Anonymous 2015). Türkiye topraklarının yaklaşık 1,5 milyon hektarlık kısmı tuzluluk sorunuyla karşı karşıyadır (Doğru ve Canavar 2020).

Topraksız kültür baş salata (*Lactuca sativa* L. *capitata* cv. Bombala) yetiştiriciliğinde farklı tuzluluk düzeylerinin (NaCl), verim ve bitki gelişimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada, üç farklı NaCl tuzluluk seviyesi (S0: Kontrol, S1: S0+1 dS m⁻¹, S2: S0+2 dS m⁻¹) kontrol edilmiştir. Hoagland besin çözeltisi ile birlikte baş salata bitkisinin gelişimi perlit ortamında denenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre,

NaCl dozları verim üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki yaratmıştır ve besin çözeltisinin NaCl konsantrasyonu arttıkça verim düşmüştür. Üretim dönemlerine ilişkin en yüksek verim, NaCl uygulaması yapılmayan kontrol (S0) konularında tespit edilirken, en düşük verim ise besin çözeltisi NaCl konsantrasyonunun en yüksek düzeyi olan (S2) denemesinde belirlenmiştir. Tuzluluğun (NaCl); bitki baş çapı (en), bitki baş yüksekliği (boy), bitki kuru ağırlığı ve vitamin C içeriği üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, NaCl düzeylerindeki artış söz konusu değerleri azaltmıştır. S2 konularında en düşük yaprak oransal su kapsamı değerleri ve en yüksek yaprak hücreleri membran zararlanma indeksi değerleri belirlenmiştir. Elde edilen tüm bulgular; NaCl ile oluşturulan tuzlu koşulların topraksız baş salata yetiştiriciliğinde olumsuz etkiler yarattığı yönündedir (Saraçoğlu vd. 2020).

Tarakçıoğlu (2023) tuz stresi altında marul bitkisinin gelişimi ve bazı besin maddesi içerikleri üzerine organik materyallerin etkisi çalışmasında tuzlu koşullar altında bitkilerin kuru ağırlığı, membran geçirgenliği, nitrat içeriği, K/Na ile Ca/Na oranları düzenli olarak azaldığını bildirmiştir.

2.2 Bitkilerde Nanopartikül Etkileri

Çiçeklenme dönemine kadar yetiştirilen fesleğenler üzerine yapılan bir araştırmada topraktan ve yapraktan artan dozlarda (1, 2 ve 3 mg L⁻¹) 12.6 nm boyutunda, yapraktan ve topraktan Fe₃O₄ nanoparçacık uygulamalarının verim ve aktif uçucu yağ bileşenleri üzerine etkileri karşılaştırılmıştır. Fesleğen bitkilerine uygulanan Fe₃O₄ nanoparçacıklarının toplam klorofil, toplam karbonhidrat, uçucu yağ seviyeleri, Fe içeriği, bitki boyu, dal/bitki, yaprak/bitki, taze ağırlık ve kuru ağırlık miktarlarını önemli ölçüde arttırdığı ve yaprak sprey uygulamalarının toprak uygulamalarından daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Elfeky vd. 2013).

Bezelyede Mg-NP ve Fe-NP eriyiklerinin yapraktan uygulandığı çalışmada 0.5 g Mg-NP ve Fe-NP L⁻¹ kombinasyonunun 1.000 tane ağırlığına %7 oranında ağırlık artışı sağlayarak, klasik Fe ve Mg uygulamalarından yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Söz konusu çalışmada bu iki elementin yapraktan uygulanmasının bitkinin fotosentez

miktarını arttırdığı gözlenmiştir. Fakat Mg-NP uygulaması yalnız başına verimliliği kontrole göre %6 oranında düşürmüştür. Ancak, araştırmacılar Mg-NP'lerin uygulanmasının bitki sapları ve yapraklarında düzenli Mg tuzu kullanımıyla karşılaştırıldığında Mg alımını geliştirdiğini ve Mg-NP'lerin daha yüksek kullanılabilirlik ve hareketliliğini gösterdiğini gözlemlemişlerdir (Delfani vd. 2014).

Kimyasal gübreler (Fe, Zn ve K) ve nano (Fe, Zn ve K) gübrelerin ayrı ayrı ve kombinasyonlarının uygulandığı nane (*Mentha piperita* L.) bitkisinin boyu, gövde, dal ve yaprak sayısı, bitkinin (gövde, dal, yaprak) yaş ve kuru ağırlığı ve verim üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, en yüksek bitki boyu (11.67 cm), dal sayısı (58.2), daldaki yaprak sayısı (916.3 adet), boğum sayısı (16.6 adet), yaprak yaş ağırlığı (219 g), yaprak kuru ağırlığı (26.7 g), gövde yaş ağırlığı (66.42 g), gövde kuru ağırlığı (23.1 g), bitki yaş (140.8 g) ve kuru (40.34 g) ağırlıkları nanogübre uygulamalarından elde edilmiştir (Hassani ve Tajali 2015).

Çinko bitki, hayvan ve insanların çok düşük miktarlarda gereksinim duyduğu ve mutlaka alınması gereken bir mikro elementtir. Çinko noksanlığı dünyada ve Türkiye’de çok sık rastlanılan bir mikro element sorunudur. Çinko bitkilerdeki işlevleri yönünden azot, fosfor, potasyum vb. elementler kadar önemlidir. O nedenle nitelikli ve bol ürün alınabilmesi için bitkilerin geliştikleri ortamda çinkoyu bulmaları, yeterli düzeyde almaları ve gerektiği şekilde metabolizmalarında kullanmaları büyük önem taşımaktadır (Özgüven ve Katkat 2001). Çinko, bitkide pek çok enzimde bulunmasının yanında, karbonhidrat, lipit, protein ve nükleik asit sentezlenmesinde ve parçalanmasında rol almaktadır (Gülmezoğlu ve Aytaç 2016).

Demir bitkide birçok fizyolojik etkileri sebebiyle metabolik bir öneme sahiptir. Demir değişik enzimlerin aktif gruplarının bir ögesidir. Demirin en iyi bilinen fonksiyonu hem’in enzimlerinin prostatik gruplarında görev almasıdır. Özellikle oksidasyon ve solunum (respirasyon) zinciriyle alakalı olan enerji metabolizmasında elektron taşıyıcı olarak rol oynar. Bu enzimlerden katalaz reaksiyonunu katalizleyerek, bitkilerde peroksidin zararlı metabolik etkisini önler. Bu reaksiyonda Cu’da görev alır. Bir diğer enzim peroksidaz olup O₂’i peroksitten substrata okside eder. Fe kaybı solunum oranını

düşürerek gelişme için mevcut enerji miktarını azaltır. Örneğin hücre bölünmesi yavaşlar veya zarar görür. Aktif iyon alımı da Fe yetersizliği sonucunda yavaşlar. Yetersiz Fe bulunduran bitkilerde katalaz aktivitesi peroksidaz aktivitesinden daha fazla inhibe olur. Karbonhidrat yıkımı ve solunumun merkezi olan mitokondrilerde fazla miktarda demir içerir. Buna karşılık mitokondrilerdeki demir % 80 oranında porfirin halkasına bağlı değildir. Mitokondrilerdeki demir çoğunlukla nükleik asitlere ve proteinlere bağlı olup DNA ile protein türevleri arasında bir köprü görevi yaptığına inanılmaktadır. Demir, klorofilin yapısında yer almamakla beraber, bitkinin demir beslenmesi ile klorofil kapsamı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Yeterli ve yetersiz demir beslenmesi ile klorofil kapsamı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Demir eksikliğine maruz kalan yaprakta ince damarlar yeşil kalarak, damarlar arası tamamıyla sarıya döner. Geniş yapraklı bitkilerde yapraklar adeta sarı zemin üzerinde yeşil bir ağ manzarası gösterir. Noksanlığın çok şiddetli olması halinde yeni çıkan yapraklarda hiç Klorofil bulunmadığı için yaprak beyaz bir renk alır (Horuz vd. 2016).

Bakır klorofil üretimi, solunum ve protein sentezleri için bitki tarafından gerek duyulan bir bitki besin elementidir. Çeşitli oksidaz enzimlerinde aktivasyon ve çok sayıdaki elektron transferi bakır tarafından gerçekleştirilir. Protein ve karbonhidrat metabolizmasında etkilidir. Simbiyotik azot fiksasyonunda rolü vardır. Bakır bitkinin hastalıklara karşı iyi direnç gösterebilmesini ve bitki neminin kontrol edilmesini etkilemektedir. Bakır elementinin noksanlığında bitkide genç yapraklarda kloroz (sarılık), bodur gelişme, geç olgunlaşma ve bazı durumlarda dokularda renk maddesi fazlalığı (kahve renk lekesi) şeklinde semptomlar görülebilmektedir. Bakır noksanlığında bitkiler özellikle mantarların yol açtığı hastalıklara karşı dayanıksızdırlar. Bakır noksanlığında karbonhidrat içeriği çok azalır (Bolat ve Kara 2017).

Magnezyum klorofil, phytin ve pektinin yapı taşıdır. Klorofilin merkez atomu olan magnezyum fotosentezde oynadığı önemli rol ile hayatın devamlılığını sağlayan anahtar elementlerden biridir. Ayrıca ATP' nin yapımında önemli bir yardımcı faktördür. Karbon dioksit asimilasyonunda ve şeker, nişasta gibi ürünlerin miktarı üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Protein sentezinde rol oynamaktadır. Magnezyum özellikle fosfor olmak üzere diğer elementlerin alınmasına yardımcı olmaktadır. Çok sayıda enziminin

aktivasyonunda rol alır. Klorofilin yapısında yer alan magnezyum noksanlığında hemen klorofil miktarı düşer ve fotosentez geriler. Bunun doğal sonucu bitkide gelişme geriliği ve ürün kaybı gerçekleşmektedir (Bolat ve Kara 2017).

Yer fıstığı üzerine yapılan bir çalışmada, ıslah edilmiş boyutlarda (20-18.5-18-16.5 ve 15 nm) ve biyosentezlenmiş MgO NP'lerinin, tohum çimlenmesine etkileri araştırılmış ve daha küçük boyut (15 nm) MgO NP'ler, diğer MgO NP değerleri ve kontrol ile karşılaştırıldığında, tohum çimlenmesi ve büyüme parametrelerini artırdığını gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak mevcut çalışmanın büyük ölçekli tarımsal üretimde, yer fıstığının yetiştirilmesinde yardımcı olacağını belirtmişlerdir (Jhansi vd. 2017).

Gelişen Dünyada, 2000'li yılların başlarında 35'ten fazla ülkenin nanoteknoloji araştırma programları ve mühendislik uygulamalarında nanomalzemelerin kullanılmasıyla "Nano-era", adıyla bilinen yeni bir akım ortaya çıkmıştır. Bu akım giderek yaygınlaşmış hatta nano-malzemelerin tarımda kullanılabileceği öngörüsüyle araştırmacılar bu alanda çeşitli çalışmalara başlamışlardır. Boyutu 100 nm'nin altında olan maddeler "nano" madde olarak adlandırılmış, üretim, işleme taşıma, paketlenme ve tarımsal ürünlerin taşınması konusunda kullanılabileceği görülmüştür. Farklı boyutlardaki nanoparçacıklar bitkide çimlenme, besin maddesi alınması, taşınması, oksidatif streslerin kontrolü, fotosentez, çiçeklenme, sürgün ve kök gelişimi ve tohum üretimi üzerinde etkili olmaktadır (Cinisli vd. 2019).

Genellikle bitki beslenmesinde rol alan önemli mikro besin maddeleri, demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), bakır (Cu), bor (B), klor (Cl) ve molibden (Mo)'dir. Mikro besin elementleri makro besin maddeleri (N, P, K, Ca, Mg ve S) ile karşılaştırıldığında, bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesi için daha az miktarlarda gereklidir. Ancak bitkiye yarayışlılık konusunda mikrobesein elementlerinin yarayışlılığını azaltan durumlar (kaba tekstür, alkalilik, düşük organik madde vb.) vardır. Bu kötü durumlara karşı mikrobeseinlerle nano-gübreleme bu besinlerin biyolojik olarak kullanılabilirliğini artırır. Mikrobeseinler, çoğunlukla N, P ve K içerikli gübrelerin etkin alımı için düşük oranlarda çözünebilir tuzlar olarak ilave edilir. Bu kompozit gübrelerde bulunan mikro besinler genellikle yeterli besin sağlar (Cinisli vd. 2019).

0.0 – 92.4 – 185.0 – 370.0 – 545.0 – 740.0 – 925.0 mg/L konsantrasyonlarındaki MgO nanopartiküllerinin ve MgSO₄'ün Kırık ve Odeska ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada elde edilen veriler MgO nanopartiküllerinin MgSO₄ uygulamasından daha iyi çimlenme karakteristikleri verdiğini göstermiştir (Kondak 2019).

Tuz stresi altında geliştirilen domates bitkilerinde, bakır nanoparçacıkların yapraklara uygulanmasıyla agronomik ve biyokimyasal tepkilerinin ölçüldüğü çalışmada, tuz stresinin domates bitkilerinin gelişimine ciddi zarar verdiği bununla birlikte, performansı artıran Na⁺ / K⁺ değerini iyileştiren bakır nanopartiküllerin yapraklara uygulanmasıyla tuz hasarının hafiflediği, yapraklardaki fenoller (%16) ve C vitamini (%80) ve glutatyon (GSH) (%81) içeriğini artıran Cu nanoparçacıklarının uygulanmasıyla tuzluluk altındaki domates bitkilerinin dokularında Cu içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Pérez-Labrada vd. 2019).

Çeltikte farklı dozlarda (0, R10 = 10 mg L⁻¹, R50 = 50 mg L⁻¹, R100 = 100 mg L⁻¹, R500 = 500 mg L⁻¹) uygulanan ZnO ve FeO NPlerin fizyolojik etkilerinin araştırıldığı çalışmada, yapraktan uygulanan 10 mg/L ZnO ve FeO NP dozunun; kök uzunluğu, sürgün boyu, taze ağırlık ve pirinç kuru ağırlık üzerine diğer dozlara oranla önemli derece etki yaptığı bildirilmiştir (Afzal vd. 2021).

Cu sülfat, şelat veya NP' ler kullanılarak soğan (*Allium cepa* L.) bitkilerine Cu takviyesinin etkisini, verimliliğini ve soğan kalitesi, verimi ve fitokimyasalların içeriği üzerindeki etkilerini karşılaştırıldığı çalışmada, ardışık iki sezonda yeni ıslah edilmiş kumlu topraklarda, bitkilere 10 ppm CuO-NP, 20 ppm CuSO₄5H₂O ve 20 ppm Cu şelatın püskürtüldüğü saha deneyleri yapan araştırmacılar, CuO-NP uygulamasının Cu sülfat ve şelatlarla kıyasla bitki boyu, yaprak sayısı, taze ve kuru ağırlık, verim ve soğan kalitesi dahil büyüme parametrelerini önemli ölçüde arttırdığını, Cu sülfatın Cu takviyesi için kullanılan en ucuz form olmasına rağmen, CuO-NP' lerinin sadece güvenli olmadığını, aynı zamanda en yüksek soğan verimi ve kalitesine yol açan uygulama olduğunu belirtmişlerdir (Mottaleb vd. 2021).

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırma nano gübrelerin toprak ve yaprak uygulamalarının tuz stresi altındaki marul ve yaprak salatada verim, kalite özellikleri ile bazı fizyolojik parametreler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla 2021-2022 eğitim-öğretim yılında Düzce Üniversitesi Çilimli Meslek Yüksekokulu laboratuvar ve ısıtmasız serasında yürütülmüştür.

Araştırmada bitkisel materyal olarak Manto (Yedikule) ve Fiyonk (Kıvırcık) yaprak salata-marul çeşitleri kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak 3:1 oranında hazırlanan torf-perlit karışımı kullanılmıştır. Deneme saksı denemesi şeklinde yürütülerek, bu amaçla 40x20x17 cm boyutlu saksılar kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Nanopartikül uygulaması

Nanopartikül olarak araştırmada Demir Oksit (Fe_3O_4), Çinko Oksit (ZnO), Bakır Oksit (CuO) ve Magnezyum Oksit (MgO) kullanılmıştır. Çalışmada nanopartiküllerden Demir Oksit (Fe_3O_4) 5 mg/L ve 10 mg/L, Çinko Oksit (ZnO) 5 mg/L ve 10 mg/L, Bakır Oksit (CuO) 100 mg/L ve 200 mg/L, Magnezyum Oksit (MgO) 10 mg/L ve 25 mg/L dozlarında kullanılmıştır. Kullanılan dozların belirlenmesinde daha önce yapılan araştırmaların sonuçları dikkate alınmıştır (Xiong vd. 2021, Liang vd. 2021, Afzal vd. 2021, El-Enany vd. 2020). Uygulamalar topraktan ve yapraktan olmak üzere 2 şekilde yapılmıştır. Toprak uygulamalarında nanopartiküller Hogland besin çözeltisine ilave edilerek direk toprağa uygulanmış, yaprak uygulamalarında ise hazırlanan solüsyonlar bitkiye püskürtülmüştür. Fideler 4 gerçek yaprak oluşturduklarında Hogland besin çözeltisi ile sulanmıştır ve bitkiler saksıya aktarıldıktan 20. gününde nanopartikül uygulamaları yapılmıştır.



Şekil 3.1 Nanopartiküllerin uygulanişı

3.2.2 Tuz uygulaması

Çalışmada daha önce yapılmış araştırmalara ait dozlar incelenerek belirlenen NaCl' ün 50 ve 100 mM' lık dozları kullanılmıştır. Çözeltilerin hazırlanma şekli aşağıda verilmiştir:

50 mM NaCl çözeltisi: 2.9221 g NaCl 500 mL saf suda çözülerek, son hacim saf su ile 1 L'ye tamamlanmıştır (Akar 2015).

100 mM NaCl çözeltisi: 5.8442 g NaCl 500 mL saf suda çözülerek, son hacim saf su ile 1 L'ye tamamlanmıştır.

Tuz uygulamaları nano gübrelerin uygulanmasından 48 saat sonra günün aynı saatinde olacak şekilde iki gün süre ile yapılmıştır. Araştırmada yer alan uygulamalar Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Deneme planı

Çeşit	Tuz (mM)	Fe-NP (mg/L)	Cu-NP (mg/L)	Zn-NP (mg/L)	Mg-NP (mg/L)
Yedikule Manto	50	0	0	0	0
		5	100	5	10
		10	200	10	25
	100	0	0	0	0
		5	100	5	10
		10	200	10	25
Kıvrıkcık Fiyonk	50	0	0	0	0
		5	100	5	10
		10	200	10	25
	100	0	0	0	0
		5	100	5	10
		10	200	10	25

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre, üç tekerrürlü kurulup yürütülmüştür. Yetiştiricilik dönemi boyunca sera içi iklim koşulları (sıcaklık ve nem) kayıt altına alınmıştır. Bitki çıkışından yaklaşık 60 gün sonra toprak seviyesinden keskin bıçak yardımı ile bitki gövdesinin altından hasat gerçekleştirilmiştir.

3.2.3 Bitkilerde yapılan ölçüm ve analizler

Baş Yüksekliği: Hasattan önce toprak seviyesinden itibaren bitkinin en üst kısmına kadar olan mesafe ölçülerek cm olarak kaydedilmiştir (Batı 2010).



Şekil 3.2 Bitki yüksekliği ölçümü

Yaprak uzunluğu: Bitkilerde yaprak uzunluğu dıştan ikinci ve üçüncü yapraklardan tesadüfi seçilen beş yaprağın en uzun yerinden cetvel ile ölçölerek cm olarak belirlenmiştir (Uluçay Çam 2018).

Yaprak sayısı: Bitkilerin tüm yaprakları sayılarak adet/bitki olarak kaydedilmiştir (Uluçay Çam 2018).

Yaprak eni: Bitkilerde yaprak eni dıştan ikinci ve üçüncü yapraklardan tesadüfi seçilen beş yaprağın en geniş yerinden cetvel ile ölçölerek cm olarak belirlenmiştir (Uluçay Çam 2018).

Verim: Hasat edilen bitkilerin ağırlıkları hassas terazide tartılarak g/bitki olarak kaydedilmiştir (Uluçay Çam 2018).

Kuru ağırlık: Saf su ile yüzey yıkaması yapılan bitki örnekleri 70 ° C sıcaklıkta etüvde, ağırlıkları durağan olana kadar kurutulmuştur. Bitki örneklerinin kuru ağırlığı hassas terazide tartılarak g/bitki olarak belirlenmiştir (Shams 2019).



şekil 3.3 Bitki örneklerinin kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Kök yaş ağırlığı: Yıkılarak yetiştirme ortamı kalıntılarının temizlendiği bitki kök örneklerinin üzerindeki fazla su kağıt havlu ile alınıp, hassas terazide tartılarak g/ bitki olarak belirlenmiştir (Shams 2019).



Şekil 3.4 Kök yaş ağırlıklarının belirlenmesi

Kök kuru ağırlığı: Yaş ağırlığı alınan bitki kökleri 70 °C sıcaklıkta etüvde kurutularak, hassas terazide tartımları yapıp, kök kuru ağırlığı g/bitki olarak kaydedilmiştir (Shams 2019).

Kök boyu: Bitkilerin kökleri gövdeye birleştiği noktadan en uç kısmına kadar cetvel ile ölçülerek cm olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.5 Kök yaş ağırlıklarının belirlenmesi

Yaprak oransal su içeriği: Bitkilerden alınan yaklaşık 1 cm çapındaki yaprak örneğinin ağırlığı hassas terazide belirlenmiş (TA) ve tartımı yapılan bitki örneği 10 ml saf su bulunan kapların içerisine konularak beş saat boyunca bekletilmiştir. Beş saat sonunda

bitki örnekleri üzerindeki fazla su kurutma kâğıdı yardımıyla silinerek hassas terazide tekrar tartılıp turgor ağırlıkları (TU) tespit edilmiştir. Bitki örnekleri 72°C'ye ayarlanmış olan etüvde 48 saat boyunca kurutularak yeniden tartılarak kuru ağırlıkları (KA) tespit edilmiştir. Doku su içeriği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Kaya ve Higgs 2003).

$$DOSİ = [(TA - KA) / (TU - KA)] \times 100$$



Şekil 3.6 Bitki örneklerinin turgor ağırlıklarının belirlenmesi

Klorofil a ve b miktarı ile karotenoid miktarlarının belirlenmesi: Taze yaprak örnekleri (200 mg) 15 ml %80'lik aseton ile homojenize edilerek beyaz bant filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Süzülen örnekler vorteks ile çalkalanmıştır. Filtre edilen örneklerde 663 nm'de Klorofil a, 645 nm'de Klorofil b ve 470 nm'de karotenoid ölçümleri Lichtenthaler (1987)'a göre yapılmıştır. Klorofil a, B ve karotenoid miktarları aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$Chl\ a = 12.7 \times A_{663} - 2.69 \times A_{645}$$

$$Chl\ b = 22.9 \times A_{645} - 4.68 \times A_{663}$$

$$Karotenoid = (1000 \times A_{470} - 1.82 \times Chl\ a - 85.02 \times Chl\ b) / 198$$

Toplam Şeker İçeriği: 1 g bitki örneği üzerine %80'lik etil alkol ilave edilerek çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Filtre kâğıdından süzülen örneklerden 3ml alınarak buz dolu kabın içine yerleştirilmiş ve üzerine 6 ml antron çözeltisi ilave edilmiştir. İyiçe çalkalanan örnekler sıcak su banyosuna alınarak 15 dakika bekletilmiştir. Sıcak su banyosundan çıkarılan örnekler tekrar buz içerisine alınarak spektrofotometrede 620 nm de standart

çözeltilerin ve örneklerin absorbansları alınıştır (Ayaz 1991). Toplam şeker miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (McCready 1950).

$$\text{Toplam şeker (mg/100g DW)} = \frac{C_{\text{örnek}} \times V_{\text{ekstrakt}} \times D_f}{W_{\text{kuru örnek}}}$$

$C_{\text{örnek}}$: Standart eğriden okunan örnek konsantrasyonu (mg mL⁻¹)

V_{ekstrakt} : Ekstraktın toplam hacmi (mL)

D_f : Seyreltme faktörü

$W_{\text{kuru örnek}}$: Kuru örnek kütlesi (g)

Yaprakların vitamin C içeriği: Yaprak örneklerinden 10 g tartıldıktan sonra 100 ml % 0.04'lük oksalik asit çözeltisi ilave edilerek blender da 5-6 dakika parçalanmıştır. Parçalanmış örnekler mavi bant filtre kâğıdıyla süzülükten sonra 6000 devir/dakika ile 6 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj işlemi ile içindeki tortuları çöken süzüğün berrak kısmından 1 ml alınarak 2.6 dichloroindophenol boyasının indikatörlüğünde 518 nm dalga boyundaki spektrofotometrede okunarak alet okuma değerleri kaydedilmiştir. Bitki örneklerinin vitamin C içeriği mg/100 ml olarak belirlenmiştir (Pearson 1970).



Şekil 3.7 C vitamini tayini aşamaları

Bitki besin maddesi analizleri: Analizler için kurutulmuş ve öğütücü ile öğütülmüş olan bitki örnekleri hassas terazide 0.5 g tartılarak porselen krozelere alınmış ve kül fırınında sıcaklığı kademeli olarak arttırılarak 500 °C sıcaklıkta, kül rengi gri–beyaz olana kadar 1 gece boyunca yakılmıştır. Soğuyan örnekler 10 N nitrik asit (HNO₃) çözeltisinden her

örneğe 2 mL olacak şekilde ilave edilerek hot plate üzerinde 200 °C’ de 10 dk ısıtılmış ve tekrar soğumaya bırakılmıştır. Kroze içindeki örnekler huni yardımı ile 100 mL’lik ölçü balonuna saf su ile yıkanarak aktarılmış ve balon saf su ile derecesine tamamlanmıştır. Filtre kâğıdı ile süzülen örnekler ağzı kapatılabilen örnek kaplarına alınmıştır (Kacar 2014). Elde edilen bitki ekstraktlarından, Na- K- Ca miktarları alev (flame) fotometresi ile belirlenmiştir. Fe- Zn- Cu- Mg miktarları ise atomik absorpsiyon spektroskopisi ile belirlenmiştir.



Şekil 3.8 Bitki ekstresi aşamaları

Malondialdehit (MDA) Düzeylerinin Ölçülmesi: Bitki örnekleri ağırlıklarının 10 katı hacimde (mL) % 0.1 TCA (Trikloroasetik Asit) içerisinde havanda ezilerek homojenize edilmiş ve sonrasında 4°C’de 10000 rpm’de 20 dakika santrifüj edilmiştir (Velikova vd.. 2000). Örnek homojenatından 0.25 ml alınıp üzerine 0.5 ml TCA (%20) içinde çözünmüş TBA (% 0.5) eklenmiş ve 95°C’de 30 dakika inkübe edilmiştir. Reaksiyon, tüplerin buz banyosuna yerleştirilmesiyle durdurulmuş ve multiskanGO cihazında 532 ve 600 nm dalga boyunda absorbans değerleri kaydedilmiştir (Heath ve Packer 1968). MDA-TBA kompleksi (kırmızı pigment) miktarı $155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ sönme katsayısından aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Velikova vd. 2000).

$$\text{MDA Ekivalent (nmol. mL}^{-1}\text{)} = [(A532-A600)/155000].106$$



Şekil 3.9 MDA tayini için bitki ekstraksiyonu

Askorbat Peroksidaz (APX) Enzimi Aktivitesi Tayini: Marul örnekleri askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesini belirlemede belirtilen yöntemler bazı modifikasyonlar yapılarak uygulanmıştır (Nakano ve Asada 1981). Tampon çözelti (50 mM K-fosfat 0.1 mM EDTA pH 7.0) 200 μL , 0.5 mM Askorbik asit 100 μL , distile su 570 μL , enzim homojenatı 30 μL , ve 0.1 mM H_2O_2 100 μL olarak pipetaj yapılmıştır. Kör olarak enzimsiz karışım kullanılmıştır. UV-Vis Spektrofotometrede (Thermo Scientific) 290 nm dalga boyunda 1 dakikadaki absorbans düşüşü 15 sn' de bir ölçüm alınıp kaydedilerek absorbans farkı belirlenmiştir. Enzim aktivitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{EU/mL} = (\Delta\text{OD}/2.8) * (\text{Vt}/\text{Ve})$$

ΔOD : 1 dakika sonundaki absorbans değişimi

$$E = 2.8 \text{ mM cm}^{-1}$$

Vt : Toplam hacim (1000 μL)

Ve : Enzim hacmi (30 μL)

Katalaz (CAT) Enzimi Aktivitesi Tayini: Marul örnekleri katalaz (CAT) enzim aktivitesini belirlemede Aebi (1984)'de belirtilen yöntemler bazı modifikasyonlar yapılarak uygulanmıştır. 3 ml total hacimde kuvars küvette son konsantrasyonda 25 mM potasyum fosfat (KH_2PO_4 , pH:7.0) 1450 μL , 15 mM H_2O_2 1500 μL olacak şekilde pipetaj yapılarak 50 μL enzim homojenatı kullanılmıştır. Kör olarak enzimsiz karışım kullanılmıştır. UV-Vis Spektrofotometrede (Thermo Scientific) 240 nm dalga boyunda 15 saniyede bir absorbans düşüşü kaydedilerek 1 dakika sonundaki absorbans farkı belirlenmiştir. Enzim aktivitesi aşağıdaki formüle göre EU/mL olarak hesaplanmıştır.

$$\text{EU/mL} = (\Delta\text{OD}/0.0396) * (\text{Vt}/\text{Ve})$$

Vt: Toplam hacim (3000 μL)

Ve: Enzim (homojenat) hacmi (50 μL)

Protein Tayini: Marul örneklerindeki protein miktarı tayini için Bradford yöntemi kullanılmıştır (Bradford 1976). Bradford reaktifi, 100 mg Coomassie Brilliant Blue G-250'nin 50 mL %95'lik etanol içinde çözüldükten sonra, %85'lik (w/v) fosforik asit eklenerek hazırlanmıştır. Standart olarak BSA (Bovin serum albumin) çözeltisi 1 mg/mL olacak şekilde saf su kullanılarak hazırlanmıştır. Standartlar (1-10 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) ve örnekler (7.5 μL) 96 kuyucuklu mikropate içine üç tekerrürlü olarak eklenerek saf su ile hacimler 10 μL 'ye tamamlanmıştır. Kör olarak numune yerine 10 μL saf su kullanılmıştır. Son olarak 290 μL Bradford çözeltisi her kuyucuğa eklenerek 10 dakika inkübe edilmiştir (Web, MDH Bradford Protein Assay Protocol: Micro-Assay (96 well plate) version) ve 595 nm dalga boyunda absorbans değerleri kaydedilmiştir.

İstatistiksel Analiz: Tüm istatistiksel analizler R yazılımı (R Core Team, 2024) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veri okuma, analiz ve raporlama işlemlerinde çeşitli CRAN paketlerinden yararlanılmıştır. Excel dosyalarının okunmasında readxl paketi (Wickham & Bryan, 2019), varyans analizi sonrası çoklu karşılaştırmalar için agricolae paketi (de Mendiburu, 2019), Word belgesi oluşturmak ve düzenlemek için

officer paketi (Gohel, 2023) ve biçimlendirilmiş tablolar oluşturmak için flextable paketi (Gohel, 2019) kullanılmıştır. Duncan testi ile de ortaya çıkan önemli farklılıklar belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Yedikule ve Kıvrıcık'ta Nanopartiküler Demir Oksit Uygulamaları

4.1.1 Baş yüksekliği

Yedikule Manto çeşidinde Fe-NP/toprak uygulamalarının baş yüksekliği üzerine etkileri Çizelge 4.1'de görülmektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan farklı dozlardaki Fe-NP etkileri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p \leq 0,05$ düzeyinde). Fe-NP uygulanmayan örnekler 29.03 cm, 5 mg/L Fe-NP uygulananlar 30.90 cm ve 10 mg/L Fe-NP uygulananlar ise 27.00 cm baş yüksekliği ile aynı grup içinde yer almaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda Yedikule'de elde edilen baş yüksekliğinde Fe-NP uygulanmayan (kontrol) örnek gruplarında en yüksek baş yüksekliği (26.53 cm) elde edilmiş olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 5 ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler ise (19.00 ve 22.33 cm) aynı grup içinde yer almaktadır.

Yedikule'de, 50 mM ve 100 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan Fe-NP/yaprak uygulamalarında ise topraktan yapılan uygulamalar ile benzer sonuçlar elde edilmiş olup, istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Fe-NP uygulamalarının Yedikule'de baş yüksekliği üzerine etkileri incelendiğinde, 30.90 cm ile topraktan uygulanan Fe-NP'nin, yapraktan yapılan (20.00 cm) uygulamadan daha yüksek değerler verdi görülmektedir.

Yine 50 mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP uygulamalarının Yedikule'de baş yüksekliği üzerine etkileri incelendiğinde ise topraktan uygulanan Fe-NP ile yapraktan yapılan uygulama arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

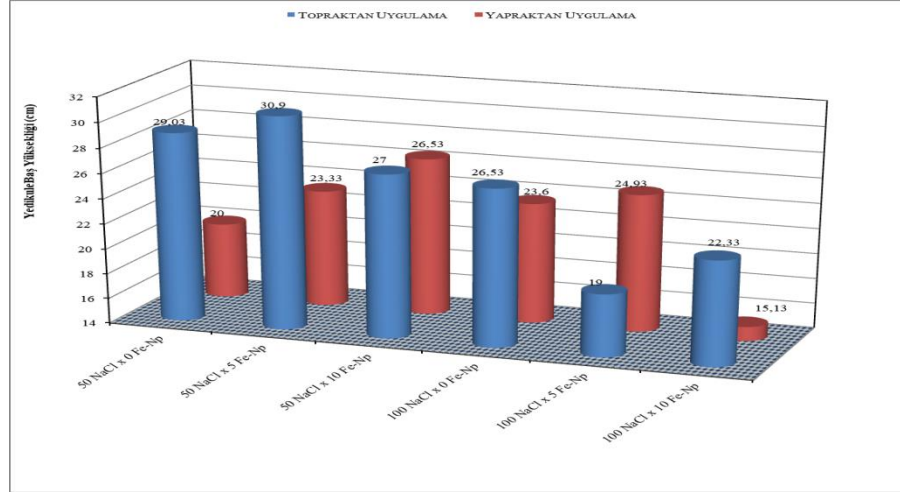
100 mM tuz konsantrasyonunda yapılan Fe-NP uygulamalarında ise Fe-NP dozları, (5 ve 10 mg/L) ile uygulama şekilleri (toprak/ yaprak) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Yedikule’de baş yüksekliği üzerine en yüksek performans gösteren örnek grupları, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Fe-NP dozunun topraktan uygulandığı (30,90 cm) ve Fe-NP uygulanmayan örneklerdir. En düşük sonuç ise 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP uygulamasında (19.00 cm) elde edilmiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.1 Fe-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık’ta (Fiyonk) baş yüksekliği üzerine etkileri

Uygulama	Baş Yüksekliği (cm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	29.03 ± 0.58 a,a,a	15.87 ± 0.37
50 × 5 × T	30.90 ± 0.49 a,a,a	15.33 ± 0.44
50 × 10 × T	27.00 ± 0.40 a,b,a	12.33 ± 0.73
100 × 0 × T	26.53 ± 0.61 a,a,a	14.37 ± 0.58
100 × 5 × T	19.00 ± 0.12 b,b,b	14.33 ± 1.17
100 × 10 × T	22.33 ± 0.50 b,b,b	14.30 ± 0.85
50 × 0 × Y	29.03 ± 0.58 a,a,a	15.87 ± 0.37
50 × 5 × Y	20.00 ± 0.58 a,b,b	13.87 ± 0.32
50 × 10 × Y	23.33 ± 0.94 a,b,b	14.00 ± 0.29
100 × 0 × Y	26.53 ± 0.61 b,a,a	14.37 ± 0.58
100 × 5 × Y	23.60 ± 0.35 b,b,b	16.37 ± 0.32
100 × 10 × Y	24.93 ± 0.09 b,b,b	14.40 ± 0.17

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.1 Fe-NP'nin Yedikule'de (Manto) baş yüksekliği üzerine etkileri

Kıvırcık'ta yapılan varyans analizleri sonucunda üçlü interaksiyonları önemli bulunmamış olup, Çizelge 4.2'de farklı tuz konsantrasyonlarında Fe-NP'nin Kıvırcık'ta baş yüksekliği üzerine etkileri görülmektedir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol grubu ve 5 ile 10 mg/L Fe-NP dozlarının baş yüksekliği üzerine etkileri incelendiğinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

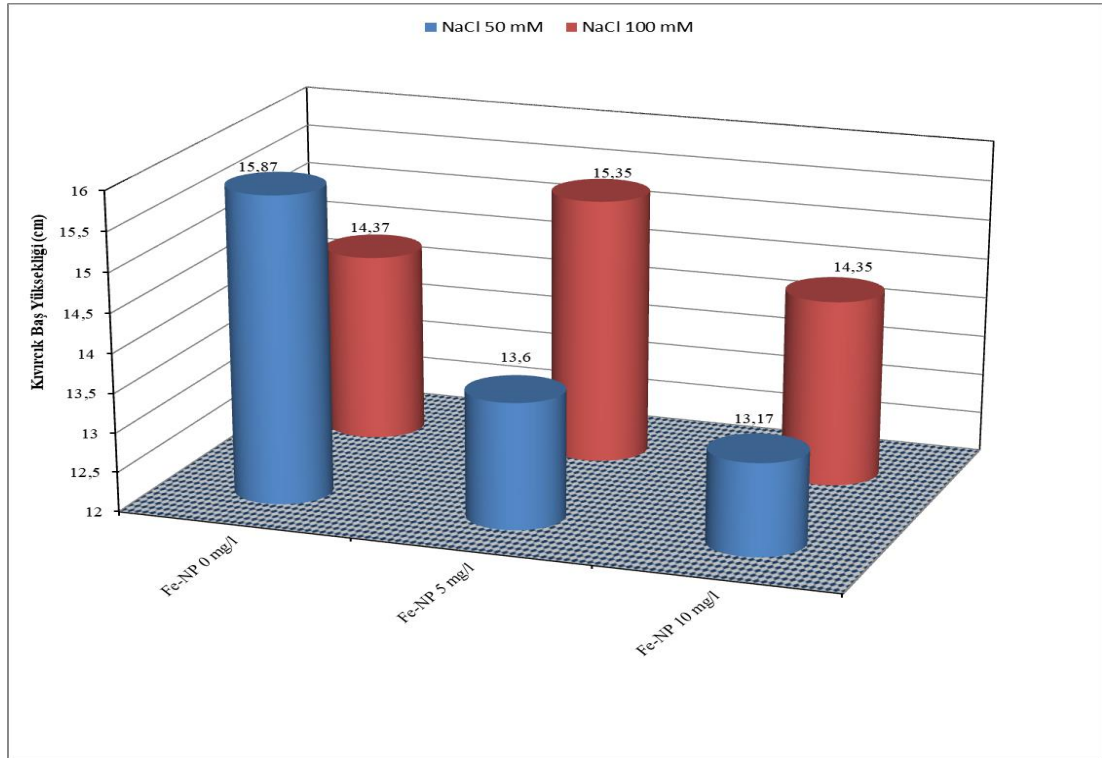
50 mM tuz konsantrasyonunun uygulanan Fe-NP dozları karşılaştırıldığında ise, en yüksek baş yüksekliği Fe-NP uygulanmayan 0 dozunda (15.87 cm) elde edilirken, 5 ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnek grupları istatistiksel olarak aynı grup içinde olup en düşük baş yüksekliği değeri 13.17 cm ile 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerden elde edilmiştir.

100 mM tuz konsantrasyonunun uygulanan Fe-NP dozları karşılaştırıldığında da uygulanan Fe-NP dozları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. 5 mg/L Fe-NP dozunda en yüksek baş yüksekliği değeri (15.35 cm) elde edilmiştir. Kontrol grubu ile 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler arasında ise istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır (Şekil 4.2).

Çizelge 4.2 Farklı tuz konsantrasyonlarında Fe-NP'nin baş yüksekliği üzerine etkileri

Tuz	Kıvırcık Baş yüksekliği (cm)		
	Fe-NP		
	0	5	10
50	15.87 ± 0.24 a,a	13.60 ± 0.27 a,ab	13.17 ± 0.51 a,b
100	14.37 ± 0.37 a,b	15.35 ± 0.71 a,a	14.35 ± 0.39 a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra farklı Fe-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının baş yüksekliği üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Fe-NP'nin farklı dozlarının baş yüksekliği üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.2 Fe-NP'nin Kıvırcık'ta (Fiyonk) baş yüksekliği üzerine etkileri

4.1.2 Kök boyu

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Fe-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök boyu üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök boyu üzerine etkileri

Uygulama	Kök Boyu (cm)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	32.27 ± 1.41	29.53 ± 1.16
50 × 5 × T	33.70 ± 4.54	26.93 ± 2.72
50 × 10 × T	29.97 ± 5.22	30.67 ± 3.44
100 × 0 × T	32.23 ± 1.41	31.80 ± 0.40
100 × 5 × T	37.63 ± 6.99	33.07 ± 3.56
100 × 10 × T	43.97 ± 8.52	25.30 ± 3.39
50 × 0 × Y	32.27 ± 1.41	29.53 ± 1.16
50 × 5 × Y	31.57 ± 3.47	27.33 ± 3.41
50 × 10 × Y	36.47 ± 6.31	27.57 ± 9.05
100 × 0 × Y	32.23 ± 1.41	31.80 ± 0.40
100 × 5 × Y	31.40 ± 0.42	30.43 ± 5.08
100 × 10 × Y	31.27 ± 8.61	27.20 ± 4.85

4.1.3 Kök yaş ağırlık

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Fe-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök yaş ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel $p \leq 0,05$ düzeyinde olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök yaş ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Kök Yaş Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	5.00 ± 0.75	2.60 ± 0.29
50 × 5 × T	5.63 ± 1.72	2.25 ± 0.35
50 × 10 × T	5.19 ± 0.11	2.97 ± 0.57
100 × 0 × T	4.30 ± 0.81	3.10 ± 0.29
100 × 5 × T	5.07 ± 0.43	2.83 ± 0.30
100 × 10 × T	6.24 ± 0.89	2.96 ± 0.14
50 × 0 × Y	5.00 ± 0.75	2.60 ± 0.29
50 × 5 × Y	5.26 ± 0.71	3.30 ± 0.31
50 × 10 × Y	7.63 ± 1.40	3.33 ± 0.32
100 × 0 × Y	4.30 ± 0.81	3.10 ± 0.29
100 × 5 × Y	5.68 ± 0.76	3.02 ± 0.43
100 × 10 × Y	6.02 ± 0.18	2.69 ± 0.27

4.1.4 Kök kuru ağırlık

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Fe-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök kuru ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök kuru ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Kök Kuru Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	0.43 ± 0.03	0.30 ± 0.00
50 × 5 × T	0.46 ± 0.09	0.26 ± 0.06
50 × 10 × T	0.47 ± 0.02	0.31 ± 0.06
100 × 0 × T	0.40 ± 0.06	0.33 ± 0.03
100 × 5 × T	0.47 ± 0.07	0.30 ± 0.03
100 × 10 × T	0.56 ± 0.09	0.31 ± 0.01
50 × 0 × Y	0.43 ± 0.03	0.30 ± 0.00
50 × 5 × Y	0.47 ± 0.05	0.40 ± 0.02
50 × 10 × Y	0.63 ± 0.10	0.34 ± 0.05
100 × 0 × Y	0.40 ± 0.06	0.33 ± 0.03
100 × 5 × Y	0.48 ± 0.08	0.45 ± 0.09
100 × 10 × Y	0.63 ± 0.03	0.32 ± 0.05

4.1.5 Bitki yaş ağırlık

Yedikule Manto çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan Fe-NP uygulamaları incelendiğinde, 5 ve 10 mg/L Fe-NP uygulamalarının istatistiksel olarak aynı grup içinde yer aldığı (100.10 ve 94.40 g), Fe-NP uygulanmayan örneklerin ise (83.47 g) farklı bir grupta yer aldığı görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise, en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri 10 mg/ Fe-NP uygulanan (64.46 g) örneklerden elde edilirken, 5 mg/L Fe-NP uygulanan ve Fe-NP uygulanmayan örneklerin istatistiksel olarak aynı grup içinde yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.6).

50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan Fe-NP uygulamalarında, en yüksek bitki yaş ağırlığı değerleri sırası ile 10 mg/ Fe-NP uygulanan örnekler ve Fe-NP uygulanmayan örneklerden (87.77 ve 83.47 g) elde edilmiştir. 62.63 g ile en düşük bitki yaş ağırlığı değeri 5 mg/ Fe-NP uygulanan örneklerde gözlemlenmiş ve örnekler arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan Fe-NP uygulamalarında, 5 mg/L Fe-NP'nin bitki yaş ağırlığı üzerine etkisinin (79.24 g), 10 mg/L (76.22 g) ve Fe-NP uygulanmayan (60.39 g) örnek gruplarından istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturduğu görülmektedir (Çizelge 4.6).

50 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Fe-NP'nin uygulama şekilleri karşılaştırıldığında; topraktan uygulanan Fe-NP (100.10 g), yaprak uygulamasından (62.63 g) daha yüksek değer vermiştir ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 50mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP'nin uygulama şekilleri karşılaştırıldığında ise, uygulama şekilleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

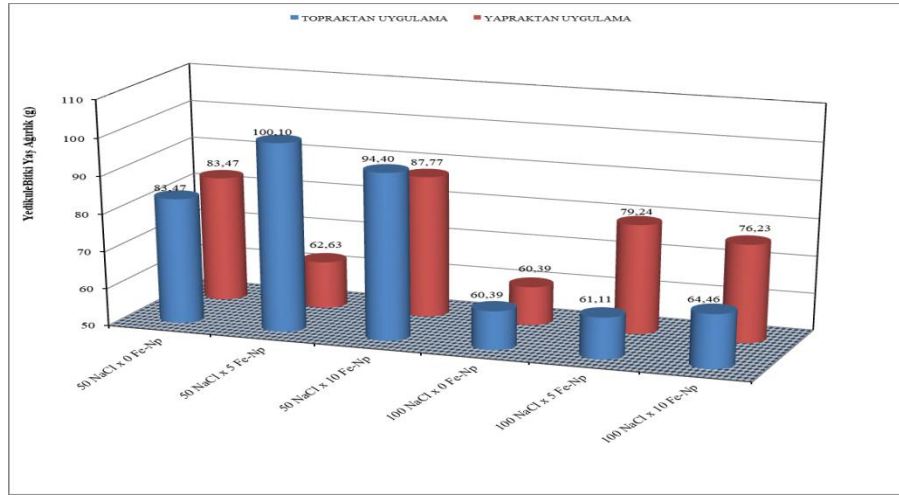
100 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Fe-NP uyulama şekillerinin bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri değerlendirildiğinde, yapraktan uygulanan Fe-NP (79.54 g) topraktan yapılan (61.11g) uygulamadan daha etkili olmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP uygulamasında uygulama şekilleri ele alındığında, 5 mg/L Fe-NP uygulamasına benzer şekilde, yapraktan yapılan uygulamanın (76.22 g) bitki yaş ağırlığı üzerine etkilerinin, toprak uygulamasından (64.46 g) daha yüksek olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6).

Fe-NP uygulamalarında en yüksek performansı veren örnek grupları sırası ile: 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP (100.10 ve 94.40 g), 50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 10 mg/ Fe-NP (8.77g) ve 50 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP uygulanmayan örneklerdir. En düşük performans ise, 100 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP uygulanmayan (60.39 g) ve 5 mg/L Fe-NP'nin topraktan (61.11 g) ve yapraktan (62.63 g) uygulandığı örnek gruplarında elde edilmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.3).

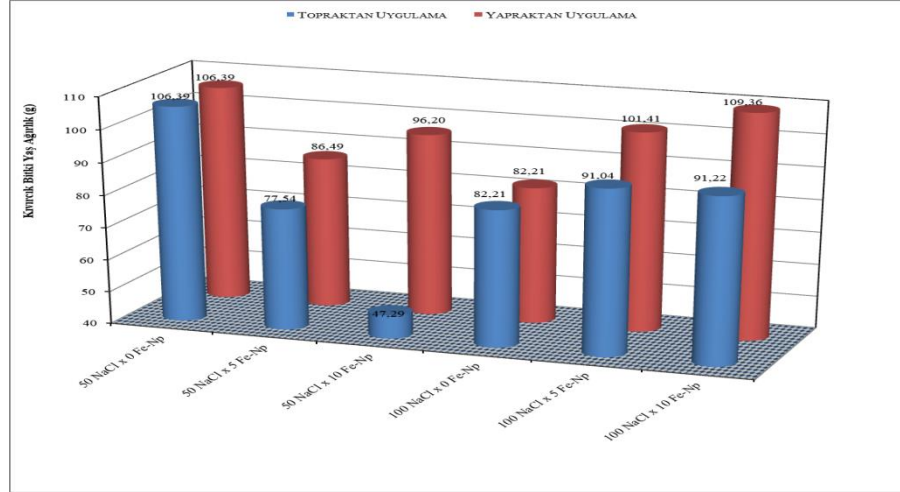
Çizelge 4.6 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Bitki Yaş Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 x T	83.47 ± 0.16 b,a,a	106.39± 1.33 a,a,a
50 × 5 × T	100.10± 0.09 a,a,a	77.54 ± 0.45 b,b,bc
50 × 10 × T	94.40 ± 0.53 a,a,a	47.29 ± 1.74 c,b,c
100 × 0 x T	60.39 ± 0.64 b,c,c	82.21 ± 0.56 b,ab,ab
100 × 5 × T	61.11 ± 0.05 b,c,c	91.04 ± 0.60 ab,ab,b
100 × 10 × T	64.46 ± 0.68 a,c,c	91.22 ± 0.06 a,b,b
50 × 0 x Y	83.47 ± 0.16 a,b,a	106.39± 1.33 a,a,a
50 × 5 × Y	62.63 ± 0.34 b,b,c	86.49 ± 0.63 c,a,ab
50 × 10 × Y	87.77 ± 0.61 a,b,a	96.20 ± 0.50 b,a,a
100 × 0 x Y	60.39 ± 0.64 c,b,c	82.21 ± 0.56 b,ab,ab
100 × 5 × Y	79.24 ± 0.03 a,b,b	101.41± 0.69 ab,a,a
100 × 10 × Y	76.22 ± 0.06 b,b,b	109.36± 5.43 a,a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.3 Fe-NP'nin Yedikule'de bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4.4 Fe-NP'nin Kıvırcık'ta bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri

Kıvırcık Çizelge 4.6'da 50 mM tuz uygulaması ve Fe-NP'nin topraktan uygulandığı bitki örneklerinde Fe-NP'nin bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde Fe-NP uygulanmayan örneklerde en yüksek bitki yaş ağırlığı (106.39 g) elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 5 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde 77.54 g bitki yaş ağırlığı belirlenirken, en düşük bitki yaş ağırlığı ise 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde (47.29 g) elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonu arttıkça bitki yaş ağırlığı azalmış olup bu azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

100 mM tuz ve Fe-NP'nin topraktan uygulandığı örneklerde 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde 91.22 g ile en yüksek bitki yaş ağırlığı elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük bitki yaş ağırlığı ise Fe-NP uygulanmayan örneklerden (82.21 g) elde edilmiştir. 5 mg/L Fe -NP uygulanan örnekler her iki gruba da benzerlik göstermektedir.

50 mM tuz uygulaması ve Fe-NP'nin yapraktan uygulandığı bitki örneklerinde Fe-NP'nin bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde Fe-NP uygulanmayan örneklerde en yüksek bitki yaş ağırlığı (106.39 g) elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde 96.20 g, 5 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde ise 86.49 g bitki yaş ağırlığı belirlenmiş olup aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir.

100 mM tuz ve Fe-NP'nin yapraktan uygulandığı örneklerde 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde 109.36 g ile en yüksek bitki yaş ağırlığı elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük bitki yaş ağırlığı ise Fe-NP uygulanmayan örneklerden (82.21 g) elde edilmiştir. 5 mg/L Fe -NP uygulanan örnekler (101.41 g) her iki örnek grubuna da benzerlik göstermektedir.

50 mM tuz konsantrasyonunda ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde uygulama şekilleri karşılaştırıldığında, yapraktan yapılan Fe-NP uygulamasının (86.49 g) topraktan yapılan (77.54 g) Fe-NP uygulamasından daha etkili olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

50 mM tuz konsantrasyonunda ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde uygulama şekilleri karşılaştırıldığında ise 5 mg/L Fe-NP uygulamasına benzer şekilde yapraktan yapılan uygulamadan (96.20 g) daha yüksek sonuçlar elde edilmiş olup topraktan yapılan (47.29 g) Fe-NP uygulaması ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

100 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Fe-NP uygulamasında uygulama şekilleri ele alındığında, 101.41 g ile yapraktan yapılan Fe-NP uygulaması toraktan yapılan (91.04 g) uygulamadan daha yüksek sonuçlar vermiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

100 mM tuz konsantrasyonunda.10 mg/L Fe-NP uygulamasında uygulama şekilleri ele alındığında ise benzer şekilde yapraktan yapılan (109.36 g) Fe-NP uygulamasının topraktan yapılan uygulamadan (91.22 g) daha yüksek sonuçlar verdiği ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

En yüksek bitki yaş ağırlığı belirlenen uygulamalar sırası ile 100mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP'nin yapraktan uygulandığı (109.36 g) örnekler, 50 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP uygulanmayan örnekler (106.39g) ile 100mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Fe-NP'nin yapraktan uygulandığı (101.41g) örnekler olduğu görülmektedir. En düşük bitki yaş ağırlığı ise 50 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP'nin

topraktan uygulandığı örneklerde belirlenmiş olup. Fe-NP dozu arttıkça (5 mg/L Fe-NP: 77.54 g, 10 mg/L Fe-NP: 47.29 g) bitki yaş ağırlığı azalmıştır (Çizelge 4.6, Şekil 4.4).

4.1.6 Bitki kuru ağırlık

Yedikule’de bitki kuru ağırlığı üzerine 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP’nin toprak uygulamaları incelendiğinde uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Yapraktan uygulanan Fe-NP dozları incelendiğinde ise 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek bitki kuru ağırlığı 5.57 g ile Fe-NP uygulanmayan kontrol dozunda elde edilmiştir. 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamakta olup aynı grup içinde yer almışlardır.

100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan Fe-NP dozlarında, 50 mM tuz konsantrasyonu uygulamalarına benzer sonuçlar elde edilmiş olup, en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri kontrol grubunda elde edilmiş, 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarında elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almıştır.

Uygulama şekilleri ele alındığında 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozunda 6.44 g, yapraktan yapılan uygulamada ise 3.84 g bitki kuru ağırlığı elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlıdır. 10 mg/L Fe-NP uygulamalarında da benzer şekilde topraktan yapılan uygulamalarda (5.63g), yaprak uygulamasından (4.84 g) daha yüksek değer elde edilmiştir.

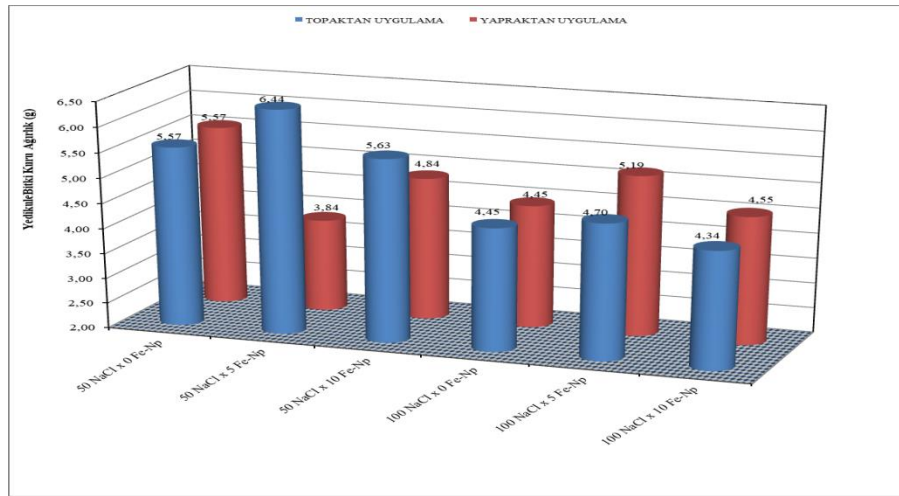
100 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekilleri incelendiğinde, 5 mg/L Fe-NP’nin yaprak uygulamasının bitki kuru ağırlığı üzerine etkisinin daha yüksek olduğu görülmektedir. 10 mg/L Fe-NP uygulamaları arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda, en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri 50 mM tuz konsantrasyonunda, 5 mg/L Fe-NP'nin topraktan uygulandığı bitki gruplarında (6.44 g) elde edilmiştir. Aynı Fe-NP dozunun yaprak uygulaması ise en düşük (3.84 g) bitki kuru ağırlığı değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.7, Şekil 4.5).

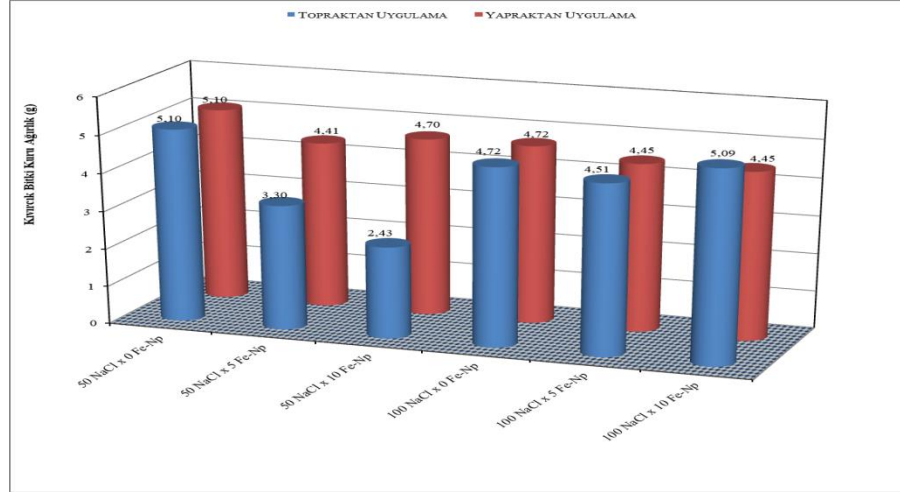
Çizelge 4.7 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Bitki Kuru Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	5.57 ± 0.16 a,a,ab	5.10 ± 0.00 a,a,a
50 × 5 × T	6.44 ± 0.15 a,a,a	3.30 ± 0.56 b,b,bc
50 × 10 × T	5.63 ± 0.17 a,a,ab	2.43 ± 0.07 c,b,c
100 × 0 × T	4.45 ± 0.32 a,b,ab	4.72 ± 0.05 a,a,a
100 × 5 × T	4.70 ± 0.28 a,b,ab	4.51 ± 0.19 b,a,b
100 × 10 × T	4.34 ± 0.09 a,b,ab	5.09 ± 0.04 a,a,a
50 × 0 × Y	5.57 ± 0.16 a,b,ab	5.10 ± 0.00 a,a,a
50 × 5 × Y	3.84 ± 0.12 b,b,b	4.41 ± 0.12 b,a,b
50 × 10 × Y	4.84 ± 0.04 b,b,ab	4.70 ± 0.54 b,a,ab
100 × 0 × Y	4.45 ± 0.32 b,b,ab	4.72 ± 0.05 a,a,a
100 × 5 × Y	5.19 ± 0.03 a,a,ab	4.45 ± 0.12 b,a,ab
100 × 10 × Y	4.55 ± 0.12 b,b,ab	4.77 ± 0.09 a,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.5 Fe-NP'nin Yedikule'de bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4.6 Fe-NP'nin Kızılcık'ta bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri

Çizelge 4.7'de Fe-NP'nin farklı tuz konsantrasyonlarında bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri verilmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP'nin toprak uygulamaları incelendiğinde, Fe-NP uygulanmayan örneklerde bitki ağırlığı 5.10 g ile en yüksek değere sahiptir. Fe-NP dozu arttıkça bitki kuru ağırlığının azaldığı ve istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu göze çarpmaktadır.

100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP'nin en yüksek bitki kuru ağırlığını (5.09 g) verdiği, bunu sırasıyla 4.72 g ile kontrol grubu ve 4.51 g ile 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnek grubunun takip ettiği ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP'nin yapraktan yapılan uygulamaları incelendiğinde, Fe-NP uygulanmayan örneklerde bitki ağırlığı 5.09 g ile en yüksek değere sahiptir ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Fe-NP uygulamalarında Fe-NP dozundaki artış (5 ve 10 mg/L) istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

100 mM tuz konsantrasyonunda ise yapraktan yapılan uygulamada 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler (4.77 g) ile Fe-NP uygulanmayan örnekler (4.72 g) aynı grup içinde yer almaktadır. 4.45 g ile 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler en düşük bitki kuru ağırlık değerini vermekte olup, uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

50 mM tuz konsantrasyonunda ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde uygulama şekilleri karşılaştırıldığında, yapraktan yapılan Fe-NP uygulamasının 4.41 g ile topraktan yapılan uygulamaya (3.30 g) nazaran bitki kuru ağırlığı üzerine daha etkili olduğu görülmektedir.

50 mM tuz konsantrasyonunda ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde uygulama şekilleri karşılaştırıldığında ise benzer şekilde yapraktan yapılan Fe-NP uygulamasının 4.70 g ile topraktan yapılan uygulamaya (2.43 g) nazaran bitki kuru ağırlığı üzerine daha etkili olduğu görülmektedir.

100 mM tuz konsantrasyonunda ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde uygulama şekilleri karşılaştırıldığında, yaprak ve toprak uygulamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir.

100 mM tuz konsantrasyonunda ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde topraktan yapılan Fe-NP uygulaması 5.09 g ile yapraktan yapılan (4.77 g) Fe-NP uygulamasından bitki kuru ağırlığı üzerine daha etkili olmuştur.

Yapılan uygulama sonuçlarına göre en yüksek bitki kuru ağırlığı elde edilen sonuçlar 50 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP uygulanmayan (5.10 g) örnekler ile 100 mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP'nin yapraktan uygulandığı (5.09 g) örneklerdir. 4.77 g 100 mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP'nin yapraktan uygulandığı örnekler ile 4.72g ile 100 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP uygulanmayan örneklerde istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. 50 mM tuz konsantrasyonunsa 10 mg/L Fe-NP'nin topraktan uygulandığı örnekler ise 2.43 g ile en düşük bitki kuru ağırlığı değerini vermektedir (Şekil 4.6).

4.1.7 Yaprak oransal su içeriği

Yedikule Manto çeşidinde yaprak oransal su içeriği üzerine farklı tuz konsantrasyonlarında Fe-NP uygulama etkileri Çizelge 4.8' de verilmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda, 5 ve 10 mg/L Fe-NP'nin toprak uygulamalarında % 86.52 ve 82.33 yaprak oransal su içeriği elde edilmiştir. Fe-NP uygulanmayan kontrol grubunda ise % 76.87 yaprak oransal su içeriği değeri elde edilmiş olup istatistiksel olarak farklı grupta yer almaktadır.

Benzer şekilde, 100 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri % 84.09 ile 5 mg/ l Fe-NP uygulanan örnek grubunda elde edilmiştir. Fe-NP uygulanmayan ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde ise sırası ile % 78.46 ve 71.02 değerleri elde edilmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan uygulamada sırası ile 10 ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerden, % 86.17 ve 85.36 yaprak oransal su içeriği değerleri elde edilmiştir. Fe-NP uygulanmayan örnek grubunda ise % 76.87 ile en düşük yaprak oransal su içeriği değeri elde edilmiştir.

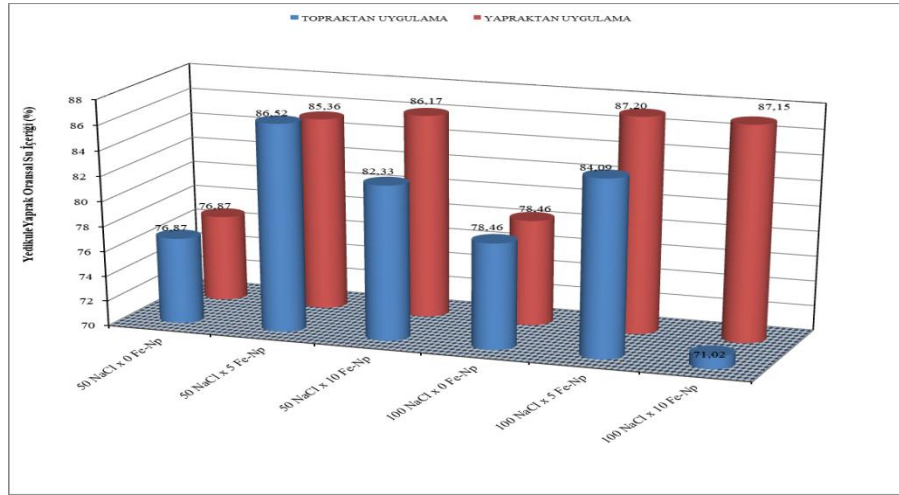
100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP yaprak uygulamaları % 87.20 ve % 87.15 ile istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. % 78.46 ile Fe-NP uygulanmayan örnek grubu en düşük yaprak oransal su içeriği değerini vermiş olup, istatistiksel olarak farklı grupta yer almaktadır.

100 mM tuz konsantrasyonunsa 5 ve 10 mg/L Fe-NP'nin yaprak uygulaması (% 87.20 ve 87.15), 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Fe-NP toprak uygulaması (%86.52) ve 10 mg/L Fe-NP yaprak uygulaması (% 86.17) yaprak oransal su içeriği üzerine yüksek etki göstermiştir. % 71.02 ile en düşük yaprak oransal su içeriği elde edilen örnek grubu 100 mM tuz x 10 mg/L Fe-NP x toprak uygulaması olurken, Fe-NP uygulanmayan örneklerde istatistiksel olarak bu grup içinde yer almaktadır (Şekil 4.7).

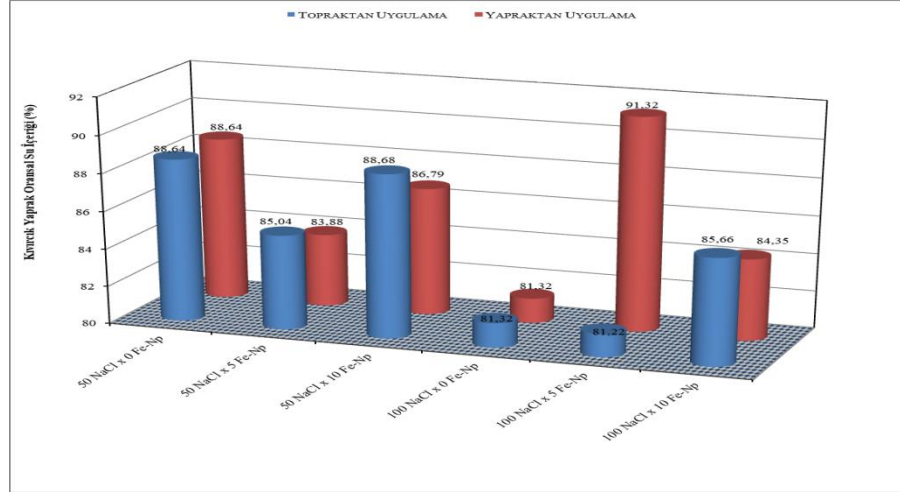
Çizelge 4.8 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Oransal Su İçeriği (%)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	76.87 ± 0.11 b,b,b	88.64 ± 0.34 a,a,ab
50 × 5 × T	86.52 ± 0.15 a,a,a	85.04 ± 0.03 b,a,b
50 × 10 × T	82.33 ± 0.56 a,b,b	88.68 ± 0.43 a,a,ab
100 × 0 × T	78.46 ± 0.40 b,b,b	81.32 ± 0.06 b,b,b
100 × 5 × T	84.09 ± 0.01 a,b,a	81.22 ± 0.64 b,b,b
100 × 10 × T	71.02 ± 0.38 b,b,b	85.66 ± 0.22 a,a,ab
50 × 0 × Y	76.87 ± 0.11 b,b,b	88.64 ± 0.34 a,a,ab
50 × 5 × Y	85.36 ± 0.07 a,a,a	83.88 ± 0.64 b,a,ab
50 × 10 × Y	86.17 ± 0.10 a,a,a	86.79 ± 0.01 ab,a,ab
100 × 0 × Y	78.46 ± 0.40 b,a,b	81.32 ± 0.06 b,b,b
100 × 5 × Y	87.20 ± 0.05 a,a,a	91.32 ± 0.08 a,a,a
100 × 10 × Y	87.15 ± 0.03 a,a,a	84.35 ± 0.06 b,a,ab

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.7 Fe-NP'nin Yedikule'de yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri



Şekil 4.8 Fe-NP'nin Kıvırcık'ta yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri

Kıvırcık Fiyonk çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek yaprak oransal su içeriği 10 mg/L Fe-NP uygulanan (% 88.68) ve kontrol grubunda (% 88.64) elde edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise, yine 10 mg/L Fe-NP uygulamasının daha etkili olduğu görülmektedir. Fe-NP uygulanmayan ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler ise istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

50 mM tuz konsantrasyonunda yaprak uygulamaları incelendiğinde, Fe-NP uygulanmayan örnek grubunda en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri elde edilmiştir. 5 mg/L Fe-NP uygulaması istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüktür. 10 mg/L Fe-NP uygulaması yaprak oransal su içeriğini, 5 mg/L Fe-NP uygulamasına nazaran artırırken, kontrol grubuyla da istatistiksel olarak ilişkilidir.

100 mM tuz konsantrasyonunda, yapraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP yaprak oransal su içeriğini (% 91.32) arttırmıştır. Uygulanan 10 mg/L Fe-NP (% 84.35), kontrol grubuyla (% 81.32) istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekilleri karşılaştırıldığında, 5 ve 10 mg/L Fe-NP'nin uygulama şekilleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. Benzer şekilde 100 mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP uygulamasında da uygulama şekli göz önüne alındığında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. Ancak 100 mM tuz

konsantrasyonunda uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozunda, yaprak uygulamasının (% 91.32) toprak uygulamasına (% 81.22) nazaran yaprak oransal su içeriği üzerine daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan uygulamanın üçlü interaksiyonları incelendiğinde, istatistiksel olarak en yüksek değer 100 mM tuz konsantrasyonunda 5mg/L Fe-NP dozunun yapraktan yapılan uygulamasında (% 91.33) elde edildiği belirlenmiştir. Aynı tuz konsantrasyonunda kontrol grubu ve 5 mg/L Fe-NP dozunun toprak uygulamasının istatistiksel olarak en düşük değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.8).

4.1.8 Yaprak sayısı

Yapılan varyans analizi sonucu, Yedikule Manto ve Kıvırcık Fiyonk çeşitlerinde üçlü interaksiyonlar $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmamış olup, her çeşit için ikili interaksiyonları $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunan uygulamalar aşağıda incelenmiştir.

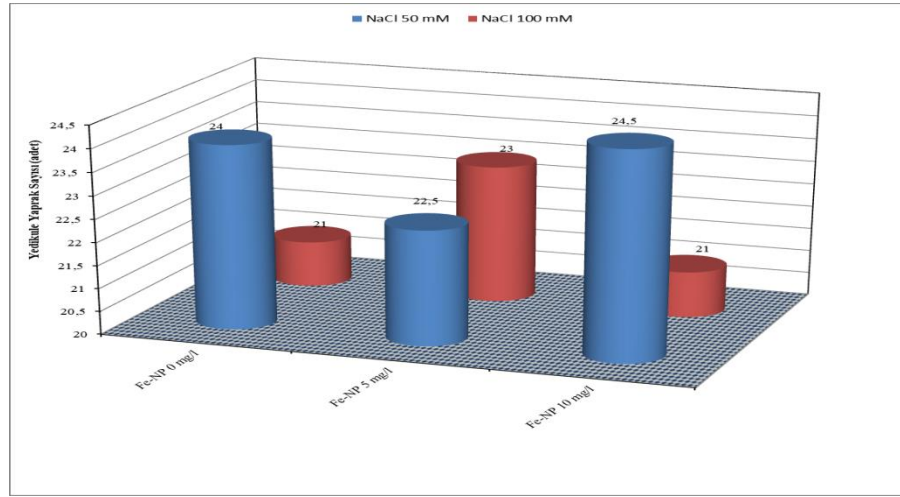
Yedikule Manto çeşidinde, Fe-NP uygulanmayan kontrol gruplarında tuz konsantrasyonu arttıkça (50 mM: 24.00 100 mM: 21.00 adet) yaprak sayısı azalmaktadır. 5 mg/L Fe-NP dozunda istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 10 mg/L Fe-NP dozunda ise, tuz konsantrasyonu arttıkça yaprak sayısı (50 mM: 24.50 ve 100 mM: 21.00 adet) istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmaktadır.

50 mM tuz konsantrasyonunda kontrol grubu ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak aynı grupta yer alarak, 5 mg/L Fe-NP uygulamasına nazaran yaprak sayısı üzerine daha etkili olmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan Fe-NP dozları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır (Çizelge 4.9, Şekil 4.9).

Çizelge 4.9 Farklı tuz konsantrasyonlarında Fe-NP'nin yaprak sayısı üzerine etkileri

Tuz	Yedikule Yaprak Sayısı (adet)		
	Fe-NP		
	0	5	10
50	24.00 ± 0.37 a,a	22.50 ± 0.72 b,a	24.50 ± 0.62 a,a
100	21.00 ± 0.73 b,a	23.00 ± 0.68 b,a	21.00 ± 0.68 b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Fe-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının yaprak sayısı üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Fe-NP'nin farklı dozlarının yaprak sayısı üzerine etkilerini göstermektedir.



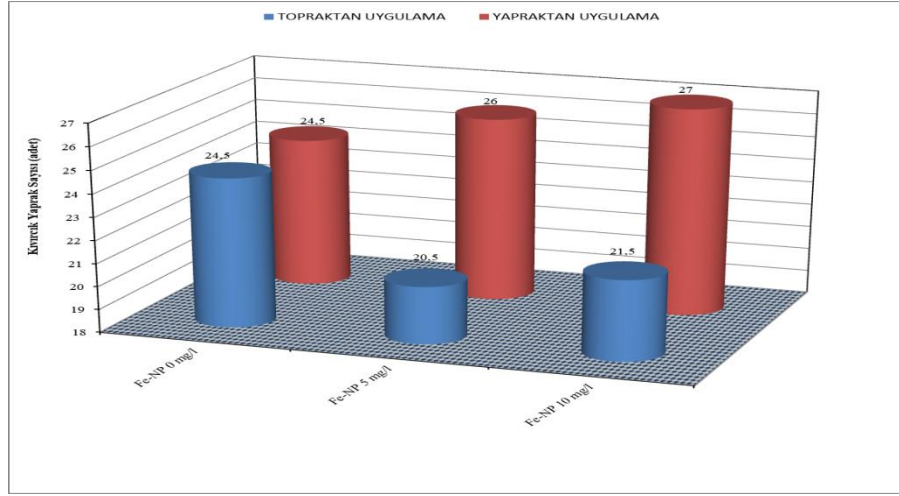
Şekil 4.9 Farklı tuz konsantrasyonlarında Fe-NP'nin yaprak sayısı üzerine etkileri

Kıvrıcık Fiyonk çeşidinde, topraktan ve yapraktan uygulanan Fe-NP'nin farklı dozlarının yaprak sayısı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. 5 mg/L Fe-NP dozunun yaprak sayısı üzerine etkisi incelendiğinde, 26.00 adet yaprak ile yapraktan yapılan uygulamanın, topraktan yapılan uygulamaya (20.50 adet) nazaran daha etkili olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, 10 mg/L Fe-NP uygulamasında da yapraktan yapılan uygulama sonucu 27.00 adet yaprak ile topraktan yapılan uygulamaya (21.50) göre daha etkili olmuş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.10, Şekil 4.10).

Çizelge 4.10 Farklı Fe-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak sayısı üzerine etkileri

Fe-NP	Kıvırcık Yaprak Sayısı (adet)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	24.50 ± 0.96 a,a	24.50 ± 0.96 a,a
5	20.50 ± 0.89 a,b	26.00 ± 1.13 a,a
10	21.50 ± 1.15 a,b	27.00 ± 0.26 a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Fe-NP dozlarının yaprak sayısı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Fe-NP dozlarında uygulama şekillerinin yaprak sayısı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.10 Farklı Fe-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak sayısı üzerine etkileri

4.1.9 Atılan yaprak sayısı

Yedikule Manto çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan Fe-NP uygulamalarının atılan yaprak sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise Fe-NP uygulamasında, atılan yaprak sayısı 10 mg/L Fe-NP uygulamasında 3 adet olup, kontrol grubu ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde atılan yaprak sayısı 1 adettir ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan uygulamalarda Fe-NP dozları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise, en çok atılan yaprak sayısı 5 mg/L Fe-NP dozunda (4.00 adet) gerçekleşmiştir.

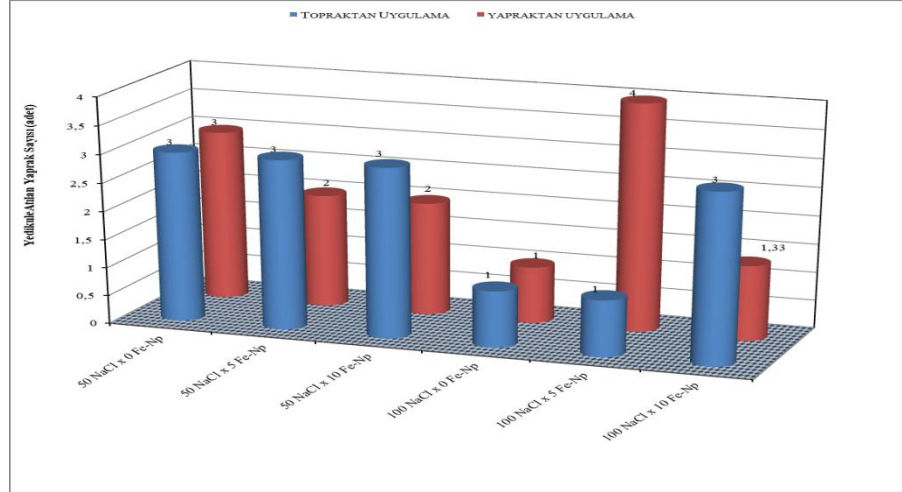
Uygulama şekilleri ele alındığında, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP uygulamasında, topraktan yapılan uygulamada (3 adet) atılan yaprak sayısının yapraktan yapılan (2 adet) uygulamadan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda, 5 mg/L Fe-NP uygulamasında ise yapraktan yapılan uygulamada 4.00 adet yaprak atılmış olup, topraktan yapılan uygulamaya nazaran yüksektir. 10 mg/L Fe-NP dozunda ise, topraktan yapılan uygulamada 3 adet yaprak atılırken, yapraktan yapılan uygulamada 1.33 adet yaprak atılmıştır (Çizelge 4.11, Şekil 4.11).

Kıvırcık Fiyonk çeşidinde yapılan varyans analizi sonucu, üçlü interaksiyonlar $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.11 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

Uygulama	Atılan Yaprak Sayısı (adet)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	3.00 ± 0.00 a,a,a	2.00 ± 0.00
50 × 5 × T	3.00 ± 0.00 a,a,a	2.00 ± 1.15
50 × 10 × T	3.00 ± 1.16 a,a,a	1.00 ± 0.58
100 × 0 × T	1.00 ± 0.58 b,b,a	1.00 ± 0.58
100 × 5 × T	1.00 ± 0.58 b,b,a	0.00 ± 0.00
100 × 10 × T	3.00 ± 0.00 a,a,a	2.00 ± 0.58
50 × 0 × Y	3.00 ± 0.00 a,a,a	2.00 ± 0.00
50 × 5 × Y	2.00 ± 0.00 a,b,a	0.00 ± 0.00
50 × 10 × Y	2.00 ± 0.58 a,b,a	1.00 ± 0.00
100 × 0 × Y	1.00 ± 0.58 b,b,a	1.00 ± 0.58
100 × 5 × Y	4.00 ± 0.80 a,a,a	1.00 ± 0.58
100 × 10 × Y	1.33 ± 0.33 ab,b,a	2.00 ± 0.58

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.11 Fe-NP'nin Yedikule'de atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

4.1.10 Yaprak eni

Çizelge 4.12'de topraktan uygulanan Fe-NP dozlarının 50 mM tuz konsantrasyonundaki etkileri incelendiğinde, Yedikule 10mg/L Fe-NP uygulamasının yaprak eni üzerine etkisinin 12.40 cm ile diğer uygulamalara (Fe-NP: 0 ve Fe-NP:5 mg/L) nazaran daha yüksek bir etki gösterdiği görülmektedir.

100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer şekilde 10 mg/L Fe-NP uygulamasının etkisinin diğer Fe-NP dozlarından daha yüksek olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir.

Yapraktan uygulanan Fe-NP dozlarının yaprak eni üzerine etkilerine bakıldığında, 50 mM tuz konsantrasyonunda istatistiksel olarak 10 mg/L Fe-NP uygulaması, 0 ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnek grupları ile benzerlik göstermektedir.

100 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu, diğer uygulamalarda olduğu gibi istatistiksel olarak diğer örnek gruplarından (Fe-NP: 0 ve Fe-NP:5 mg/L) farklılık göstermektedir.

Fe-NP'nin uygulama şekilleri farklı tuz konsantrasyonlarında karşılaştırıldığında, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Fe-NP'nin topraktan yapılan uygulamasının 11.60 cm ile yapraktan yapılan uygulamadan (9.07 cm) daha etkili olduğu fakat istatistiksel olarak iki uygulamanın benzerlik gösterdiği görülmektedir. Benzer şekilde 10 mg/L Fe-NP dozunda da topraktan yapılan uygulama 12.40 cm ile yaprak eni üzerinde daha etkili olmuşken, yapraktan yapılan uygulama istatistiksel olarak topraktan yapılan uygulama ile benzerlik göstermektedir.

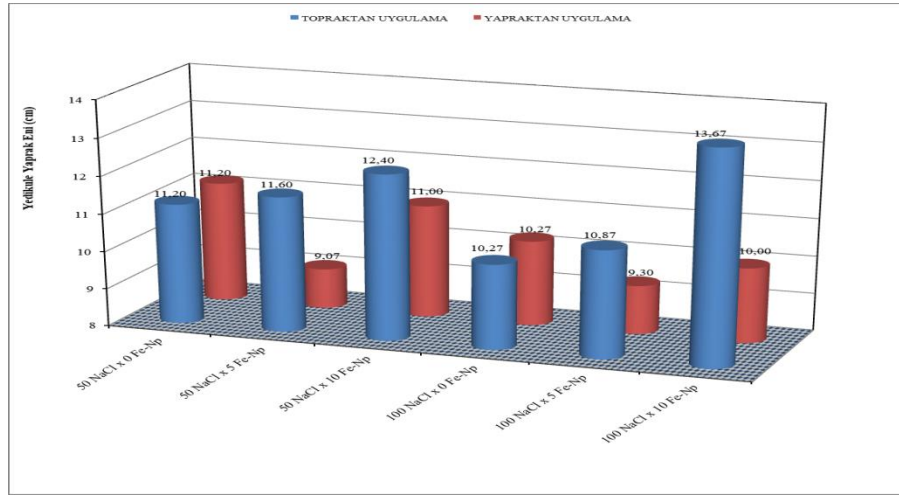
100 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan Fe-NP dozlarında, 5 mg/L Fe-NP dozunda uygulama şekillerinin yaprak eni üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. Benzer şekilde, 10 mg/L Fe-NP dozunun yaprak eni üzerine etkileri de istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

Yedikule Manto çeşidinde yapılan uygulamalar arasında yaprak eni üzerinde en yüksek etkiyi gösteren uygulamalar sırası ile: 100 ve 50 mM tuz konsantrasyonunda 10 ve 5 mg/L Fe-NP (13.67 ve 12.40 cm) dozlarının topraktan yapılan uygulamalarıdır. Yaprak eni üzerine en düşük etkiyi yapan uygulama ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda, 5 mg/L Fe-NP dozunun yapraktan uygulandığı örneklerden (9.07 ve 9.30 cm) elde edilmiştir. Yapılan diğer uygulamalar istatistiksel olarak orta performans gösteren gruplar olarak belirlenmiştir (Şekil 4.12).

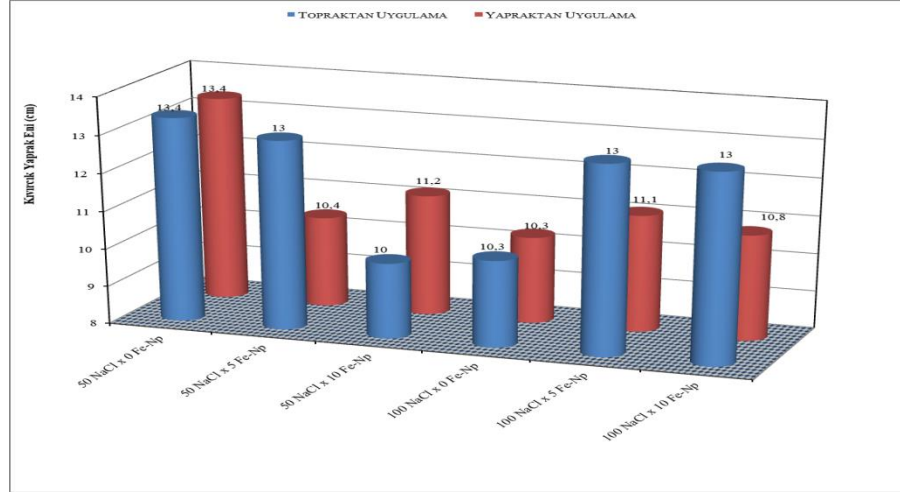
Çizelge 4.12 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) yaprak eni üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Eni (cm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	11.20 ± 0.12 b,a,b	13.40 ± 0.23 a,a,ab
50 × 5 × T	11.60 ± 0.06 ab,a,b	13.00 ± 1.15 a,a,a
50 × 10 × T	12.40 ± 0.12 a,a,a	10.00 ± 0.58 b,a,ab
100 × 0 × T	10.27 ± 0.38 bc,a,b	10.30 ± 0.06 b,a,ab
100 × 5 × T	10.87 ± 0.20 c,a,b	13.00 ± 0.58 a,a,a
100 × 10 × T	13.67 ± 0.12 a,a,a	13.00 ± 0.00 a,a,ab
50 × 0 × Y	11.20 ± 0.12 abc,b,b	13.40 ± 0.23 a,a,ab
50 × 5 × Y	9.07 ± 0.03 abc,b,c	10.40 ± 0.23 b,a,b
50 × 10 × Y	11.00 ± 0.58 ab,b,b	11.20 ± 0.12 b,a,b
100 × 0 × Y	10.27 ± 0.38 bc,b,b	10.30 ± 0.06 b,a,ab
100 × 5 × Y	9.30 ± 0.06 c,b,c	11.10 ± 0.06 b,a,b
100 × 10 × Y	10.00 ± 0.58 a,b,b	10.80 ± 0.17 bc,a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.12 Fe-NP'nin Yedikule'de yaprak eni üzerine etkileri



Şekil 4.13 Fe-NP'nin Kıvırcık'ta yaprak eni üzerine etkileri

Kıvırcık Fiyonk çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan Fe-NP uygulamalarında, Fe-NP uygulanmayan ve 5mg/L Fe-NP uygulanan örnekler (13.40 ve 13.00 cm) 10 mg/L Fe-NP dozuna göre yaprak eni üzerine daha etkili olmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının (13.00cm), Fe-NP uygulanmayan örneklerden (10.30 cm) daha etkili olduğu belirlenmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan uygulamalar incelendiğinde, Fe-NP uygulanmayan örnek gruplarının (13.40 cm) istatistiksel olarak diğer Fe-NP dozlarından daha etkili olduğu belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise Fe-NP uygulanmayan ve 5 mg/L Fe-NP uygulaması yapılan örnek gruplarının yaprak eni üzerine etkilerinin 10 mg/L Fe-NP dozundan daha etkili olduğu görülmektedir.

Yapılan istatistik analizleri sonucunda 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozunun yaprak eni üzerine en yüksek etkiyi gösteren grup olduğu görülmektedir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının yaprak eni üzerine etkilerinin tüm örnek grupları içerisinde en düşük etkiye sahip olduğu ve diğer uygulamaların orta performans gösterdiği görülmektedir (Çizelge 4.12, Şekil 4.13).

4.1.11 Yaprak boyu

Yedikule Manto çeşidinde yapılan uygulamaların yaprak boyu üzerine etkileri Çizelge 4.13’de verilmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda en etkili uygulamanın 10 mg/L Fe-NP dozu (23.57 cm) olduğu, diğer iki uygulamanın ise istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı görülmektedir. Benzer şekilde 100 mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP uygulaması (19.57 cm) yaprak boyu üzerine daha etkili olmuştur. Fe-NP uygulanmayan ve 5 mg/L Fe-NP dozu aynı değeri vermiş olmasına rağmen, 5 mg/L Fe-NP uygulamasının istatistiksel olarak diğer iki örnek grubu ile ilişkili olduğu görülmektedir.

Yapraktan uygulanan Fe-NP’nin, 50 mM tuz konsantrasyonunda yaprak boyu üzerine etkileri incelendiğinde, 10 mg/L Fe-NP dozunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Fe-NP uygulanmayan örnekler ile 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler ile anlamlı bir ortaklığa sahiptir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler 24.10 cm ile en yüksek yaprak boyu değerini vermiştir ve istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir. 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler (21.00 cm) Fe-NP uygulanmayan kontrol grubu ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnek grubu ile istatistiksel olarak benzerliği bulunmaktadır. Kontrol grubunda yaprak boyu (18.30 cm) anlamlı bir şekilde düşük çıkmış ve istatistiksel olarak farklı bir grupta yer almaktadır.

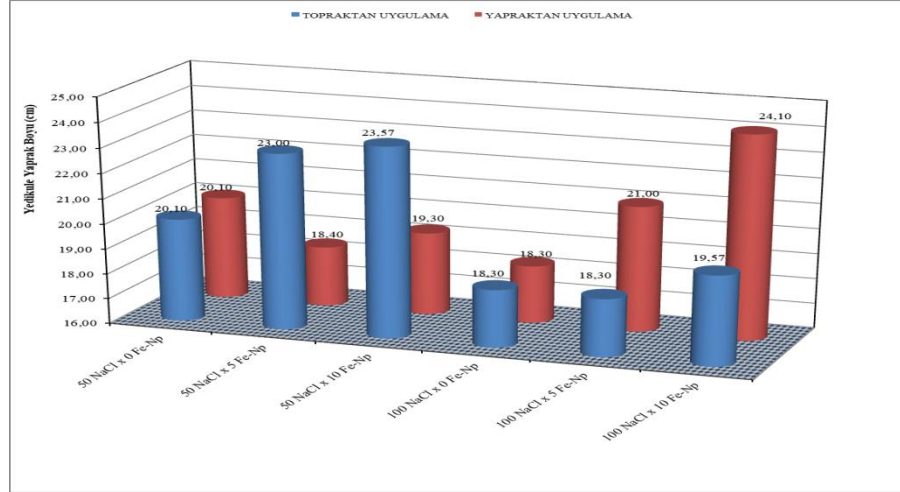
Nanopartiküler demir oksidin uygulama şeklinin yaprak boyu üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonlarında yapılan 5 mg/L Fe-NP uygulamalarında, topraktan yapılan uygulama (23.00 cm) yapraktan yapılan (18.40 cm) uygulamadan daha etkili olarak istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. Bezer şekilde aynı tuz konsantrasyonunda uygulanan 10 mg/L Fe-NP uygulamasında da topraktan yapılan uygulamanın (23.57 cm) yapraktan yapılan uygulamadan (19.30 cm) daha etkili olduğu görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise yapraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarından elde edilen sonuçlar (21.00 ve 24.10 cm), topraktan yapılan uygulamadan elde edilen sonuçlara (18.30 ve 19.57 cm) nazaran istatistiksel olarak daha önemli bulunmuştur.

24.10 cm ile en yüksek yaprak boyu değeri 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozundan elde edilmiş olmasına rağmen genel tabloya bakıldığında uygulamaların tamamının istatistiksel olarak aynı grup içinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.14).

Çizelge 4.13 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) yaprak boyu üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Boyu (cm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	20.10 ± 0.06 ab,a,a	16.00 ± 0.58
50 × 5 × T	23.00 ± 1.15 ab,a,a	12.10 ± 0.58
50 × 10 × T	23.57 ± 0.44 a,a,a	12.60 ± 0.12
100 × 0 × T	18.30 ± 0.12 b,b,a	12.80 ± 0.23
100 × 5 × T	18.30 ± 0.12 ab,b,a	14.80 ± 0.06
100 × 10 × T	19.57 ± 0.26 a,b,a	13.50 ± 0.17
50 × 0 × Y	20.10 ± 0.06 ab,b,a	16.00 ± 0.58
50 × 5 × Y	18.40 ± 0.23 ab,b,a	12.40 ± 0.35
50 × 10 × Y	19.30 ± 0.40 a,b,a	12.70 ± 0.12
100 × 0 × Y	18.30 ± 0.12 b,a,a	12.80 ± 0.23
100 × 5 × Y	21.00 ± 1.15 ab,a,a	13.10 ± 0.66
100 × 10 × Y	24.10 ± 0.52 a,a,a	13.70 ± 0.46

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



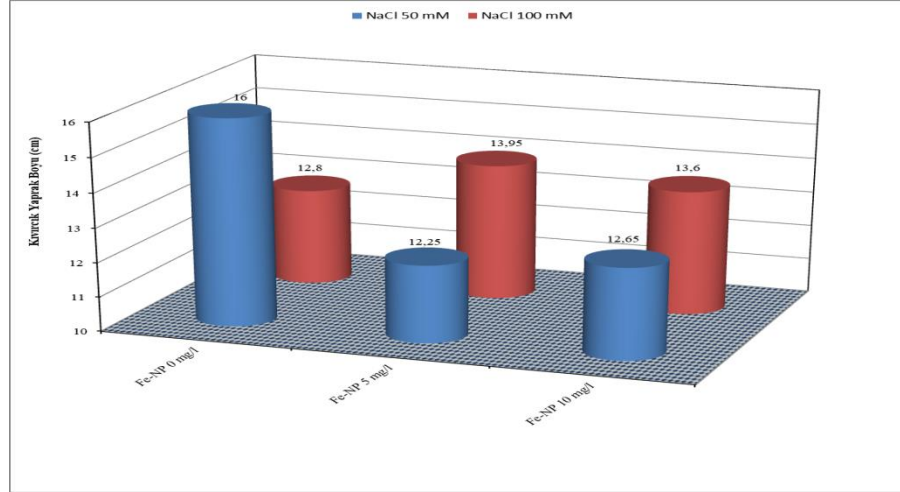
Şekil 4.14 Fe-NP' nin Yedikule'de yaprak boyu üzerine etkileri

Kıvırcık Fiyonk çeşidinde yapılan genel anova testi sonuçlarına göre üçlü interaksyonları $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmamıştır. Çizelge 4.14'de iki farklı tuz konsantrasyonunda farklı dozlarda uygulanan Fe-NP'nin yaprak boyu üzerine etkileri görülmektedir. 0, 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yaprak boyu üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Fe-NP dozlarının etkilerine bakıldığında ise her iki tuz konsantrasyonunda da Fe-NP uygulanmayan örnek gruplarından elde edilen sonuçların istatistiksel olarak diğer uygulamalardan farklı olduğu ve anlamlı bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.15).

Çizelge 4.14 Farklı tuz konsantrasyonlarında Fe-NP'nin yaprak boyu üzerine etkileri

Tuz	Kıvırcık Yaprak Boyu (cm)		
	Fe-NP		
	0	5	10
50	16.00 ± 0.37 a,a	12.25 ± 0.17 a,b	12.65 ± 0.08 a,b
100	12.80 ± 0.15 a,a	13.95 ± 0.48 a,b	13.60 ± 0.23 a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Fe-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının yaprak boyu üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Fe-NP'nin farklı dozlarının yaprak boyu üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.15 Fe-NP'nin Kivircik'ta yaprak boyu üzerine etkileri

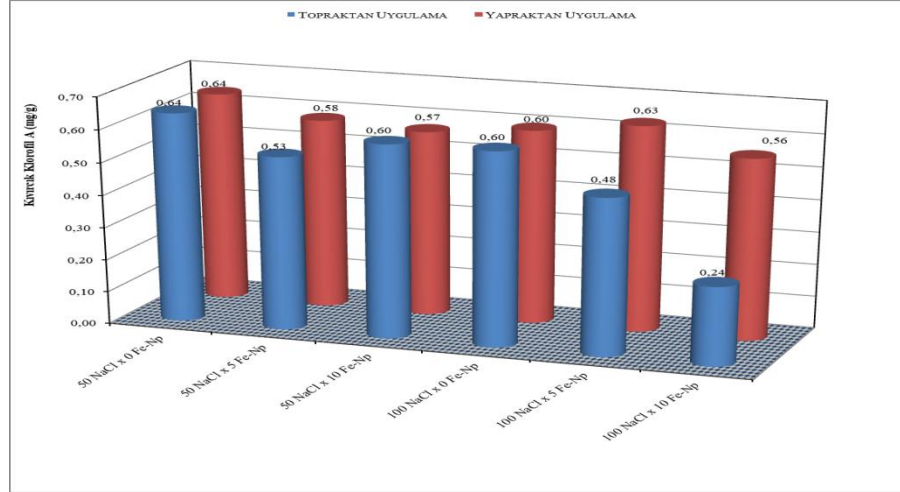
4.1.12 Klorofil a

4.1.5 Genel ANOVA (F testi) sonuçlarına göre Yedikule Manto çeşidinde Klorofil a değerlerinin üçlü ve ikili interaksiyonları istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kivircik'ta (Fiyonk) Klorofil a miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Klorofil a (mg/g)	
	Yedikule	Kivircik
50 × 0 × T	1.27 ± 0.05	0.64 ± 0.05 a,a,a
50 × 5 × T	1.31 ± 0.23	0.53 ± 0.04 a,a,ab
50 × 10 × T	1.15 ± 0.01	0.60 ± 0.06 a,a,b
100 × 0 × T	1.01 ± 0.00	0.60 ± 0.06 a,b,a
100 × 5 × T	0.81 ± 0.00	0.48 ± 0.06 a,b,ab
100 × 10 × T	1.03 ± 0.03	0.24 ± 0.00 b,b,b
50 × 0 × Y	1.27 ± 0.05	0.64 ± 0.05 a,a,a
50 × 5 × Y	1.10 ± 0.08	0.58 ± 0.00 a,a,a
50 × 10 × Y	1.29 ± 0.02	0.57 ± 0.03 a,a,a
100 × 0 × Y	1.01 ± 0.00	0.60 ± 0.06 a,b,a
100 × 5 × Y	0.64 ± 0.05	0.63 ± 0.07 a,a,a
100 × 10 × Y	0.75 ± 0.08	0.56 ± 0.05 b,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.16 Fe-NP'nin Kivircik'ta Klorofil a miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan ve yapraktan uygulanan Fe-NP dozları arasında istatistiksel bir fark olmayıp, aynı grup içinde yer almaktadırlar. 100 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda ise Fe-NP uygulanmayan ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnek grupları Klorofil a miktarı (0.60 ve 0.48 mg/g) üzerine etkili olmuştur. 10 mg/L Fe-NP dozunda Klorofil a miktarında (0.24 mg/g) istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğu görülmektedir. Aynı tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan Fe-NP uygulamalarında da benzer şekilde kontrol grubu ve 5 mg/ Fe-NP uygulanan örnek grupları istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde diğer örnek gruplarından daha düşük Klorofil a değeri (0.56 mg/g) vermiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan Fe-NP dozları incelendiğinde, 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının uygulama şekilleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 5 mg/L Fe-NP'nin yapraktan yapılan uygulamanın (0.63 mg/g), topraktan yapılan uygulamadan (0.48 mg/g) daha etkili olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Aynı tuz konsantrasyonunda uygulanan 10 mg/L Fe-NP uygulamalarında uygulama şekilleri bakımından istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.15 genel olarak ele alındığında Fe-NP uygulanmayan kontrol gruplarının ve 5 ve 10 mg/L Fe-NP'nin yapraktan uygulandığı örnek gruplarının her iki tuz konsantrasyonunda da yüksek performans gösterdiği ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Topraktan yapılan 10 mg/L Fe-NP uygulaması 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda istatistiksel olarak en düşük değere sahiptir. Farklı tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozunun ise orta performans sergilediği görülmektedir (Şekil 4.16).

4.1.13 Klorofil b

4.1.5 Yedikule Manto çeşidinde yapılan uygulamalar sonucunda belirlenen Klorofil b içerikleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan Fe-NP uygulamaları incelendiğinde, Fe-NP uygulanmayan örneklerde Klorofil b (0.37 mg/g) içeriğinin Fe-NP uygulanan örneklerden daha yüksek olduğu görülmektedir. 5 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde Klorofil b içeriğinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düştüğü, Fe-NP (10 mg/L) dozu arttığında Klorofil b içeriğinin yükselmeye başladığı görülmektedir. Bu yükseliş istatistiksel olarak Fe-NP uygulanmayan ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler ile ilişkilidir.

100 mM tuz konsantrasyonunda da 50 mM tuz konsantrasyonunda yapılan uygulamalara benzer sonuçlar elde edilmiş olup, Fe-NP uygulanmayan örnekler en yüksek Klorofil b (0.32 mg/g) değerini vermiştir. Fe-NP'nin ilk doz (5 mg/L) uygulaması Klorofil b miktarını (0.21) düşürürken, ikinci doz (10 mg/L) uygulaması Klorofil b miktarının artmasını (0.31 mg/g) sağlamıştır.

Yapraktan uygulanan Fe-NP'nin 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamaya benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Fe-NP uygulanmayan kontrol grubunda en yüksek Klorofil b (0.37 mg/g) değeri elde edilirken, 5 mg/L Fe-NP uygulamasında Klorofil b miktarında (0.32 mg/g) düşüş gözlenirken, 10 mg/L Fe-NP uygulamasında (0.35 mg/g) tekrar artış gözlenmiştir.

100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan Fe-NP dozlarında, diğer uygulamalara nazaran farklılık söz konusu olup, Fe-NP dozu arttıkça Klorofil b içeriğinde düşüş meydana gelmiştir. Ancak bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

50 mM tuz konsantrasyonlarında uygulama şekillerinin Klorofil b içeriği üzerine etkileri incelendiğinde ise 5 mg/L Fe-NP uygulamalarından elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak ortaklığa sahiptir. 10 mg/L Fe-NP dozunda da yapraktan yapılan uygulama sonucunda belirlenen Klorofil b içeriği miktarı istatistiksel olarak, yapraktan yapılan uygulamadan daha yüksek değer vermiş olmasına rağmen topraktan yapılan uygulama ile yine anlamlı bir ilişkiye sahiptir.

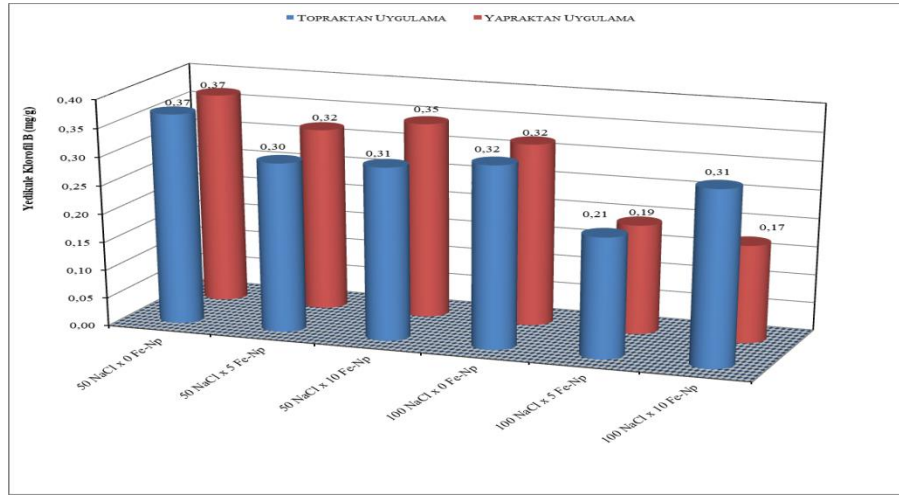
100 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekillerinin Klorofil b miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 5 ve 10 mg/ Fe-NP uygulamalarından elde edilen sonuçların istatistiksel olarak birbiri ile ortaklığa sahipken, genel olarak topraktan yapılan Fe-NP uygulamaları daha yüksek sonuçlar vermiştir.

Yapılan tüm uygulamalar göz önüne alındığında, Fe-NP uygulanmayan örneklerden elde edilen Klorofil b miktarı istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup, tuz konsantrasyonu arttıkça Klorofil b miktarında (50 mM: 0.37, 100 mM: 0.32 mg/g) istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir düşüş gözlenmiştir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan 10 mg/L Fe-NP uygulamalarında elde edilen sonuçlar orta performans göstermiş olup, istatistiksel olarak diğer örnekler ortaklık göstermektedir (Şekil 4.17).

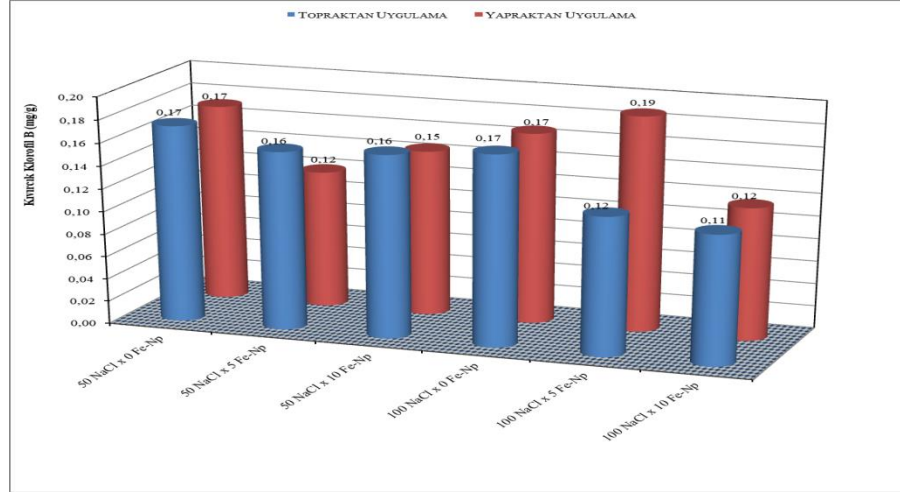
Çizelge 4.16 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Klorofil b miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Klorofil b (mg/g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	0.37 ± 0.03 a,ab,a	0.17 ± 0.01 a,a,a
50 × 5 × T	0.30 ± 0.00 b,ab,b	0.16 ± 0.01 bc,a,ab
50 × 10 × T	0.31 ± 0.01 ab,ab,ab	0.16 ± 0.02 ab,a,ab
100 × 0 × T	0.32 ± 0.00 ab,bc,a	0.17 ± 0.01 a,b,a
100 × 5 × T	0.21 ± 0.00 c,bc,b	0.12 ± 0.01 ab,b,ab
100 × 10 × T	0.31 ± 0.00 c,bc,ab	0.11 ± 0.07 c,b,ab
50 × 0 × Y	0.37 ± 0.03 a,a,a	0.17 ± 0.01 a,a,a
50 × 5 × Y	0.32 ± 0.04 b,a,b	0.12 ± 0.01 bc,ab,ab
50 × 10 × Y	0.35 ± 0.01 ab,a,b	0.15 ± 0.01 ab,ab,b
100 × 0 × Y	0.32 ± 0.00 ab,c,a	0.17 ± 0.01 a,ab,a
100 × 5 × Y	0.19 ± 0.07 c,c,b	0.19 ± 0.00 a,ab,ab
100 × 10 × Y	0.17 ± 0.01 c,c,b	0.12 ± 0.00 c,ab,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.17 Fe-NP'nin Yedikule'de Klorofil b miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.18 Fe-NP'nin Kivircik'ta Klorofil b miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde topraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda, Fe-NP uygulanmayan örneklerden 0.17 ile en yüksek Klorofil b miktarı elde edilmiş olup, 5 ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerden istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise yine kontrol grubu en yüksek Klorofil b (0.17 mg/g) değerine sahip olurken, 5 mg/ Fe-NP uygulaması (0.12 mg/g) ile istatistiksel olarak ortaklık sergilemektedir. Fe-NP dozundaki artış ile Klorofil b miktarında düşüş (0.11 mg/g) gözlenmektedir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda, kontrol grubunda en yüksek Klorofil b değeri (0.17 mg/g) elde edilmiştir. 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler (0.15 mg/g) hem kontrol grubu hem de 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler (0.12 mg/g) ile istatistiksel olarak ortaklık göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise Fe-NP uygulanmayan örnek grubu ile 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak benzerlik gösterirken, 10 mg/L Fe NP uygulanan örneklerde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş söz konusudur.

Uygulama şekillerinin Klorofil b miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, her iki tuz konsantrasyonunda ve Fe-NP dozlarında da elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak ortaklık sergilemektedir.

Fe-NP uygulanmayan kontrol gruplarının Klorofil b miktarlarının diğer uygulamalardan daha etkili olduğu görülmektedir. Toprakten yapılan tüm uygulamalar ve yaprakten yapılan 5 mg/L Fe-NP uygulamasının her iki tuz konsantrasyonunda da orta performans sergilediği, 100 mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP uygulamasının ise istatistiksel olarak diğer uygulamalara nazaran farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.16, Şekil 4.18).

4.1.14 Karotenoit

Yedikule Manto çeşidinde karotenoit miktarları Çizelge 4.17’de verilmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda karotenoit miktarının en yüksek değeri verdiği (0.94 mg/g), Fe-NP uygulanan örneklerde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğu görülmektedir. Fe-NP dozu arttıkça karotenoit miktarının da arttığı görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer şekilde en yüksek karotenoit miktarı kontrol grubundan elde edilmiş olup, Fe-NP uygulamalarında karotenoit miktarında düşüş meydana gelmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, her iki tuz konsantrasyonunda da Fe-NP uygulanmayan örneklerden elde edilen karotenoit miktarı Fe-NP uygulanan örnek gruplarından daha yüksektir. 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnek gruplarında elde edilen karotenoit miktarı, 5 mg/L Fe-NP uygulamasından daha yüksek olup, Fe-NP dozundaki artışın karotenoit miktarını arttırdığı gözlenmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekilleri karşılaştırıldığında, 5 ve 10 mg/L Fe-NP uygulamalarında topraktan ve yaprakten yapılan uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer şekilde 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

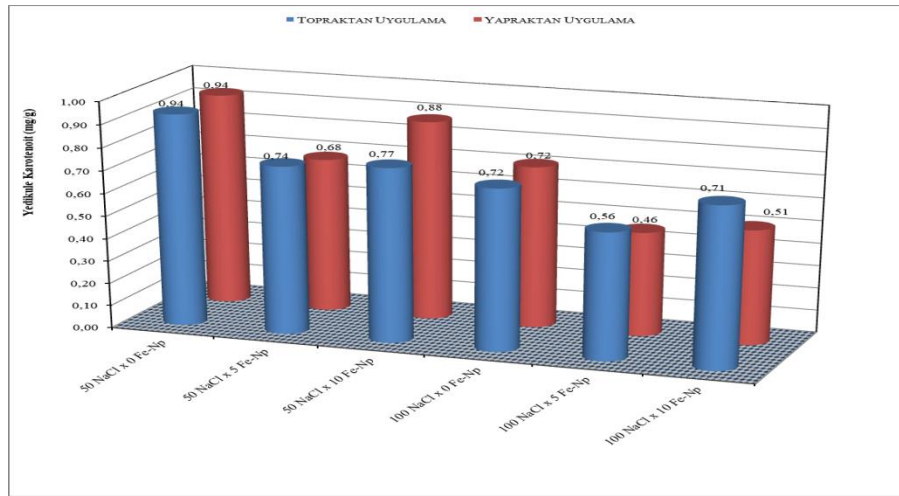
50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Fe-NP uygulanmayan örnekler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gösteren uygulama, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Fe-NP uygulaması olmuştur. 10 mg/L Fe-NP

dozunun topraktan uygulandığı örnekler her iki tuz konsantrasyonunda da yüksek performans göstermiştir. Genel olarak Fe-NP dozundaki artış ile karotenoit miktarında artış olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 4.19).

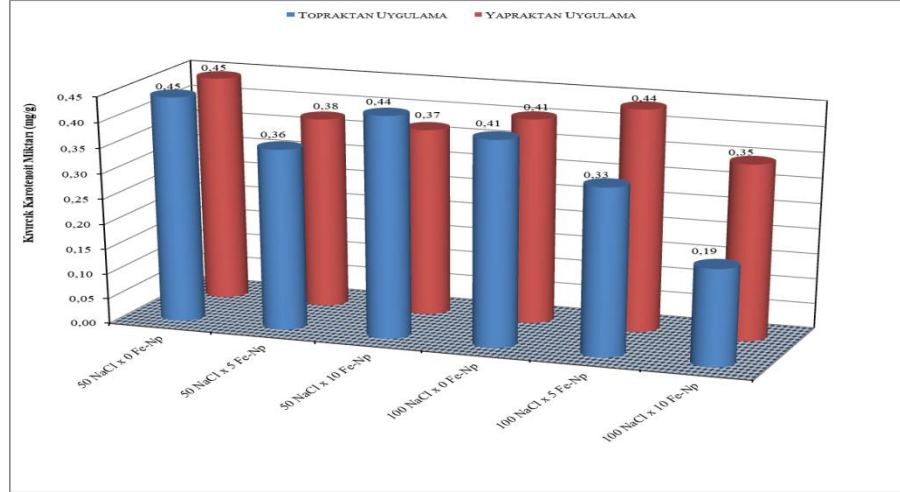
Çizelge 4.17 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Karotenoit miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Karotenoit (mg/g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	0.94 ± 0.00 a,a,a	0.45 ± 0.01 a,a,a
50 × 5 × T	0.74 ± 0.01 c,a,bc	0.36 ± 0.01 b,a,ab
50 × 10 × T	0.77 ± 0.00 b,a,ab	0.44 ± 0.03 a,b,a
100 × 0 × T	0.72 ± 0.01 c,b,a	0.41 ± 0.00 ab,b,a
100 × 5 × T	0.56 ± 0.01 e,b,bc	0.33 ± 0.06 ab,b,ab
100 × 10 × T	0.71 ± 0.05 d,b,ab	0.19 ± 0.01 c,b,b
50 × 0 × Y	0.94 ± 0.00 a,a,a	0.45 ± 0.01 a,a,a
50 × 5 × Y	0.68 ± 0.02 c,a,c	0.38 ± 0.01 b,a,a
50 × 10 × Y	0.88 ± 0.05 b,a,abc	0.37 ± 0.01 ab,a,ab
100 × 0 × Y	0.72 ± 0.01 c,b,a	0.41 ± 0.00 ab,a,a
100 × 5 × Y	0.46 ± 0.02 e,b,c	0.44 ± 0.01 ab,a,a
100 × 10 × Y	0.51 ± 0.01 d,b,abc	0.35 ± 0.00 c,a,ab

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.19 Fe-NP'nin Yedikule'de Karotenoit miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.20 Fe-NP'nin Kivircik'ta Karotenoit miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan Fe-NP uygulamaları incelendiğinde, Fe-NP uygulanmayan kontrol grubu ile 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerin istatistiksel olarak aynı grup içine yer aldığı ve 5 mg/L Fe-NP uygulamasından daha önemli olduğu belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise kontrol grubunun karotenoit içeriğinin diğer uygulamalarda daha yüksek olduğu görülmektedir. 5 ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

Yapraktan uygulanan Fe-NP uygulamalarının etkileri ele alındığında, 50 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP uygulanmayan örneklerde karotenoit miktarının en yüksek değere ulaştığı görülmektedir. 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler, Fe-NP uygulanmayan ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler ile istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda, kontrol grubu ile 5 mg/L Fe-NP dozu uygulanan örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük karotenoit miktarına sahiptir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekilleri karşılaştırıldığında, 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Aynı tuz konsantrasyonunda uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozunda ise yapraktan yapılan uygulamanın istatistiksel olarak daha önemli olduğu belirlenmiştir.

100 mM tuz konsantrasyonunda, her iki Fe-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamaların, topraktan yapılan uygulamalardan istatistiksel olarak daha önemli olduğu görülmektedir.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol gruplarının, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan 10 mg/L Fe-NP uygulamasının ve 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan 5 mg/L Fe-NP uygulamalarının karotenoid miktarı üzerine, istatistiksel olarak en başarılı gruplar olduğu belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP uygulaması istatistiksel olarak en düşük performansı gösteren örnek grubu olmuştur (Çizelge 4.17, Şekil 4.20).

4.1.15 Cu

Yedikule Manto çeşidinde yapılan uygulamalar sonucunda elde edilen Cu miktarları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Topraktan yapılan uygulamalarda 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Fe-NP dozundaki artış ile doğru orantılı olarak Cu içeriklerinin arttığı belirlenmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP uygulaması istatistiksel olarak en anlamlı sonucu vermişken, en yüksek Cu miktarı kontrol grubundan elde edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise istatistiksel olarak anlamlı bulunan uygulama 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnek grubu olmuştur.

Fe-NP’nin uygulama şeklinin Cu içeriği üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozunda topraktan yapılan uygulamanın (8.75 ppm), yapraktan yapılan uygulamaya (2.52 ppm) nazaran, Cu miktarı üzerine daha etkili olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Aynı tuz konsantrasyonunda uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozunun da benzer bir etki görülmekte olup, topraktan yapılan uygulamalarda daha yüksek miktarda (13.91 ppm) Cu içeriği belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının uygulama

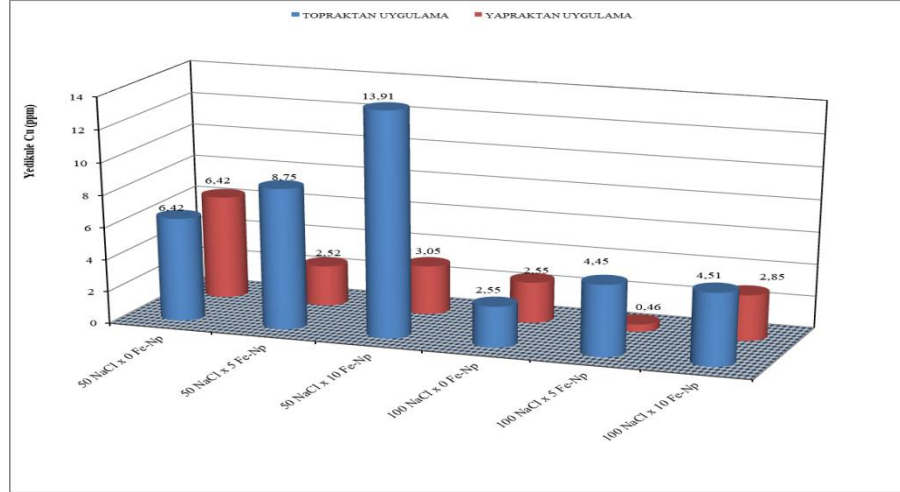
şeklinin, Cu miktarı üzerine etkileri incelendiğinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan 10 mg/L Fe-NP uygulamasının istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Aynı tuz konsantrasyonunda ve uygulama şeklinde 5 mg/L Fe-NP uygulaması bitkinin Cu içeriği üzerine etkisinin istatistiksel olarak yüksek performans göstermektedir. Fe-NP uygulanmayan kontrol grupları, her iki tuz dozunda da orta performans sergilemiştir. Yapraktan yapılan uygulamaların tamamı istatistiksel olarak en düşük Cu içeriğine sahip örnek grupları olmuştur (Şekil 4.21).

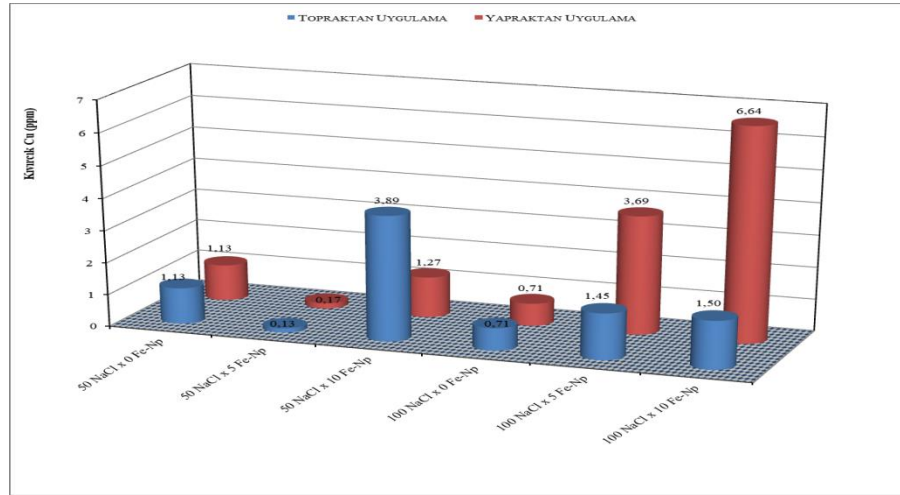
Çizelge 4.18 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Cu miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Cu (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	6.42 ± 0.06 ab,a,bc	1.13 ± 0.00 bc,b,b
50 × 5 × T	8.75 ± 0.02 abc,a,ab	0.13 ± 0.00 c,b,b
50 × 10 × T	13.91 ± 0.00 a,a,a	3.89 ± 0.04 ab,b,ab
100 × 0 × T	2.55 ± 0.01 c,b,bc	0.71 ± 0.00 c,b,b
100 × 5 × T	4.45 ± 0.01 c,b,ab	1.45 ± 0.00 ab,b,b
100 × 10 × T	4.51 ± 0.06 bc,b,a	1.50 ± 0.00 a,a,a
50 × 0 × Y	6.42 ± 0.01 ab,b,bc	1.12 ± 0.00 bc,b,b
50 × 5 × Y	2.52 ± 0.01 abc,b,c	0.17 ± 0.00 c,b,b
50 × 10 × Y	3.05 ± 0.03 a,b,c	1.27 ± 0.00 ab,b,a
100 × 0 × Y	2.55 ± 0.00 c,b,bc	0.71 ± 0.00 c,a,b
100 × 5 × Y	0.46 ± 0.03 c,b,c	3.69 ± 0.04 ab,a,b
100 × 10 × Y	2.85 ± 0.05 bc,b,c	6.63 ± 0.01 a,a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır



Şekil 4.21 Fe-NP'nin Yedikule'de Cu miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.22 Fe-NP'nin Kıvrıcık'ta Cu miktarı üzerine etkileri

Kıvrıcık Fiyonk çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu bitkinin Cu içeriği üzerine (3.89 ppm) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubunda bitkinin Cu içeriğinde düşüş meydana gelirken, en düşük Cu miktarı 5 mg/L Fe-NP dozunda elde edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekli sabit tutularak yapılan uygulamalarda da benzer şekilde 10 mg/L Fe-NP uygulamasından en yüksek Cu miktarı elde edilirken, Fe-NP uygulanmayan ve 5 mg/L Fe-NP uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Yapraktan yapılan uygulamalar incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozundan elde edilen Cu miktarı 1.27 ppm ile en yüksek değer olmasına rağmen kontrol grubu ile benzerlik göstermektedir. 5 mg/L Fe-NP uygulaması ise en düşük Cu miktarını vermiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek Cu içeriği (6.63 ppm) 10 mg/L Fe-NP dozundan elde edilmiştir. En düşük Cu içeriği kontrol grubunda belirlenirken, bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler uygulama şekillerine göre değerlendirildiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise yapraktan yapılan 5 mg/ Fe-NP uygulamasının (3.69 ppm) bitkinin Cu içeriği üzerine etkisinin istatistiksel olarak daha etkili olduğu görülmektedir. Aynı tuz konsantrasyonunda yapılan 10 mg/L Fe-NP uygulaması istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu istatistiksel olarak en anlamlı örnek grupları olarak belirlenmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP uygulaması ise istatistiksel olarak tüm uygulamalar olarak benzerlik göstermekte olup, Cu miktarı üzerine orta performans gösteren örnek grubu olarak değerlendirilmektedir (Çizelge 4.18, Şekil 4.22).

4.1.16 Fe

Yedikule Fiyonk çeşidinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan Fe-NP dozlarının bitkinin Fe içeriği üzerine etkileri incelendiğinde (Çizelge 4.19), Fe-NP uygulanmayan ve Fe-NP'nin iki dozundan elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. Yapraktan yapılan Fe-NP uygulamaları da benzer şekilde istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Uygulama şekillerine göre elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar (5 mg/L Fe-NP: 200.33ppm, 10 mg/L Fe-NP: 125.93 ppm), yapraktan

yapılan uygulamalardan (5 mg/L Fe-NP: 94.46 ppm, 10 mg/L Fe-NP: 56.33 ppm)daha yüksek düzeyde Fe içermektedir.

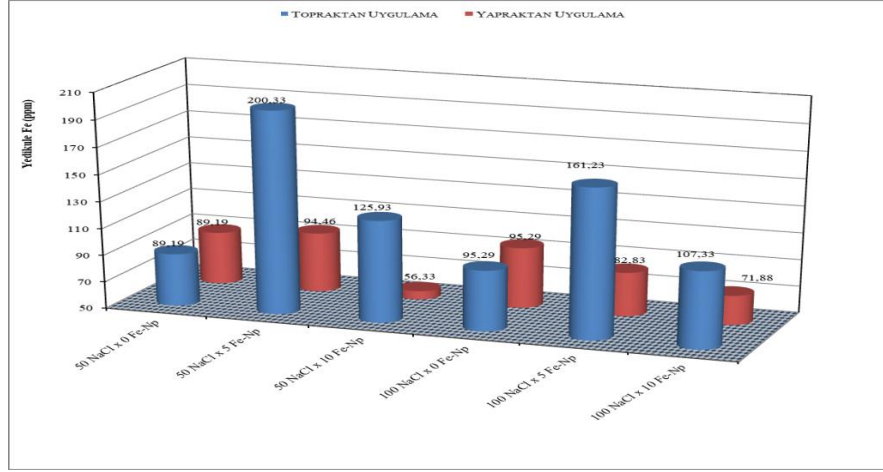
100 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekilleri karşılaştırıldığında da benzer sonuçlar elde edilmiş olup, her iki Fe-NP dozunda da topraktan yapılan uygulamalarda (5 mg/L Fe-NP: 161.23 ppm, 10 mg/L Fe-NP: 107.30 ppm), yapraktan yapılan (5 mg/L Fe-NP: 82.83 ppm, 10 mg/L Fe-NP: 71.88 ppm) uygulamalara nazaran daha yüksek Fe içeriği tespit edilmiştir.

Elde edilen veriler sonucunda 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP uygulamaları istatistiksel olarak en anlamlı grup olarak belirlenmiş ve en yüksek performansı gösteren örnek grupları olmuşlardır. Her iki tuz konsantrasyonunda kontrol grupları ile topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu orta performans gösteren örnek grupları olarak belirlenmiştir. Yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak en düşük performans gösteren örnek grupları olmuşlardır (Şekil 4.23).

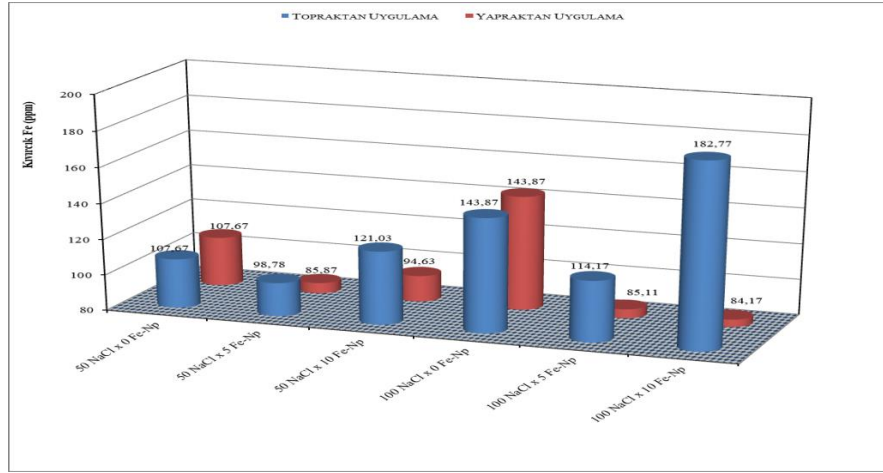
Çizelge 4.19 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Fe miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Fe (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	89.194± 0.01 a,a,b	107.67± 0.34 bc,b,b
50 × 5 × T	200.33± 0.20 a,a,a	98.78 ± 0.06 c,b,bc
50 × 10 × T	125.93± 0.20 a,a,b	121.03± 0.26 bc,b,a
100 × 0 × T	95.29 ± 0.01 a,a,b	143.87± 0.09 a,a,b
100 × 5 × T	161.23± 0.15 a,a,a	114.17± 0.09 c,a,bc
100 × 10 × T	107.30± 0.15 a,a,b	182.77± 0.12 ab,a,a
50 × 0 × Y	89.19 ± 0.01 a,c,b	107.67± 0.34 bc,b,b
50 × 5 × Y	94.46 ± 0.01 a,c,c	85.87 ± 0.64 c,b,c
50 × 10 × Y	56.33 ± 0.20 a,c,c	94.63 ± 0.38 bc,b,c
100 × 0 × Y	95.29 ± 0.01 a,b,b	143.87± 0.08 a,b,b
100 × 5 × Y	82.83 ± 0.02 a,b,c	85.11 ± 0.12 a,b,b
100 × 10 × Y	71.88 ± 0.45 a,b,c	84.17 ± 0.63 ab,b,c

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.23 Fe-NP'nin Yedikule'de Fe miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.24 Fe-NP'nin Kıvrırcık'ta Fe miktarı üzerine etkileri

Kıvrırcık Fiyonk çeşidinde yapılan uygulamalar sonucunda elde edilen Fe miktarları Çizelge 4.19'da verilmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalar incelendiğinde, örneklerin yüksekte düşüğe doğru Fe içeriklerinin sırası ile kontrol grubu, 10 ve 5 mg/L Fe-NP uygulamaları (0 Fe-NP: 107.67 ppm, 10 Fe-NP: 121.03 ve 5 Fe-NP: 98.78 ppm) olduğu ve bu üç uygulama arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir.

100 mM tuz konsantrasyonunda ise istatistiksel olarak en anlamlı örnek grubu kontrol grubu olurken, 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak kontrol grubu ile benzerlik göstermektedir. En düşük Fe içeren örnek grubu ise 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler olmuştur.

Yapraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda kontrol grubu ile 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. Toprakta yapılan uygulamalara benzer şekilde istatistiksel olarak en düşük değer 5 mg/L Fe-NP uygulamasından elde edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise kontrol grubu ile 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer alırken, 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler diğer uygulamalar ile benzerlik göstermektedir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının uygulama şekilleri göz önüne alınarak bitkinin Fe içeriği üzerine etkileri incelendiğinde, istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise her iki Fe-NP dozunda da yapraktan yapılan uygulamalar, topraktan yapılan uygulamalardan daha etkili olmuş ve uygulama şekilleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Her iki tuz konsantrasyonunda da topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu istatistiksel olarak en yüksek performansı gösteren örnek grupları olmuştur. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda ki kontrol grupları ile 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP uygulaması orta performans sergilerken, her iki tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozundan elde edilen sonuçlar kontrol grupları ile benzerlik göstermektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP uygulamaları ile yine yapraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu 100 mM tuz konsantrasyonunda en düşük performans gösteren örnekler olmuştur (Şekil 4.24).

4.1.17 Mg

Yedikule Manto çeşidinde topraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 10 mg/L Fe-NP istatistiksel olarak en yüksek Mg içeriğine sahip örnek grubu olurken Fe-NP uygulanmayan ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almakta ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler ile benzerlik göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer şekilde, en yüksek Mg içeriğine sahip olan örnekler 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler olmuştur.

Kontrol grubu ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak aynı grupta yer alarak yine 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler ile benzerlik göstermektedirler.

Yapraktan yapılan uygulamalar da 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek Mg içeriğine sahip örnekler 10 mg/L Fe-NP dozundan elde edilmiş olup, Fe-NP uygulanmayan örnekler ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak kendi içlerinde aynı grupta yer almış ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler ile benzerlik göstermişlerdir.

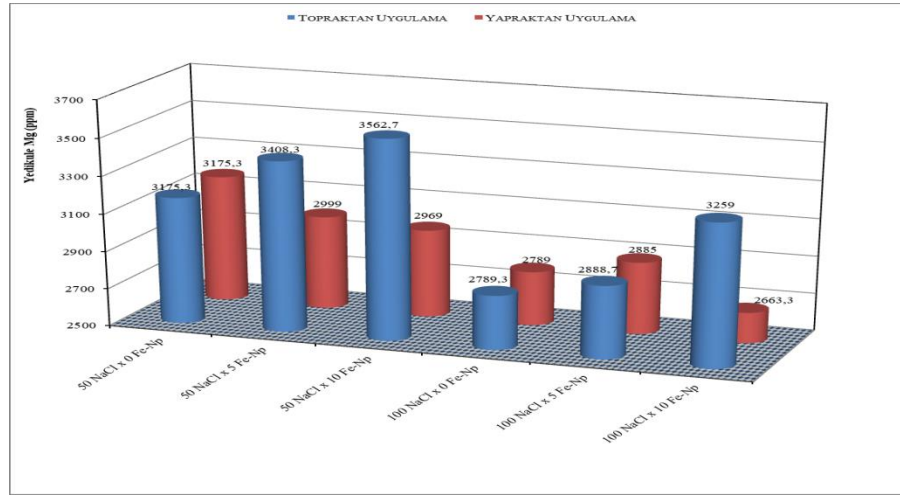
Elde edilen veriler uygulama şekillerine göre değerlendirildiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarından elde edilen sonuçlar, yapraktan uygulanan Fe-NP dozlarından elde edilen sonuçlara göre daha yüksek Mg içeriğine sahip olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Topraktan uygulanan Fe-NP dozlarında, yapraktan yapılan uygulamalardan daha yüksek Mg değerleri elde edilmiştir.

İstatistiksel olarak en yüksek performans gösteren örnek grupları 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan 10 mg/L Fe-NP dozu olmuştur. Her iki tuz konsantrasyonunda da topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozunun Mg miktarına etkisi istatistiksel olarak orta performans sergilemiştir. En düşük performans gösteren örnek grubu ise 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu olmuştur (Çizelge 4.20, Şekil 4.25).

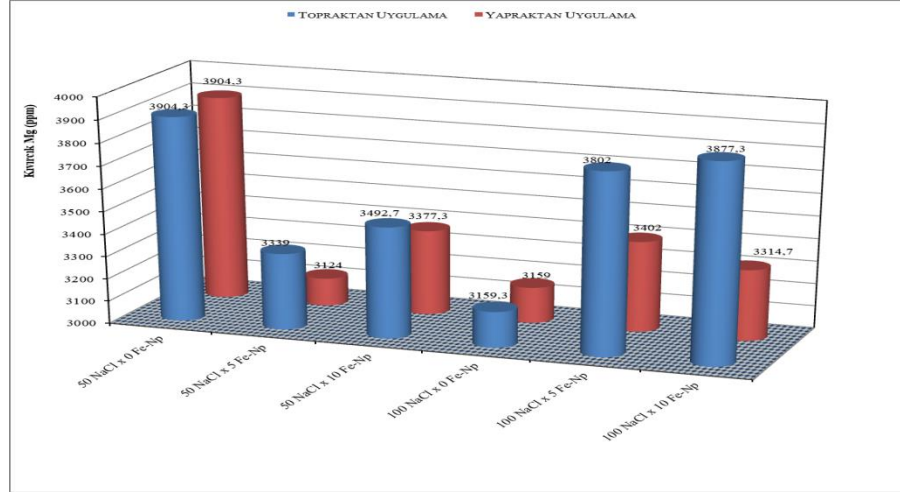
Çizelge 4.20 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Mg miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Mg (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	3175.30 ± 0.33 ab,a,bc	3904.30 ± 2.03 a,a,ab
50 × 5 × T	3408.30 ± 4.33 ab,a,b	3339.00 ± 0.58 c,a,ab
50 × 10 × T	3562.70 ± 1.70 a,a,a	3492.70 ± 1.45 b,a,a
100 × 0 × T	2789.30 ± 0.88 c,b,bc	3159.30 ± 2.60 c,a,ab
100 × 5 × T	2888.70 ± 2.33 c,b,b	3802.00 ± 1.15 b,a,ab
100 × 10 × T	3259.00 ± 0.58 bc,b,a	3877.30 ± 0.88 b,a,a
50 × 0 × Y	3175.30 ± 0.33 ab,b,bc	3904.30 ± 2.03 a,a,ab
50 × 5 × Y	2999.00 ± 1.15 ab,b,bc	3124.00 ± 1.15 c,ab,b
50 × 10 × Y	2969.00 ± 1.73 a,b,c	3377.30 ± 1.45 b,ab,ab
100 × 0 × Y	2789.00 ± 0.58 c,c,bc	3159.00 ± 0.58c,b,ab
100 × 5 × Y	2885.00 ± 0.58 c,c,bc	3402.00 ± 1.15 b,b,b
100 × 10 × Y	2663.30 ± 2.03 bc,c,c	3314.70 ± 0.88 b,b,ab

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.25 Fe-NP'nin Yedikule'de Mg miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.26 Fe-NP'nin Kıvırcık'ta Mg miktarı üzerine etkileri

Kıvırcık Fiyonk çeşidinde Fe-NP uygulamalarının bitkilerin Mg içerikleri üzerine etkileri Çizelge 4.20'de verilmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalar karşılaştırıldığında, Fe-NP uygulanmayan örneklerin Mg içeriğinin Fe-NP uygulanan örneklerden daha yüksek olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Fe-NP dozunun artması ile Mg içeriğinde artış olduğu ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

100 mM tuz konsantrasyonunda ise tuz miktarındaki artış ile Mg miktarında da artış gözlenmiş olup, 50 ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almakta ve Fe-NP uygulanmayan örneklerden daha yüksek miktarda Mg içermektedirler.

Yapraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP uygulanmayan örneklerin Mg içeriği Fe-NP uygulanan örneklerden daha yüksektir. Topraktan yapılan uygulamalara benzer şekilde Fe-NP dozu arttıkça örneklerde belirlenen Mg içeriği artmıştır ve bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 Mm tuz konsantrasyonunda ise uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 10 mg/ Fe-NP'nin istatistiksel olarak en anlamlı uygulama olduğu, yine aynı tuz miktarlarında yapraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozunda ise en düşük performansın elde edildiği gör÷lmektedir (Şekil 4.26).

4.1.18 Zn

Yedikule Manto çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda 10 ve 5 mg/L Fe-NP dozlarının Zn içeriği üzerine etkileri, Fe-NP uygulanmayan örneklerden daha yüksek olup istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerden daha yüksek miktarda Zn içeriği belirlenmiştir. Fe-NP uygulanmayan ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, topraktan yapılan uygulamalar ile benzer sonuçlar elde edilmiş olup, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg Fe-NP uygulamaları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almış ve Fe-NP uygulanmayan örneklerde daha düşük miktarda Zn belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer şekilde örneklerin Zn içeriği üzerine en etkili uygulama 10 mg/L Fe-NP uygulaması olmuştur.

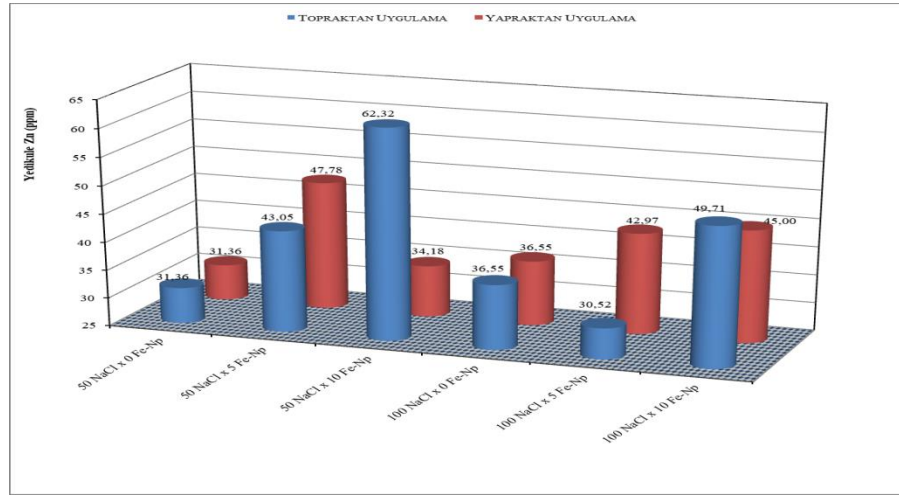
Uygulama şekillerinin Zn miktarı üzerine etkileri incelendiğinde örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Yapılan tüm uygulamaların Zn miktarı üzerine etkileri değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulana 10 mg/L Fe-NP dozunun bitkinin Zn içeriği üzerine en etkili uygulama olduğu gör÷lmektedir. Kontrol grupları ile her iki tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozunun da Zn içeriği üzerine en düşük etkiye sahip olan uygulama olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.21, Şekil 4.27).

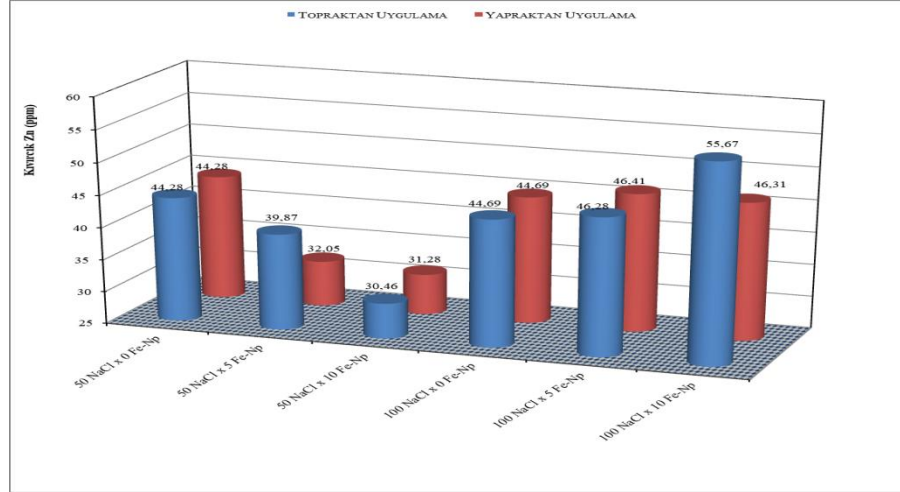
Çizelge 4.21 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Zn miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Zn (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	31.36 ± 0.04 b,a,c	44.28 ± 0.10 b,b,a
50 × 5 × T	43.05 ± 0.02 a,a,c	39.87 ± 0.52 c,b,a
50 × 10 × T	62.32 ± 0.01 a,a,a	30.46 ± 0.01 d,b,a
100 × 0 × T	36.55 ± 0.02 b,a,c	44.69 ± 0.18 b,a,a
100 × 5 × T	30.52 ± 0.02 b,a,c	46.28 ± 0.06 b,a,a
100 × 10 × T	49.71 ± 0.06 a,a,a	55.67 ± 0.06 a,a,a
50 × 0 × Y	31.36 ± 0.01 b,a,c	44.28 ± 0.06 b,b,a
50 × 5 × Y	47.78 ± 0.07 a,a,b	32.05 ± 0.02 c,b,a
50 × 10 × Y	34.18 ± 1.76 a,a,bc	31.28 ± 0.06 d,b,a
100 × 0 × Y	36.55 ± 0.38 b,a,c	44.69 ± 0.02 b,a,a
100 × 5 × Y	42.97 ± 0.08 b,a,b	46.41 ± 0.02 b,a,a
100 × 10 × Y	45.00 ± 0.58 a,a,bc	46.31 ± 0.01 a,a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.27 Fe-NP'nin Yedikule'de Zn miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.28 Fe-NP'nin Kivircik'ta Zn miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde, 50mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan Fe-NP'nin bitki Zn içeriği üzerine etkileri incelendiğinde, Fe-NP uygulanmayan örnek gruplarının Zn içeriği (44.28 ppm) Fe-NP uygulanan örnek gruplarından daha yüksek bulunmuştur. Fe-NP dozu arttıkça örneklerin Zn içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise tersi bir durum görülmektedir. 10mg/L Fe-NP uygulanan örneklerin Zn içeriğinin (55.67 ppm) diğer uygulama gruplarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan Fe-NP dozlarının Zn içeriği üzerine etkileri, topraktan yapılan uygulama ile benzer sonuçlar vermiştir. Birinci tuz dozunda, en yüksek Zn içeriği kontrol grubunda belirlenirken, Fe-NP dozu attıkça örneklerin içerdiği Zn miktarında düşüş meydana gelmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da uygulanan Fe-NP dozunda ki artış ile örneklerin içerdiği Zn miktarının arttığı görülmektedir.

Uygulama şekillerinin bitki Zn içeriği üzerine etkileri incelendiğinde, 50 Mm tuz konsantrasyonunda uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarından elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. Benzer şekilde 100 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan Fe-NP dozlarından elde edilen sonuçlar da istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almıştır.

Yapılan tüm uygulamaların örneklerin Zn içeriği üzerine etkileri incelendiğinde istatistiksel bir farklılık söz konusu değildir (Çizelge 4.21, Şekil 4.28).

4.1.19 Na

Yedikule Manto çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan Fe-NP uygulamaları incelendiğinde, Fe-NP'nin dozundaki artış ile örneklerden elde edilen Na miktarı değerleri artmaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda elde edilen Na miktarları da istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almakta olup farklılık bulunmamaktadır.

50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozunda en yüksek Na içeriği (5043.30 ppm) elde edilmiştir. Fe-NP uygulanmayan örneklerde ise en düşük Na içeriği belirlenmiştir ve düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

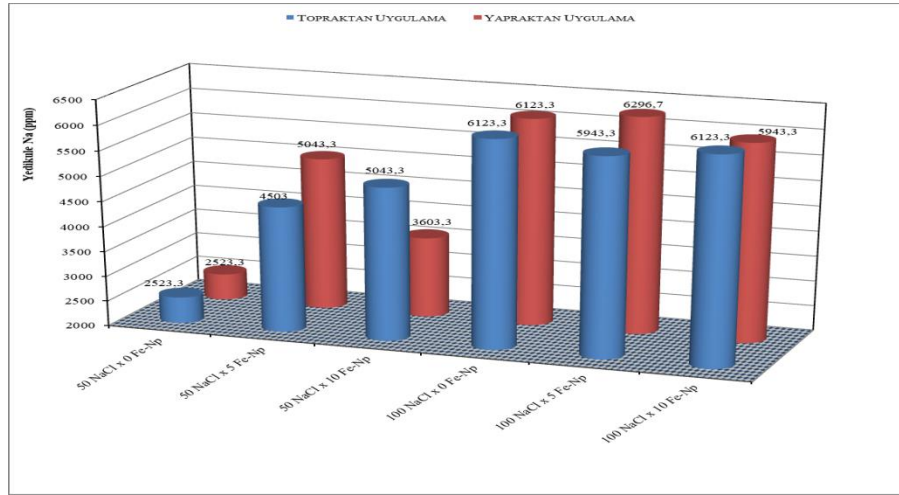
50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının uygulama şekilleri bakımından etkileri incelendiğinde, örneklerin Na içeriği üzerine uygulama şekillerinin istatistiksel olarak etkisinin bulunmadığı görülmektedir. Benzer şekilde 100 mM tuz konsantrasyonunda da uygulama şekillerinin Na içeriği üzerine etkisinin bulunmamaktadır.

Tuz konsantrasyonları, Fe-NP dozları ve uygulama şekillerinin örneklerin Na içeriği üzerine etkilerine bakıldığında, yapılan uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde yer alarak farklılık bulunmamaktadır (Çizelge 4.22, Şekil 4.29).

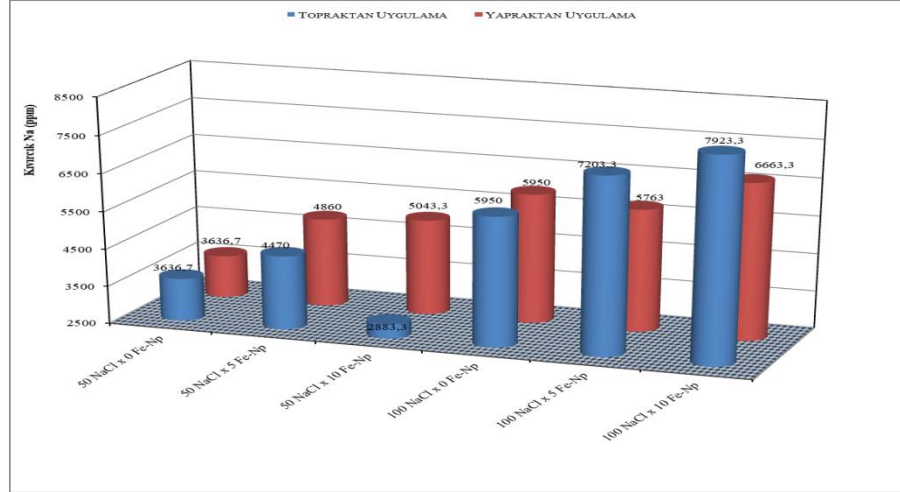
Çizelge 4.22 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Na miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Na (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	2523.30 ± 14.50 d,b,a	3636.70 ± 36.70 d,d,a
50 × 5 × T	4503.00 ± 118.0 b,b,a	4470.00 ± 6.90 c,d,a
50 × 10 × T	5043.30 ± 83.70 c,b,a	2883.30 ± 8.82 cd,d,a
100 × 0 × T	6123.30 ± 43.30 a,a,a	5950.00 ± 5.77 b,a,a
100 × 5 × T	5943.30 ± 31.80 a,a,a	7203.30 ± 54.90 b,a,a
100 × 10 × T	6123.30 ± 66.40 a,a,a	7923.30 ± 14.50 a,a,a
50 × 0 × Y	2523.30 ± 14.50 d,b,a	3636.70 ± 36.70 d,c,a
50 × 5 × Y	5043.30 ± 14.50 b,b,a	4860.00 ± 23.10 c,c,a
50 × 10 × Y	3603.30 ± 54.90 c,b,a	5043.30 ± 31.80 cd,c,a
100 × 0 × Y	6123.30 ± 43.30 a,a,a	5950.00 ± 5.77 b,b,a
100 × 5 × Y	6296.70 ± 89.50 a,a,a	5763.00 ± 153,0 b,b,a
100 × 10 × Y	5943.30 ± 14.50 a,a,a	6663.30 ± 95.30 a,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.29 Fe-NP'nin Yedikule'de Na miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.30 Fe-NP'nin Kivircik'ta Na miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinden elde edilen Na miktarları Çizelge 4.22'de verilmektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozundan en yüksek Na miktarı (4470.0 ppm) elde edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 10 mg/L Fe-NP dozundan elde edilen Na miktarı en yüksek değer olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, topraktan yapılan uygulamalara benzer sonuçlar elde edilmiş olup, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek Na miktarı 5 mg/L Fe-NP uygulamasından elde edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek Na miktarı 10 mg/L Fe-NP uygulamasından elde edilmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP uygulamalarında, uygulama şekilleri karşılaştırıldığında, her iki Fe-NP dozunda da yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar sergilemektedir. 100 Mm tuz konsantrasyonunda, her iki Fe-NP dozunda da topraktan yapılan uygulamalar yapraktan yapılan uygulamalara göre daha yüksek Na miktarı değerleri vermektedir.

Tuz konsantrasyonları, Fe-NP dozları ve uygulama şekillerinin örneklerin Na içeriği üzerine etkilerine bakıldığında, yapılan uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde yer alarak farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.30).

4.1.20 K

Çizelge 4.23’de Yedikule Manto çeşidinde, yapılan Fe-NP uygulamalarının K içeriği üzerine etkileri verilmektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan Fe-NP uygulamalarının örneklerin K içeriği üzerine etkileri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, 5 ve 10 mg/L Fe-NP uygulamalarının aynı grup içinde yer aldığı ve Fe-NP uygulanmayan örneklerden daha fazla K içerdikleri belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 10 mg/L Fe-NP uygulamasında belirlenen K miktarı diğer uygulamalardan daha yüksek olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yapraktan uygulanan Fe-NP uygulamalarından elde edilen K miktarları incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarında belirlenen K içeriği miktarı Fe-NP uygulanmayan örneklerin K içeriğinden daha yüksek olup istatistiksel olarak anlamlıdır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP dozunda belirlenen K miktarı istatistiksel olarak anlamlıdır ve en yüksek K içeriği bu uygulamada belirlenmiştir. 5 mg/L Fe-NP dozu ile Fe-NP uygulanmayan örnek gruplarındaki K miktarı istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının uygulama şekillerinin K miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, her iki Fe-NP dozunda da topraktan yapılan uygulamaların K içeriği istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamalara benzerlik göstermektedir.

100 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekillerinin K içeriğine etkilerine bakıldığında, her iki Fe-NP dozunda da yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuşken, topraktan yapılan uygulamalar ile benzerlik göstermektedir.

Yapılan varyans analizleri sonucunda her iki tuz dozunda da topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozunun istatistiksel olarak en anlamlı uygulama olduğu belirlenmiştir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Fe-NP dozunun yapraktan uygulandığı

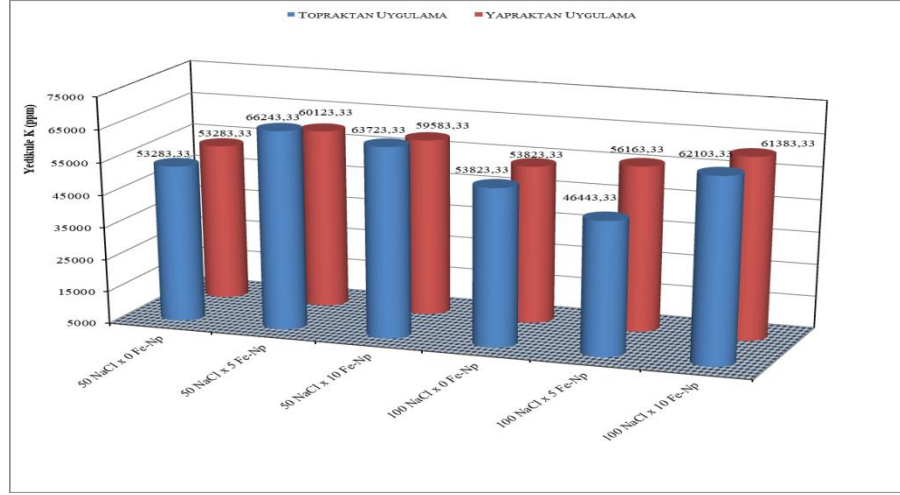
örnekler diğer uygulamaların hepsi ile benzerlik göstermektedir. İstatistiksel olarak örneklerin K içeriği üzerine en düşük etki Fe-NP uygulanmayan örnekler olarak belirlenmiştir (Şekil 4.31).

Yedikule’de, 50 mM tuz konsantrasyonunda 21.12 olan K/Na oranı, 100 mM tuz konsantrasyonunda 8.79’ a düşerek tuz stresinin etkilerini göz önüne sermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozunda K/Na oranı kontrol grubuna kıyasla artış göstermiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda, yapraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarında da kontrol grubuna kıyasla artış görülmektedir. Bu uygulama şeklinin ve uygun Fe-NP dozlarının stres koşullarına toleransı arttırabileceğini göstermektedir.

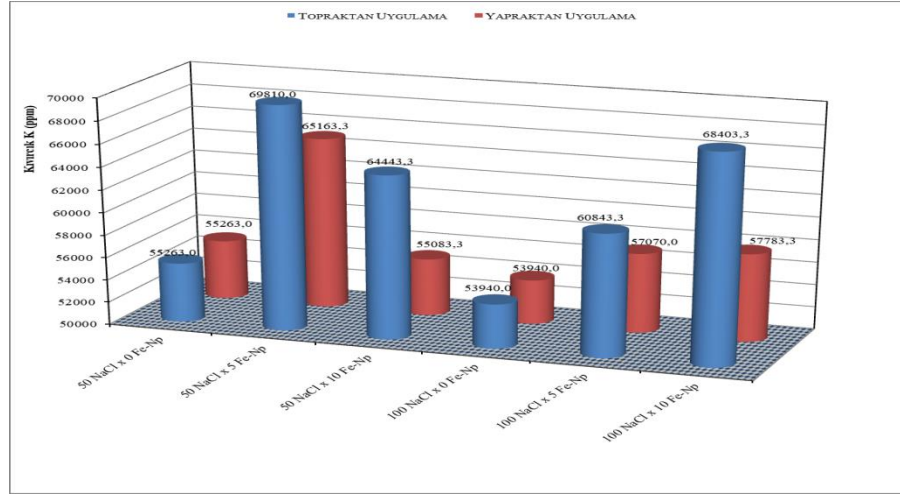
Çizelge 4.23 Fe-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık’ta (Fiyonk) K miktarı üzerine etkileri

Uygulama	K (ppm)			
	Yedikule	Kıvrıcık	Yedikule K/Na	Kıvrıcık K/Na
50 × 0 × T	53283.33 ± 8.82 b,a,c	55263.00 ± 153.00 d,ab,c	21.12	15.20
50 × 5 × T	66243.33 ± 60.64 a,a,bc	69810.00 ± 119.30 a,a,a	14.71	15.62
50 × 10 × T	63723.33 ± 89.50 a,a,a	64443.33 ± 26.03 b,a,a	12.64	22.35
100 × 0 × T	53823.33 ± 43.33 b,b,c	53940.00 ± 159.00 d,b,c	8.79	9.07
100 × 5 × T	46443.33 ± 141.46 b,b,bc	60843.33 ± 8.82 bc,ab,a	7.81	8.45
100 × 10 × T	62103.33 ± 26.03 a,b,a	68403.33 ± 8.82 b,ab,a	10.14	8.63
50 × 0 × Y	53283.33 ± 8.82 b,ab,c	55263.00 ± 153.00 d,ab,c	21.12	15.20
50 × 5 × Y	60123.33 ± 8.82 a,ab,abc	65163.33 ± 20.28 a,ab,b	11.92	13.41
50 × 10 × Y	59583.33 ± 49.10 a,ab,ab	55083.33 ± 49.10 b,ab,c	16.54	10.92
100 × 0 × Y	53823.33 ± 43.33 b,ab,c	53940.00 ± 159.00 d,ab,c	8.79	9.07
100 × 5 × Y	56163.33 ± 37.56 b,ab,abc	57070.00 ± 15.28 bc,b,b	8.92	9.90
100 × 10 × Y	61383.33 ± 20.27 a,ab,ab	57783.33 ± 124.14 b,b,c	10.33	8.67

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.31 Fe-NP'nin Yedikule'de K miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.32 Fe-NP'nin Kırırcık'ta K miktarı üzerine etkileri

Kırırcık Fiyonk çeşidinin K içerikleri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek K içeriği 5 mg/L Fe-NP uygulaması yapılan örneklerde belirlenmiş olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Fe-NP uygulanmayan örneklerin K içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise Fe-NP dozu attıkça örneklerde belirlenen K miktarının arttığı ve en yüksek K miktarının 10 mg/L Fe-NP uygulamasında saptandığı görülmektedir. En düşük K içeriği de Fe-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiş olup bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yapraktan uygulanan Fe-NP dozlarında da topraktan yapılan uygulamalara benzer sonuçlar elde edilmiş olup, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek K miktarı 5 mg/L Fe-NP uygulamalarında belirlenirken, en düşük K miktarı Fe-NP uygulanan örneklerde belirlenmiştir. Benzer şekilde, 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek K miktarının 10 mg/L Fe-NP uygulamasında saptandığı görülmektedir. En düşük K içeriği de Fe-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiş olup bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekillerinin örneklerin K içerikleri üzerine etkileri incelendiğinde, 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ve yapraktan yapılan uygulamalara nazaran daha yüksek miktarlarda K içerdikleri saptanmıştır. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer sonuçlar elde edilmiş olup topraktan yapılan uygulamaların K içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yapılan tüm uygulamaların örneklerin K içeriği üzerine etkilerine bakıldığında, her iki tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının en etkili uygulama olduğu görülmektedir. Yapraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP uygulamalarının ise orta performans sergilediği görülmektedir. Diğer uygulamalar ise bitkinin K içeriği üzerine etkileri bakımından istatistiksel olarak en düşük performans gösteren uygulamalar olmuştur (Çizelge 4.23, Şekil 4.32).

Kıvırcık'ta, 50 mM tuz konsantrasyonunda K/Na oranı 15.20 iken, 100 mM tuz konsantrasyonunda 9.07' dir. Bu oranlar tuz konsantrasyonundaki artışın, bitkide stres oluşturduğunu göstermektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalar K/Na oranını artırmıştır. Diğer uygulamalarda ise düşüş söz konusudur.

4.1.21 Ca

Yedikule Manto çeşidinde yapılan Fe-NP uygulamalarının örneklerin Ca içerikleri üzerine etkileri Çizelge 4.24'de verilmektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan

uygulanan Fe-NP'nin örneklerin Ca içeriği üzerine etkilerine bakıldığında, en yüksek Ca miktarı Fe-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak her üç uygulama arasında ilişki bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek Ca miktarı 5 mg/L Fe-NP uygulamasında belirlenmiştir (1703.00 ppm). Fe-NP uygulanmayan ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örnek istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

Yapraktan yapılan uygulamalarda da benzer sonuçlar elde edilmiş olup, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/ Fe-NP uygulaması istatistiksel olarak önemli bulunmuşken, diğer uygulamalar ile benzerliği bulunmaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek Ca içeriği 5 mg/L Fe-NP uygulamasında belirlenmiştir.

Yapılan uygulamaların uygulama şekillerinin Ca içeriği üzerine etkilerinin incelemesinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının yapraktan uygulandığı örneklerin Ca içeriği, topraktan yapılan uygulamadan elde edilen sonuçlardan daha yüksek olup, uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise uygulama şekilleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

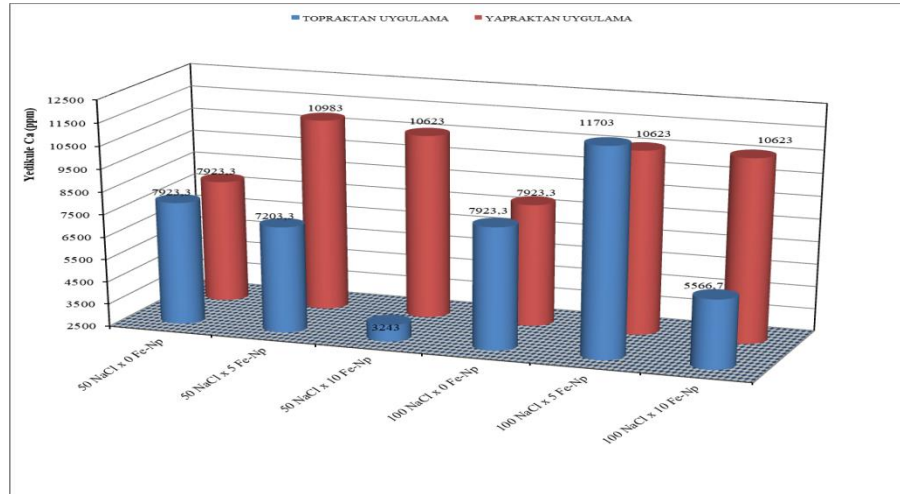
Yapılan uygulamaların üçlü interaksiyonları incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozları ile iki tuz dozunda da topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP uygulamasının istatistiksel olarak en yüksek Ca miktarını veren örnek grupları olduğu görülmektedir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu ise istatistiksel olarak en düşük Ca miktarı içeren örneklerdir (Şekil 4.33).

Yedikule'de, 50 mM tuz konsantrasyonunda Ca/Na oranı 3.14 iken, 100 mM tuz konsantrasyonunda 1.29'dur. Tuz konsantrasyonu arttıkça Ca/Na oranındaki düşüş beklenen bir durumdur. Yapılan uygulamalar kontrol grubuna kıyasla Ca/Na oranını yükseltmemiştir.

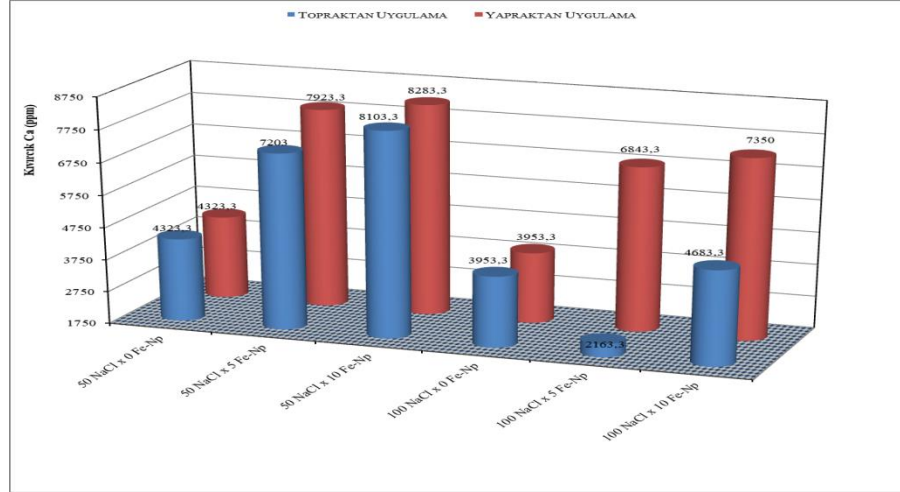
Çizelge 4.24 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıkcık'ta (Fiyonk) Ca miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Ca (ppm)			
	Yedikule	Kıvrıkcık	Yedikule Ca/Na	Kıvrıkcık Ca/Na
50 × 0 × T	7923.30 ± 8.82 b,b,b	4323.30 ± 8.82 c,a,b	3.14	1.19
50 × 5 × T	7203.30 ± 26.00 ab,b,a	7203.00 ± 118.0 a,a,b	1.60	1.61
50 × 10 × T	3243.00 ± 141.0 b,b,c	8103.30 ± 54.90 a,a,a	0.64	2.81
100 × 0 × T	7923.30 ± 3.33 b,a,b	3953.30 ± 29.10 c,b,b	1.29	0.66
100 × 5 × T	11703.00 ± 118.0 a,a,a	2163.30 ± 8.82 c,b,b	1.97	0.30
100 × 10 × T	5566.70 ± 35.30 b,a,c	4683.30 ± 3.33 b,b,a	0.91	0.59
50 × 0 × Y	7923.30 ± 8.82 b,a,b	4323.30 ± 8.82 c,a,b	3.14	1.19
50 × 5 × Y	10983.00 ± 14.50 ab,a,a	7923.30 ± 43.30 a,a,a	2.18	1.63
50 × 10 × Y	10623.00 ± 8.82 b,a,a	8283.30 ± 49.10 a,a,a	2.95	1.64
100 × 0 × Y	7923.30 ± 3.33 b,a,b	3953.30 ± 29.10 c,a,b	1.29	0.66
100 × 5 × Y	10623.00 ± 8.82 a,a,a	6843.30 ± 83.70 c,a,a	1.69	1.19
100 × 10 × Y	10623.00 ± 8.82 b,a,a	7350.00 ± 51.30 b,a,a	1.79	1.10

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.33 Fe-NP'nin Yedikule'de Ca miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.34 Fe-NP'nin Kivircik'ta Ca miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının örneklerin Ca içeriği üzerine etkilerinin Fe-NP uygulanmayan örneklerden daha etkili olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Tuz miktarının artırıldığı (100 mM) örnek gruplarında ise 10 mg/L Fe-NP dozunun, örneklerin Ca miktarı üzerine daha etkili olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Fe-NP uygulanmayan ve 5 mg/L Fe-NP uygulanan örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan Fe-NP dozlarının, örneklerin Ca miktarı üzerine etkileri topraktan yapılan uygulamalara benzer sonuçlar vermiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozları örneklerin Ca içeriği üzerine daha etkili olmuşken, 100 mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Fe-NP dozu istatistiksel olarak daha etkili olmuştur.

Uygulama şekillerinin örneklerin içerdiği Ca miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, topraktan yapılan uygulamaların yapraktan yapılan uygulamalardan daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde, örneklerin Ca içeriği üzerine istatistiksel olarak en etkili uygulamalar; 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozları ile 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.24, Şekil 4.34).

Kıvırcık'ta, 50 mM tuz konsantrasyonunda Ca/Na oranı 1.19 iken, 100 mM tuz konsantrasyonunda 0,66'dır. Yalnızca, 100 mM tuz x toprak uygulamalarında Ca/Na oranı düşerken, yapılan diğer uygulamalarda Ca/Na oranında yükseliş söz konusudur.

4.1.22 MDA

Yedikule Manto çeşidinde MDA içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.25'de verilmiştir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan ve yapraktan uygulanan Fe-NP dozlarının örneklerin MDA içeriği üzerine etkileri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

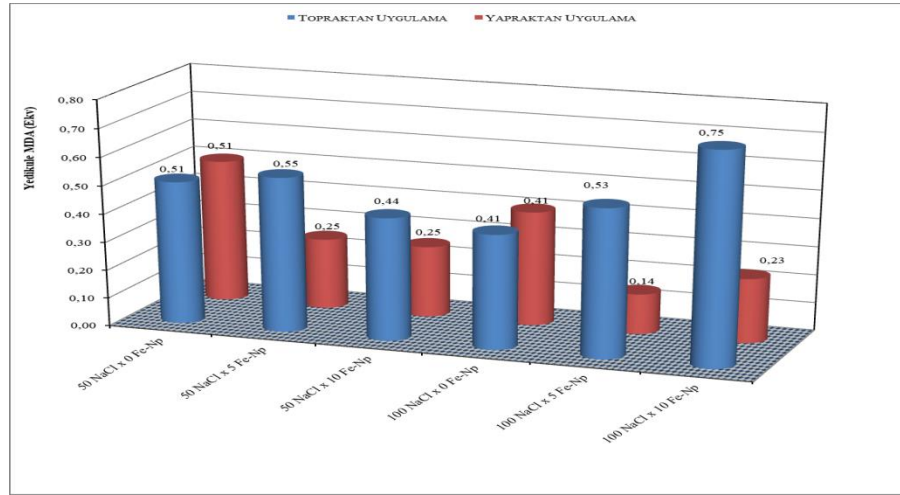
Uygulama şekillerinin örneklerin içerdiği MDA miktarı üzerine etkilerine bakıldığında, her iki tuz konsantrasyonunda da topraktan yapılan uygulamaların, yapraktan yapılan uygulamalardan daha etkili olduğu saptanmıştır.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde örneklerin MDA içeriği üzerine en etkili uygulamalar, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 10 mg/L Fe-NP toprak uygulamaları olmuştur. 5 mg/L Fe-NP dozunun MDA miktarı üzerine etkili olduğu görülmektedir. Yapraktan yapılan uygulamalar ise istatistiksel olarak daha az etkiye sahip uygulamalar olmuştur (Şekil 4.35).

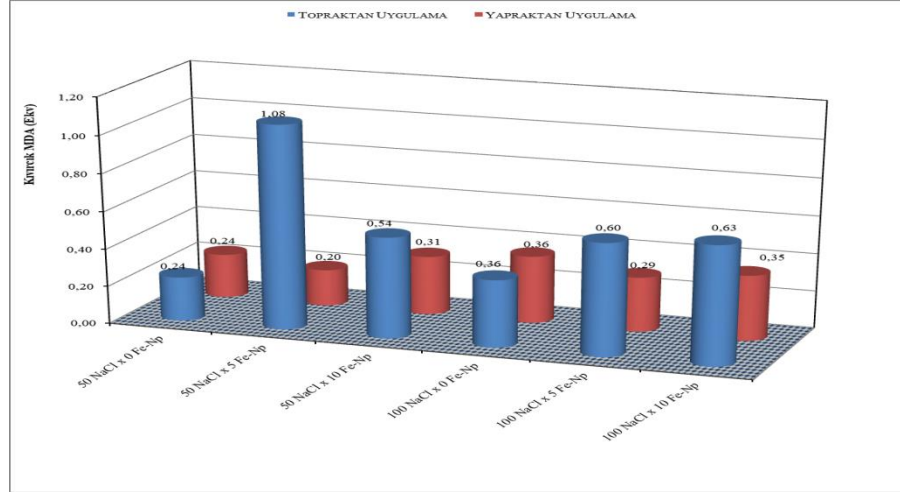
Çizelge 4.25 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) MDA miktarı üzerine etkileri

Uygulama	MDA (Ekivalent)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	0.51 ± 0.00 a,a,b	0.24 ± 0.01 b,a,c
50 × 5 × T	0.55 ± 0.00 a,a,ab	1.08 ± 0.00 a,a,a
50 × 10 × T	0.44 ± 0.01 a,a,a	0.54 ± 0.01 ab,a,b
100 × 0 × T	0.41 ± 0.00 a,a,b	0.36 ± 0.00 ab,a,c
100 × 5 × T	0.53 ± 0.01 a,a,ab	0.60 ± 0.01 ab,a,a
100 × 10 × T	0.75 ± 0.00 a,a,a	0.63 ± 0.02 ab,a,b
50 × 0 × Y	0.51 ± 0.00 a,b,b	0.24 ± 0.00 b,b,c
50 × 5 × Y	0.25 ± 0.00 a,b,c	0.20 ± 0.00 a,b,c
50 × 10 × Y	0.25 ± 0.00 a,b,c	0.31 ± 0.00 ab,b,c
100 × 0 × Y	0.41 ± 0.00 a,b,b	0.36 ± 0.00 ab,b,c
100 × 5 × Y	0.14 ± 0.06 a,b,c	0.29 ± 0.00 ab,b,c
100 × 10 × Y	0.23 ± 0.01 a,b,c	0.35 ± 0.00 ab,b,c

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.35 Fe-NP'nin Yedikule'de MDA miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.36 Fe-NP'nin Kırırcık'ta MDA miktarı üzerine etkileri

Kırırcık Fiyonk çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalardan 5 mg/L Fe-NP uygulaması istatistiksel olarak en etkili uygulama olmuştur. 10 mg/L Fe-NP dozunda MDA miktarında düşüş gözlenmiş olup, diğer iki örnek grupları ile ilişkilidir. 100 mM tuz konsantrasyonunda yapılan uygulamaların örneklerin içerdiği MDA miktarı üzerine etkileri bakımından istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

İstatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamalardan elde edilen sonuçlar topraktan yapılan uygulamalara benzerlik göstermektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda en etkili uygulama 5 m/l Fe-NP dozu olmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, uygulama şekillerinin MDA miktarı üzerine etkilerine bakıldığında her iki Fe-NP dozunda da topraktan yapılan uygulamaların yapraktan yapılan uygulamalardan daha etkili olduğu görülmektedir.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde ise MDA miktarı üzerine en etkili uygulamalar, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozu olmuştur. Her iki tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu istatistiksel olarak orta performans göstermiştir. Fe-NP uygulanmayan kontrol grupları ile yapraktan

yapılan tüm uygulamaların MDA miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak diğer uygulamalardan daha az bulunmuştur (Çizelge 4.25, Şekil 4.36).

4.1.23 Protein

Çizelge 4.26’da Yedikule Manto çeşidinde yapılan Fe-NP uygulamalarının örneklerin protein içerikleri üzerine etkileri görülmektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulama yapılan örneklerde, Fe-NP uygulanmayan ve 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerin protein içeriklerinin (2.99 ve 2.74 ekivalent/ml), 5 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerden daha yüksek olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek protein miktarı Fe-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. Fe-NP dozundaki artış ile protein içeriğinin azaldığı görülmektedir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, topraktan yapılan uygulamalara benzer sonuçlar elde edilmiş olup, kontrol grubu ile 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerin protein içeriği, 5 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerden daha yüksektir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek protein miktarı Fe-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. Fe-NP dozundaki artış ile protein içeriğinin azaldığı belirlenmiştir.

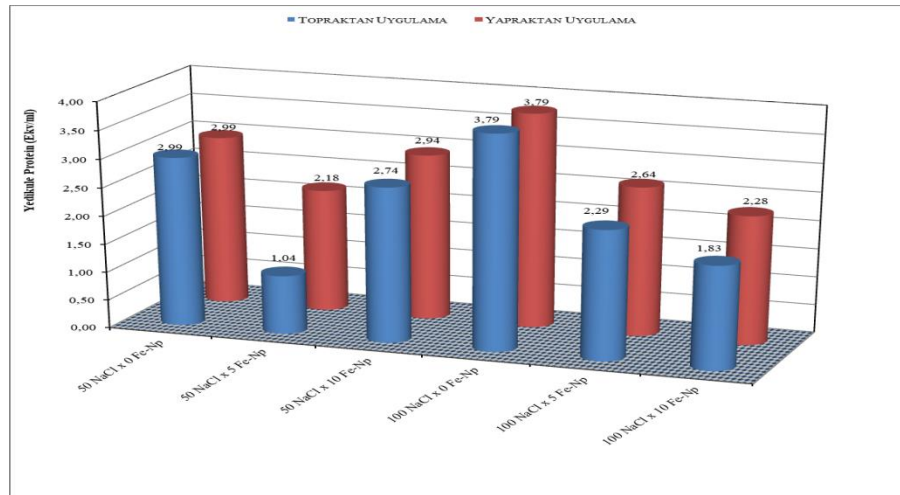
Topraktan ve yapraktan yapılan uygulamalarda, uygulama şekillerinin örneklerin protein içeriği üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Fe-NP uygulanmayan kontrol gruplarının, bitkilerin protein içeriği üzerine istatistiksel olarak en anlamlı uygulamalar olduğu belirlenmiştir. Topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozu hem 50 hem de 100 mM tuz konsantrasyonlarında en düşük protein içeriğine sahip uygulamalardır. Diğer uygulamaların örneklerin protein içeriği üzerine etkileri istatistiksel olarak orta seviyede etkili bulunmuştur (Şekil 4.37).

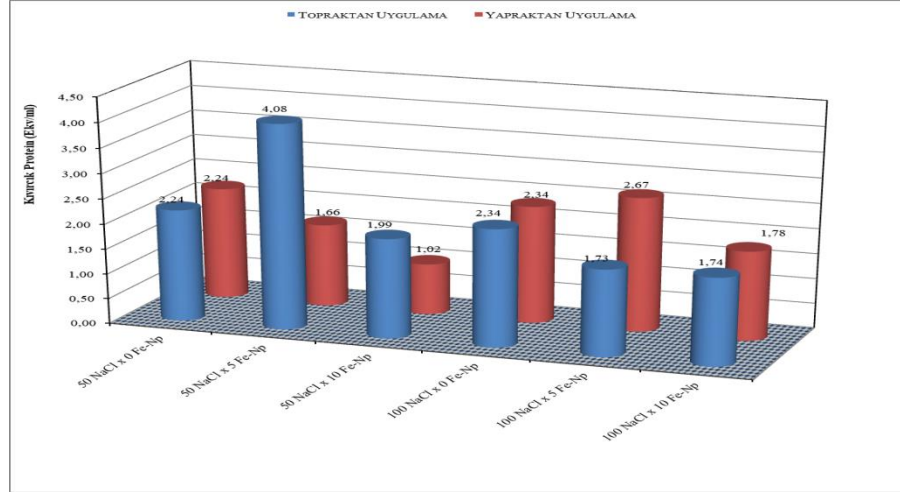
Çizelge 4.26 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) protein miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Protein (Ekiv./ml)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	2.99 ± 0,00 b,a,a	2.24 ± 0.01 abc,a,ab
50 × 5 × T	1.04 ± 0,02 e,a,c	4.08 ± 0.01 a,a,a
50 × 10 × T	2.74 ± 0,02 b,a,b	1.99 ± 0.01 c,a,bc
100 × 0 × T	3.79 ± 0,01 a,a,a	2.34 ± 0.03 ab,bc,ab
100 × 5 × T	2.29 ± 0,00 c,a,c	1.73 ± 0.07 abc,bc,a
100 × 10 × T	1.83 ± 0,01 d,a,b	1.74 ± 0.06 bc,bc,bc
50 × 0 × Y	2.99 ± 0,00 b,a,a	2.24 ± 0.00 abc,c,ab
50 × 5 × Y	2.18 ± 0,00 e,a,b	1.66 ± 0.06 a,c,ab
50 × 10 × Y	2.94 ± 0,00 b,a,b	1.02 ± 0.01 c,c,c
100 × 0 × Y	3.79 ± 0,01 a,a,a	2.34 ± 0.01 ab,ab,ab
100 × 5 × Y	2.64 ± 0,00 c,a,b	2.67 ± 0.01 abc,ab,ab
100 × 10 × Y	2.28 ± 0,05 d,a,b	1.78 ± 0.09 bc,ab,c

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.37 Fe-NP'nin Yedikule'de protein miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.38 Fe-NP'nin Kivircik'ta protein miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek protein miktarı (4.08 ekivalent/ml) 5 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerde belirlenmiştir. 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerin protein içeriği bu örnek grubundaki en düşük değer olup, Fe-NP uygulanmayan örneklerden de daha az miktarda protein içermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek protein değeri kontrol grubunda belirlenmiş olup, Fe-NP dozu arttıkça örneklerin içerdiği protein miktarı düşmektedir.

Yapraktan yapılan uygulamaların sonuçlarından elde edilen veriler topraktan yapılan uygulamalara benzerlik göstermektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek protein miktarı kontrol grubunda belirlenmiş, Fe-NP uygulamalarının dozu arttıkça protein miktarı azalmıştır. 100 mM tuz konsantrasyonunda istatistiksel olarak en etkili uygulama kontrol grubu olarak belirlenmiş olmasına rağmen 5 mg/L Fe-NP dozunun protein miktarı üzerine etkileri benzerlik göstermektedir. 10 mg/L Fe-NP dozunun uygulandığı örnekler ise en düşük protein içeren örneklerdir.

Uygulama şekillerinin protein miktarı üzerine etkilerine bakıldığında, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının, yapraktan yapılan uygulamalardan deha etkili olduğu görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise uygulamalar arasında istatistiksel olarak benzerlikler bulunmakta

olup, yapraktan yapılan uygulamaların protein içeriği üzerine daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Uygulamaların üçlü interaksiyonları incelendiğinde, istatistiksel olarak protein miktarı üzerine en etkili uygulamalar; 50 ve 100 tuz konsantrasyonlarında, topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozu olmuştur. Protein miktarı üzerine en düşük etkiyi gösteren uygulamalar ise her iki tuz konsantrasyonunda da yapraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.26, Şekil 4.38).

4.1.24 APX

Çizelge 4.27’de örneklerde belirlenen APX miktarları verilmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 mg/ Fe-NP dozunda en yüksek APX miktarı belirlenmiştir. 10 mg/L Fe-NP dozunda APX miktarında düşüş meydana gelmiştir. Fe-NP uygulanmayan örnekler ise en düşük APX miktarına sahiptir. 100 mM tuz konsantrasyonunda, istatistiksel olarak en etkili uygulama 5 mg/L Fe-NP dozu olarak belirlenmiş ancak en yüksek APX miktarı 0.23 Eu/mg ile 10 mg/L Fe-NP uygulamasında ölçülmüştür. Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 mg/L Fe-NP dozu en etkili uygulama olup, en düşük APX miktarı Fe-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir.

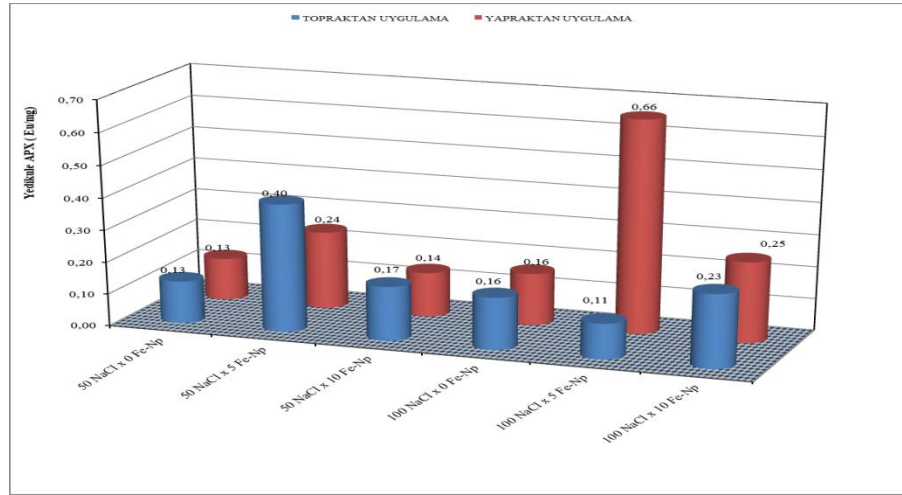
Uygulama şekillerinin APX miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamanın, yapraktan yapılan uygulamadan daha etkili olduğu belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise tersi bir durum söz konusu olup, yapraktan yapılan uygulamanın APX miktarı üzerine daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Üçlü interaksiyonları ele alındığında, APX miktarı üzerine en etkili uygulamalar 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozu olmuştur. Yapılan diğer uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır (Şekil 4.39).

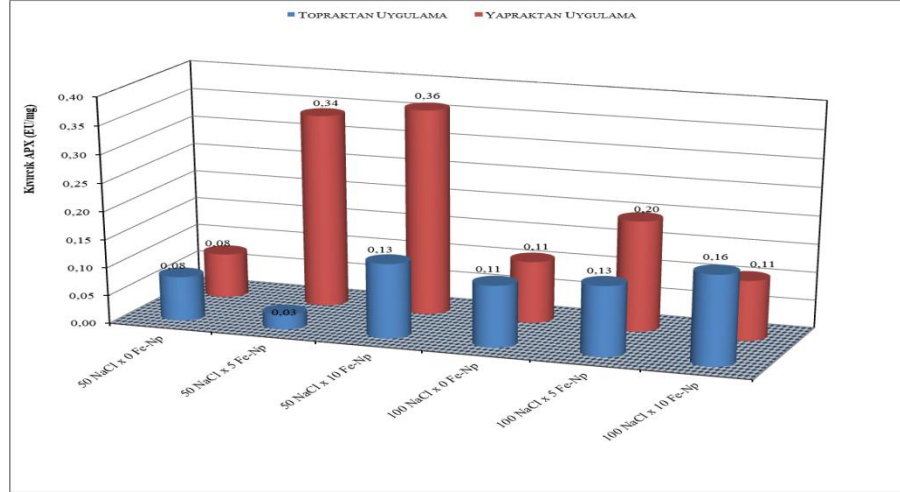
Çizelge 4.27 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) APX miktarı üzerine etkileri

Uygulama	APX (Eu/mg)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	0.13 ± 0.00 c,ab,b	0.08 ± 0,00 b,b,c
50 × 5 × T	0.40 ± 0.06 ab,ab,b	0.03 ± 0,00 ab,b,c
50 × 10 × T	0.17 ± 0.01 bc,ab,b	0.13 ± 0,01 a,b,bc
100 × 0 × T	0.16 ± 0.00 bc,b,b	0.11 ± 0,01 b,b,c
100 × 5 × T	0.11 ± 0.01 a,b,b	0.13 ± 0,00 ab,b,c
100 × 10 × T	0.23 ± 0.01 abc,b,b	0.16 ± 0,02 ab,b,bc
50 × 0 × Y	0.13 ± 0.01 c,b,b	0.08 ± 0,00 b,a,c
50 × 5 × Y	0.24 ± 0.01 ab,b,a	0.34 ± 0,06 ab,a,a
50 × 10 × Y	0.14 ± 0.01 bc,b,b	0.36 ± 0,06 a,a,ab
100 × 0 × Y	0.16 ± 0.01 bc,a,b	0.11 ± 0,01 b,b,c
100 × 5 × Y	0.66 ± 0.01 a,a,a	0.20 ± 0,00 ab,b,a
100 × 10 × Y	0.25 ± 0.01 abc,a,b	0.11 ± 0,00 ab,b,ab

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.39 Fe-NP'nin Yedikule'de APX miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.40 Fe-NP'nin Kivircik'ta APX miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek APX değeri (0.13 Eu/mg) 10 mg/L Fe-NP uygulanan örneklerden elde edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarından elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak kontrol grubundan farklılık göstererek daha yüksek miktarda APX değeri elde edilmiştir.

Yapraktan uygulanan 10 mg/ Fe-NP dozu, 50 mM tuz konsantrasyonunda istatistiksel olarak en etkili uygulama olup, 5 mg/L Fe-NP dozu 10 mg/L Fe-NP dozu ile istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarından elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almakta ve APX miktarı üzerine Fe-NP uygulanmayan örneklerden daha etkili olmuştur.

Uygulama şekillerin karşılaştırmasında, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının yapraktan uygulandığı örnekler, topraktan uygulanan örneklere nazaran APX miktarındaki artışta daha etkili olmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise APX miktarı üzerine uygulama şekillerinin istatistiksel olarak bir etkisi bulunmamıştır.

Yapılan uygulamaların üçlü interaksiyonları neticesinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan 5 mg/L Fe-NP dozunun APX miktarı üzerine en etkili uygulamalar olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak APX miktarına en az etkisi

olan örnek grupları ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Fe-NP uygulanmayan ve topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozları olmuştur (Çizelge 4.27, Şekil 4.40).

4.1.25 CAT

Yapılan Fe-NP uygulamalarının CAT miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.28’de verilmiştir. Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda CAT miktarının en yüksek bulunduğu uygulama kontrol grubu olmuştur. 5 ve 10 mg/ Fe-NP dozlarının CAT miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı olmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek CAT miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir. 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının CAT miktarına etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 100 Mm tuz konsantrasyonunda yapılan uygulamaların CAT miktarına etkilerinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

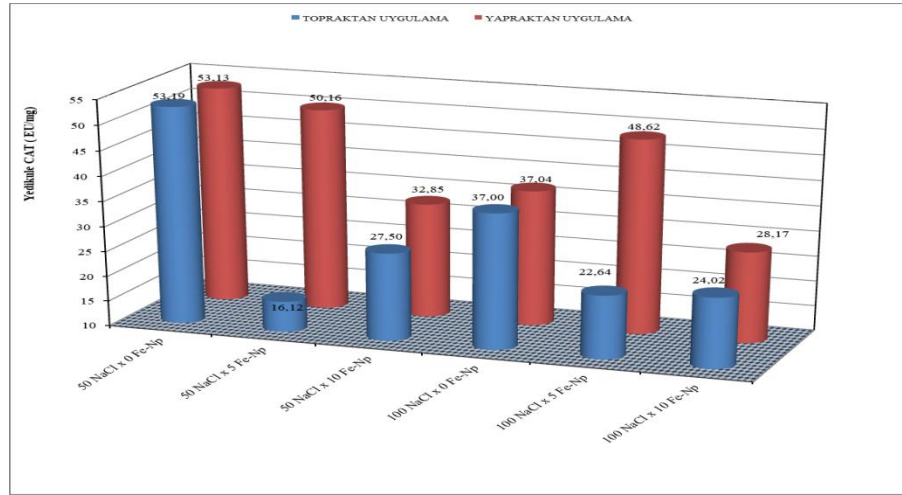
Yapılan uygulamalarda uygulama şekillerinin CAT miktarı üzerine etkileri incelendiğinde 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının yapraktan uygulanmasının daha etkili olduğu görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise yine yapraktan yapılan uygulamaların etkisinin daha yüksek olduğu fakat topraktan yapılan uygulamalar ile istatistiksel olarak benzerlik görüldüğü belirlenmiştir.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde CAT miktarına en yüksek etkiyi yapan uygulama grupları; 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP uygulanmayan örnekler ile yapraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozu olmuştur. En düşük etkiye sahip uygulamalar ise her iki tuz konsantrasyonunda da topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozunun uygulandığı örnek gruplarıdır (Şekil 4.41).

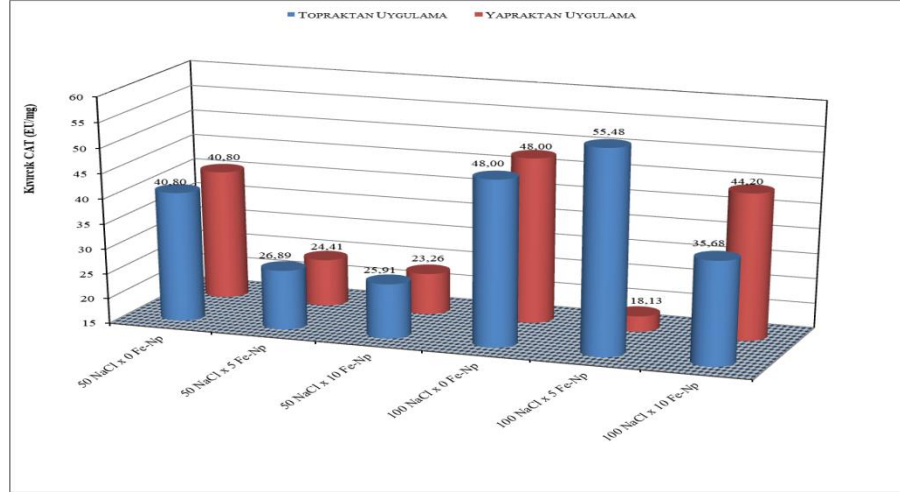
Çizelge 4.28 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) CAT miktarı üzerine etkileri

Uygulama	CAT (Eu/mg)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	53.19 ± 1.21 a,b,a	40.80 ± 0.00 ab,b,ab
50 × 5 × T	16.16 ± 0.58 b,b,c	26.89 ± 0.06 c,b,abc
50 × 10 × T	27.50 ± 1.33 b,b,bc	25.91 ± 0.64 c,b,cd
100 × 0 × T	37.00 ± 0.02 b,b,a	48.00 ± 0.58 a,a,ab
100 × 5 × T	22.64 ± 0.16 b,b,c	55.48 ± 0.03 b,a,abc
100 × 10 × T	24.02 ± 1.73 b,b,bc	35.68 ± 0.64 ab,a,cd
50 × 0 × Y	53.13 ± 1.27 a,a,a	41.80 ± 0.61 ab,b,a
50 × 5 × Y	50.16 ± 1.22 b,a,a	24.41 ± 0.17 c,b,d
50 × 10 × Y	32.85 ± 0.56 b,a,b	23.26 ± 0.64 c,b,bc
100 × 0 × Y	37.04 ± 0.59 b,ab,a	48.00 ± 1.73 a,ab,a
100 × 5 × Y	48.62 ± 0.64 b,ab,a	18.13 ± 0.02 b,ab,d
100 × 10 × Y	28.17 ± 0.58 b,ab,b	44.20 ± 0.52 ab,ab,bc

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.41 Fe-NP'nin Yedikule'de CAT miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.42 Fe-NP'nin Kivircik'ta CAT miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek CAT miktarı 40.80 Eu/mg ile kontrol grubunda saptanmıştır. 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarında istatistiksel olarak düşüş söz konusudur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 5 mg/L Fe-NP dozunda 55.48 Eu/mg ile en yüksek CAT miktarı belirlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak kontrol grubu daha anlamlı bulunmuştur.

50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan uygulamalarda en yüksek CAT değeri 41.80 Eu/mg ile kontrol grubunda belirlenmiştir. 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının istatistiksel olarak etkileri aynı olarak belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da kontrol grubu en yüksek CAT miktarını vermiştir. 10 mg/L Fe-NP dozu istatistiksel olarak kontrol grubuna benzerlik göstermektedir. En düşük CAT miktarı 5 mg/L Fe-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şekillerinin karşılaştırılması yapıldığında 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarının uygulama şekillerinin CAT miktarı üzerine etkilerinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise her iki Fe-NP dozunda da topraktan yapılan uygulamalar daha etkili olmuşken, yapraktan yapılan uygulamalar ile topraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak benzerlik bulunmaktadır.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP uygulanmayan örnek gruplarında en yüksek miktarda CAT miktarı belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı ise istatistiksel olarak iki tuz konsantrasyonunda da yapraktan yapılan 5 mg/L Fe-NP dozu uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.28, Şekil 4.42).

4.1.26 Toplam şeker

Çizelge 4.29’da örneklerin içerdiği toplam şeker miktarı değerleri verilmiştir. Yedikule’de, 50 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP dozu arttıkça örneklerin içerdiği toplam şeker miktarı artmaktadır. En düşük toplam şeker miktarı Fe-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. En yüksek toplam şeker miktarı (48.60 g/100g) 10mg/L Fe-NP uygulanan örnek gruplarında belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek toplam şeker miktarı (45.89 g/100g) 5 mg/L Fe-NP uygulamasında belirlenmiştir. En düşük toplam şeker miktarı ise yine Fe-NP uygulanmayan örnek grubunda olmuştur.

50 mM tuz konsantrasyonundan yapraktan yapılan uygulamalarda, toplam şekerin en yüksek miktarı (28.70 g/100g) 10 mg/L Fe-NP dozunda belirlenmiştir. en düşük toplam şeker miktarı ise 5 mg/L Fe-NP dozunda ölçülmüştür. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise istatistiksel olarak en etkili uygulama 5 mg/L Fe-NP dozu olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş söz konusudur.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP dozlarının uygulama şekillerinin toplam şeker üzerine etkileri karşılaştırıldığında, 50 mM tuz konsantrasyonunda her iki Fe-NP dozunda, topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 5 mg/L Fe-NP dozlarının uygulama şekilleri açısından istatistiksel olarak farklılığı bulunmamaktadır. Benzer şekilde, 10 mg/L Fe-NP dozları da istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

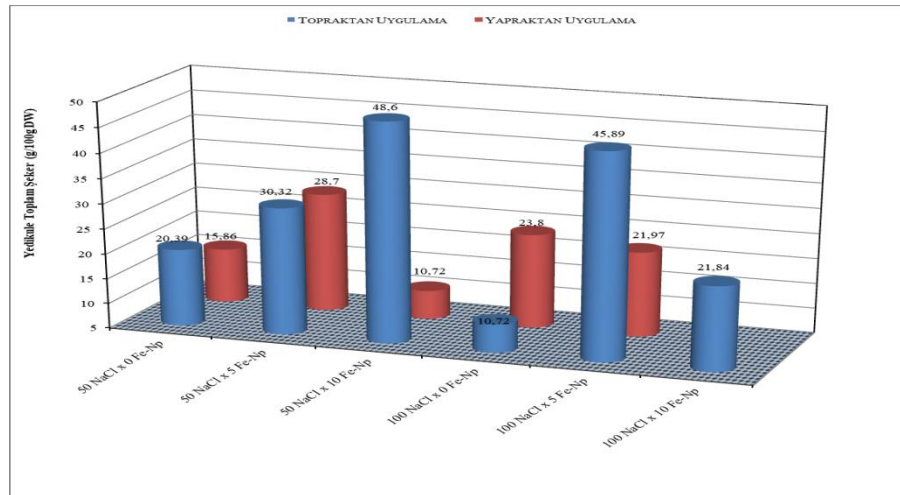
İstatistiksel olarak toplam şeker miktarı üzerine en etkili uygulamalar, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan ve yapraktan yapılan uygulamalardır. En yüksek toplam

şeker miktarı, her iki tuz konsantrasyonunda da topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozunda belirlemiştir. En düşük toplam şeker miktarı ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Fe-NP uygulanmayan örneklerden elde edilmiştir (Şekil 4.43).

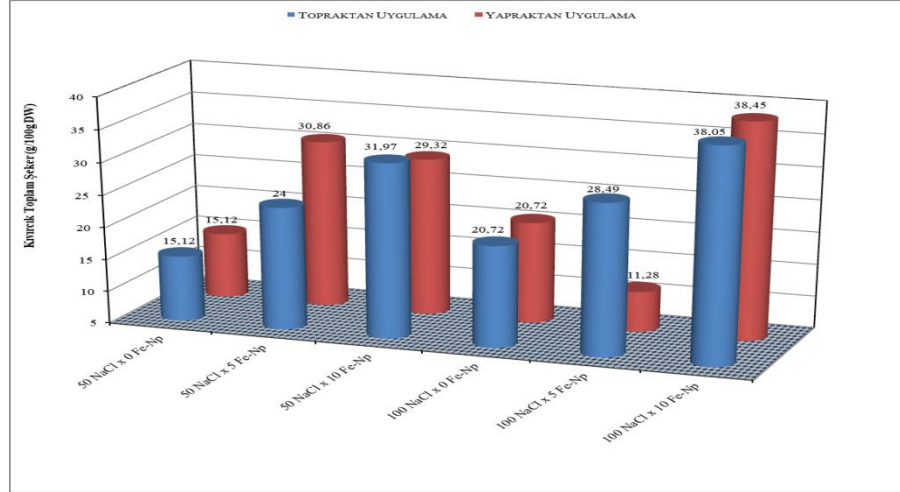
Çizelge 4.29 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrırcık'ta (Fiyonk) toplam şeker miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Toplam Şeker (g/100g DW)	
	Yedikule	Kıvrırcık
50 × 0 × T	20.39 ± 0.36 c,a,a	15.12 ± 0.38 c,a,b
50 × 5 × T	30.32 ± 0.40 b,a,a	24.00 ± 0.87 b,a,b
50 × 10 × T	48.60 ± 0.29 a,a,a	31.97 ± 0.02 a,a,b
100 × 0 × T	10.72 ± 0.57 c,a,b	20.72 ± 0.22 c,a,b
100 × 5 × T	45.89 ± 0.03 b,a,b	28.49 ± 0.06 b,a,a
100 × 10 × T	21.84 ± 0.60 a,a,b	38.05 ± 0.11 a,a,a
50 × 0 × Y	20.39 ± 0.36 c,b,a	15.12 ± 0.38 c,b,b
50 × 5 × Y	15.86 ± 0.17 b,b,a	30.86 ± 0.50 b,b,b
50 × 10 × Y	28.70 ± 0.03 a,b,a	29.32 ± 0.41 a,b,b
100 × 0 × Y	10.72 ± 0.56 c,b,b	20.72 ± 0.23 c,b,a
100 × 5 × Y	23.80 ± 0.18 b,b,b	11.28 ± 0.48 b,b,a
100 × 10 × Y	21.97 ± 0.58 a,b,b	38.45 ± 0.77 a,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.43 Fe-NP'nin Yedikule'de toplam şeker miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.44 Fe-NP'nin Kivircik'ta toplam şeker miktarı üzerine etkileri

Çizelge 4.29 incelendiğinde Kivircik Fiyonk çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek toplam şeker miktarı (31.97 g/100g) 10 mg/L Fe-NP dozunda belirlenmiştir. Fe-NP dozundaki düşüş ile toplam şeker miktarında da düşüş söz konusudur. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer şekilde en yüksek toplam şeker miktarını veren uygulama 10 mg/L Fe-NP dozu olmuştur. Kontrol grubunda belirlene toplam şeker miktarı 20.72 g/100g ile istatistiksel olarak en düşük değerdir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda, toplam şeker üzerine en etkili uygulama istatistiksel olarak 10 mg/L Fe-NP dozu olurken, en düşük toplam şeker miktarını veren örnek grubu Fe-NP uygulanmayan kontrol grubudur. Benzer şekilde, 100 mM tuz konsantrasyonunda da 10 mg/L Fe-NP dozu toplam şeker miktarına istatistiksel olarak en etkili uygulama olmuştur. En düşük toplam şeker miktarı (11.28 g/100g) 5 mg/L Fe-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekilleri karşılaştırıldığında, 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar toplam şeker üzerine daha etkili olmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalar her iki Fe-NP dozunda da daha etkili olmuş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Üçlü interaksiyon sonuçlarına göre 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında toplam şeker üzerine en etkili uygulamalar topraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu olmuştur. İstatistiksel olarak en düşük etki gösteren örnek grupları ise her iki tuz konsantrasyonunda Fe-NP uygulanmayan örnekler ile 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulana 5 mg/L Fe-NP dozu olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.29, Şekil 4.44).

4.1.27 C vitamini

Çizelge 4.30'da örneklerin C vitamini miktarları verilmiştir. Yedikule'de 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da topraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Benzer şekilde yapraktan yapılan uygulamalarda da 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmekte olup en düşük C vitamini miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir.

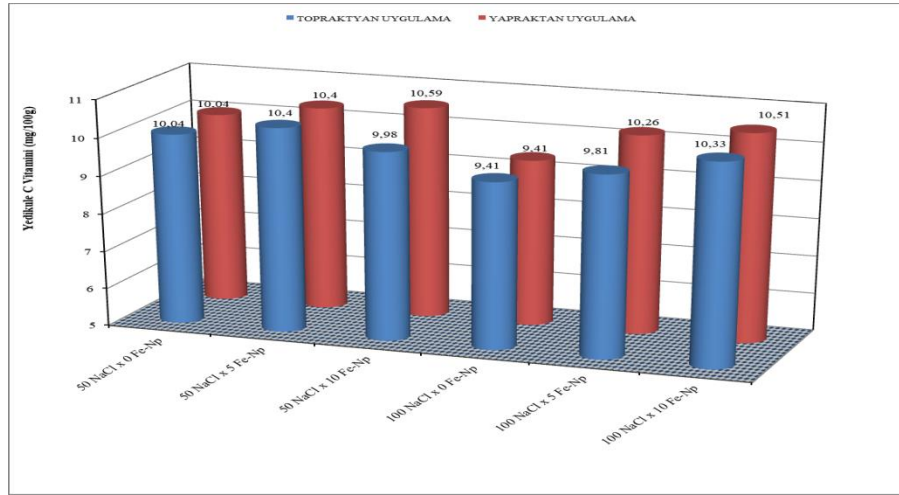
50 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekilleri karşılaştırıldığında yapraktan yapılan uygulamalar, topraktan yapılan uygulamalara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda da 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tüm uygulamaların üçlü interaksiyonları incelendiğinde C vitamini üzerine en etkili uygulamalar her iki uygulama şeklinde de 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalar olarak belirlenmiştir. En düşük C vitamini miktarı 100 mM tuz konsantrasyonunda Fe-NP uygulanmayan örneklerdir (Şekil 4.45).

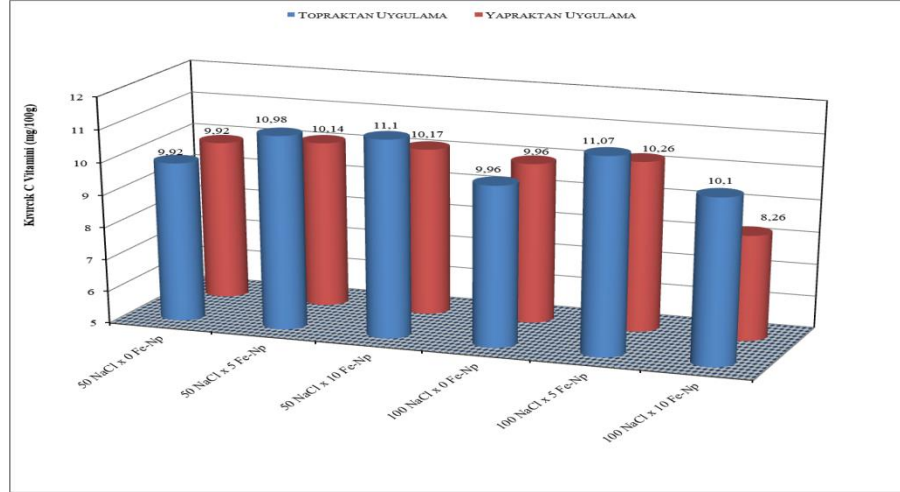
Çizelge 4.30 Fe-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) C vitamini miktarı üzerine etkileri

Uygulama	C Vitamini (mg/100g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	10.04 ± 0.17 b,b,a	9.92 ± 0.47 b,a,a
50 × 5 × T	10.40 ± 0.11 a,b,a	10.98 ± 0.57 a,a,a
50 × 10 × T	9.98 ± 0.01 a,b,a	11.10 ± 0.06 b,a,a
100 × 0 × T	9.41 ± 0.11 b,b,b	9.96 ± 0.29 b,a,a
100 × 5 × T	9.81 ± 0.18 a,b,b	11.07 ± 0.09 a,a,a
100 × 10 × T	10.33 ± 0.06 a,b,b	10.10 ± 0.12 b,a,a
50 × 0 × Y	10.04 ± 0.17 b,a,a	9.92 ± 0.47 b,a,b
50 × 5 × Y	10.40 ± 0.17 a,a,a	10.14 ± 0.07 a,a,b
50 × 10 × Y	10.59 ± 0.03 a,a,a	10.17 ± 0.05 b,a,b
100 × 0 × Y	9.41 ± 0.11 b,a,b	9.96 ± 0.29 b,a,a
100 × 5 × Y	10.26 ± 0.09 a,a,b	10.26 ± 0.08 a,a,b
100 × 10 × Y	10.51 ± 0.02 a,a,b	8.26 ± 0.04 b,a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Fe-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Fe-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.45 Fe-NP'nin Yedikule'de C vitamini miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.46 Fe-NP'nin Kivircik'ta C vitamini miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozu istatistiksel olarak daha etkili bulunmuştur. Fe-NP uygulanmayan örneklerin C vitamini içeriği daha düşüktür (9.92 mg/100g). 100 mM tuz konsantrasyonunda istatistiksel olarak 5 mg/L Fe-NP dozu diğer uygulamalara nazaran daha etkili bulunmuştur. Fe-NP uygulanmayan örneklerin C vitamini içeriği daha düşüktür (9.96 mg/100g).

Yapraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda benzer şekilde 5 mg/L Fe-NP dozu istatistiksel olarak daha etkili bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda da Fe-NP uygulamalarının 5 mg/L dozu istatistiksel olarak daha anlamlıdır. Kontrol grubu ile 10 mg/L Fe-NP dozları ise istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şekillerinin C vitamini üzerine etkileri incelendiğinde her iki tuz konsantrasyonunda ve Fe-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar ile topraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Üçlü interaksiyon sonuçlarına göre C vitamin içeriğine en etkili uygulamalar her iki tuz konsantrasyonunda da topraktan yapılan uygulamalar olarak belirlenmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 Fe-NP dozu ile 100 mM tuz

konsantrasyonunda topraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozu en yüksek C vitamini değerlerini vermiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 10 mg/L Fe-NP dozu ise en düşük etkiye sahiptir (Çizelge 4.30, Şekil 4.46).

4.2 Yedikule ve Kıvrıcık'ta Nanopartiküler Çinko Oksit Uygulamaları

4.2.1 Baş yüksekliği

Yedikule Manto çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, istatistiksel olarak anlamlı bulunan uygulama Zn-NP uygulanmayan kontrol grubu (29.03 cm) olarak belirlenmiştir. En düşük baş yüksekliği değeri ise 27.03 cm ile 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında ise en yüksek baş yüksekliği değeri 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 0 ve 10 mg/L Zn-NP dozları ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında da en yüksek baş yüksekliği değeri Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda, en düşük baş yüksekliği değeri ise 20.00 cm ile 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise en yüksek baş yüksekliği değeri (28.00 cm) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 0 ve 5 mg/L Zn-NP dozları ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin baş yüksekliği değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olmasına rağmen ile yapraktan yapılan uygulamalar ile istatistiksel olarak benzerlik bulunmaktadır.

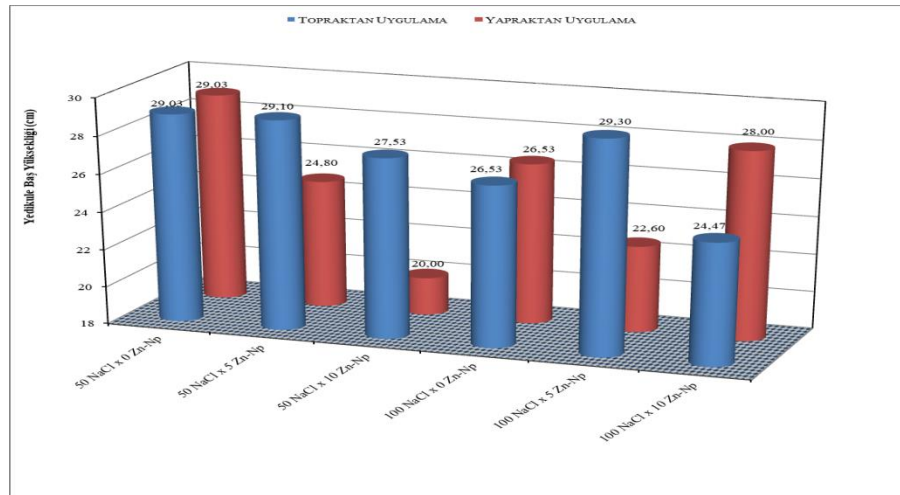
Üçlü interaksiyonları incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozlarında en yüksek baş yüksekliği değerleri (50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP: 29.10 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP: 29.30 cm) ölçülmüş olup,

istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Baş yüksekliğine en düşük etki gösteren uygulamalar: 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında kaydedilmiştir (Çizelge 4.31, Şekil 4.47).

Çizelge 4.31 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) baş yüksekliği üzerine etkileri

Uygulama	Baş Yüksekliği (cm)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	29.03 ± 0.58 a,a,ab	15.87 ± 0.37
50 × 5 × T	29.10 ± 0.81 ab,a,a	16.00 ± 0.52
50 × 10 × T	27.53 ± 0.61 b,a,bc	15.00 ± 0.06
100 × 0 × T	26.53 ± 0.61 ab,ab,ab	14.37 ± 0.58
100 × 5 × T	29.30 ± 0.76 ab,ab,a	15.17 ± 1.34
100 × 10 × T	24.47 ± 0.12 ab,ab,bc	13.90 ± 0.06
50 × 0 × Y	29.03 ± 0.58 a,b,ab	15.87 ± 0.37
50 × 5 × Y	24.80 ± 0.35 ab,b,c	16.60 ± 0.35
50 × 10 × Y	20.00 ± 0.75 b,b,c	14.40 ± 0.23
100 × 0 × Y	26.53 ± 0.61 ab,b,ab	14.37 ± 0.58
100 × 5 × Y	22.60 ± 0.23 ab,b,c	16.33 ± 0.12
100 × 10 × Y	28.00 ± 0.29 ab,b,c	13.50 ± 0.29

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.47 Zn-NP'nin Yedikule'de baş yüksekliği üzerine etkileri

Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Zn-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) baş yüksekliği üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.31).

4.2.2 Kök boyu

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Zn-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök boyu üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök boyu üzerine etkileri

Uygulama	Kök Boyu (cm)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	32.27 ± 1.41	29.53 ± 1.16
50 × 5 × T	31.20 ± 1.80	33.07 ± 3.66
50 × 10 × T	26.90 ± 2.60	25.00 ± 2.32
100 × 0 × T	32.23 ± 1.41	31.80 ± 0.40
100 × 5 × T	36.77 ± 6.69	30.63 ± 4.57
100 × 10 × T	40.80 ± 5.37	25.83 ± 2.50
50 × 0 × Y	32.27 ± 1.41	29.53 ± 1.16
50 × 5 × Y	35.53 ± 6.60	26.13 ± 9.85
50 × 10 × Y	36.77 ± 6.55	25.97 ± 2.50
100 × 0 × Y	32.23 ± 1.41	31.80 ± 0.40
100 × 5 × Y	30.00 ± 6.75	25.53 ± 0.73
100 × 10 × Y	33.00 ± 9.71	23.47 ± 1.82

4.2.3 Kök yaş ağırlık

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Zn-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök yaş ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök yaş ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Kök Yaş Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	5.00 ± 0.75	2.60 ± 0.29
50 × 5 × T	5.87 ± 0.68	2.86 ± 0.25
50 × 10 × T	3.31 ± 0.63	2.67 ± 0.05
100 × 0 × T	4.30 ± 0.81	3.10 ± 0.29
100 × 5 × T	5.42 ± 0.22	3.27 ± 0.78
100 × 10 × T	6.34 ± 1.35	2.70 ± 0.21
50 × 0 × Y	5.00 ± 0.75	2.60 ± 0.29
50 × 5 × Y	5.00 ± 1.22	3.01 ± 0.42
50 × 10 × Y	6.62 ± 0.89	2.99 ± 0.36
100 × 0 × Y	4.30 ± 0.81	3.10 ± 0.29
100 × 5 × Y	4.59 ± 0.19	2.51 ± 0.47
100 × 10 × Y	7.16 ± 1.14	2.78 ± 0.71

4.2.4 Kök kuru ağırlık

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Zn-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök kuru ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök kuru ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Kök Kuru Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	0.43 ± 0.03	0.30 ± 0.00
50 × 5 × T	0.54 ± 0.08	0.28 ± 0.03
50 × 10 × T	0.36 ± 0.02	0.30 ± 0.01
100 × 0 × T	0.40 ± 0.06	0.33 ± 0.03
100 × 5 × T	0.47 ± 0.03	0.34 ± 0.07
100 × 10 × T	0.55 ± 0.11	0.29 ± 0.03
50 × 0 × Y	0.43 ± 0.03	0.30 ± 0.00
50 × 5 × Y	0.46 ± 0.09	0.28 ± 0.02
50 × 10 × Y	0.51 ± 0.10	0.34 ± 0.03
100 × 0 × Y	0.40 ± 0.06	0.33 ± 0.03
100 × 5 × Y	0.44 ± 0.03	0.26 ± 0.05
100 × 10 × Y	0.60 ± 0.08	0.29 ± 0.06

4.2.5 Bitki yaş ağırlık

Yedikule Manto çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri (84.41 g) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük bitki yaş ağırlığı değeri ise 78.19 g ile 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında da en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri (113.60 g) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük bitki yaş ağırlığı değeri ise 60.39 g ile Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında da en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri 91.36 g ile 5 mg/L Zn-NP uygulanan örnek grubunda, en düşük bitki yaş ağırlığı değeri ise 69.30 g ile 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri (86.07 g) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük bitki yaş ağırlığı değeri ise 60.39 g ile Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda belirlenmiştir.

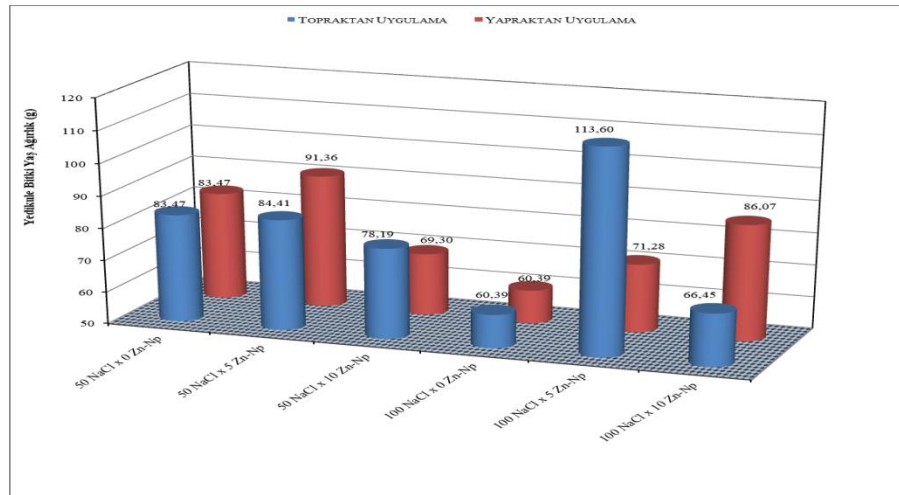
Uygulama şeklinin bitki yaş ağırlığı değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozları, istatistiksel olarak bitki yaş ağırlığı üzerine en etkili uygulamalar olarak değerlendirilmektedir ve en yüksek değer (113.60 g) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP uygulamasında ölçülmüştür. Yapılan diğer uygulamalar bitki yaş ağırlığına en düşük etki gösteren uygulamalar olarak değerlendirilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda, Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda en düşük bitki yaş ağırlığı değeri (60.39 g) ile belirlenmiştir (Çizelge 4.35, Şekil 4.48).

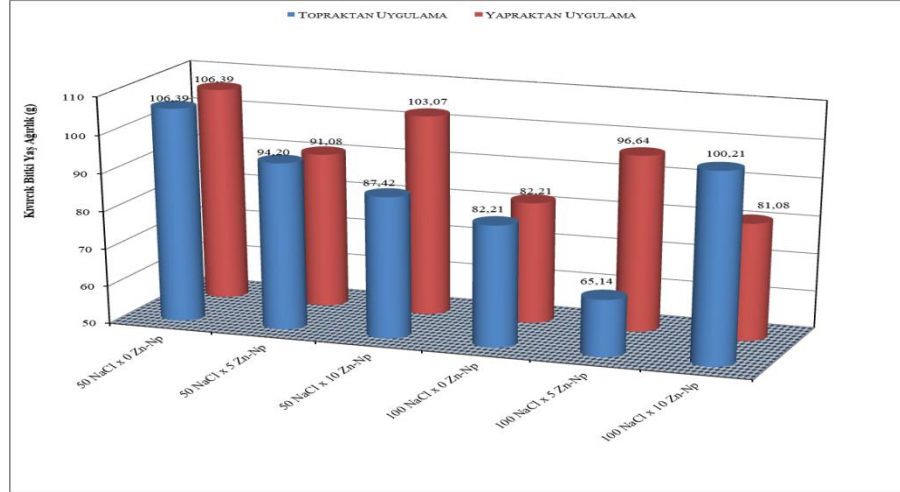
Çizelge 4.35 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Bitki Yaş Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	83.47 ± 0.16 abc,a,b	106.39± 1.33 a,ab,a
50 × 5 × T	84.41 ± 0.70 ab,a,a	94.20 ± 0.55 bc,ab,a
50 × 10 × T	78.19 ± 0.56 c,a,b	87.42 ± 0.47 b,ab,a
100 × 0 × T	60.39 ± 0.64 d,a,b	82.21 ± 0.56 cd,c,a
100 × 5 × T	113.60± 0.14 a,a,a	65.14 ± 0.52 d,c,a
100 × 10 × T	66.45 ± 0.48 bc,a,b	100.21± 0.49 bcd,c,a
50 × 0 × Y	83.47 ± 0.16 abc,a,b	106.39± 1.33 a,a,a
50 × 5 × Y	91.36 ± 0.55 ab,a,b	91.00 ± 1.18 bc,a,a
50 × 10 × Y	69.30 ± 2.18 c,a,b	103.07± 0.56 b,a,a
100 × 0 × Y	60.39 ± 0.64 d,a,b	82.21 ± 0.56 cd,c,a
100 × 5 × Y	71.28 ± 0.09 a,a,b	96.64 ± 0.64 d,bc,a
100 × 10 × Y	86.07 ± 0.52 bc,a,b	81.08 ± 0.61 bcd,bc,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.48 Zn-NP'nin Yedikule'de bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4.49 Zn-NP'nin Kızırcık'ta bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri

Kızırcık çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri (106.39 g) 0 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük bitki yaş ağırlığı değeri ise 87.42 g ile 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında da en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri (100.21g) 10 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük bitki yaş ağırlığı değeri ise 65.14 g ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında da en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri 106.39 g) 0 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük bitki yaş ağırlığı değeri ise 91.00 g ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri 96.64 g ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup uygulamalar arasında istatistiksel olarak benzerlikler bulunmaktadır.

Uygulama şeklinin bitki yaş ağırlığı değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında ise topraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunmuş olup, yapraktan yapılan uygulamalar benzerlik göstermektedir.

Üçlü interaksyonları incelendiğinde, tuz konsantrasyonları, Zn-NP dozları ve uygulama şeklinin bitki yaş ağırlığına etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.35, Şekil 4.49).

4.2.6 Bitki kuru ağırlık

Yedikule Manto çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri (5.79 g) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı değeri ise 10 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri (7.01 g) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı değeri ise 10 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında, en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri (6.93 g) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı değeri ise (5.22 g) 10 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri (5.23 g) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı değeri ise (4.45 g) 0 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir.

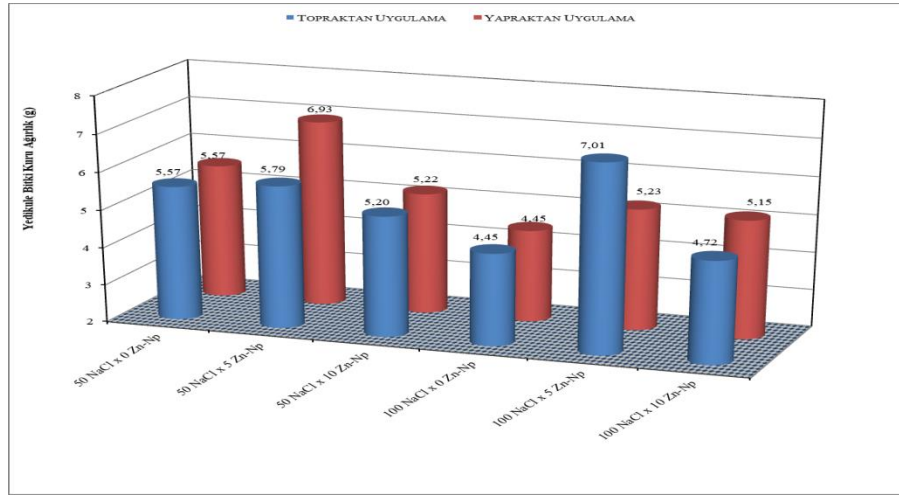
Uygulama şeklinin bitki kuru ağırlığı değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunmuş olup, uygulamalar arasında istatistiksel olarak benzerlik bulunmaktadır.

Üçlü interaksyonları incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında hem topraktan hem de yapraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozunun bitki kuru ağırlığına etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiş olup, en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri (6.93 g) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı değeri ise 4.45 g ile 100 mM tuz konsantrasyonunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.36, Şekil 4.50).

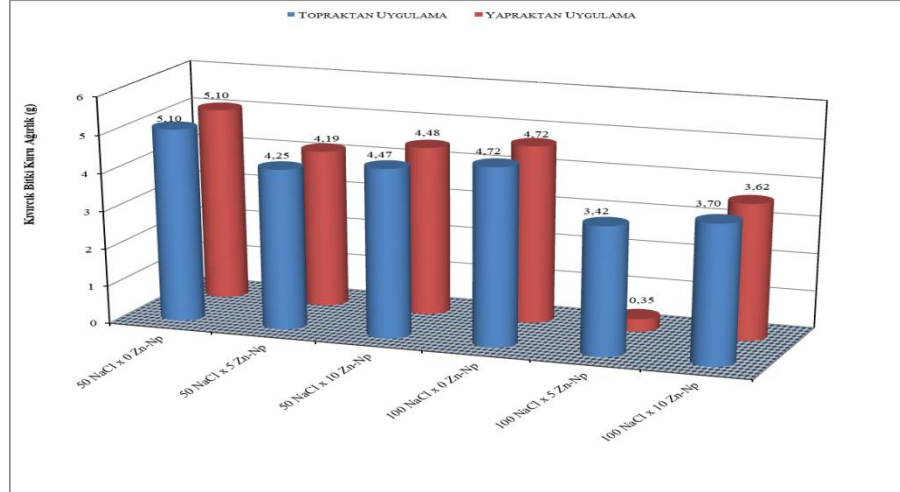
Çizelge 4.36 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Bitki Kuru Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	5.57 ± 0.16 ab,ab,b	5.10 ± 0.00 a,a,a
50 × 5 × T	5.79 ± 0.17 a,ab,a	4.25 ± 0.07 ab,a,a
50 × 10 × T	5.20 ± 0.06 bc,ab,b	4.47 ± 0.19 ab,a,a
100 × 0 × T	4.45 ± 0.32 c,ab,b	4.72 ± 0.05 a,ab,a
100 × 5 × T	7.01 ± 0.00 a,ab,a	3.42 ± 0.15 c,ab,a
100 × 10 × T	4.72 ± 0.13 bc,ab,b	3.70 ± 0.26 b,ab,a
50 × 0 × Y	5.57 ± 0.16 ab,a,b	5.10 ± 0.00 a,a,a
50 × 5 × Y	6.93 ± 0.58 a,a,a	4.19 ± 0.03 ab,a,b
50 × 10 × Y	5.22 ± 0.58 bc,a,b	4.48 ± 0.19 ab,a,a
100 × 0 × Y	4.45 ± 0.32 c,b,b	4.72 ± 0.05 a,b,a
100 × 5 × Y	5.23 ± 0.02 a,b,a	0.35 ± 0.07 c,b,b
100 × 10 × Y	5.15 ± 0.02 bc,b,b	3.62 ± 0.61 b,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.50 Zn-NP'nin Yedikule'de bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4.51 Zn-NP'nin Kıvırcık'ta bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri

Kıvırcık çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek bitki kuru ağırlığı 5.10 g ile Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda kaydedilmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı değeri ise (4.25 g) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir ve 10 mg/L Zn-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek bitki kuru ağırlığı 4.72 g ile Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda kaydedilmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı değeri ise (3.42 g) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında, en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri (5.10 g) 0 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı değeri ise (4.19 g) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir ve 10 mg/L Zn-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek bitki kuru ağırlığı 4.72 g ile Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda kaydedilmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı değeri ise (0.35 g) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir.

Uygulama şeklinin bitki kuru ağırlığı değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında ise topraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunmuş olup, yapraktan yapılan uygulamalar benzerlik göstermektedir.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde, 5.10 g ile en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri 50 mM tuz konsantrasyonunda Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük bitki kuru ağırlığı değeri ise (0.35 g) 100 mM tuz konsantrasyonunda, yapraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.36, Şekil 4.51).

4.2.7 Yaprak oransal su içeriği

Yedikule Manto çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri % 84.76 ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük yaprak oransal su içeriği değeri ise % 76.87 ile 0 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri % 84.78 ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük yaprak oransal su içeriği değeri ise % 78.46 ile 0 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında, en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri % 89.19 ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük yaprak oransal su içeriği değeri ise % 76.87 ile 0 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında, en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri % 84.25 ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük yaprak oransal su içeriği değeri ise % 78.46 ile 0 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin yaprak oransal su içeriği değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

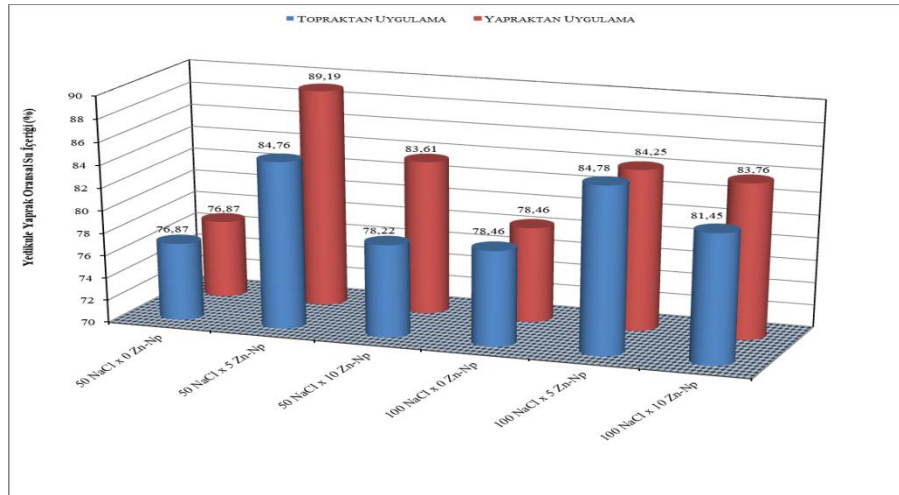
Üçlü interaksiyonları incelendiğinde, % 89.19 ile en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiş olup, 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulaması ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. Yaprak oransal su içeriği üzerine en düşük etkinin olduğu

uygulamalar 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapılan uygulamalar olarak değerlendirmiştir (Çizelge 4.37, Şekil 4.52).

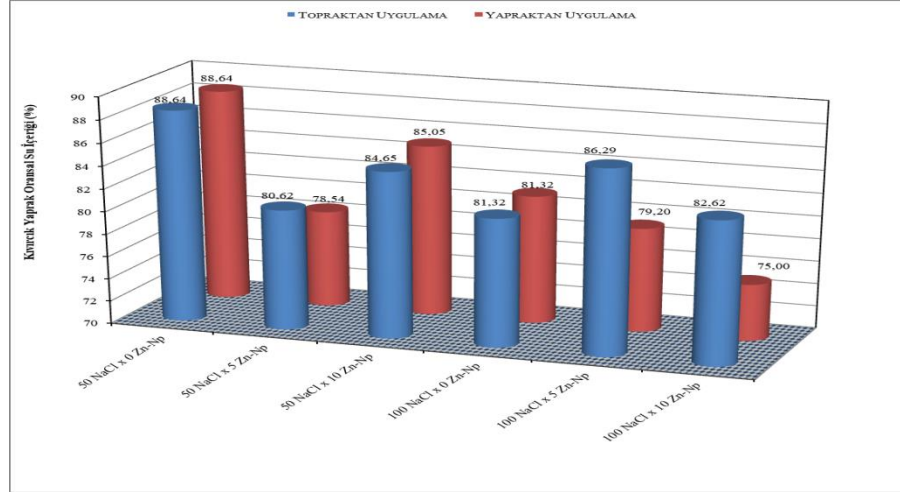
Çizelge 4.37 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrırcık'ta (Fiyonk) yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Oransal Su İçeriği (%)	
	Yedikule	Kıvrırcık
50 × 0 × T	76.87 ± 0.11 d,a,d	88.64 ± 0.34 a,a,a
50 × 5 × T	84.76 ± 0.58 a,a,b	80.62 ± 0.11 d,a,ab
50 × 10 × T	78.22 ± 0.06 c,a,c	84.65 ± 0.05 b,a,ab
100 × 0 × T	78.46 ± 0.40 d,a,d	81.32 ± 0.06 cd,a,a
100 × 5 × T	84.78 ± 0.27 b,a,b	86.29 ± 0.71 bc,a,ab
100 × 10 × T	81.45 ± 0.12 bc,a,c	82.62 ± 0.25 d,a,ab
50 × 0 × Y	76.87 ± 0.11 d,a,d	88.64 ± 0.34 a,a,a
50 × 5 × Y	89.19 ± 0.11 a,a,a	78.54 ± 0.04 d,a,c
50 × 10 × Y	83.61 ± 0.12 c,a,b	85.05 ± 0.03 b,a,bc
100 × 0 × Y	78.46 ± 0.40 d,a,d	81.32 ± 0.06 cd,b,a
100 × 5 × Y	84.25 ± 0.07 b,a,a	79.20 ± 0.49 bc,b,c
100 × 10 × Y	83.76 ± 0.06 bc,a,b	75.00 ± 1.15 d,b,bc

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.52 Zn-NP'nin Yedikule'de yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri



Şekil 4.53 Zn-NP'nin Kivircik'ta yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri

Kivircik çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri 88.64 ile Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda kaydedilmiştir. En düşük yaprak oransal su içeriği değeri ise (% 80.62) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir ve yaprak oransal su içeriğindeki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında ise en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri % 86.29 ile Zn-NP 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük yaprak oransal su içeriği değeri ise (% 81.32) Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda kaydedilmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak en düşük etkiye sahip uygulama olarak 10 mg/L Zn-NP dozu olarak değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında, en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri % 88.64 ile Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda kaydedilmiştir. En düşük yaprak oransal su içeriği değeri ise (% 78.54) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir ve yaprak oransal su içeriğindeki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında, en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri % 81.32 ile Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda kaydedilmiştir. En düşük yaprak oransal su içeriği değeri ise (% 75.00) 10 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir ve istatistiksel olarak uygulamalar arasında benzerlikler bulunmaktadır.

Uygulama şeklinin yaprak oransal su içeriği değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan

uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde, % 88.64 ile en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri 50 mM tuz konsantrasyonunda Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiş olup, 100 mM konsantrasyonunda Zn-NP uygulanmayan kontrol grubu ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. Yaprak oransal su içeriği üzerine en düşük etkinin olduğu uygulamalar 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozları olarak değerlendirmiştir (Çizelge 4.37, Şekil4.53).

4.2.8 Yaprak sayısı

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek yaprak sayısı değeri 24 adet ile Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda kaydedilmiştir. En düşük yaprak sayısı değeri ise (20.00 adet) 10 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir ve 5 mg/L Zn-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek yaprak sayısı değeri 25 adet ile mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir ve 10 mg/L Zn-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 21.00 adet ile en düşük yaprak sayısı Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda kaydedilmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında, en yüksek yaprak sayısı değeri 25 adet ile 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiş olmasına rağmen, Zn-NP uygulanmayan örnek grubu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında yapılan uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin yaprak sayısı değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 5 ve 10 mg/L

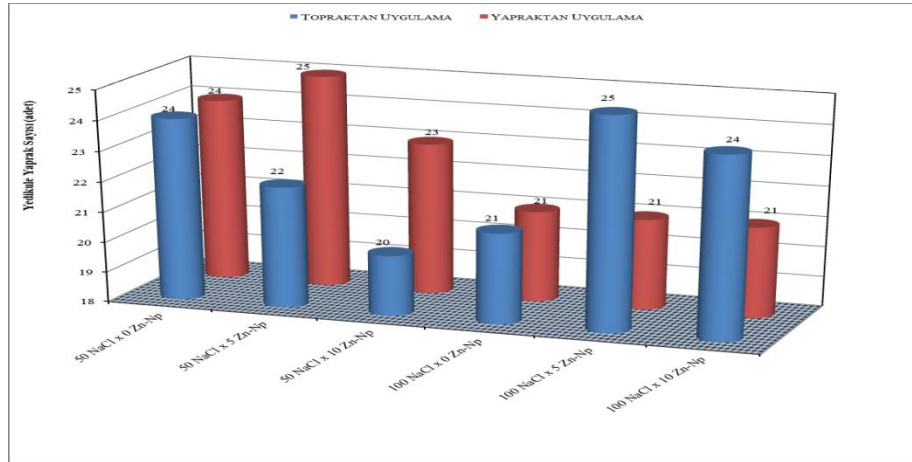
Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Zn-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) yaprak sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.38, Şekil 4.54).

Çizelge 4.38 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıkcık'ta (Fiyonk) yaprak sayısı üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Sayısı (adet)	
	Yedikule	Kıvrıkcık
50 × 0 × T	24.00 ± 0.58 a,ab,a	25.00 ± 1.15
50 × 5 × T	22.00 ± 0.00 ab,ab,a	26.00 ± 0.58
50 × 10 × T	20.00 ± 1.15 ab,ab,a	27.00 ± 0.58
100 × 0 × T	21.00 ± 1.16 b,a,a	24.00 ± 1.73
100 × 5 × T	25.00 ± 1.15 ab,a,a	19.00 ± 0.58
100 × 10 × T	24.00 ± 1.73 ab,a,a	23.00 ± 0.58
50 × 0 × Y	24.00 ± 0.58 a,a,a	25.00 ± 1.15
50 × 5 × Y	25.00 ± 1.73 ab,a,a	18.67 ± 8.33
50 × 10 × Y	23.00 ± 0.00 ab,a,a	25.00 ± 2.31
100 × 0 × Y	21.00 ± 1.16 b,b,a	24.00 ± 1.73
100 × 5 × Y	21.00 ± 0.58 ab,b,a	29.00 ± 0.00
100 × 10 × Y	21.00 ± 0.58 ab,b,a	23.00 ± 0.58

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.54 Zn-NP'nin Yedikule'de yaprak sayısı üzerine etkileri

Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Zn-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) yaprak sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.38).

4.2.9 Atılan yaprak sayısı

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Zn-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) atılan yaprak sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli bulunan ikili interaksiyonlar Çizelge 4. 39 ve 4. 40' da verilmiştir.

Çizelge 4. 39 incelendiğinde Yedikule'de tuz konsantrasyonlarında uygulanan Zn-NP dozlarının atılan yaprak sayısına etkileri görülmektedir. 0 Zn-NP dozunda, 50 mM tuz konsantrasyonunda atılan yaprak sayısının (3 adet), 100 mM tuz konsantrasyonunda atılan yaprak sayısından fazla olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu görülmektedir. 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında ise 100 mM tuz konsantrasyonunda atılan yaprak sayısının daha fazla olduğu görülmektedir.

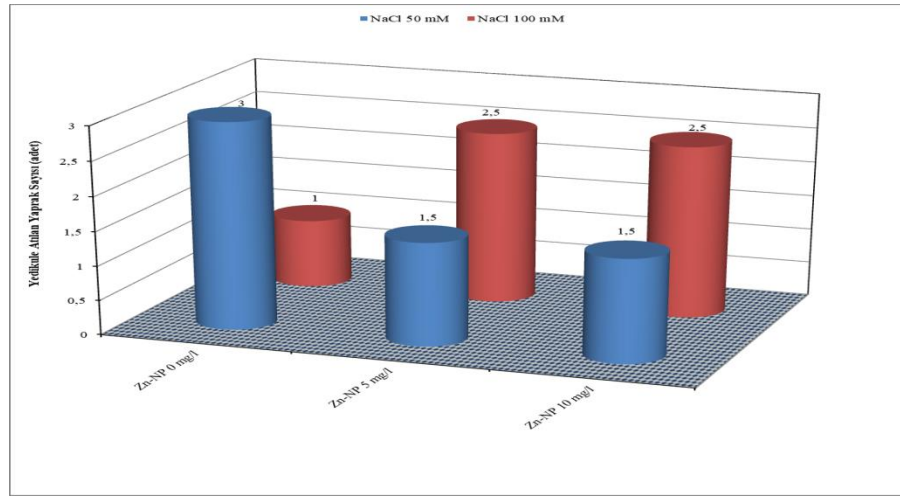
50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan Zn-NP dozlarının atılan yaprak sayısına etkileri incelendiğinde, 3 adet ile en çok atılan yaprağın kontrol grubunda olduğu, 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında ise 1.5 adet yaprak atıldığı görülmektedir.

100 mM tuz konsantrasyonunda yapılan uygulamalarda ise 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında 2.5 adet yaprak atıldığı ve 1 adet atılan yaprak ile en az yaprak atılan uygulamanın kontrol grubu olduğu görülmektedir (Şekil 4.55).

Çizelge 4.39 Yedikule’de farklı tuz konsantrasyonlarında Zn-NP dozlarının atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

Tuz	Yedikule Atılan Yaprak Sayısı (adet)		
	Zn-NP		
	0	5	10
50	3.00 ± 0.00 a, a	1.50 ± 0.43 b,b	1.50 ± 0.22 b,b
100	1.00 ± 0.37 b, b	2.50 ± 0.62 a,a	2.50 ± 0.76 a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Zn-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının atılan yaprak sayısı üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Zn-NP’nin farklı dozlarının atılan yaprak sayısı üzerine etkilerini göstermektedir.



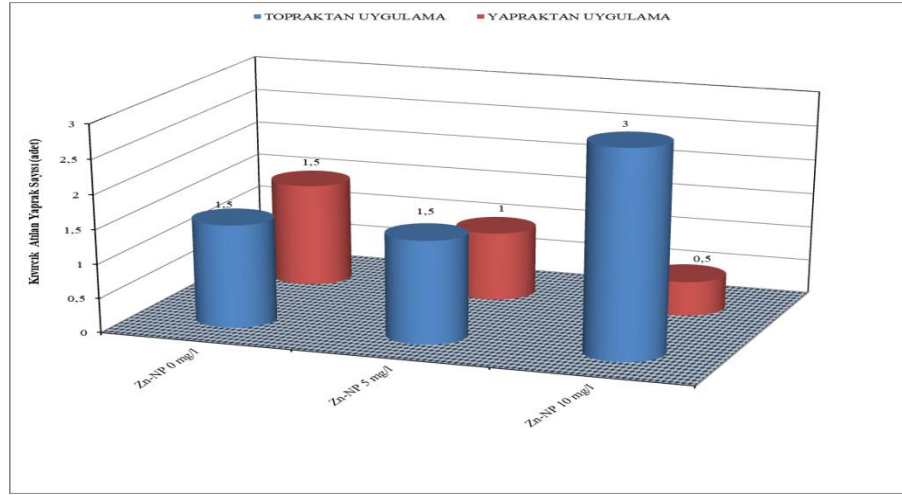
Şekil 4.55 Yedikule’de farklı tuz konsantrasyonlarında Zn-NP dozlarının atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

Kıvrıcık’ta topraktan ve yapraktan uygulanan Zn-NP dozlarının atılan yapraksak sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 0, 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamalardan daha etkili olarak değerlendirilmiştir. 3 adet ile en çok atılan yaprak sayısı 10 mg/L Zn-NP dozunda topraktan yapılan uygulamada, 0.5 adet ile en az atılan yaprak sayısı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda yapraktan yapılan uygulamada belirlenmiştir (Çizelge 4.40, Şekil 4.56).

Çizelge 4.40 Kıvırcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

Zn-NP	Kıvırcık Atılan Yaprak Sayısı (adet)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	1.50 ± 0.34 a,a	1.50 ± 0.34 a,b
5	1.50 ± 0.34 a,a	1.00 ± 0.26 a,b
10	3.00 ± 0.58 a,a	0.50 ± 0.34 a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Zn-NP dozlarının atılan yaprak sayısı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Zn-NP dozlarında uygulama şekillerinin atılan yaprak sayısı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.56 Kıvırcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

4.2.10 Yaprak eni

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, uygulanan Zn-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında da uygulanan Zn-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmekte olup, 12.50 cm ile en büyük yaprak eni değeri 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında, uygulanan Zn-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmekte olup, 11.20 cm ile en büyük yaprak eni değeri 0 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında da uygulanan Zn-NP

dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmekte olup, 10.27 cm ile en büyük yaprak eni değeri kontrol grubunda kaydedilmiştir.

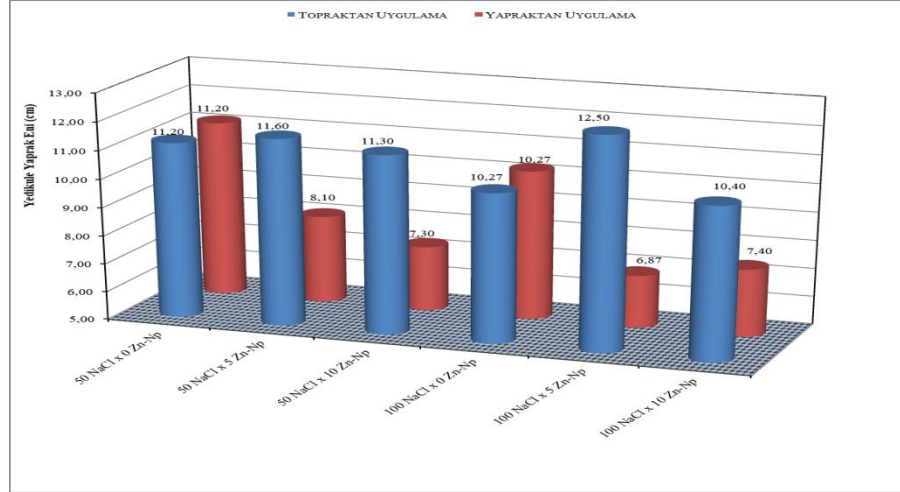
Uygulama şeklinin yaprak eni değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda da 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen verilerin üçlü interaksiyonları incelendiğinde, 12.50 cm ile en büyük yaprak eni değeri 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında kaydedilmiş olup, 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulaması ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. En düşük yaprak eni değeri ise 6.87 cm ile 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında kaydedilmiş olup, istatistiksel olarak 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x yaprak ve 50 mM tuz x 5 ve 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları ile aynı grupta değerlendirilmektedir (Çizelge 4.41, Şekil 4.57).

Çizelge 4.41 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) yaprak eni üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Eni (cm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	11.20 ± 0.12 a,a,b	13.40 ± 0.23
50 × 5 × T	11.60 ± 0.06 a,a,a	14.20 ± 0.46
50 × 10 × T	11.30 ± 0.40 a,a,b	13.00 ± 1.15
100 × 0 × T	10.27 ± 0.38 a,a,b	10.30 ± 0.06
100 × 5 × T	12.50 ± 0.12 a,a,a	12.20 ± 0.12
100 × 10 × T	10.40 ± 0.42 a,a,b	12.50 ± 0.17
50 × 0 × Y	11.20 ± 0.12 a,b,b	13.40 ± 0.23
50 × 5 × Y	8.10 ± 0.52 a,b,c	11.80 ± 0.06
50 × 10 × Y	7.30 ± 0.06 a,b,c	11.90 ± 0.12
100 × 0 × Y	10.27 ± 0.38 a,b,b	10.30 ± 0.06
100 × 5 × Y	6.87 ± 0.55 a,b,c	9.80 ± 0.12
100 × 10 × Y	7.40 ± 0.23 a,b,c	12.40 ± 0.06

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.57 Zn-NP'nin Yedikule'de yaprak eni üzerine etkileri

Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Zn-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) yaprak eni üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli bulunan, Zn-NP x uygulama şekli ve tuz x Zn-NP ikili etkileşimleri Çizelge 4.42 ve 4.43'de verilmiştir.

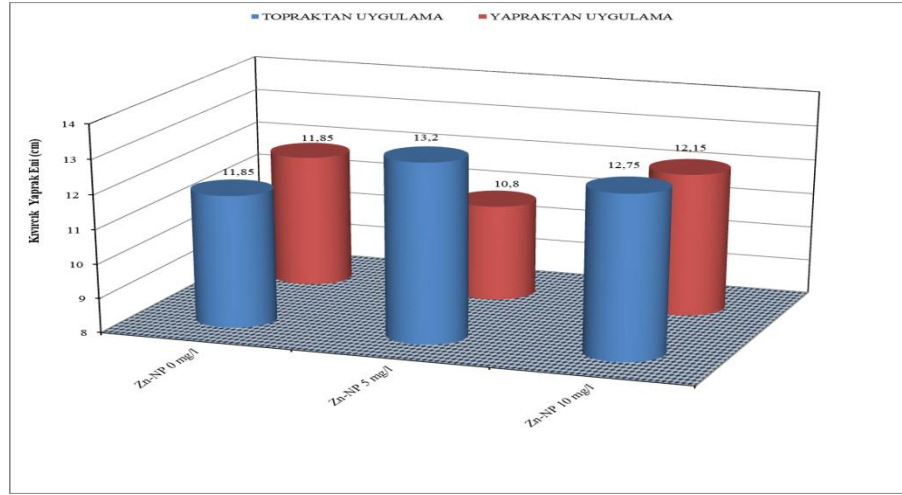
Çizelge 4.42 incelendiğinde, topraktan ve yapraktan uygulanan Zn-NP dozlarının (0.5 ve 10 mg/L) yaprak eni üzerine etkilerinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

50 mg/L Zn-NP dozunda, topraktan yapılan uygulamalar yapraktan yapılan uygulamalardan daha etkili bulunmuş olup, 13.20 cm yaprak eni değeri kaydedilmiştir. 10 mg/L Zn-NP dozunda da (12.5) topraktan yapılan uygulamalar yapraktan yapılan uygulamalardan daha etkili bulunmuştur (Şekil 4.58).

Çizelge 4.42 Kıvırcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri

Zn-NP	Kıvırcık Yaprak Eni (cm)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	11.85 ± 0.70 a,a	11.85 ± 0.70 a,a
5	13.20 ± 0.50 a,a	10.80 ± 0.45 a,b
10	12.75 ± 0.53 a,a	12.15 ± 0.13 a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Zn-NP dozlarının yaprak eni üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Zn-NP dozlarında uygulama şekillerinin yaprak eni üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.58 Kıvırcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri

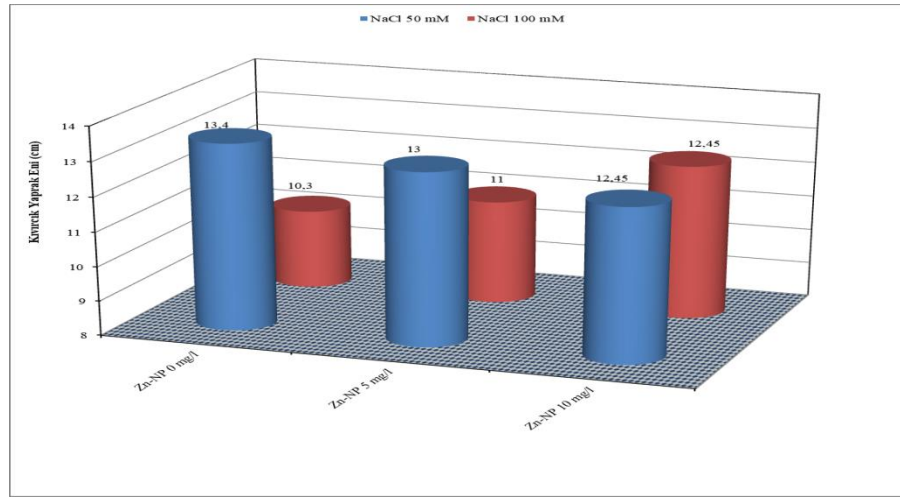
Çizelge 4.43 incelendiğinde, 0 mg/L Zn-NP dozunda 50 mM tuz konsantrasyonunda belirlenen yaprak eni değeri (13.40 cm), 100 mM tuz konsantrasyonunda belirlenen yaprak eni değerinden (10.30 cm) büyük olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 5 mg/L Zn-NP dozunda 50 mM tuz konsantrasyonunda belirlenen yaprak eni değeri (13.40 cm), 100 mM tuz konsantrasyonunda belirlenen yaprak eni değerinden (11.00 cm) büyük olup, istatistiksel olarak anlamlıdır. 10 mg/L Zn-NP dozunda ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarından elde edilen değerler 12.45 cm'dir.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan Zn-NP dozlarının (0, 5 ve 10 mg/L) yaprak eni üzerine etkilerinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.59).

Çizelge 4.43 Kıvırcık'ta farklı tuz konsantrasyonlarında Zn-NP dozlarının yaprak eni üzerine etkileri

Tuz	Kıvırcık Yaprak Eni(cm)		
	Zn-NP		
	0	5	10
50	13.40 ± 0.15 a,a	13.00 ± 0.58 a,a	12.45 ± 0.57 a,a
100	10.30 ± 0.04 b,a	11.00 ± 0.54 b,a	12.45 ± 0.09 b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Zn-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının yaprak eni üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Zn-NP'nin farklı dozlarının yaprak eni üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.59 Kıvırcık'ta farklı tuz konsantrasyonlarında Zn-NP dozlarının yaprak eni üzerine etkileri

4.2.11 Yaprak boyu

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek yaprak boyu değeri (21.20 cm) 10 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiş olup, istatistiksel olarak 0 ve 5 mg/L Zn-NP dozları ile aynı grupta değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek yaprak boyu değeri (24.00 cm) 5 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiş olup, istatistiksel olarak 10 mg/L Zn-NP dozları ile aynı grupta değerlendirilmektedir. En düşük yaprak boyu değeri (18.30 cm) kontrol grubunda kaydedilmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek yaprak boyu değeri (20.10 cm) 0 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiş olup, istatistiksel olarak 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozları ile aynı

grupta değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek yaprak boyu değeri (21.30 cm) 10 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiş olup, istatistiksel olarak 5 mg/L Zn-NP dozları ile aynı grupta değerlendirilmektedir. En düşük yaprak boyu değeri (18.30 cm) kontrol grubunda kaydedilmiştir.

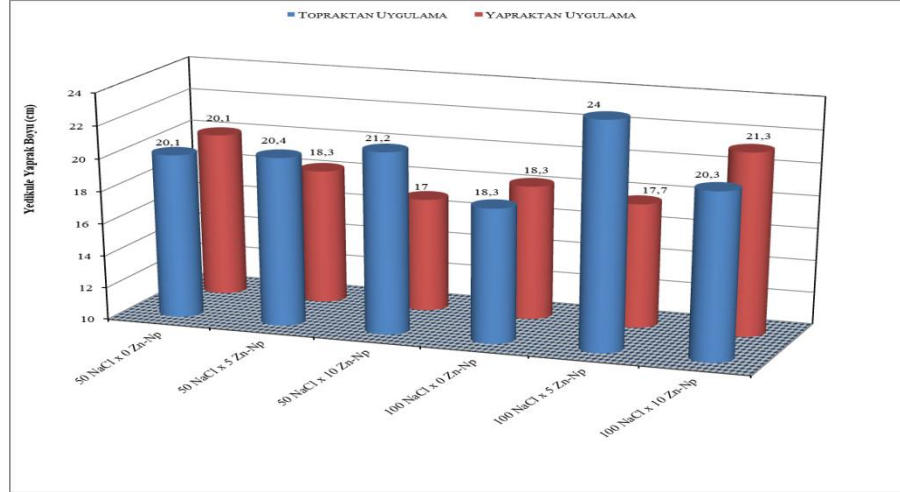
Uygulama şeklinin yaprak boyu değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunurken, yapraktan yapılan uygulamalar ile istatistiksel olarak benzerlikleri mevcuttur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozunun yaprak boyu üzerine etkisinin diğer uygulamalardan daha fazla olduğu belirlenmiştir. En yüksek yaprak boyu değeri 24.00 cm ile 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında kaydedilmiştir. Yaprak boyu üzerine en düşük etki gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.44, Şekil 4.60).

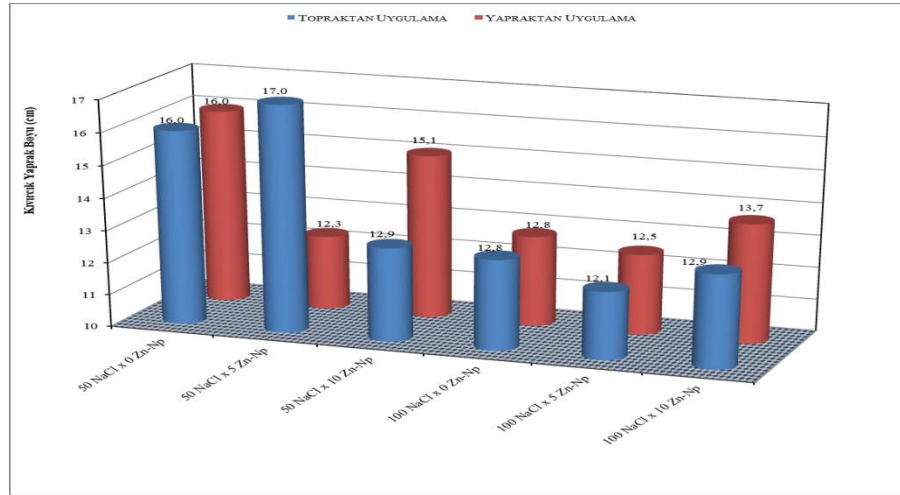
Çizelge 4.44 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) yaprak boyu üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Boyu (cm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	20.10 ± 0.06 ab,a,bc	16.00 ± 0.58 a,a,ab
50 × 5 × T	20.40 ± 0.17 ab,a,a	17.00 ± 0.29 ab,a,a
50 × 10 × T	21.20 ± 0.12 ab,a,ab	12.90 ± 0.06 bc,a,ab
100 × 0 × T	18.30 ± 0.12 b,a,bc	12.80 ± 0.23 cd,b,ab
100 × 5 × T	24.00 ± 1.44 a,a,a	12.10 ± 0.06 d,b,a
100 × 10 × T	20.30 ± 0.17 a,a,ab	12.90 ± 0.06 bcd,b,ab
50 × 0 × Y	20.10 ± 0.06 ab,b,bc	16.00 ± 0.58 a,a,ab
50 × 5 × Y	18.30 ± 0.40 ab,b,c	12.30 ± 0.17 ab,a,b
50 × 10 × Y	17.00 ± 0.00 ab,b,bc	15.07 ± 0.55 bc,a,ab
100 × 0 × Y	18.30 ± 0.12 b,ab,bc	12.80 ± 0.23 cd,b,ab
100 × 5 × Y	17.70 ± 0.46 a,ab,c	12.50 ± 0.29 d,b,b
100 × 10 × Y	21.30 ± 0.12 a,ab,bc	13.70 ± 0.12 bcd,b,ab

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.60 Zn-NP'nin Yedikule'de yaprak boyu üzerine etkileri



Şekil 4.61 Zn-NP'nin Kıvırcık'ta yaprak boyu üzerine etkileri

Kıvırcık Fiyonk çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında yaprak boyu değeri üzerine en etkili uygulama olarak Zn-NP uygulanmayan kontrol grubu belirlenmiştir. En düşük yaprak boyu değeri (12.90 cm) ise 10 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek değer 12.90 cm ile 10 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiş olup, uygulamalar arasında istatistiksel olarak benzerlikler mevcuttur.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek değer 16.00 cm ile kontrol grubunda kaydedilirken, istatistiksel olarak en düşük yaprak boyu değeri 10 mg/L Zn-NP dozunda kaydedilmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise 13.70 cm ile 10 mg/L

Zn-NP dozunda kaydedilmiş olup, uygulamalar arasında istatistiksel olarak benzerlikler mevcuttur.

Uygulama şeklinin yaprak boyu değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda da 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozunun yaprak boyu üzerine etkisinin diğer uygulamalardan daha fazla olduğu belirlenmiştir. En yüksek yaprak boyu değeri 17 cm ile 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında kaydedilmiştir. Yaprak boyu üzerine en düşük etki gösteren uygulama ise 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.44, Şekil 4.61).

4.2.12 Klorofil a

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Klorofil a miktarı (1.28 mg/g) Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük Klorofil a miktarı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir ve Klorofil a miktarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Klorofil a miktarı (1.35 mg/g) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup 10 mg/L Zn-NP dozu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Klorofil a miktarı (1.28 mg/g) Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük Klorofil a miktarı (0.95 mg/g) ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir ve Klorofil a miktarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Klorofil a

miktarı (1.06 mg/g) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup 0 mg/L Zn-NP dozu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

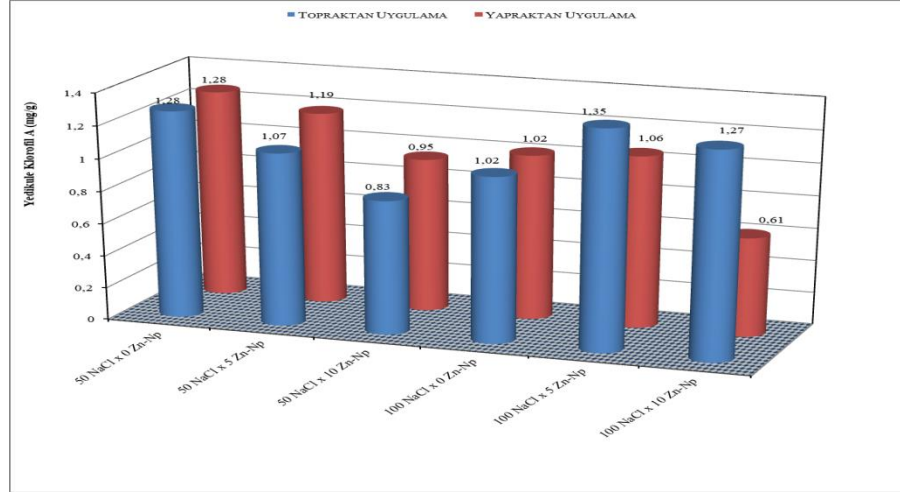
Uygulama şeklinin Klorofil a miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, yapraktan yapılan uygulamalar benzerlik göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Zn-NP dozunda yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 10 mg/L Zn-NP topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 10 mg/L Zn-NP dozunun Klorofil a miktarına etkisinin diğer uygulamalardan daha az olduğu belirlenmiştir. En düşük Klorofil a miktarı (0.61 mg/g) 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapılan diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En yüksek Klorofil a miktarı (1.28 mg/g) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.45, Şekil 4.62).

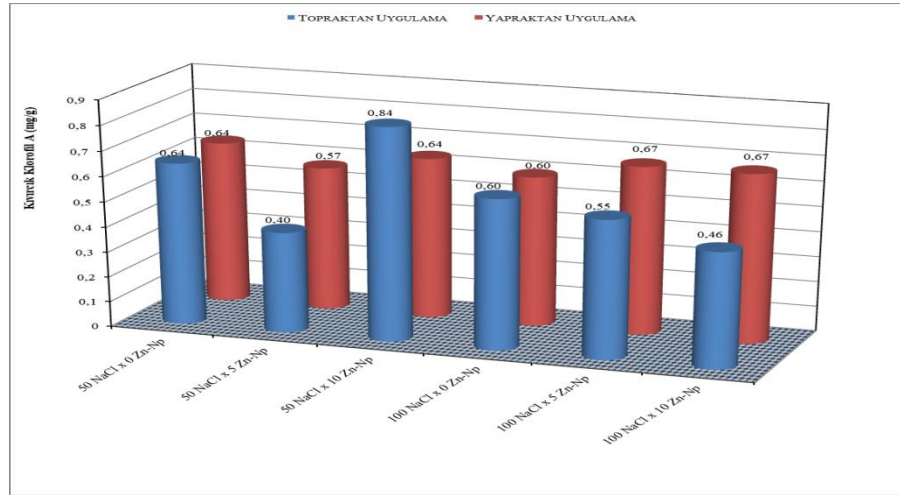
Çizelge 4.45 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Klorofil a miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Klorofil a (mg/g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	1.28 ± 0.05 a,ab,a	0.64 ± 0.05 ab,a,ab
50 × 5 × T	1.07 ± 0.04 abc,ab,a	0.40 ± 0.00 c,a,b
50 × 10 × T	0.83 ± 0.08 c,ab,a	0.84 ± 0.06 a,a,a
100 × 0 × T	1.02 ± 0.00 bc,a,a	0.60 ± 0.06 bc,a,ab
100 × 5 × T	1.35 ± 0.05 bc,b,a	0.55 ± 0.06 bc,a,b
100 × 10 × T	1.27 ± 0.20 ab,b,a	0.46 ± 0.04 bc,a,a
50 × 0 × Y	1.28 ± 0.05 a,a,a	0.64 ± 0.05 ab,a,ab
50 × 5 × Y	1.19 ± 0.02 abc,a,a	0.57 ± 0.01 c,a,ab
50 × 10 × Y	0.95 ± 0.01 c,a,b	0.64 ± 0.00 a,a,a
100 × 0 × Y	1.02 ± 0.00 ab,a,a	0.60 ± 0.06 bc,a,ab
100 × 5 × Y	1.06 ± 0.03 bc,a,a	0.67 ± 0.01 bc,a,ab
100 × 10 × Y	0.61 ± 0.00 bc,b,b	0.67 ± 0.01 bc,a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.62 Zn-NP'nin Yedikule'de Klorofil a miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.63 Zn-NP'nin Kırırcık'ta Klorofil a miktarı üzerine etkileri

Kırırcık'ta 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek Klorofil a miktarı (0.84 mg/g) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Klorofil a miktarı (0.40 mg/g) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. Klorofil a miktarındaki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek Klorofil a miktarı (0.60 mg/g) 0 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, Zn-NP dozlarının uygulamalarından elde edilen veriler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında, en yüksek Klorofil a miktarı (0.64 mg/g) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Klorofil a miktarı (0.57 mg/g) 5 mg/L Zn-NP dozunda

belirlenmiştir. Klorofil a miktarındaki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında, en yüksek Klorofil a miktarı (0.67 mg/g) 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında belirlenmiş olup, Zn-NP dozlarının uygulamalarından elde edilen veriler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin Klorofil a miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak/yaprak uygulamaları Klorofil a miktarına en çok etki yapan uygulamalar olarak belirlenmiştir. En yüksek Klorofil a miktarı (0.84 mg/g) 50 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında kaydedilmiştir. Klorofil a miktarına en düşük etki yapan uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamalarıdır. En düşük Klorofil a miktarı (0.40 mg/g) 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında kaydedilmiştir (Çizelge 4.45, Şekil 4.63).

4.2.13 Klorofil b

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Klorofil b miktarı (0.37 mg/g) Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük Klorofil b miktarı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir ve Klorofil b miktarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Klorofil b miktarı (0.50 mg/g) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 5 mg/L Zn-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiştir. 0.32 mg/g ile en düşük Klorofil b miktarı Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Klorofil b miktarı (0.37 mg/g) Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük Klorofil b miktarı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir ve Klorofil b miktarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Klorofil b miktarı (0.34

mg/g) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Klorofil b miktarı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

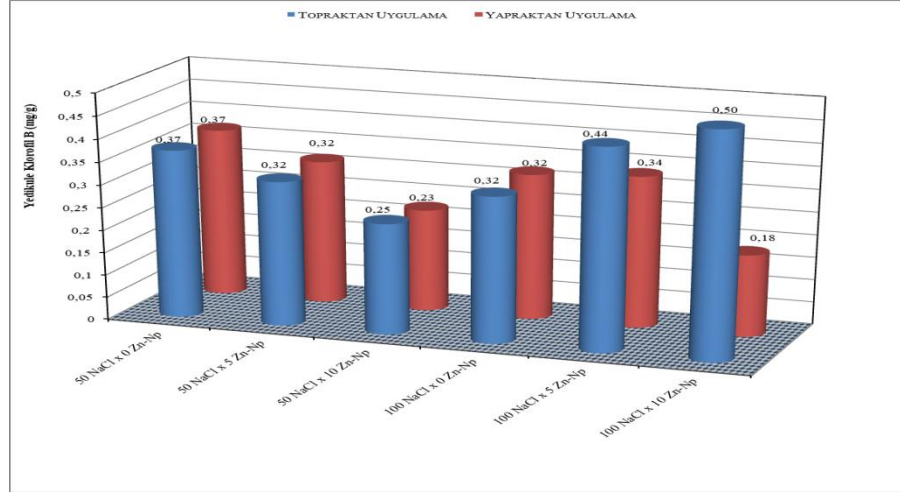
Uygulama şeklinin Klorofil b miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 10 mg/L Zn-NP dozunun Klorofil b miktarına etkisinin diğer uygulamalardan daha az olduğu belirlenmiştir. En düşük Klorofil b miktarı (0.18 mg/g) 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapılan diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En yüksek Klorofil b miktarı (0.50 mg/g) 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.46, Şekil 4.64).

Çizelge 4.46 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Klorofil b miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Klorofil b (mg/g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	0.37 ± 0.03 a,b,a	0.17 ± 0.01
50 × 5 × T	0.32 ± 0.01 ab,b,a	0.14 ± 0.00
50 × 10 × T	0.25 ± 0.01 b,b,a	0.21 ± 0.00
100 × 0 × T	0.32 ± 0.00 ab,a,a	0.17 ± 0.01
100 × 5 × T	0.44 ± 0.01 a,a,a	0.14 ± 0.01
100 × 10 × T	0.50 ± 0.02 a,a,a	0.13 ± 0.00
50 × 0 × Y	0.37 ± 0.03 a,b,a	0.17 ± 0.01
50 × 5 × Y	0.32 ± 0.01 ab,b,a	0.18 ± 0.02
50 × 10 × Y	0.23 ± 0.01 b,b,b	0.24 ± 0.01
100 × 0 × Y	0.32 ± 0.00 ab,b,a	0.17 ± 0.01
100 × 5 × Y	0.34 ± 0.01 a,b,a	0.22 ± 0.00
100 × 10 × Y	0.18 ± 0.01 a,b,b	0.21 ± 0.00

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.64 Zn-NP'nin Yedikule'de Klorofil b miktarı üzerine etkileri

Kıvırcık bitki çeşidinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Zn-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) Klorofil b üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli bulunan Zn-NP x uygulama şekli ikili interaksiyonu Çizelge 4.47'de verilmiştir.

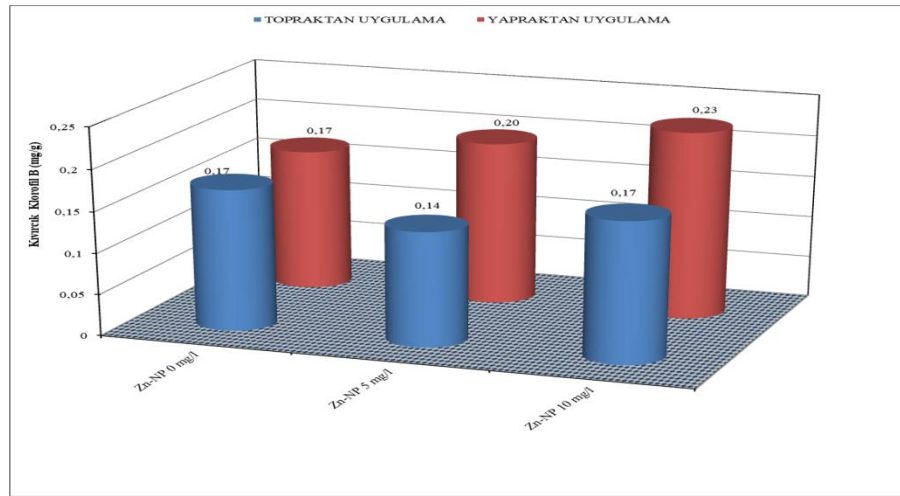
Çizelge 4.47 incelendiğinde, topraktan ve yapraktan uygulanan Zn-NP dozlarının (5 ve 10 mg/L) Klorofil b miktarı üzerine etkilerinde istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

5 mg/L Zn-NP dozunda yapraktan yapılan uygulamalarda belirlenen Klorofil b miktarı (0.20 mg/g), topraktan yapılan uygulamalarda belirlenen Klorofil b miktarından (0.14 mg/g) yüksek olup, uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 10 mg/L Zn-NP dozunda da yapraktan yapılan uygulamalarda belirlenen Klorofil b miktarı (0.23 mg/g), topraktan yapılan uygulamalarda belirlenen Klorofil b miktarından (0.17 mg/g) yüksek olup, uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (Şekil 4.65).

Çizelge 4.47 Kıvırcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin Klorofil b miktarı üzerine etkileri

Zn-NP	Kıvırcık Klorofil b (mg/g)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	0.17 ± 0.01 a,b	0.17 ± 0.01 a,a
5	0.14 ± 0.01 a,b	0.20 ± 0.01 a,a
10	0.17 ± 0.02 a,b	0.23 ± 0.01 a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Zn-NP dozlarının Klorofil b miktarı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Zn-NP dozlarında uygulama şekillerinin Klorofil b miktarı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.65 Kıvırcık'ta farklı Zn-NP dozlarında uygulama şeklinin Klorofil b miktarı üzerine etkileri

4.2.14 Karotenoid

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek karotenoid miktarı 0.94 ile Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük karotenoid miktarı (0.31 mg/g) ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir ve karotenoid miktarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek karotenoid miktarı 0.95 mg/g ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük karotenoid miktarı (0.72 mg/g) ise Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 10 mg/L Zn-NP dozu ile aynı grupta değerlendirilmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek karotenoit miktarı 0.94 mg/g ile Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük karotenoit miktarı (0.62 mg/g) ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek karotenoit miktarı 0.82 mg/g ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük karotenoit miktarı (0.46 mg/g) ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir ve istatistiksel olarak Zn-NP uygulanmayan kontrol grubu ile aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

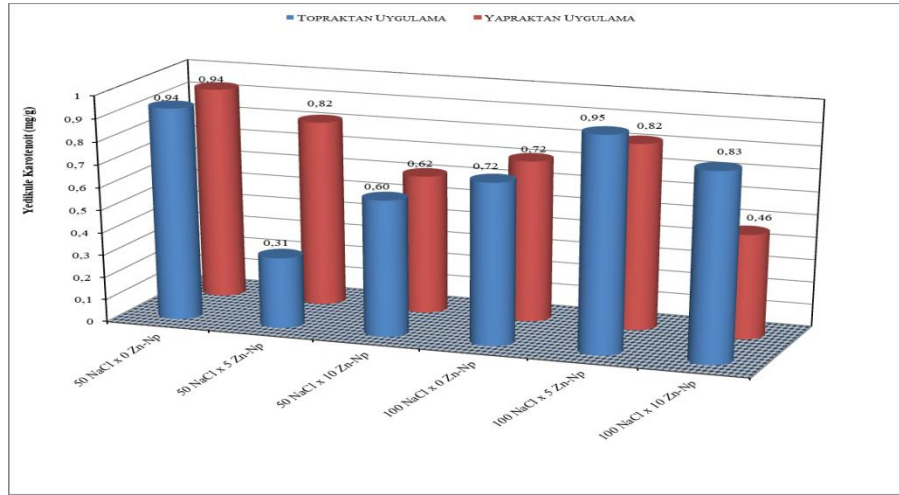
Uygulama şeklinin karotenoit miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, topraktan yapılan uygulamalar benzerlik göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, yapraktan yapılan uygulamalar benzerlik göstermektedir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda Zn-NP uygulanmayan örneklerde en yüksek karotenoit miktarı (0.94 mg/g) belirlenmiş olup, 100 mM tuz konsantrasyonunda Zn-NP uygulanmayan örnekler ile 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozunun uygulandığı örnekler ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. İstatistiksel olarak karotenoit miktarına en düşük etkiyi gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.48, Şekil 4.66).

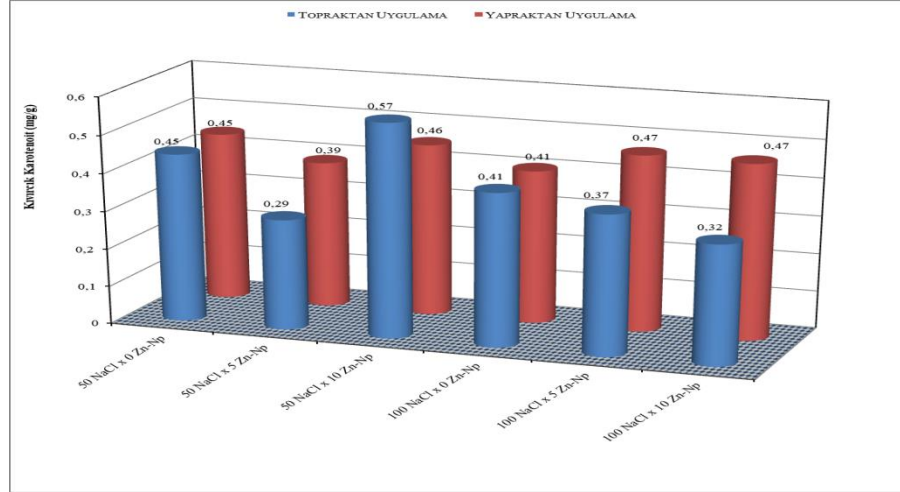
Çizelge 4.48 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Karotenoit miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Karotenoit (mg/g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	0.94 ± 0.00 a,b,a	0.45 ± 0.01 ab,ab,a
50 × 5 × T	0.31 ± 0.00 b,b,ab	0.29 ± 0.00 c,ab,b
50 × 10 × T	0.60 ± 0.01 b,b,ab	0.57 ± 0.07 a,ab,a
100 × 0 × T	0.72 ± 0.01 b,a,a	0.41 ± 0.00 bc,b,a
100 × 5 × T	0.95 ± 0.03 a,a,ab	0.37 ± 0.04 bc,b,b
100 × 10 × T	0.83 ± 0.02 b,a,ab	0.32 ± 0.00 bc,b,a
50 × 0 × Y	0.94 ± 0.00 a,ab,a	0.45 ± 0.01 ab,ab,a
50 × 5 × Y	0.82 ± 0.02 b,ab,a	0.39 ± 0.01 c,ab,a
50 × 10 × Y	0.62 ± 0.01 b,ab,b	0.46 ± 0.01 a,ab,a
100 × 0 × Y	0.72 ± 0.01 b,ab,a	0.41 ± 0.00 bc,b,a
100 × 5 × Y	0.82 ± 0.02 a,ab,a	0.47 ± 0.02 bc,a,a
100 × 10 × Y	0.46 ± 0.02 b,ab,b	0.47 ± 0.01 bc,a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.66 Zn-NP'nin Yedikule'de karotenoit miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.67 Zn-NP'nin Kivircik'ta karotenoid miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek karotenoid miktarı (0.57 mg/g) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük karotenoid miktarı (0.29 mg/g) ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir ve karotenoid miktarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek karotenoid miktarı (0.41 mg/g) Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiş olup, 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozları ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek karotenoid miktarı (0.46) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük karotenoid miktarı (0.39 mg/g) ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir ve karotenoid miktarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında 0, 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin karotenoid miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozunun karotenoit miktarına etkisinin diğer uygulamalardan daha az olduğu belirlenmiştir. En düşük karotenoit miktarı (0.29 mg/g) 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapılan diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En yüksek karotenoit miktarı (0.47 mg/g) 100 mM tuz x 5 ve 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.48, Şekil 4.67).

4.2.15 Cu

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Cu miktarı (6.42 ppm) Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük Cu miktarı ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Cu miktarı (5.99 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak Zn-NP uygulanmayan kontrol grubu ile aynı grupta değerlendirilmektedir. En düşük Cu miktarı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Cu miktarı (6.42 ppm) Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük Cu miktarı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Cu miktarı 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen Cu miktarı üzerine en düşük etkiye sahip uygulama olarak değerlendirilmiştir.

Uygulama şeklinin Cu miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

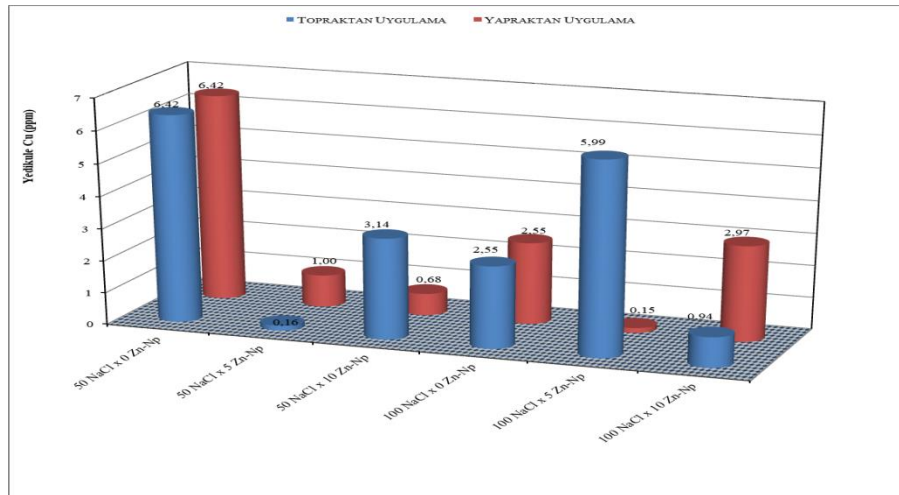
Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Zn-NP uygulanmayan kontrol grupları, Cu miktarı üzerine en yüksek etkiye sahip örnek grupları olarak değerlendirilmektedir. En yüksek Cu miktarı (6.42 ppm) 50 mM tuz

konsantrasyonunda kontrol grubunda belirlenmiştir. Cu miktarı üzerine en düşük etkiye sahip uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamalarıdır (Çizelge 4.49, Şekil 4.68).

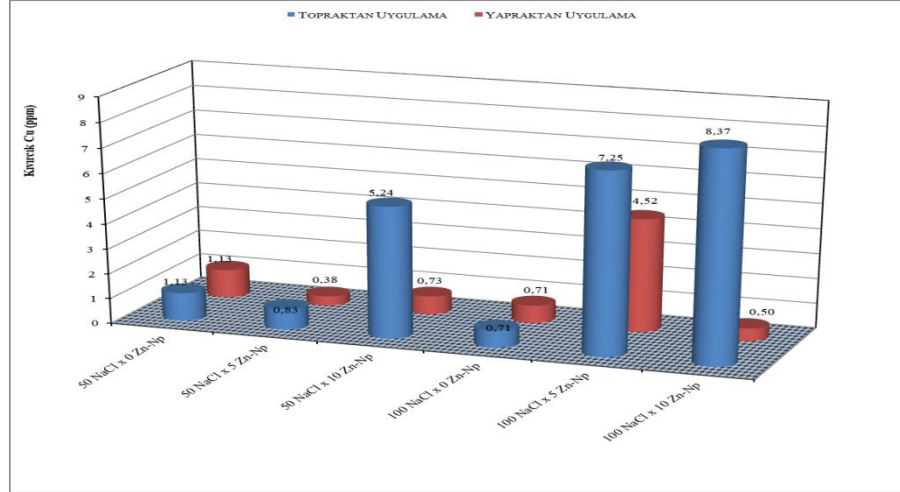
Çizelge 4.49 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Cu miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Cu (ppm)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	6.42 ± 0.174 a,a,a	1.13 ± 0.01 bc,b,c
50 × 5 × T	0.16 ± 0.014 c,a,ab	0.83 ± 0.06 c,b,b
50 × 10 × T	3.14 ± 0.076 bc,a,bc	5.24 ± 0.65 abc,b,a
100 × 0 × T	2.55 ± 0.185 b,a,a	0.71 ± 0.06 c,a,c
100 × 5 × T	5.99 ± 0.174 b,a,ab	7.25 ± 0.51 a,a,b
100 × 10 × T	0.94 ± 0.013 bc,a,bc	8.37 ± 0.66 ab,a,a
50 × 0 × Y	6.42 ± 0.120 a,a,a	1.13 ± 0.01 bc,b,c
50 × 5 × Y	1.00 ± 0.001 c,a,c	0.38 ± 0.02 c,b,bc
50 × 10 × Y	0.68 ± 0.064 bc,a,bc	0.73 ± 0.07 abc,b,c
100 × 0 × Y	2.55 ± 0.076 b,a,a	0.71 ± 0.06 c,b,c
100 × 5 × Y	0.15 ± 0.011 b,a,c	4.52 ± 0.22 a,b,bc
100 × 10 × Y	2.97 ± 0.014 bc,a,bc	0.50 ± 0.00 ab,b,c

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.68 Zn-NP'nin Yedikule'de Cu miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.69 Zn-NP'nin Kivircik'ta Cu miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Cu miktarı (5.24 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 0 ve 5 mg/L Zn-NP dozları ile istatistiksel olarak benzerlikleri bulunmaktadır. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Cu miktarı (8.37 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 5 mg/L Zn-NP dozu daha önemli bulunmuştur.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Cu miktarı (5.24 ppm) Zn-NP uygulanmayan örnek grubunda belirlenmiş olup, 0 ve 5 mg/L Zn-NP dozları ile istatistiksel olarak benzerlikleri bulunmaktadır. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Cu miktarı (4.52 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. İstatistiksel olarak Cu miktarı üzerine en düşük etkiye sahip olan uygulama ise Zn-NP uygulanmayan örnek grubudur.

Uygulama şeklinin Cu miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Zn-NP dozları istatistiksel olarak Cu miktarı üzerine en yüksek etkiye sahip uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. En yüksek Cu miktarı 8.37 ppm ile 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir. Cu miktarı üzerine en düşük etkiye sahip uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Zn-NP uygulanmayan örnek grupları ile 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulaması olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.49, Şekil 4.69).

4.2.16 Fe

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (168.83 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Fe miktarı ise Zn-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (122.23 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Fe miktarı ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (89.18 ppm) Zn-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiş olmasına rağmen, istatistiksel olarak en anlamlı uygulama 10 mg/L Zn-NP dozu olarak değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (95.29 ppm) Zn-NP uygulanmayan örneklerde, en düşük Fe miktarı ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin Fe miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında ise topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunurken yapraktan yapılan uygulamalar ile benzerlikleri mevcuttur.

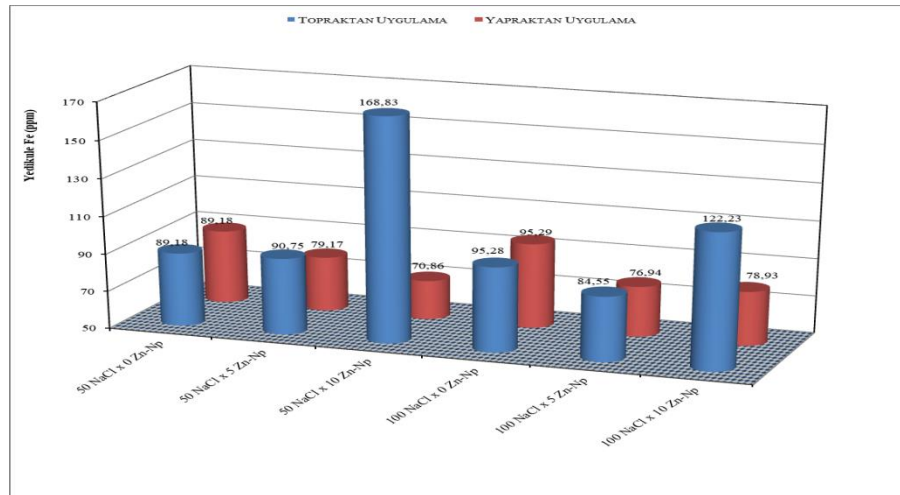
Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Zn-NP dozları istatistiksel olarak Fe miktarı üzerine en yüksek etkiye sahip uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. En yüksek Fe miktarı

168.83 ppm ile 50 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir. Fe miktarı üzerine en düşük etkiye sahip uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yaprakтан uygulanan 10 mg/L Zn-NP dozlarıdır. En düşük Fe miktarı 70.86 ppm ile 50 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.50, Şekil 4.70).

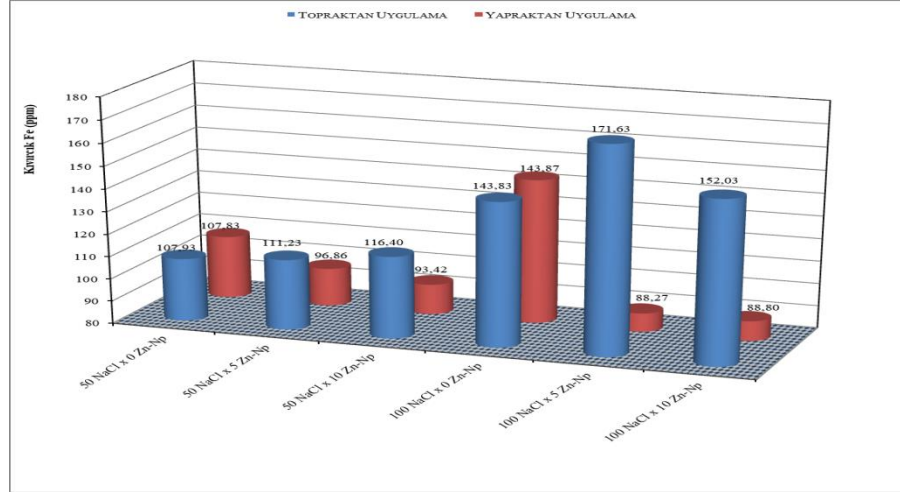
Çizelge 4.50 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Fe miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Fe (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	89.18 ± 1.16 ab,a,b	107.93± 0.09 b,b,a
50 × 5 × T	90.75 ± 0.32 b,a,bc	111.23± 0.66 b,b,a
50 × 10 × T	168.83± 1.70 a,a,a	116.40± 1.85 b,b,a
100 × 0 × T	95.28 ± 0.51 ab,ab,b	143.83± 1.79 a,a,a
100 × 5 × T	84.55 ± 0.61 b,ab,bc	171.63± 0.72 ab,a,a
100 × 10 × T	122.23± 5.86 ab,ab,a	152.03± 0,72 ab,a,a
50 × 0 × Y	89.18 ± 1.16 ab,b,b	107.83± 0.07 b,b,a
50 × 5 × Y	79.17 ± 0.15 b,b,bc	96.86 ± 0.65 b,b,b
50 × 10 × Y	70.86 ± 0.29 a,b,c	93.42 ± 0.87 b,b,b
100 × 0 × Y	95.29 ± 0.64 ab,b,b	143.87± 0.55 a,b,a
100 × 5 × Y	76.94 ± 0.56 b,b,bc	88.27 ± 0.08 ab,b,b
100 × 10 × Y	78.93 ± 0.04 ab,b,c	88.80 ± 0.64 ab,b,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.70 Zn-NP'nin Yedikule'de Fe miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.71 Zn-NP'nin Kivircik'ta Fe miktarı üzerine etkileri

Kivircik bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (116.40 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 0 ve 5 mg/L Zn-NP dozları ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (171.63 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup Fe miktarına en etkili uygulama 0 mg/L Zn-NP dozu olarak değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (107.83 ppm) 0 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozları ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (143.87 ppm) 0 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozları ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin Fe miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında ise yapraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol grupları ile topraktan uygulanan 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozları Fe miktarı üzerine en

yüksek etkiye sahip uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. En yüksek Fe miktarı 171.63 ppm ile 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozları Fe miktarı üzerine en düşük etkiye sahip uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. En düşük Fe miktarı 88.27 ppm ile 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.50, Şekil 4.71).

4.2.17 Mg

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (3175.30 ppm) Zn-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. En düşük Mg miktarı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (3731.00 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Mg miktarı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (107.83 ppm) 0 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Mg miktarı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (3235.70 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Mg miktarı ise Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir.

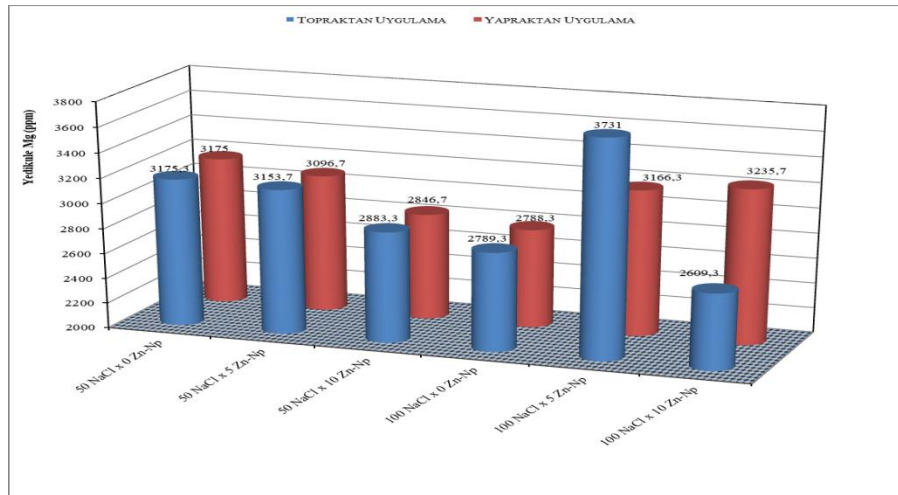
Uygulama şeklinin Mg miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozu istatistiksel olarak Mg miktarı üzerine en yüksek etkiye sahip uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. Mg miktarı üzerine en düşük etkiye sahip uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Zn-NP dozudur (Çizelge 4.51, Şekil 4.72).

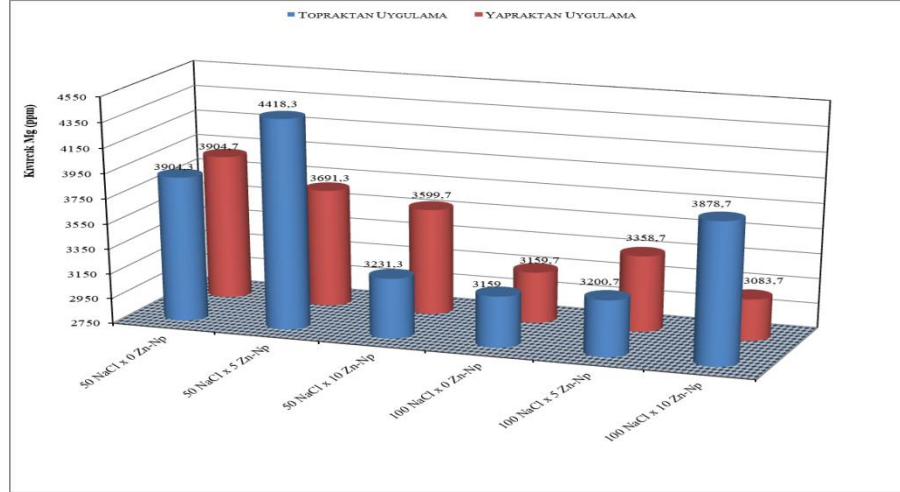
Çizelge 4.51 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Mg miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Mg (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	3175.30 ± 36.70 b,a,bc	3904.30 ± 59.80 a,a,a
50 × 5 × T	3153.70 ± 17.90 bc,a,a	4418.30 ± 2.60 a,a,a
50 × 10 × T	2883.30 ± 22.80 d,a,c	3231.30 ± 34.10 b,a,a
100 × 0 × T	2789.30 ± 41.90 d,a,bc	3159.00 ± 8.66 b,b,a
100 × 5 × T	3731.00 ± 2.31 a,a,a	3200.70 ± 0.88 b,b,a
100 × 10 × T	2609.30 ± 0.33 cd,a,c	3878.70 ± 1.20 b,b,a
50 × 0 × Y	3175.00 ± 28.90 b,a,bc	3904.70 ± 5.21 a,a,a
50 × 5 × Y	3096.70 ± 25.40 bc,a,b	3691.30 ± 54.90 a,a,a
50 × 10 × Y	2846.70 ± 5.21 d,a,b	3599.70 ± 37.50 b,a,a
100 × 0 × Y	2788.30 ± 52.50 d,a,bc	3159.70 ± 22.50 b,b,a
100 × 5 × Y	3166.30 ± 0.88 a,a,b	3358.70 ± 0.33 b,b,a
100 × 10 × Y	3235.70 ± 1.76 cd,a,b	3083.70 ± 61.80 b,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.72 Zn-NP'nin Yedikule'de Mg miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.73 Zn-NP'nin Kivircik'ta Mg miktarı üzerine etkileri

Kivircik bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (4418.30 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Mg miktarı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (3200.70 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 0 ve 5 mg/L Zn-NP dozları ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (3904.70 ppm) 0 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Mg miktarı ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (3904.70 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 0 ve 5 mg/L Zn-NP dozları ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin Mg miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan ve yapraktan uygulanan Zn-NP dozlarının Mg miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.51, Şekil 4.73).

4.2.18 Zn

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı 40.04 ppm ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 10 mg/L Zn-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. 31.35 ppm ile en düşük Zn miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı 65.10 ppm ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 10 mg/L Zn-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. 36.56 ppm ile en düşük Zn miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı 40.24 ppm ile 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 5 mg/L Zn-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. 31.35 ppm ile en düşük Zn miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı 50.58 ppm ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 10 mg/L Zn-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. 36.56 ppm ile en düşük Zn miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir.

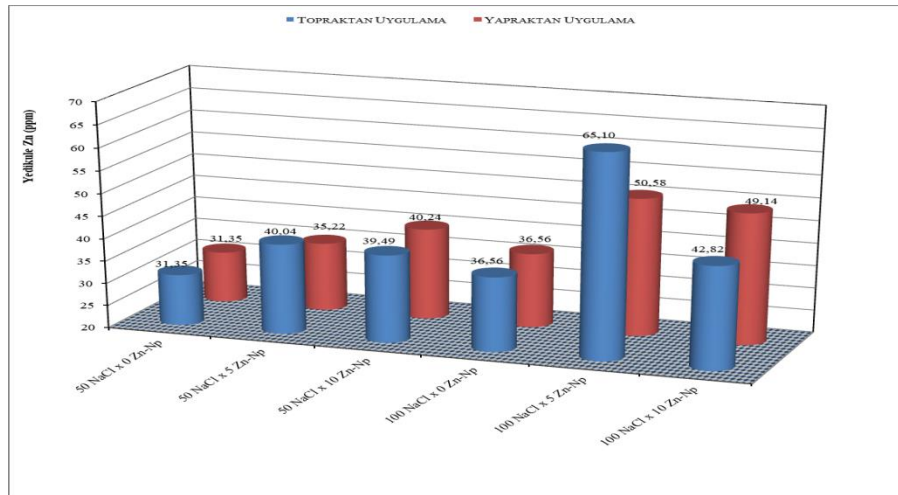
Uygulama şeklinin Zn miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, Zn miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, topraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozu belirlenmiştir. En yüksek Zn değeri (65.10 ppm) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir. Zn miktarı üzerine en düşük etki gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Zn-NP uygulanmayan örnekler olarak değerlendirilmektedir. En düşük Zn değeri (31.35 ppm) 100 mM tuz konsantrasyonunda Zn-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir (Çizelge 4.52, Şekil 4.74).

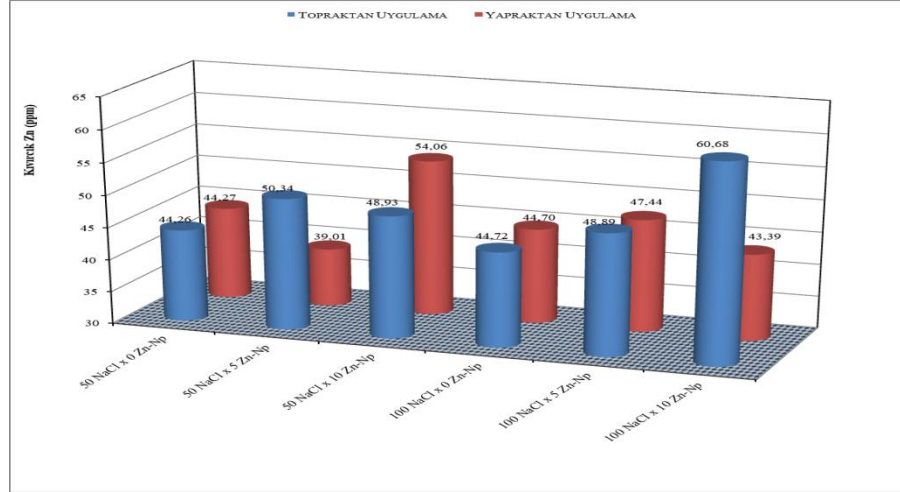
Çizelge 4.52 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Zn miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Zn (ppm)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	31.35 ± 0.20 d,b,c	44.26 ± 0.24 b,ab,cd
50 × 5 × T	40.04 ± 0.04 c,b,a	50.34 ± 0.66 b,ab,b
50 × 10 × T	39.49 ± 0.17 c,b,bc	48.93 ± 0.13 a,ab,a
100 × 0 × T	36.56 ± 0.08 c,a,c	44.72 ± 0.35 b,a,cd
100 × 5 × T	65.10 ± 0.60 a,a,a	48.90 ± 0.33 ab,a,b
100 × 10 × T	42.82 ± 0.64 a,a,b	60.68 ± 0.75 a,a,a
50 × 0 × Y	31.35 ± 0.20 d,b,c	44.27 ± 0.64 b,b,cd
50 × 5 × Y	35.22 ± 0.05 c,b,b	39.01 ± 0.02 b,b,d
50 × 10 × Y	40.24 ± 0.16 c,b,ab	54.06 ± 0.03 a,b,bc
100 × 0 × Y	36.56 ± 0.65 c,a,c	44.70 ± 0.69 b,b,cd
100 × 5 × Y	50.58 ± 0.21 b,a,bc	47.44 ± 0.30 ab,b,d
100 × 10 × Y	49.14 ± 0.15 b,a,ab	43.39 ± 0.27 a,b,bc

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.74 Zn-NP'nin Yedikule'de Zn miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.75 Zn-NP'nin Kivircik'ta Zn miktarı üzerine etkileri

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı 50.35 ppm ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 10 mg/L Zn-NP dozundan elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur. 44.26 ppm ile en düşük Zn miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı 60.68 ppm ile 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 44.72 ppm ile en düşük Zn miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı 54.06 ppm ile 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 39.01 ppm ile en düşük Zn miktarı 5 mg/L Zn-NP dozundan elde edilmiş olup, istatistiksel olarak kontrol grubu ile aynı grupta değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı 47.44 ppm ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 43.39 ppm ile en düşük Zn miktarı 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin Zn miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, yapraktan yapılan uygulamalar benzerlik göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, Zn miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, topraktan uygulanan 10 mg/L Zn-NP dozu belirlenmiştir. En yüksek Zn değeri (60.68 ppm) 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir. Zn miktarı üzerine en düşük etki gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, yapraktan uygulanan 5 mg/L Zn-NP dozudur. En düşük Zn değeri (39.01 ppm) 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.52, Şekil 4.75).

4.2.19 Na

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı 4143.30 ppm ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 10 mg/L Zn-NP dozundan elde edilen sonuçlar ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. 2523.30 ppm ile en düşük Na miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı 6123.30 ppm ile kontrol grubunda belirlenmiştir. 4863.30 ppm ile en düşük Na miktarı 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup yapılan uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı 5043.30 ppm ile 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 5 mg/L Zn-NP dozundan elde edilen sonuçlar ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. 2523.30 ppm ile en düşük Na miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı 7383.30 ppm ile 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 6123.30 ppm ile en düşük Na miktarı kontrol grubunda belirlenmiş olup yapılan uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

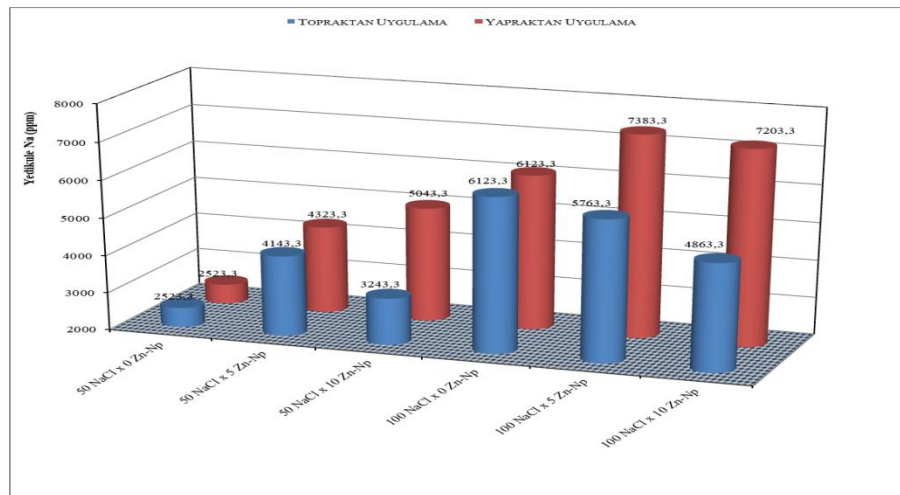
Uygulama şeklinin Na miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında ise yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, Na miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, yapraktan uygulanan 10 mg/L Zn-NP dozu belirlenmiştir. En yüksek Na miktarı 7203.30 ppm ile 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Na miktarı üzerine en düşük etki gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, topraktan uygulanan 10 mg/L Zn-NP dozu olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.53, Şekil 5.76).

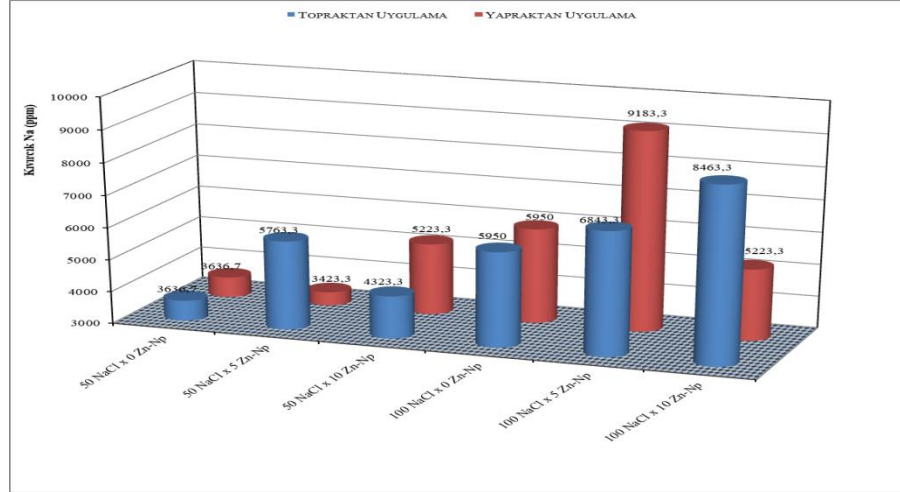
Çizelge 4.53 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Na miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Na (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	2523.30 ± 14.50 c,c,ab	3636.70 ± 36.70 d,b,a
50 × 5 × T	4143.30 ± 60.60 b,c,ab	5763.30 ± 3.33 d,b,a
50 × 10 × T	3243.30 ± 8.82 b,c,b	4323.30 ± 72.20 cd,b,a
100 × 0 × T	6123.30 ± 43.30 a,b,ab	5950.00 ± 5.77 bc,a,a
100 × 5 × T	5763.30 ± 3.33 a,b,ab	6843.30 ± 8.82 a,a,a
100 × 10 × T	4863.30 ± 66.40 a,b,b	8463.30 ± 20.33 ab,a,a
50 × 0 × Y	2523.30 ± 14.50 c,c,ab	3636.70 ± 36.71 d,b,a
50 × 5 × Y	4323.30 ± 8.82 b,c,ab	3423.30 ± 14.52 d,b,a
50 × 10 × Y	5043.30 ± 8.82 b,c,a	5223.30 ± 43.33 cd,b,a
100 × 0 × Y	6123.30 ± 43.30 a,a,ab	5950.00 ± 5.77 bc,a,a
100 × 5 × Y	7383.30 ± 8.82 a,a,ab	9183.30 ± 78.01 a,a,a
100 × 10 × Y	7203.30 ± 14.50 a,a,a	5223.30 ± 43.31 ab,a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.76 Zn-NP'nin Yedikule'de Na miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.77 Zn-NP'nin Kivircik'ta Na miktarı üzerine etkileri

Kivircik çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında Na miktarı üzerine en yüksek etki gösteren uygulama 10 mg/L Zn-NP dozu olarak belirlenmiştir. En düşük Na miktarı 3636.70 ppm ile kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı (6843.30 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Na miktarı ise (5950.00 ppm) kontrol grubunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı (5223.30 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 0 ve 5 mg/L Zn-NP dozları istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı (9183.30 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup Na miktarı üzerine en düşük etki gösteren uygulama olarak kontrol grubu belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin Na miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında da topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Na miktarı (9183.30 ppm) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında, en düşük Na miktarı (3423.30 ppm) 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapılan tüm uygulamaların Na miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.53, Şekil 4.77).

4.2.20 K

Yedikule bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek K miktarı (62823 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, Zn-NP dozlarının etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek K miktarı (63543 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, Zn-NP dozlarının etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek K miktarı (55243 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, Zn-NP dozlarının etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek K miktarı (55623 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, Zn-NP dozlarının etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin K miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında da topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, K miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak 50 ve 100 mM tuz x 5 ve 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamaları olarak değerlendirilmektedir. En yüksek K miktarı (63543 ppm) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamalarında belirlenmiştir. En düşük K miktarı ise (50223 ppm) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamalarında belirlenmiştir. Yapraktan yapılan

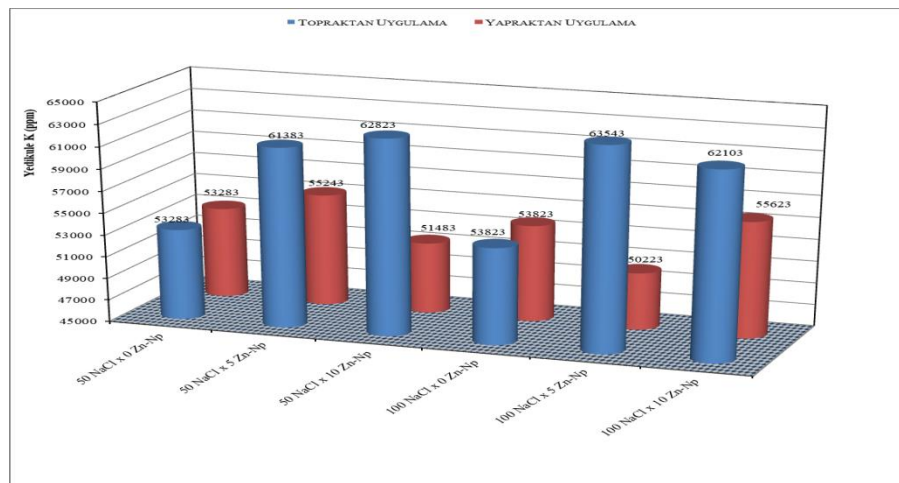
uygulamalar ile kontrol grupları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmekte olup, K miktarı üzerine etkileri daha düşüktür (Çizelge 4.54, Şekil 4.78).

50 mM tuz konsantrasyonunda K/Na oranı 21.12 iken, 100 mM tuz konsantrasyonunda 8.79' dur. 100 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda K/Na oranı artarken, diğer uygulamalarda düşmüştür.

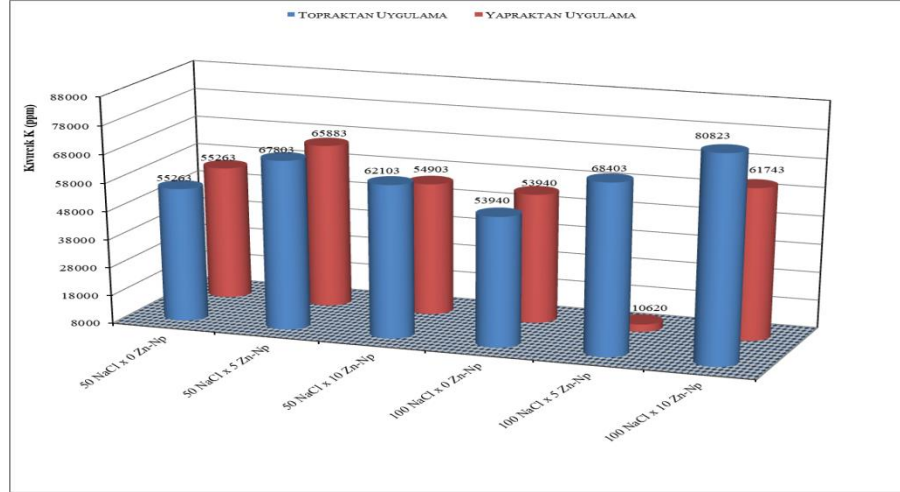
Çizelge 4.54 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) K miktarı üzerine etkileri

Uygulama	K (ppm)			
	Yedikule	Kıvırcık	Yedikule K/Na	Kıvırcık K/Na
50 × 0 × T	53283 ± 8.82 a,a,b	55263 ± 153 ab,a,b	21.12	15.20
50 × 5 × T	61383 ± 8.82 a,a,a	67803 ± 176 a,a,ab	14.82	11.76
50 × 10 × T	62823 ± 20.3 a,a,a	62103 ± 54.9 a,a,a	19.37	14.36
100 × 0 × T	53823 ± 43.3 a,a,b	53940 ± 159 ab,a,b	8.79	9.07
100 × 5 × T	63543 ± 263 a,a,a	68403 ± 60.6 b,a,ab	11.03	10.00
100 × 10 × T	62103 ± 580 a,a,a	80823 ± 72.2 a,a,a	12.77	9.55
50 × 0 × Y	53283 ± 8.82 a,b,b	55263 ± 153 ab,a,b	21.12	15.20
50 × 5 × Y	55243 ± 1937 a,b,b	65883 ± 66.4 a,a,c	12.78	19.25
50 × 10 × Y	51483 ± 3.33 a,b,b	54903 ± 118 a,a,ab	10.21	10.51
100 × 0 × Y	53823 ± 43.3 a,b,b	53940 ± 159 ab,b,b	8.79	9.07
100 × 5 × Y	50223 ± 60.6 a,b,b	10620 ± 69.3 b,b,c	6.80	11.16
100 × 10 × Y	55623 ± 60.6 a,b,b	61743 ± 3.33 a,b,ab	7.72	11.82

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.78 Zn-NP'nin Yedikule'de K miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.79 Zn-NP'nin Kivircik'ta K miktarı üzerine etkileri

Kivircik bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek K miktarı (67803 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 10 mg/L Zn-NP dozu ile aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek K miktarı (80823 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük K miktarı ise (53940 ppm) kontrol grubunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek K miktarı (65883 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük K miktarı ise (55263 ppm) kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek K miktarı (55623 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, uygulanan Zn-NP dozlarının K miktarı üzerine etkileri arasında fark bulunmamaktadır.

Uygulama şeklinin K miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında da topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, K miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak 50 ve 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamaları olarak değerlendirilmektedir.

En yüksek K miktarı (80823 ppm) 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamalarında belirlenmiştir. K miktarı üzerine en düşük etkiyi gösteren uygulamalar ise; 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamalarıdır. En düşük K miktarı ise (10620 ppm) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.54, Şekil 4.79).

Kıvırcık'ta, 50 mM tuz konsantrasyonunda K/Na oranı 15,20 iken, 100 mM tuz konsantrasyonunda 9.07 dir. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan Zn-NP dozlarında, K/Na oranı düşerken, diğer uygulamalarda artış gözlenmiştir.

4.2.21 Ca

Yedikule bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Ca miktarı (10083 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Ca miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Ca miktarı (8283.30 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Ca miktarı (4863.30 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Ca miktarı (10983 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Ca miktarı (7923.30 ppm) kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Ca miktarı (10983.30 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Ca miktarı (7923.30 ppm) kontrol grubunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin Ca miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında da yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

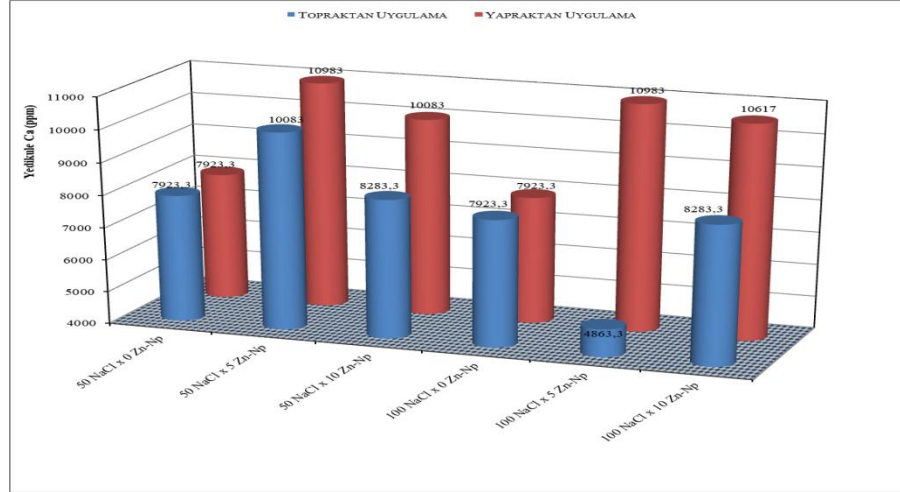
Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, Ca miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak 50 ve 100 mM tuz x 5 ve 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları olarak değerlendirilmektedir. En yüksek Ca miktarı (10983 ppm) 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamalarında belirlenmiştir. Toprakta yapılan uygulamalar, istatistiksel olarak Ca miktarını daha az etkilemektedir. En düşük Ca miktarı (4863.30 ppm) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.55, Şekil 4.80).

50 mM tuz konsantrasyonunda Ca/Na oranı 3.14 iken, 100 mM tuz konsantrasyonunda 1.29'dur. 100 mM tuz konsantrasyonunda, 10 mg/L Zn-NP dozunda ve topraktan yapılan uygulamalarda Ca/Na oranında artış gözlenmiştir.

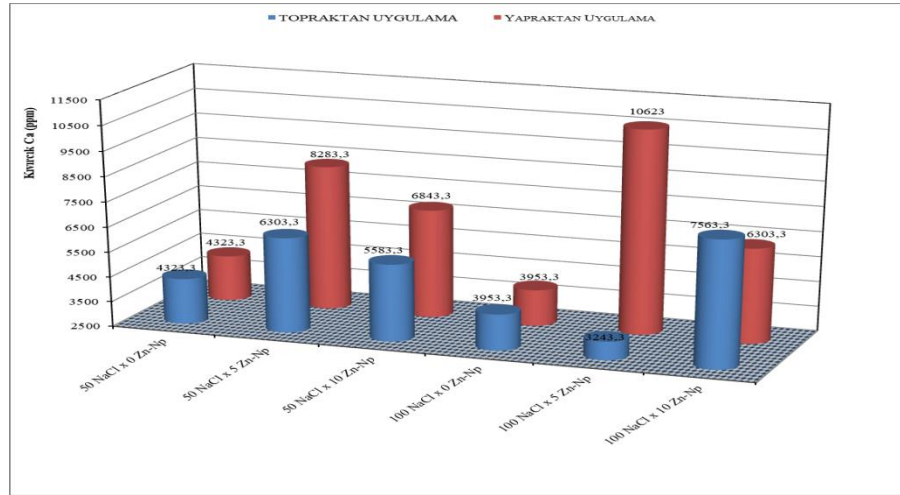
Çizelge 4.55 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Ca miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Ca (ppm)			
	Yedikule	Kıvrıcık	Yedikule Ca/Na	Kıvrıcık Ca/Na
50 × 0 × T	7923.30 ± 8.82 b,a,b	4323.30 ± 8.82 bc,a,c	3.14	1.19
50 × 5 × T	10083.00± 49.1 a,a,b	6303.30 ± 14.5 a,a,c	2.43	1.09
50 × 10 × T	8283.30 ± 14.5 ab,a,b	5583.30 ± 26.0 ab,a,b	2.55	1.29
100 × 0 × T	7923.30 ± 3.33 b,b,b	3953.30 ± 29.1 c,a,c	1.29	0.66
100 × 5 × T	4863.30 ± 8.82 b,b,b	3243.30 ± 14.5 a,a,c	0.84	0.47
100 × 10 × T	8283.30 ± 8.82 ab,b,b	7563.30 ± 3.33 a,a,b	1.70	0.89
50 × 0 × Y	7923.30 ± 8.82 b,a,b	4323.30 ± 8.82 bc,a,c	3.14	1.19
50 × 5 × Y	10983.00± 54.9 a,a,a	8283.30 ± 20.3 a,a,a	2.54	2.42
50 × 10 × Y	10083.00± 3.33 ab,a,a	6843.30 ± 3.33 ab,a,b	2.00	1.31
100 × 0 × Y	7923.30 ± 3.33 b,a,b	3953.30 ± 29.1 c,a,c	1.29	0.66
100 × 5 × Y	10983.00± 8.82 b,a,a	10623.00± 60.6 a,a,a	1.49	1.16
100 × 10 × Y	10617.00± 66.4 ab,a,a	6303.30 ± 89.5 a,a,b	1.47	1.21

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.80 Zn-NP'nin Yedikule'de Ca miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.81 Zn-NP'nin Kıvrıkcık'ta Ca miktarı üzerine etkileri

Kıvrıkcık bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Ca miktarı (6303.30 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Ca miktarı (4323.30 ppm) kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Ca miktarı (7365.30 ppm) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Ca miktarı (3243.30 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Ca miktarı (8283.30 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Ca miktarı (4323.30 ppm) kontrol grubunda belirlenmiştir. 100

mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Ca miktarı (10623.0 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük Ca miktarı (3243.30 ppm) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin Ca miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında da uygulama şeklinin Ca miktarı üzerine etkilerinde farklılık bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, Ca miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları olarak değerlendirilmektedir. En yüksek Ca miktarı (10623.0 ppm) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamalarında belirlenmiştir. istatistiksel olarak Ca miktarını daha az etkilemektedir. En düşük Ca miktarı (3243.30 ppm) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamalarında belirlenmiştir ve 50 ve 100 mM tuz x 0 mg/L Zn-NP uygulamaları ile istatistiksel olarak Ca miktarını daha az etkileyen uygulamalardır (Çizelge 4.55, Şekil 4.81).

50 mM tuz konsantrasyonunda Ca/Na oranı 1.19 iken, 100 mM tuz konsantrasyonunda 0.66'dır. Topraktan yapılan uygulamalarda, her iki tuz konsantrasyonunda da 10 mg/L Zn-NP dozlarında ve yapraktan yapılan uygulamaların tamamında Ca/Na oranının yükseldiği görülmektedir.

4.2.22 MDA

Yedikule bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.52 ekiv.) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, kontrol grubu ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. En düşük MDA miktarı (0.28 ekiv.) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.41 ekiv.) 0 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük MDA miktarı (0.26

ekiv.) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 10 mg/L Zn-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.51 ekiv.) 0 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 10 mg/L Zn-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. En düşük MDA miktarı (0.32 ekiv.) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.43) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, kontrol grubu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük MDA miktarı (0.33 ekiv.) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

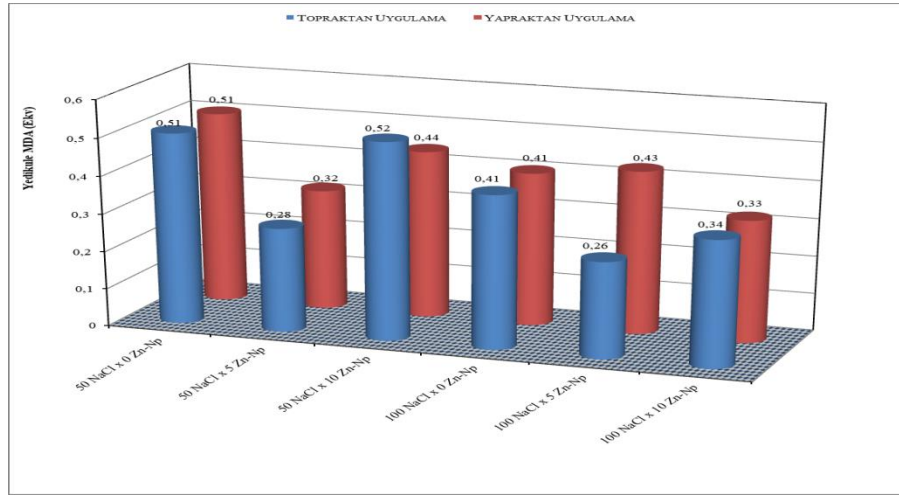
Uygulama şeklinin MDA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında ise yapraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunurken, topraktan yapılan uygulamalar benzerlik göstermektedir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamaları MDA miktarı üzerine en düşük etkiyi yapan uygulamalar olarak belirlenmiştir. En düşük MDA miktarı (0.26 ekiv.) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapılan diğer uygulamaların tamamı MDA miktarına etkileri bakımından, istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. En yüksek MDA miktarı (0.52 ekiv.) 50 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamalarında elde edilmiştir (Çizelge 4.56, Şekil 4.82).

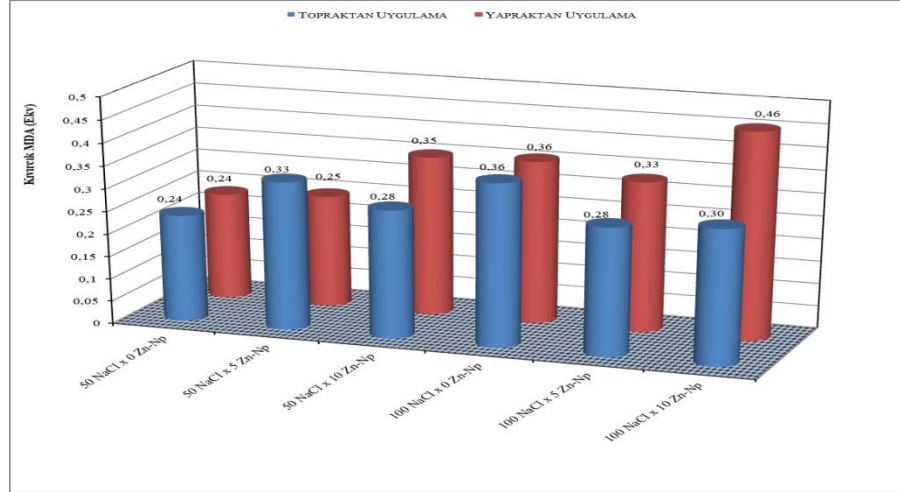
Çizelge 4.56 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıkcık'ta (Fiyonk) MDA miktarı üzerine etkileri

Uygulama	MDA (Ekivalent)	
	Yedikule	Kıvrıkcık
50 × 0 × T	0.51 ± 0.00 a,a,a	0.24 ± 0.01 d,b,b
50 × 5 × T	0.28 ± 0.01 c,a,b	0.33 ± 0.02 cd,b,b
50 × 10 × T	0.52 ± 0.01 a,a,a	0.28 ± 0.01 bc,b,b
100 × 0 × T	0.41 ± 0.00 b,b,a	0.36 ± 0.01 ab,b,b
100 × 5 × T	0.26 ± 0.01 c,b,b	0.28 ± 0.01 bc,b,b
100 × 10 × T	0.34 ± 0.00 c,b,a	0.30 ± 0.01 a,b,b
50 × 0 × Y	0.51 ± 0.00 a,a,a	0.24 ± 0.01 d,b,b
50 × 5 × Y	0.32 ± 0.00 c,a,a	0.25 ± 0.01 cd,b,b
50 × 10 × Y	0.44 ± 0.01 a,a,a	0.35 ± 0.00 bc,b,a
100 × 0 × Y	0.41 ± 0.00 b,b,a	0.36 ± 0.01 ab,a,b
100 × 5 × Y	0.43 ± 0.01 c,ab,a	0.33 ± 0.00 bc,a,b
100 × 10 × Y	0.33 ± 0.01 c,ab,a	0.46 ± 0.02 a,a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.82 Zn-NP'nin Yedikule'de MDA miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.83 Zn-NP'nin Kivircik'ta MDA miktarı üzerine etkileri

Kivircik bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.33 ekiv.) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük MDA miktarı ise (0.24 ekiv.) kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.36 ekiv.) kontrol grubunda belirlenmiş olmasına rağmen 10 mg/L Zn-NP dozu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük MDA miktarı ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.35 ekiv.) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük MDA miktarı ise (0.24 ekiv.) kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.46 ekiv.) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük MDA miktarı ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin MDA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında ise yapraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları MDA miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir. En yüksek

MDA miktarı (0.46 ekiv.) 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapılan diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiş olup, MDA miktarı üzerine etkileri daha düşüktür. En düşük MDA miktarı (0.24 ekiv.) 50 mM tuz konsantrasyonunda Zn-NP uygulanamayan kontrol grubunda belirlenmiştir (Çizelge 4.56, Şekil 4.83).

4.2.23 Protein

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek protein miktarı (2.99 Ekv./ml) kontrol grubunda, en düşük protein miktarı (2.33 Ekv./ml) ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek protein miktarı (3.79 Ekv./ml) kontrol grubunda, en düşük protein miktarı (2.76 Ekv./ml) ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek protein miktarı (2.99 Ekv./ml) kontrol grubunda, en düşük protein miktarı (1.32 Ekv./ml) ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek protein miktarı (3.79 Ekv./ml) kontrol grubunda, en düşük protein miktarı (2.15 Ekv./ml) ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin protein miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunurken yapraktan yapılan uygulamalar ile benzerlikleri mevcuttur. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında da topraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunurken yapraktan yapılan uygulamalar ile benzerlik göstermektedir.

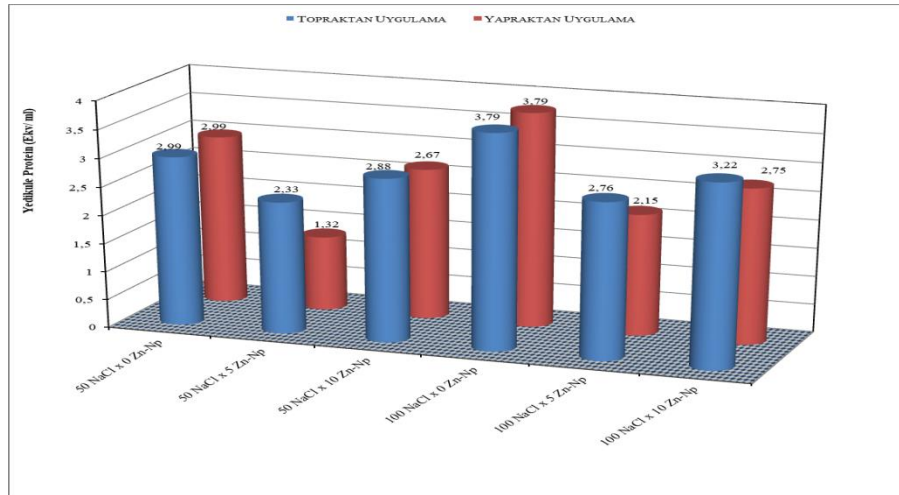
Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Zn-NP uygulanmayan kontrol grupları protein miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir. En yüksek protein miktarı (3.79 Ekv./ml) 100 mM tuz konsantrasyonunda kontrol grubunda belirlenmiştir. Protein miktarı üzerine en düşük etki gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları olarak

belirlenmiştir. En düşük protein miktarı (1.32 Ekv./ml) 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.57, Şekil 4.84).

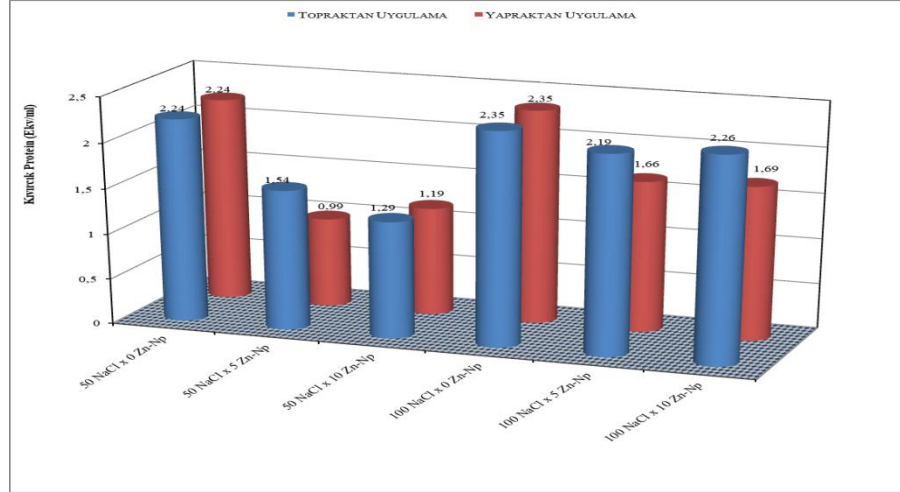
Çizelge 4.57 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrırcık'ta (Fiyonk) protein miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Protein (Ekv./ml)	
	Yedikule	Kıvrırcık
50 × 0 × T	2.99 ± 0.07 b,ab,a	2.24 ± 0.06 ab,bc,a
50 × 5 × T	2.33 ± 0.07 d,ab,c	1.54 ± 0.07 d,bc,b
50 × 10 × T	2.88 ± 0.06 bc,ab,ab	1.29 ± 0.06 d,bc,bc
100 × 0 × T	3.79 ± 0.03 a,a,a	2.35 ± 0.00 a,a,a
100 × 5 × T	2.76 ± 0.06 c,a,c	2.19 ± 0.02 c,a,b
100 × 10 × T	3.22 ± 0.06 b,a,ab	2.26 ± 0.01 bc,a,bc
50 × 0 × Y	2.99 ± 0.07 b,ab,a	2.24 ± 0.07 ab,c,a
50 × 5 × Y	1.32 ± 0.05 d,b,d	0.99 ± 0.02 d,c,d
50 × 10 × Y	2.67 ± 0.19 bc,b,bc	1.19 ± 0.07 d,c,cd
100 × 0 × Y	3.79 ± 0.03 a,a,a	2.35 ± 0.06 a,ab,a
100 × 5 × Y	2.15 ± 0.08 c,ab,d	1.66 ± 0.08 c,ab,d
100 × 10 × Y	2.75 ± 0.04 b,ab,bc	1.69 ± 0.10 bc,ab,cd

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.84 Zn-NP'nin Yedikule'de protein miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.85 Zn-NP'nin Kivircik'ta protein miktarı üzerine etkileri

Kivircik bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek protein miktarı (2.24 Ekv./ml) kontrol grubunda, en düşük protein miktarı (1.29 Ekv./ml) ise 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarının protein miktarına etkileri istatistiksel olarak aynı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek protein miktarı (2.35 Ekv./ml) kontrol grubunda, en düşük protein miktarı (2.19 Ekv./ml) ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek protein miktarı (2.24 Ekv./ml) kontrol grubunda, en düşük protein miktarı (0.99 Ekv./ml) ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarının protein miktarına etkileri istatistiksel olarak aynı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek protein miktarı (2.35 Ekv./ml) kontrol grubunda, en düşük protein miktarı (1.66 Ekv./ml) ise 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin protein miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunurken yapraktan yapılan uygulamalar ile benzerlikleri mevcuttur. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında da topraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunurken yapraktan yapılan uygulamalar ile benzerlik göstermektedir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Zn-NP uygulanmayan kontrol grupları protein miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir. En yüksek protein miktarı (2.35 Ekv./ml) 100 mM tuz konsantrasyonunda kontrol grubunda belirlenmiştir. Protein miktarı üzerine en düşük etki gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları olarak belirlenmiştir. En düşük protein miktarı (0.99 Ekv./ml) 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.57, şekil 4.85).

4.2.24 APX

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek APX miktarı (0.20) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük APX miktarı ise (0.13) kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek APX miktarı (0.16) kontrol grubunda belirlenmiştir. Uygulamalar arasında istatistiksel olarak benzerlikler olup, APX miktarına en etkili uygulama 5 mg/L Zn-NP dozu olarak belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek APX miktarı (0.27) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük APX miktarı ise (0.09) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 10 mg/L Zn-NP dozu ile kontrol grubu istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek APX miktarı (0.30) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük APX miktarı ise (0.16) kontrol grubunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin APX miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında ise yapraktan yapılan uygulamalar anlamlı bulunmuştur.

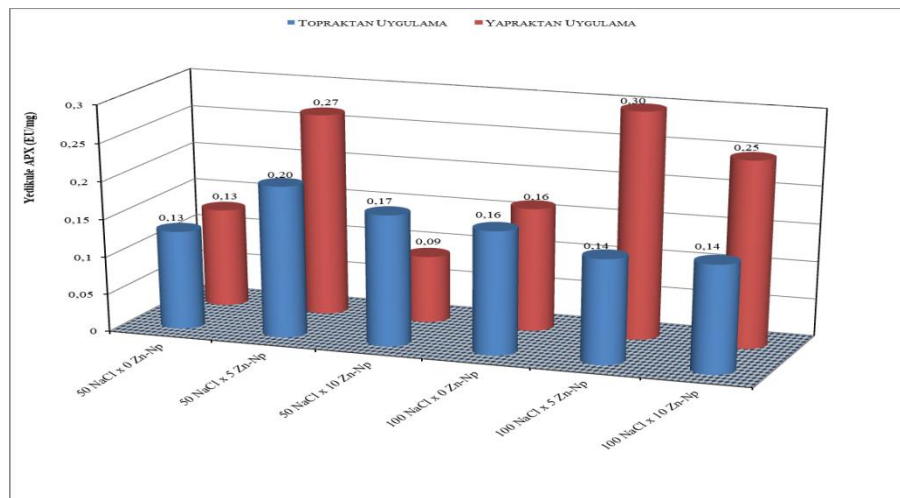
Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları APX miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. En yüksek APX miktarı (0.30) 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamalarında

belirlenmiştir. Yapılan diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiş olup, en düşük APX miktarı (0.13) 50 mM tuz konsantrasyonunda kontrol grubunda belirlenmiştir (Çizelge 4.58, Şekil 4.86).

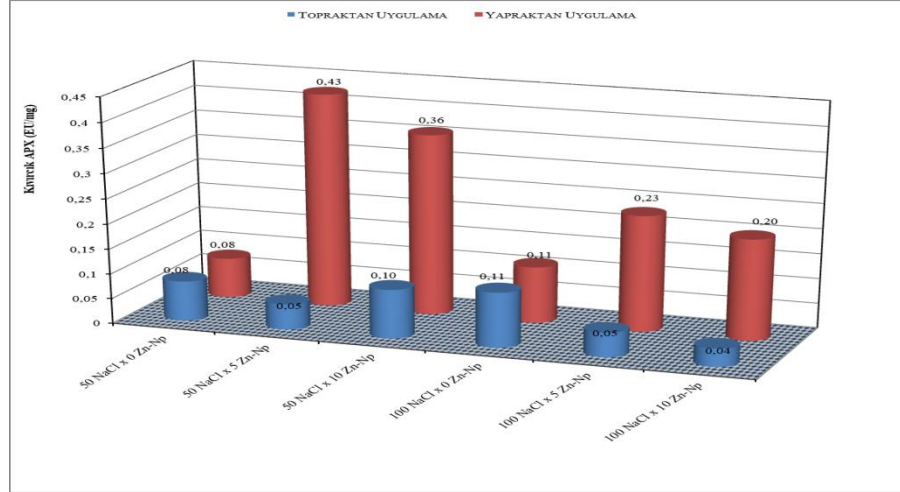
Çizelge 4.58 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) APX miktarı üzerine etkileri

Uygulama	APX (EU/mg)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	0.13 ± 0.01 c,b,b	0.08 ± 0.01 b,c,b
50 × 5 × T	0.20 ± 0.00 a,b,b	0.05 ± 0.00 a,c,b
50 × 10 × T	0.17 ± 0.01 c,b,b	0.10 ± 0.00 ab,c,b
100 × 0 × T	0.16 ± 0.01 bc,b,b	0.11 ± 0.01 ab,c,b
100 × 5 × T	0.14 ± 0.01 ab,b,b	0.05 ± 0.01 ab,c,b
100 × 10 × T	0.14 ± 0.01 abc,b,b	0.04 ± 0.00 ab,c,b
50 × 0 × Y	0.13 ± 0.01 c,b,b	0.08 ± 0.01 b,a,b
50 × 5 × Y	0.27 ± 0.04 a,b,a	0.43 ± 0.02 a,a,a
50 × 10 × Y	0.09 ± 0.01 c,b,b	0.36 ± 0.01 ab,a,a
100 × 0 × Y	0.16 ± 0.01 bc,a,b	0.11 ± 0.00 ab,b,b
100 × 5 × Y	0.30 ± 0.00 ab,a,a	0.23 ± 0.00 ab,b,a
100 × 10 × Y	0.25 ± 0.02 abc,a,b	0.20 ± 0.00 ab,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.86 Zn-NP'nin Yedikule'de APX miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.87 Zn-NP'nin Kırıcık'ta APX miktarı üzerine etkileri

Kırıcık bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek APX miktarı (0.10) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük APX miktarı ise (0.05) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. İstatistiksel olarak en etkili uygulama olarak 5 mg/L Zn-NP dozu değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek APX miktarı (0.11) kontrol grubunda belirlenmiştir. Uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek APX miktarı (0.43) 5 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük APX miktarı ise (0.08) kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek APX miktarı (0.23) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, uygulamaların APX miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin APX miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında yaprakтан yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında da yaprakтан yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz x 5 ve 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları APX miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. En yüksek APX miktarı (0.43) 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamalarında belirlenmiştir. Yapılan diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiş olup, en düşük APX miktarı (0.04) 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.58, Şekil 4.87).

4.2.25 CAT

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı (53.20) kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı ise (24.97) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. CAT miktarındaki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı 74.37 ile 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük CAT miktarı ise 37.04 ile kontrol grubunda belirlenmiştir. 0 ve 5 mg/L Zn-NP dozları istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı (53.20) kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı ise (25.14) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. CAT miktarındaki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı (43.03) 10 mg/L Zn-NP dozunda, en düşük CAT miktarı ise 37.04 ile kontrol grubunda belirlenmiştir. 0 ve 5 mg/L Zn-NP dozları istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin CAT miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

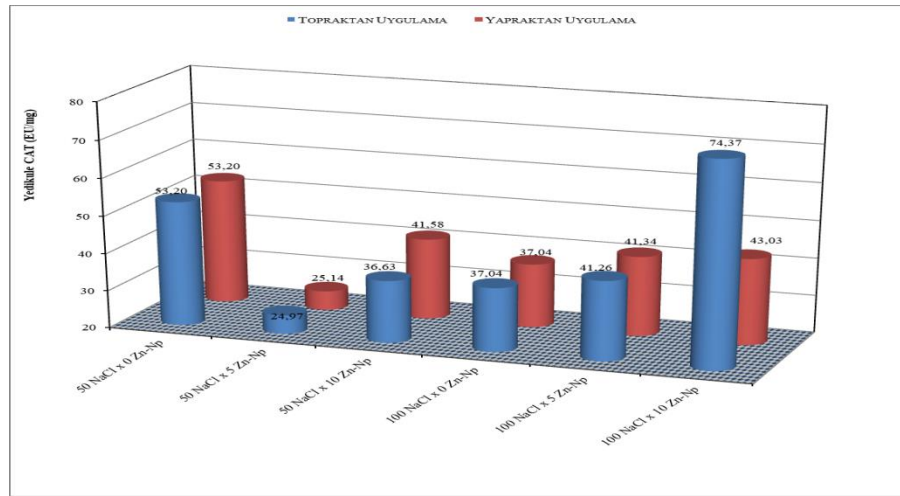
Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamaları CAT miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. En yüksek CAT miktarı (74.37) 100 mM tuz x 10 mg/L Zn-NP x toprak uygulamalarında

belirlenmiştir. CAT miktarı üzerine en düşük etkiyi yapan uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak ve yaprak uygulamaları olarak değerlendirilmektedir. En düşük CAT miktarı (24.97) 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.59, Şekil 4.88).

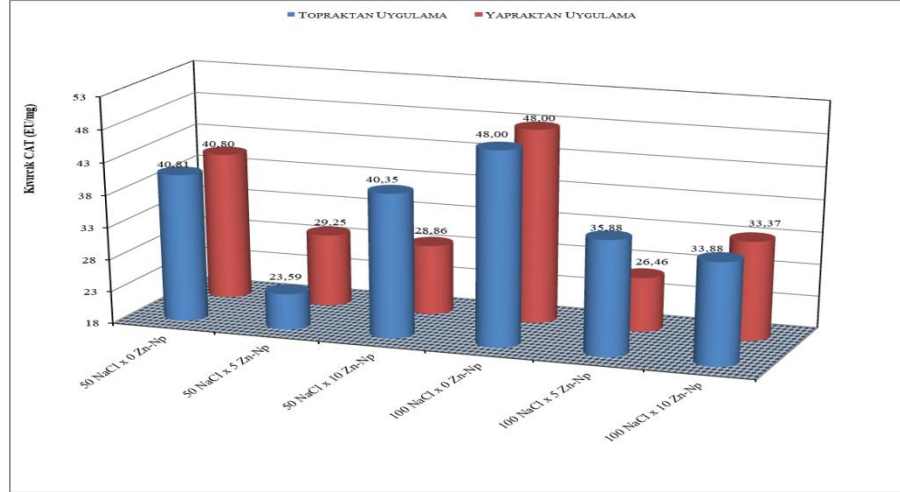
Çizelge 4.59 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) CAT miktarı üzerine etkileri

Uygulama	CAT (Eu/mg)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	53.20 ± 0.12 a,a,ab	40.81 ± 0.23 b,a,a
50 × 5 × T	24.97 ± 0.07 c,a,b	23.59 ± 0.24 d,a,c
50 × 10 × T	36.63 ± 0.02 b,a,a	40.35 ± 0.09 c,a,b
100 × 0 × T	37.04 ± 0.04 b,a,ab	48.00 ± 0.06 a,a,a
100 × 5 × T	41.26 ± 0.08 b,a,b	35.88 ± 0.11 c,a,c
100 × 10 × T	74.37 ± 0.08 a,a,a	33.88 ± 0.08 c,a,b
50 × 0 × Y	53.20 ± 0.00 a,a,ab	40.80 ± 0.11 b,a,a
50 × 5 × Y	25.14 ± 0.08 c,a,b	29.25 ± 0.07 d,a,c
50 × 10 × Y	41.58 ± 0.06 b,a,ab	28.86 ± 0.09 c,a,c
100 × 0 × Y	37.04 ± 0.42 b,a,ab	48.00 ± 0.06 a,a,a
100 × 5 × Y	41.34 ± 0.07 b,a,b	26.46 ± 0.13 c,a,c
100 × 10 × Y	43.03 ± 0.10 a,a,ab	33.37 ± 0.07 c,a,c

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.88 Zn-NP'nin Yedikule'de CAT miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.89 Zn-NP'nin Kivircik'ta CAT miktarı üzerine etkileri

Kivircik bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı (40.81) kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı ise (23.59) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı (48.00) kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı ise (33.88) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozları istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı (40.81) kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı ise (26.46) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı (48.00) kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı ise (33.88) 10 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiş olup, 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozları istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin CAT miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Zn-NP uygulanmayan kontrol grupları CAT miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. En yüksek CAT miktarı (48.00) 100 mM tuz konsantrasyonunda

kontrol grubunda belirlenmiştir. CAT miktarı üzerine en düşük etkiyi yapan uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamaları ile 50 ve 100 mM tuz x 5 ve 10 mg/L Zn-NP x yaprak uygulamaları olarak değerlendirilmektedir. En düşük CAT miktarı (23.59) 50 mM tuz x 5 mg/L Zn-NP x toprak uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.59, Şekil 4.89).

4.2.26 Toplam şeker

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek toplam şeker miktarı (20.40 g/100g) 5 mg/L Zn-NP uygulanan örneklerde belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer bir durum söz konusu olup en yüksek toplam şeker miktarı (28.07 g/100g) 5 mg/L Zn-NP uygulanan örneklerde belirlenmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek toplam şeker miktarı 10 mg/l Fe-NP dozunda, 100 mM tuz konsantrasyonunda ise (37.55 g/100g) 5 mg/L Fe-NP dozunda belirlenmiştir.

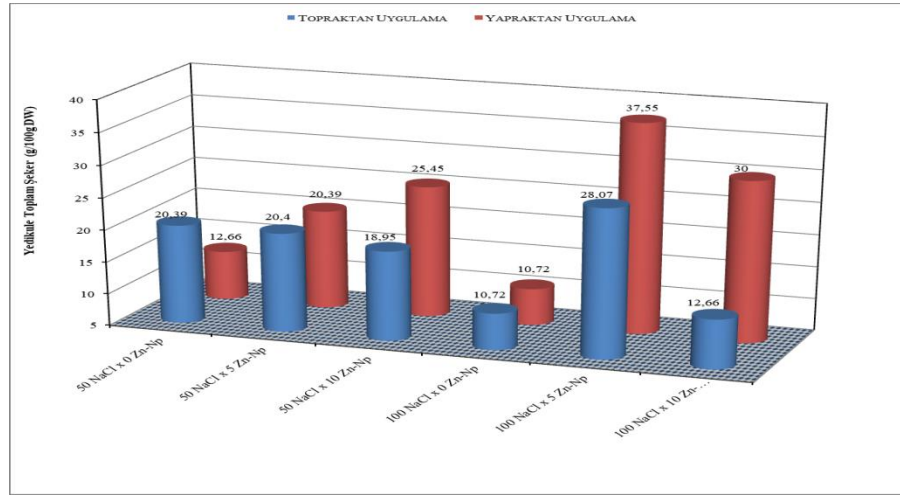
Uygulama şeklinin toplam şeker miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, her iki tuz konsantrasyonunda ve Fe-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar, topraktan yapılan uygulamalara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yapılan uygulamaların üçlü interaksiyonları neticesinde, her iki uygulama şeklinde de 50 mM tuz konsantrasyonunda belirlenen sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. (Çizelge 4.60, Şekil 4.90).

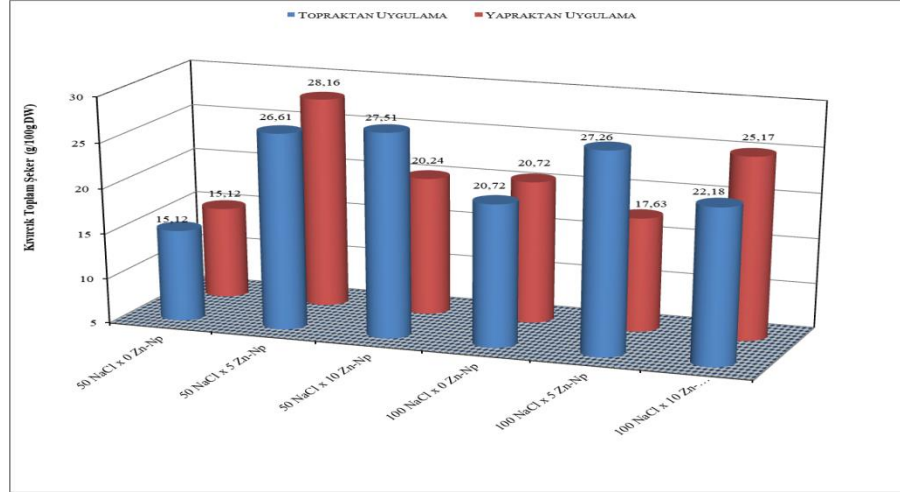
Çizelge 4.60 Zn-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) toplam şeker miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Toplam Şeker (g/100g DW)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	20.39 ± 0.36 c,b,a	15.12 ± 0.38 c,a,a
50 × 5 × T	20.40 ± 0.26 a,b,a	26.61 ± 0.18 b,a,a
50 × 10 × T	18.95 ± 0.03 b,b,a	27.51 ± 0.12 a,a,a
100 × 0 × T	10.72 ± 0.56 c,b,b	20.72 ± 0.26 c,a,a
100 × 5 × T	28.07 ± 0.32 a,b,b	27.26 ± 0.07 b,a,a
100 × 10 × T	12.66 ± 0.21 b,b,b	22.18 ± 0.05 a,a,a
50 × 0 × Y	12.66 ± 0.21 c,a,a	15.12 ± 0.38 c,b,a
50 × 5 × Y	20.39 ± 0.36 a,a,a	28.16 ± 0.49 b,b,a
50 × 10 × Y	25.45 ± 0.26 b,a,a	20.24 ± 0.04 a,b,a
100 × 0 × Y	10.72 ± 0.56 c,a,b	20.72 ± 0.23 c,b,a
100 × 5 × Y	37.55 ± 0.29 a,a,b	17.63 ± 0.18 b,b,a
100 × 10 × Y	30.00 ± 0.22 b,a,b	25.17 ± 0.07 a,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Zn-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Zn-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.90 Zn-NP'nin Yedikule'de toplam şeker miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.91 Zn-NP'nin Kivircik'ta toplam şeker miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde, Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek toplam şeker miktarı (20.40 g/100g) 5 mg/L Zn-NP uygulanan örneklerde belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer bir durum söz konusu olup en yüksek toplam şeker miktarı (28.07 g/100g) 5 mg/L Zn-NP uygulanan örneklerde belirlenmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda, yapraktan yapılan uygulamalarda en yüksek toplam şeker miktarı (28.16 g/100g) 5 mg/L Zn-NP uygulanan örneklerde belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek toplam şeker miktarı (25.17 g/100g) 10 mg/L Zn-NP uygulanan örneklerde belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin toplam şeker miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, her iki tuz konsantrasyonunda ve Fe-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar, yapraktan yapılan uygulamalara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yapılan uygulamaların üçlü interaksiyonları neticesinde, her iki tuz konsantrasyonunda yapılan uygulamaların tamamı istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. en yüksek toplam şeker miktarı, 50 mM tuz konsantrasyonunda, yapraktan uygulanan (28.16 g/100g) 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

4.2.27 C vitamini

Yedikule ve Kıvrıcık bitki çeşitlerinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Zn-NP dozları (5 ve 10 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) C vitamini üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır. Çizelge 4.61’de Yedikule’de tuz x Zn-NP uygulamasının ikili interaksyonu verilmiştir.

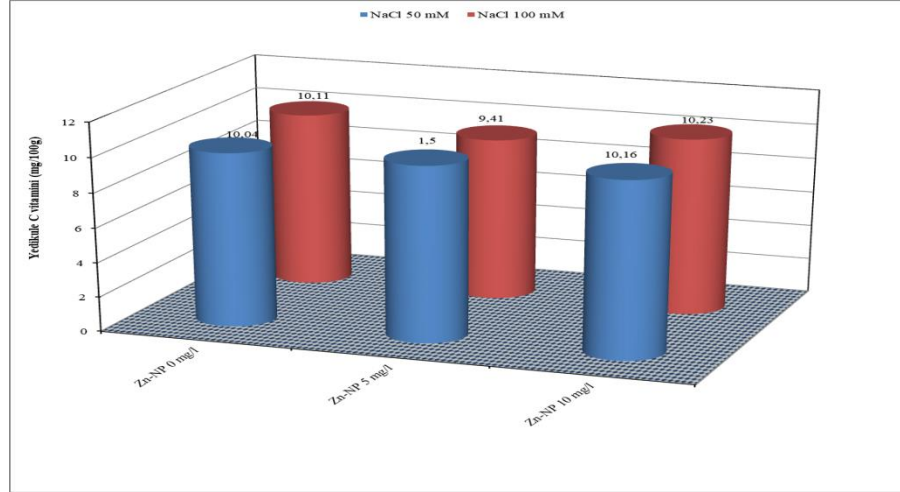
Zn-NP uygulanmayan kontrol gruplarında tuz konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. Benzer şekilde, 5 ve 10 mg/L Zn-NP dozlarının, farklı tuz konsantrasyonlarında belirlenen C vitamini miktarları da istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Her iki tuz konsantrasyonunda da uygulanan Fe-NP dozları (5 ve 10 mg/L) istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmekte olup, Fe-NP uygulanmayan örnek gruplarından daha anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.61 Zn-NP’nin Yedikule’de C vitamini miktarı üzerine etkileri

Tuz	Yedikule’de C vitamini (mg/100g)		
	Zn-NP		
	0	5	10
50	10.04 ± 0.10 a,b	10.13 ± 0.15 a,a	10.16 ± 0.07 a,a
100	10.11 ± 0.11 a,b	9.41 ± 0.07 a,a	10.23 ± 0.19 a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Zn-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının C vitamini miktarı üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Zn-NP’nin farklı dozlarının C vitamini miktarı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.92 Zn-NP'nin Yedikule'de C vitamini miktarı üzerine etkileri

4.3 Yedikule ve Kıvırcık'ta Nanopartiküler Bakır Oksit Uygulamaları

4.3.1 Baş yüksekliği

Çizelge 4.62'de Cu-NP uygulamalarının Yedikule'de baş yüksekliği üzerine etkileri verilmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalar incelendiğinde, en yüksek baş yüksekliği değeri (29.03 cm) Cu-NP uygulanmayan kontrol dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP uygulamaları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 27.13 cm ile en yüksek baş yüksekliği 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, 0 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Yapraktan uygulanan Cu-NP dozlarında, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek baş yüksekliği değeri (29.03 cm) Cu-NP uygulanmayan kontrol dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP uygulamaları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 26.53 cm ile en yüksek baş yüksekliği 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, 0 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. En düşük baş yüksekliği değeri ise 23.40 cm ile 100 mg/L Cu-NP dozunda ölçülmüştür.

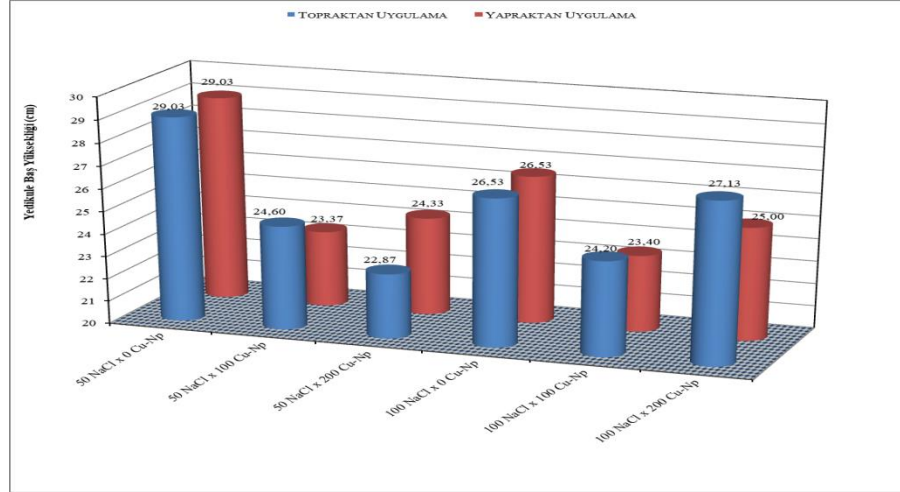
Uygulama şeklinin baş yüksekliğine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarının uygulama şekillerinin baş yüksekliği üzerine istatistiksel olarak farklılığı bulunmamaktadır.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde en yüksek baş yüksekliği değeri 29.03 cm ile 50 mM tuz x 0 Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, 100 mM tuz x 0 Cu-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. Diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilerek, baş yüksekliği üzerine etkileri aynı bulunmuştur (Şekil 4.93).

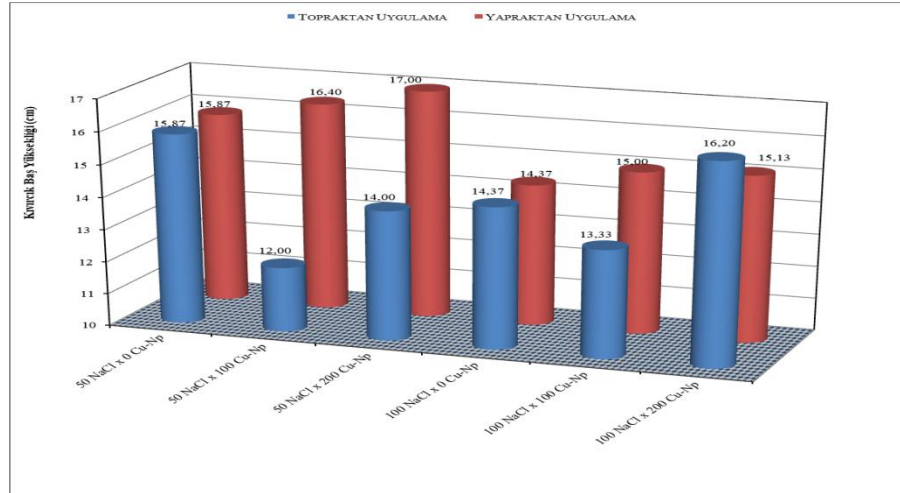
Çizelge 4.62 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrırcık'ta (Fiyonk) baş yüksekliği üzerine etkileri

Uygulama	Baş Yüksekliği (cm)	
	Yedikule	Kıvrırcık
50 × 0 × T	29.03 ± 0.58 a,a,a	15.87 ± 0.37 a,b,a
50 × 100 × T	24.60 ± 0.17 c,a,b	12.00 ± 0.92 a,b,b
50 × 200 × T	22.87 ± 0.61 c,a,b	14.00 ± 0.29 a,b,a
100 × 0 × T	26.53 ± 0.61 b,a,a	14.37 ± 0.58 a,b,a
100 × 100 × T	24.20 ± 0.12 c,a,b	13.33 ± 0.09 a,b,b
100 × 200 × T	27.13 ± 0.52 b,a,b	16.20 ± 0.15 a,b,a
50 × 0 × Y	29.03 ± 0.58 a,a,a	15.87 ± 0.37 a,a,a
50 × 100 × Y	23.37 ± 0.70 c,a,b	16.40 ± 0.23 a,a,a
50 × 200 × Y	24.33 ± 0.33 c,a,b	17.00 ± 0.12 a,a,a
100 × 0 × Y	26.53 ± 0.61 b,a,a	14.37 ± 0.58 a,b,a
100 × 100 × Y	23.40 ± 0.69 c,a,b	15.00 ± 0.35 a,b,a
100 × 200 × Y	25.00 ± 0.52 b,a,b	15.13 ± 0.12 a,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.93 Cu-NP'nin Yedikule'de baş yüksekliği üzerine etkileri



Şekil 4.94 Cu-NP'nin Kıvırcık'ta baş yüksekliği üzerine etkileri

Çizelge 4.62'de 50 mM tuz ve toprak uygulaması yapılan örneklerde Cu-NP dozlarının Kıvırcık Fiyonk çeşidinde baş yüksekliği üzerine etkileri incelendiğinde Cu-NP uygulanmayan örneklerde en yüksek (15.87 cm) değer elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çizelgeden anlaşıldığı üzere 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 100 mg/L Cu-NP (50x100xT) grubunda en düşük baş yüksekliği değeri 12.00 cm olarak kaydedilmiştir. Bu değer, hem Cu-NP uygulanmayan örneklerden (15.87 cm) hem de 200 mg/ Cu-NP uygulanan örneklerden (14.00 cm) istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüktür.

100 mM tuz ve toprak uygulaması yapılan örneklerde en yüksek baş yüksekliği (16.20 cm) 200 mg/L Cu-NP uygulamasından elde edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yine Çizelge 4.63 incelendiğinde bu uygulama grubunda, 0 mg/L ve 100 mg/ Cu-NP gruplarının. 200 mg/L Cu-NP uygulamasının 100 mM tuz ve toprak koşullarında, diğer Cu-NP dozlarına göre baş yüksekliğini istatistiksel olarak anlamlı şekilde artırdığı tespit edilmiştir.

50 mM ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan Cu-NP dozları (0, 100, 200 mg/L) arasında (sırasıyla 15.87 cm, 16.40 cm, 17.00 cm) istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak 50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 200 mg/L Cu-NP uygulaması 17.00 cm ile en yüksek baş yüksekliği değerini vermiştir.

50mM tuz konsantrasyonunda 100 mg/ Cu-NP uygulamaları karşılaştırıldığında topraktan uygulanan ve yapraktan uygulanan Cu-NP dozları arasında anlamlı bir fark olup, yaprak uygulamasının (16.40 cm) baş büyüklüğü üzerine etkisinin topraktan uygulanan Cu-NP' den daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

50mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 200 mg/L Cu-NP' nin de yaprak uygulamasının (17.00 cm) toprak uygulamasına (14.00 cm) nazaran baş büyüklüğü üzerine etkisi daha fazla olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

100 mM tuz konsantrasyonunda 100 mg/L Cu-NP yapraktan ve topraktan yapılan uygulama etkisi incelendiğinde, yapraktan belirtilen konsantrasyonda yapılan Cu-NP uygulamasının (15.00 cm), topraktan uygulanan Cu-NP den (13.33 cm) daha etkili olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

100 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 200 mg/L Cu-NP dozlarında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fak bulunmamaktadır.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde en yüksek baş yüksekliği değerini veren gruplar sırası ile 50 mM tuz konsantrasyonunda 200 mg/L Cu-NP' nin yapraktan uygulandığı örnekler (17.00 cm) ile Cu-NP uygulanamayan örnekler (15.87 cm) ve 100 mM tuz konsantrasyonunda 200 mg/ l Cu-NP' nin topraktan uygulandığı örneklerdir (16.20 cm). En düşük baş yüksekliğine sahip grup ise 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 100 mg/L Cu-NP' dir (12.00 cm) (Şekil 4.93).

4.3.2 Kök boyu

Yedikule ve Kıvrıcık bitki çeşitlerinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Cu-NP dozları (100 ve 200 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök boyu üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.63 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) kök boyu üzerine etkileri kök boyu

Uygulama	Kök Boyu (cm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	32.27 ± 1.41	29.53 ± 1.16
50 × 100 × T	50.00 ± 10.4	27.97 ± 4.13
50 × 200 × T	47.00 ± 10.5	29.20 ± 1.25
100 × 0 × T	32.23 ± 1.41	31.80 ± 0.40
100 × 100 × T	40.23 ± 6.30	30.43 ± 4.48
100 × 200 × T	30.37 ± 1.68	25.20 ± 1.10
50 × 0 × Y	32.27 ± 1.41	29.53 ± 1.16
50 × 100 × Y	36.70 ± 0.80	24.13 ± 1.76
50 × 200 × Y	25.30 ± 6.33	25.73 ± 3.73
100 × 0 × Y	32.23 ± 1.41	31.80 ± 0.40
100 × 100 × Y	33.00 ± 9.46	24.80 ± 3.75
100 × 200 × Y	27.73 ± 3.74	27.30 ± 7.42

4.3.3 Kök yaş ağırlık

Yedikule ve Kıvrıcık bitki çeşitlerinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Cu-NP dozları (100 ve 200 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök yaş ağırlık üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yedikule Fiyonk çeşidinde ikili interaksiyon $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli bulunan tuz x Cu-NP uygulaması Çizelge 4.64' de verilmiştir.

0 Cu-NP dozunda, 50 mM tuz konsantrasyonunda ölçülen kök yaş ağırlığı 5.00 g ile istatistiksel olarak 100 mM tuz konsantrasyonunda ölçülen kök yaş ağırlığı değerinden anlamlı bulunmuştur. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında 50 mM tuz konsantrasyonunda ölçülen değerler, istatistiksel olarak 100 mM tuz konsantrasyonunda ölçülen kök yaş ağırlığı değerlerinden anlamlı bulunmuştur.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan 0,100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarının kök yaş ağırlık değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.64 Farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP'nin kök yaş ağırlığı üzerine etkileri

Tuz	Yedikule Kök Yaş Ağırlık (g)		
	Cu-NP		
	0	100	200
50	5.00 ± 0.48 a,a	7.22 ± 0.58 a,a	5.40 ± 0,62 a,a
100	4.30 ± 0.51 b,a	4.10 ± 0.40 b,a	4.96 ± 0.46 b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Cu-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının kök yaş ağırlığı üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Cu-NP'nin farklı dozlarının kök yaş ağırlığı üzerine etkilerini göstermektedir.

4.3.4 Kök kuru ağırlık

Yedikule ve Kıvrıcık bitki çeşitlerinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Cu-NP dozları (100 ve 200 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök kuru ağırlık üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yedikule'de ikili interaksiyon $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli bulunan tuz x Cu-NP uygulaması Çizelge 4.65'da verilmiştir.

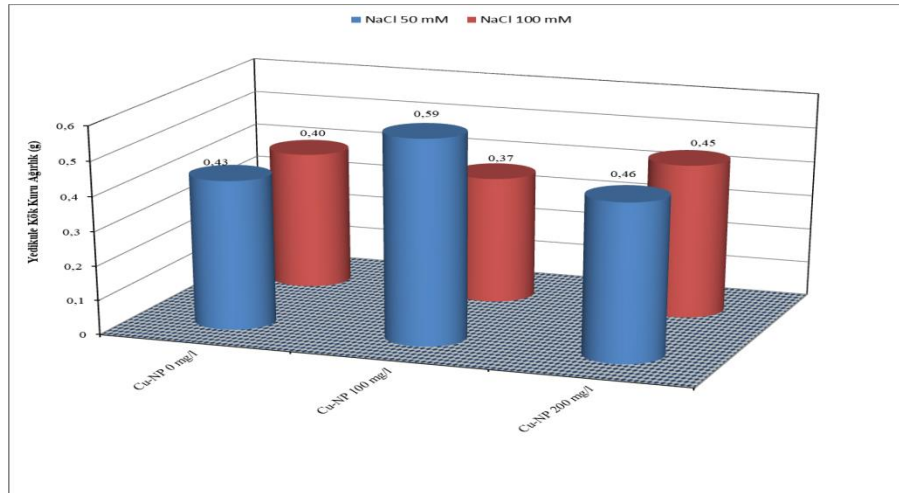
0 Cu-NP dozunda, 50 mM tuz konsantrasyonunda ölçülen kök kuru ağırlığı 0.43 g ile istatistiksel olarak 100 mM tuz konsantrasyonunda ölçülen kök kuru ağırlığı değerinden anlamlı bulunmuştur. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında 50 mM tuz konsantrasyonunda ölçülen değerler, istatistiksel olarak 100 mM tuz konsantrasyonunda ölçülen kök kuru ağırlığı değerlerinden anlamlı bulunmuştur.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan 0,100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarının kök kuru ağırlık değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir (Şekil 4.95).

Çizelge 4.65 Farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP'nin kök kuru ağırlığı üzerine etkileri

Tuz	Yedikule Kök Kuru Ağırlık (g)		
	Cu-NP		
	0	100	200
50	0.43 ± 0.02 a,a	0.59 ± 0.04 a,a	0.46 ± 0.06 a,a
100	0.40 ± 0.04 b,a	0.37 ± 0.04 b,a	0.45 ± 0.05 b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra farklı Cu-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının kök kuru ağırlığı üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Cu-NP'nin farklı dozlarının kök kuru ağırlığı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.95 Yedikule'de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP'nin kök kuru ağırlığı üzerine etkileri

4.3.5 Bitki yaş ağırlığı

Yedikule Manto çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek bitki yaş ağırlığı 85.32 g ile 200 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiş olmasına rağmen 0 Cu-NP uygulaması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük bitki yaş ağırlığı ise 80.10 g ile 100 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek yaş ağırlık değeri (76.62 g) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozu istatistiksel

olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 60.39 g ile en düşük bitki yaş ağırlık değeri 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiş olup, bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek bitki yaş ağırlık değeri (83.47 g) 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. Cu-NP dozu arttıkça bitki yaş ağırlık değerlerinde düşüş kaydedilmiş olup, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları arasında istatistiksel olarak benzerlik bulunmaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek yaş ağırlık değeri (73.48 g) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozu istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 60.39 g ile en düşük bitki yaş ağırlık değeri 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiş olup, bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

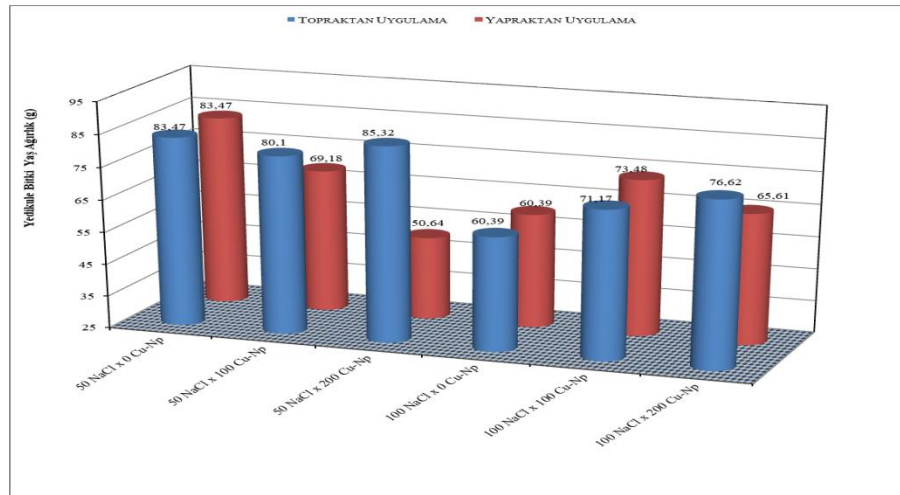
Uygulama şeklinin bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Elde edilen verilerin üçlü interaksiyonları değerlendirildiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 0, 100 ve 200 mg/L Cu-NP x toprak ve 0, 100 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamaları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir ve en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri 50 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasından (85.32 g) elde edilmiştir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 200 mg/L Cu-NP uygulamaları istatistiksel olarak bitki yaş ağırlığı üzerine en az etkiye sahip uygulamalar olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.66, Şekil 4.96).

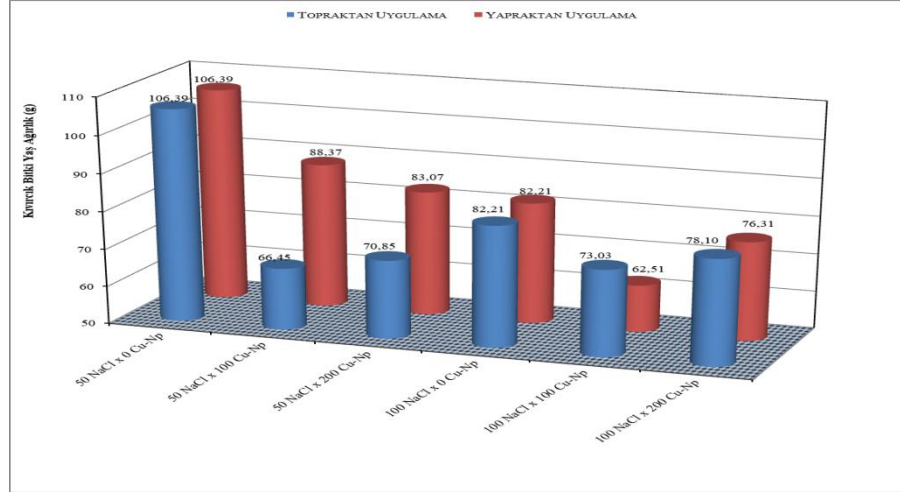
Çizelge 4.66 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıkcık'ta (Fiyonk) bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Bitki Yaş Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvrıkcık
50 × 0 × T	83.47 ± 0.16 a,a,a	106.39± 1.33 a,ab,a
50 × 100 × T	80.10 ± 0.59 ab,a,a	66.45 ± 0.49 b,ab,b
50 × 200× T	85.32 ± 0.08 bc,a,a	70.85 ± 0.33 b,ab,b
100 × 0 × T	60.39 ± 0.64 c,b,a	82.21 ± 0.56 b,b,a
100 × 100 × T	71.17 ± 0.51 b,b,a	73.03 ± 0.03 c,b,b
100 × 200 × T	76.62 ± 0.36 b,b,a	78.10 ± 1.69 b,b,b
50 × 0 × Y	83.47 ± 0.16 a,b,a	106.39± 1.33 a,a,a
50 × 100 × Y	69.18 ± 0.54 ab,b,a	88.37 ± 0.58 b,a,b
50 × 200 × Y	50.64 ± 0.41 bc,b,b	83.07 ± 2.28 b,a,b
100 × 0 × Y	60.39 ± 0.64 c,b,a	82.21 ± 0.56 b,b,a
100 × 100 × Y	73.48 ± 0.15 b,b,a	62.51 ± 0.15 c,b,b
100 × 200 × Y	65.61 ± 0.57 b,b,b	76.31 ± 1.75 b,b,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.96 Cu-NP'nin Yedikule'de bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4.97 Cu-NP'nin Kıvırcık'ta bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri

Çizelge 4.66'da Kıvırcık Fiyonk çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan Cu-NP dozlarının verim üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek verim miktarı (106.39 g) Cu-NP uygulanmayan örnek grubundan elde edilmiştir. 200 mg/L Cu-NP uygulanan örnek gruplarından 70.85 g, 100 mg/L Cu-NP uygulanan örnek gruplarından ise 66.45 g verim elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan Cu-NP dozlarının verim üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek verim miktarı (82.21g) Cu-NP uygulanmayan örnek grubundan elde edilmiştir. 200 mg/L Cu-NP uygulanan örnek gruplarından 78.10g, 100 mg/L Cu-NP uygulana örnek gruplarından ise 73.03g verim elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan Cu-NP dozlarının verim üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek verim miktarı (106.39 g) Cu-NP uygulanmayan örnek grubundan elde edilmiştir. 100 mg/L Cu-NP uygulanan örnek gruplarından 88.37 g, 200 mg/L Cu-NP uygulanan örnek gruplarından ise 83.07 g verim elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan Cu-NP dozlarının verim üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek verim miktarı (82.21g) Cu-NP uygulanmayan örnek

grubundan elde edilmiştir. 200 mg/L Cu-NP uygulanan örnek gruplarından 76.31 g, 100 mg/L Cu-NP uygulanan örnek gruplarından ise 62.51 g verim elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

50 mM tuz konsantrasyonunda 100 mg/L Cu-NP uygulanan örnek grupları uygulama şekillerine göre karşılaştırıldığında 88.37 g ile yapraktan yapılan uygulamadan yüksek değer elde edilmiştir. Topraktan uygulanan 100 mg/L Cu-NP uygulamasında ise 66.45 g bitki yaş ağırlığı elde edilmiş olup Cu-NP'nin uygulama şekli istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

50 mM tuz konsantrasyonunda 200 mg/L Cu-NP uygulanan örnek grupları karşılaştırıldığında ise 83.07 g ile yapraktan yapılan Cu-NP uygulaması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Topraktan yapılan uygulamada ise bitki yaş ağırlığı 70.85 g değerini vermiştir.

100 mM tuz konsantrasyonunda 100 mg/L Cu-NP uygulaması incelendiğinde ise toprak uygulamasından elde edilen değer 73.03 g iken aynı doz Cu-NP'nin yapraktan yapılan uygulamasında 62.55 g değeri elde edilmiştir. Bu iki değer arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

100 mM tuz konsantrasyonunda 200 mg/L Cu-NP dozunun topraktan uygulanmadığı örneklerde bitki yaş ağırlığı 78.10 g iken, yapraktan yapılan uygulamada elde edilen değer 76.31 g olup bu iki uygulama istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

Üçlü interaksyonları incelendiğinde en yüksek performansı 50 mM tuz konsantrasyonundaki (106.39 g) kontrol grubunun gösterdiği, sırası ile 50 mM tuz konsantrasyonunda (88.37 g) yapraktan uygulana 100 mg/L Cu-NP. ile 50 mM tuz konsantrasyonunda (83.07 g) yapraktan uygulana 200 mg/L Cu-NP'nin yüksek performans gösterdiği görülmektedir. En düşük performans ise sırası ile 100 mM tuz konsantrasyonunda 100mg/L Cu-NP'nin yapraktan uygulandığı (62.51 g) örnekler ile 50

mM tuz konsantrasyonunun 100mg/L Cu-NP'nin topraktan uygulandığı (66.45 g) örnekler vermiştir (Şekil 4.97).

4.3.6 Bitki kuru ağırlık

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek bitki kuru ağırlık değeri (5.57 g) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. Cu-NP dozu arttıkça bitki kuru ağırlığında düşüş meydana gelmiştir ve 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında belirlenen bitki kuru ağırlık değerleri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında elde edilen değerler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek bitki kuru ağırlık değeri (5.57 g) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. Cu-NP dozu arttıkça bitki kuru ağırlığında düşüş meydana gelmiştir ve 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında belirlenen bitki kuru ağırlık değerleri (4.29 ve 3.77 g) istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında elde edilen değerler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

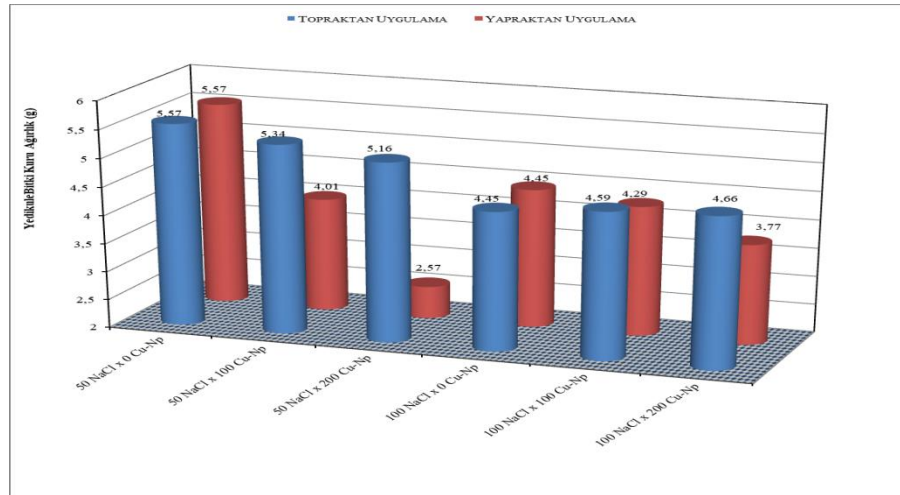
Uygulama şeklinin bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde en yüksek bitki kuru ağırlığını veren örnek grupları; 50 ve 100 tuz konsantrasyonlarında kontrol grupları, 100 ve 200 mg/L Cu-NP x toprak uygulamaları olarak belirlenmiştir. En yüksek bitki kuru ağırlığı değeri 5.57 g ile 50 mM tuz x 0 Cu-NP dozunda belirlenmiştir. Her iki tuz konsantrasyonunda da 200 mg/L Cu-NP dozunun yapraktan yapılan uygulamaları, istatistiksel olarak bitki kuru ağırlığı üzerine en az etkiye sahip uygulamalar olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.67, Şekil 4.98).

Çizelge 4.67 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Bitki Kuru Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	5.57 ± 0.16 a,a,a	5.10 ± 0.00
50 × 100 × T	5.36 ± 0.06 b,a,a	4.46 ± 0.04
50 × 200 × T	5.16 ± 0.08 b,a,a	3.82 ± 0.17
100 × 0 × T	4.45 ± 0.32 b,b,a	4.72 ± 0.05
100 × 100 × T	4.59 ± 0.06 b,b,a	4.18 ± 0.05
100 × 200 × T	4.66 ± 0.20 b,b,a	3.61 ± 0.10
50 × 0 × Y	5.57 ± 0.16 a,b,a	5.10 ± 0.00
50 × 100 × Y	4.01 ± 0.00 b,b,b	3.86 ± 0.15
50 × 200 × Y	2.57 ± 0.07 b,b,c	4.08 ± 0.03
100 × 0 × Y	4.45 ± 0.32 b,b,a	4.72 ± 0.05
100 × 100 × Y	4.29 ± 0.06 b,b,b	3.14 ± 0.03
100 × 200 × Y	3.77 ± 0.02 b,b,c	3.76 ± 0.14

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



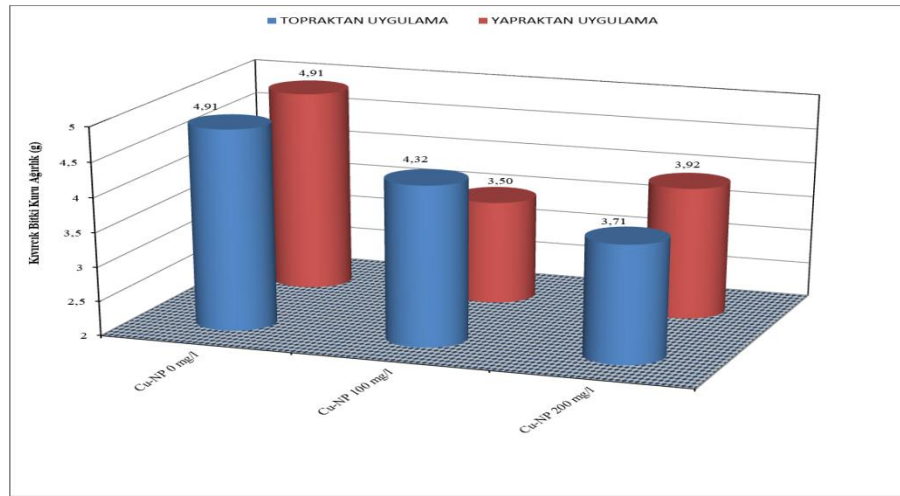
Şekil 4.98 Cu-NP'nin Yedikule'de bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri

Kıvrıcık bitki çeşitlerinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Cu-NP dozları (100 ve 200 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) bitki kuru ağırlığına etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.68). İkili interaksiyonu $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli bulunan Cu-NP x uygulama şekli verileri Çizelge 4.68'de verilmiştir.

Çizelge 4.68 Kıvırcık'ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri

Cu-NP	Kıvırcık Bitki Kuru Ağırlık (g)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	4.91 ± 0.09 a,a	4.91 ± 0.09 a,a
100	4.32 ± 0.07 b,a	3.50 ± 0.16 b,a
200	3.71 ± 0.10 b,a	3.92 ± 0.10 b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Cu-NP dozlarının bitki kuru ağırlığı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Cu-NP dozlarında uygulama şekillerinin bitki kuru ağırlığı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.99 Kıvırcık'ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri

Bitki kuru ağırlığı üzerindeki Cu-NP dozlarının ve uygulama şekillerinin etkileri Çizelge 4.68'de görülebilir. En yüksek bitki kuru ağırlığı Cu-NP uygulanmayan kontrol dozunda (4.91 g) elde edilmiştir.

Topraktan uygulanan Cu-NP dozlarında, Cu-NP dozu arttıkça bitki kuru ağırlığı istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmıştır. 0 mg/L'de 4.91 g iken, 100 mg/L'de 4.32 g'a 200 mg/L'de ise 3.71 g'a düşmüştür. Bu toprak uygulamalarında artan Cu-NP konsantrasyonunun bitki gelişimini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Yapraktan uygulanan Cu-NP dozlarında ise, topraktan uygulamaların aksine, Cu-NP dozu arttıkça bitki kuru ağırlığında ters bir etki gözlemlenmiştir. 100 mg/L Cu-NP

uygulamasında 3.51 g elde edilirken, 200 mg/L Cu-NP dozunda 3.92 g ile daha yüksek bir değer elde edilmiştir. Bu durum, yapraktan uygulamada daha yüksek Cu-NP dozunun belirli bir eşiğe kadar bitki kuru ağırlılığını artırabileceğini dūřündürmektedir.

Uygulama şekilleri karşılaştırıldığında 100 mg/L Cu-NP dozunda, topraktan uygulanan (4.32 g) Cu-NP'nin, yapraktan uygulanan (3.51g) Cu-NP'ye oranla daha yüksek bir bitki kuru ağırlılığı sağladığı ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

200 mg/ Cu-NP dozunda ise, yapraktan yapılan uygulama (3.92 g), topraktan yapılan uygulamadan (3.71 g) daha yüksek sonuçlar elde etmiştir ve bu sonuçların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (şekil 4.99).

4.3.7 Yaprak oransal su içeriği

Çizelge 4.69'da Yedikule bitki çeřidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda % 83.30 ile en yüksek yaprak oransal su içerięi 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiřtir ve 100 mg/L Cu-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grup içinde deęerlendirilmektedir. En dūřuk yaprak oransal su içerięi 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiřtir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek yaprak oransal su içerięi (% 86.18) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiřtir ve 100 mg/L Cu-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grup içinde deęerlendirilmektedir. En dūřuk yaprak oransal su içerięi 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiřtir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda, en yüksek yaprak oransal su içerięi (% 90.55) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiřtir ve 100 mg/L Cu-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grup içinde deęerlendirilmektedir. En dūřuk yaprak oransal su içerięi 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiřtir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek yaprak oransal su içerięi (% 87.88) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiřtir ve 200 mg/L Cu-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grup içinde deęerlendirilmektedir. En dūřuk yaprak oransal su içerięi 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiřtir.

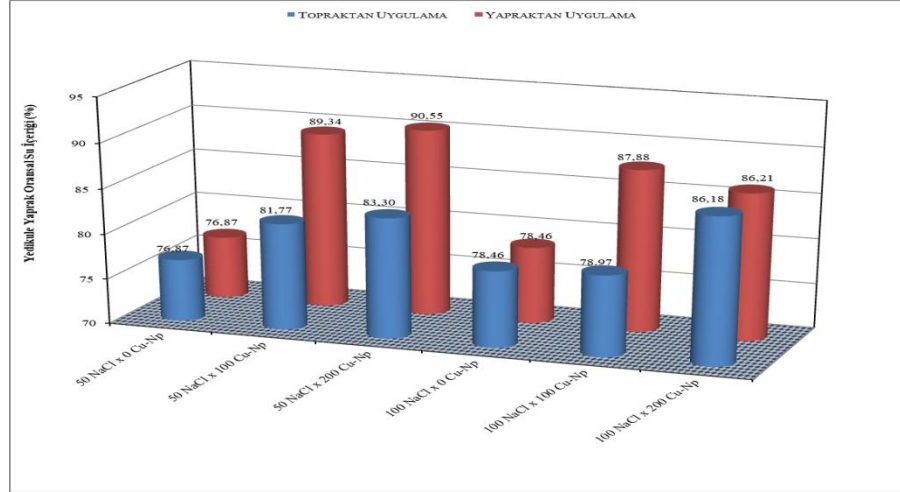
Yaprak oransal su içeriği üzerine uygulama şeklinin etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalarda yaprak oransal su içeriği değerleri, topraktan yapılan uygulamalarda kaydedilen değerlerden daha yüksek olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise her iki Cu-NP dozunda da elde edilen veriler değerler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesi neticesinde, en yüksek yaprak oransal su içeriği değerlerini veren uygulamalar, 50 ve 100 mM tuz x 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalardır. % 90.55 ile 50 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP dozu en yüksek değerin kaydedildiği uygulamadır. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Cu-NP uygulanmayan örnekler ise istatistiksel olarak en düşük yaprak oransal su içeriği değerinin kaydedildiği örnek gruplarıdır (Şekil 4.100).

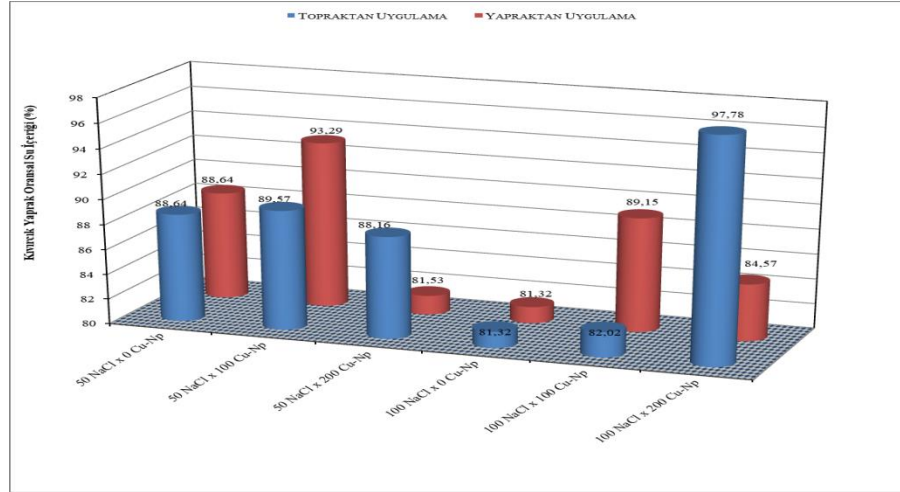
Çizelge 4.69 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Oransal Su İçeriği (%)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	76.87 ± 0.11 b,b,d	88.64 ± 0.34 ab,a,b
50 × 100 × T	81.77 ± 0.32 a,b,c	89.57 ± 0.19 a,a,b
50 × 200 × T	83.30 ± 0.05 a,b,b	88.16 ± 0.03 bc,a,a
100 × 0 × T	78.46 ± 0.40 b,ab,d	81.32 ± 0.06 c,a,b
100 × 100 × T	78.97 ± 0.68 a,ab,c	82.02 ± 0.57 bc,a,b
100 × 200 × T	86.18 ± 1.09 a,ab,b	97.78 ± 1.18 a,a,a
50 × 0 × Y	76.87 ± 0.11 b,a,d	88.64 ± 0.34 ab,a,b
50 × 100 × Y	89.34 ± 0.06 a,a,a	93.29 ± 0.01 a,a,a
50 × 200 × Y	90.55 ± 0.64 a,a,a	81.53 ± 0.64 bc,a,b
100 × 0 × Y	78.46 ± 0.40 b,ab,d	81.32 ± 0.06 c,a,b
100 × 100 × Y	87.88 ± 0.06 a,ab,a	89.15 ± 0.64 bc,a,a
100 × 200 × Y	86.21 ± 0.61 a,ab,a	84.57 ± 0.15 a,a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.100 Cu-NP' nin Yedikule'de yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri



Şekil 4.101 Cu-NP' nin Kıvrırcık'ta yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri

Kıvrırcık bitki çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan Cu-NP'nin farklı dozlarından elde edilen değerler istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise, en yüksek yaprak oransal su içeriği 200 mg/L Cu-NP uygulanan örnek gruplarından (% 97.78) elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Cu-NP uygulanmayan (% 81.32) örnek gruplarından elde edilen yaprak oransal su içeriği ile 100 mg/L Cu-NP uygulanan (% 82.02) örnek gruplarından elde edilen değerler istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. 100mM tuz konsantrasyonunda Cu-NP dozu arttıkça yaprak oransal su içeriğinin de arttığı görülmektedir.

50mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan Cu-NP dozları karşılaştırıldığında en yüksek değer 100 mg/L Cu-NP uygulanan örneklerden (% 93.29) elde edilmiştir. En düşük yaprak oransal su içeriği ise 81.53 ile 200 mg/L Cu-NP uygulanan örneklerden elde edilmiştir. 50mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan Cu-NP dozlarının etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan Cu-NP dozları karşılaştırıldığında en yüksek değer 100 mg/L Cu-NP uygulanan örneklerden (% 89.15) elde edilmiştir. 200 mg/L Cu-NP uygulamasından elde edilen yaprak oransal su içeriği değeri 84.57, Cu-NP uygulanmayan örneklerden elde edilen değer ise % 81.32'dir. Bu üç uygulama arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda 100 mg/L Cu-NP uygulamaları uygulama şekillerine göre karşılaştırıldıklarında, yapraktan uygulanan Cu-NP'nin % 93.29 ile yaprak oransal su içeriğinin, topraktan uygulanan Cu-NP' den (% 89.64) daha yüksek değer verdiği ve istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu görülmektedir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 200 mg/L Cu-NP dozunun toprak uygulamasının % 88.12 ile yaprak oransal su içeriği üzerine etkisinin yapraktan yapılan uygulamadan (% 81.53) daha etkili olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

100 mM tuz konsantrasyonunda 100 mg/L Cu-NP'nin yapraktan yapılan uygulamasının % 89.15 ile topraktan yapılan Cu-NP uygulamasından (% 82.02) daha yüksek değer verdiği görülmekte olup, elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

100 mM tuz konsantrasyonunda 200 mg/L Cu-NP'nin yapraktan yapılan uygulaması % 97.78 yaprak oransal su içeriği ile aynı dozda topraktan uygulanan Cu-NP uygulamasından (% 84.57) daha yüksek değer vermiştir. 100 mM tuz ve Cu-NP seviyesinde uygulama şeklinin kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

Topraktan uygulanan 100mM tuz ve 200 mg/L Cu-NP (%97.87) ile yapraktan uygulanan 50 mM tuz ve 100 mg/L Cu-NP (% 93.29) dozları yaprak oransal su içeriğinde en başarılı sonuçları vermiştir. Cu-NP uygulanmayan örnekler, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 mg/L ve 200 mg/L Cu-NP' nin topraktan uygulandığı örnekler ve 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 mg/L Cu-NP'nin yapraktan uygulandığı örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadırlar (Çizelge 4.69, Şekil 101).

4.3.8 Yaprak sayısı

Yedikule bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında 25.00 adet ile en çok yaprak sayısı 100 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiş olmasına rağmen 0 mg/L Cu-NP dozu (24.00 adet) istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur. En az yaprak sayısı ise 200 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında ise 23.00 adet ile en çok yaprak sayısı 200 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. 0, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir. En az yaprak sayısı 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında 24.00 adet ile en çok yaprak sayısı 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. 19.00 adet yaprak ile en az yaprak sayısı 200 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiş olup, yaprak sayısındaki azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise 24.00 adet ile en çok yaprak sayısı 100 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. 0 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En az yaprak sayısı 200 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir.

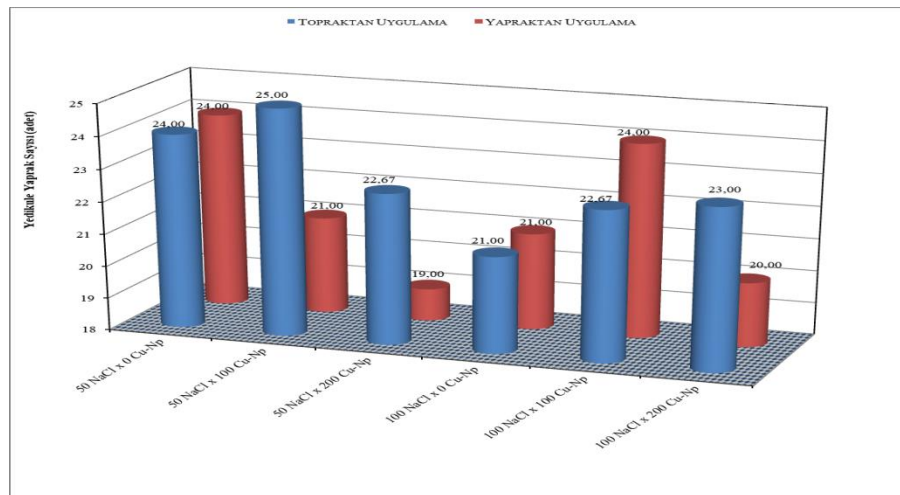
Uygulama şeklinin yaprak sayısına etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarının her ikisinde de topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarının her ikisinde de topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, yapraktan yapılan uygulamalar ile benzerlik göstermektedir.

Elde edilen veriler neticesinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 200 mg/L Cu-NP dozunun en az yaprak sayısı elde edilen örnek grupları olduğu ve istatistiksel olarak bu iki uygulamanın aynı grupta değerlendirildiği görülmektedir. Yapılan diğer uygulamalar ise istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiş ve yaprak sayısı üzerine etkilerinin aynı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.70, Şekil 4.102).

Çizelge 4.70 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıkcık'ta (Fiyonk) yaprak sayısı üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Sayısı (adet)	
	Yedikule	Kıvrıkcık
50 × 0 × T	24.00 ± 0.58 a,a,a	25.00 ± 1.15
50 × 100 × T	25.00 ± 0.00 abc,a,a	24.00 ± 0.00
50 × 200 × T	22.67 ± 0.88 c,a,a	21.00 ± 0.80
100 × 0 × T	21.00 ± 1.15 bc,ab,a	24.00 ± 1.73
100 × 100 × T	22.67 ± 0.88 ab,ab,a	25.00 ± 1.15
100 × 200 × T	23.00 ± 1.15 bc,ab,a	25.00 ± 1.15
50 × 0 × Y	24.00 ± 0.58 a,b,a	25.00 ± 1.15
50 × 100 × Y	21.00 ± 0.58 abc,b,a	27.00 ± 0.58
50 × 200 × Y	19.00 ± 0.00 c,b,b	26.00 ± 0.00
100 × 0 × Y	21.00 ± 1.15 bc,b,a	24.00 ± 1.73
100 × 100 × Y	24.00 ± 0.58 ab,b,a	22.00 ± 1.15
100 × 200 × Y	20.00 ± 0.58 bc,b,b	24.67 ± 2.91

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.102 Cu-NP'nin Yedikule'de yaprak sayısı üzerine etkileri

Kıvırcık bitki çeşidinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde, tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Cu-NP dozları (100 ve 200 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) yaprak sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.70).

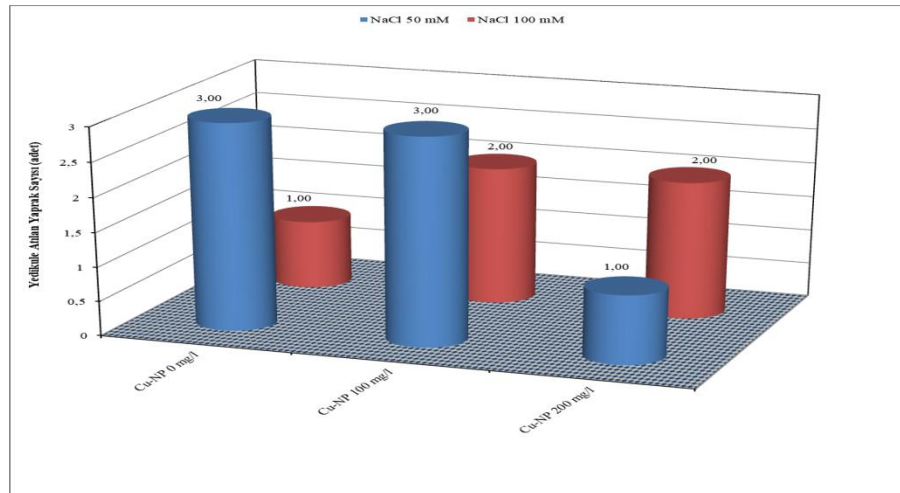
4.3.9 Atılan yaprak sayısı

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde, tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Cu-NP dozları (100 ve 200 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) yaprak sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.71 Yedikule’de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP’nin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

Tuz	Yedikule Atılan Yaprak Sayısı (adet)		
	Cu-NP		
	0	100	200
50	3.00 ± 0.00 a,a	3.00 ± 0.73 a,a	1.00 ± 0.52 b,b
100	1.00 ± 0.37 c,b	2.00 ± 0.58 b,a	2.00 ± 0.73 a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra farklı Cu-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının atılan yaprak sayısı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Cu-NP dozlarında uygulama şekillerinin atılan yaprak sayısı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.103 Yedikule’de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP’nin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

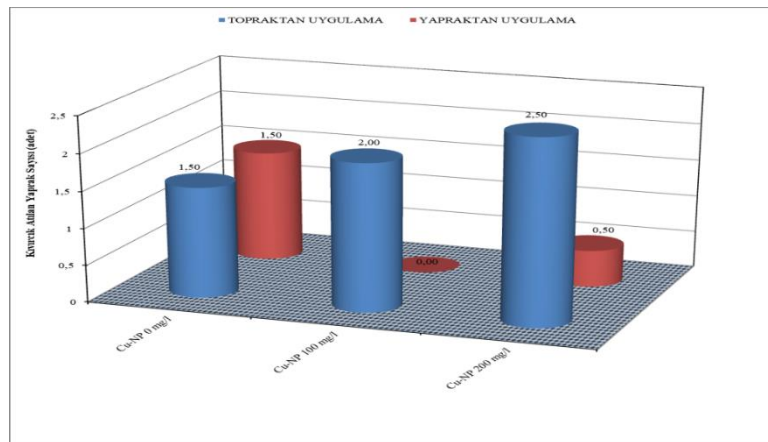
Yedikule’de, 0 mg/L Cu-NP dozunda 50 mM tuz konsantrasyonunda atılan yaprak sayısı 3.00 adet olup, 100 mM tuz konsantrasyonunda 1 adet yaprak atılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mg/L Cu-NP dozunda da 50 mM tuz konsantrasyonunda atılan yaprak sayısı (3.00 adet), 100 mM tuz konsantrasyonunda atılan yaprak sayısından (2.00 adet) fazladır. Cu-NP dozu arttığında ise (200 mg/L) 100 mM tuz konsantrasyonunda (2.00 adet), 50 mM tuz konsantrasyonundan (1.00 adet) daha fazla yaprak atıldığı görülmektedir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan Cu-NP dozları karşılaştırıldığında, 0 ve 100 mg/L Cu-NP dozlarının istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirildiği ve 3.00 adet yaprak atıldığı belirlenmiştir. 200 mg/L Cu-NP dozunda ise 1.00 adet yaprak atılmıştır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 0 mg/L Cu-NP dozunda 1 adet yaprak atılmıştır. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında ise 2.00 adet yaprak atılmıştır (Çizelge 4.71, Şekil 4.102).

Çizelge 4.72 Kıvırcık’ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

Cu-NP	Kıvırcık Atılan Yaprak Sayısı (adet)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	1.50 ± 0.34 a,a	1.50 ± 0.34 a,a
100	2.00 ± 0.37 a,a	0.00 ± 0.00 a,b
200	2.50 ± 0.62 a,a	0.50 ± 0.34 a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Cu-NP dozlarının atılan yaprak sayısı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Cu-NP dozlarında uygulama şekillerinin atılan yaprak sayısı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.104 Kıvırcık’ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

Çizelge 4.72 incelendiğinde farklı dozlardaki Cu-NP'nin topraktan uygulandığı örneklerde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmemiş olup, kontrol dozunda atılan yaprak sayısı 1.50 adettir. Cu-NP dozu arttıkça atılan yaprak sayısının da arttığı, 10 0mg/L Cu-NP dozunda atılan yaprak sayısının 2 adet olduğu, 200mg/L Cu-NP dozunda ise 2.50 adet yaprak atıldığı görülmektedir.

Yapraktan uygulanan Cu-NP dozlarında ise 100 mg/L Cu-NP dozunda hiç yaprak atılmadığı, 200 mg/L Cu-NP dozunda 0.50 adet yaprak atıldığı, Cu-NP uygulanmayan örneklerde ise 1.5 adet yaprak atıldığı görülmektedir.

Uygulama şekilleri karşılaştırıldığında ise yapraktan uygulanan 100 mg/L Cu-NP' de atılan yaprak bulunmazken, topraktan yapılan uygulamada 2 adet yaprak atıldığı ve istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu görülmektedir.

Yapraktan uygulanan 200 mg/L Cu-NP' de atılan yaprak sayısı 0.5 adet iken, topraktan yapılan uygulamada 2.5 adet yaprak atıldığı ve istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu görülmektedir. Yapraktan yapılan Cu-NP uygulamalarının atılan yaprak sayısı üzerine etkili olduğu, ancak artan Cu-NP dozunun atılan yaprak sayısını olumsuz etkilediği söylenebilir (Şekil 4.104).

4.3.10 Yaprak eni

Yedikule bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında 11.90 cm yaprak eni ile en yüksek değer 200 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. 10.60 cm ile en düşük yaprak eni 100 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında 11.00 cm yaprak eni ile en yüksek değer 200 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir ve istatistiksel olarak 0 ve 100 mg/L Cu-NP dozları ile benzerlik göstermektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise en yüksek yaprak eni değeri 11.20 cm ile 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük yaprak eni değeri ise 7.00 cm ile 100 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek

yaprak eni değeri 10.27 cm ile 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük yaprak eni değeri ise 6.53 cm ile 200 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir.

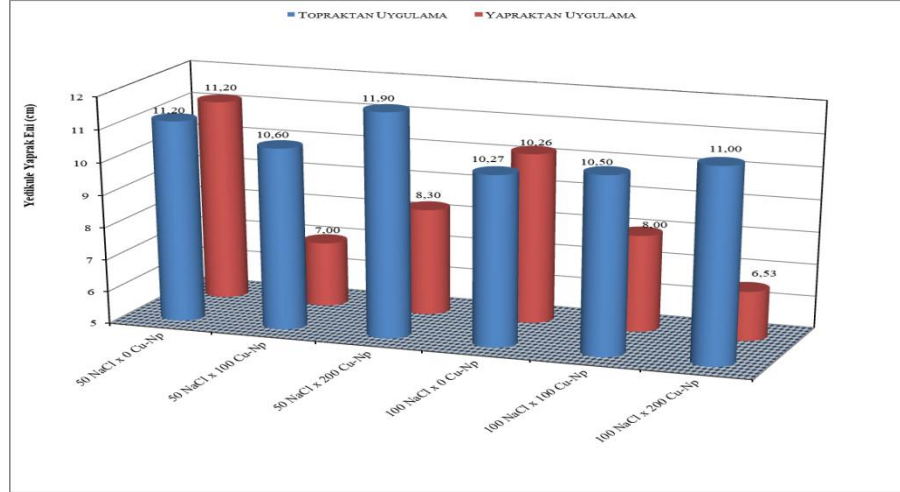
Uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Benzer şekilde, 100 mM tuz konsantrasyonunda da 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 200 mg/L Cu-NP dozu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük yaprak eni ölçümlerinin yapıldığı ve istatistiksel olarak yaprak eni üzerine en az etki yapan uygulamalar 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.73, Şekil 105).

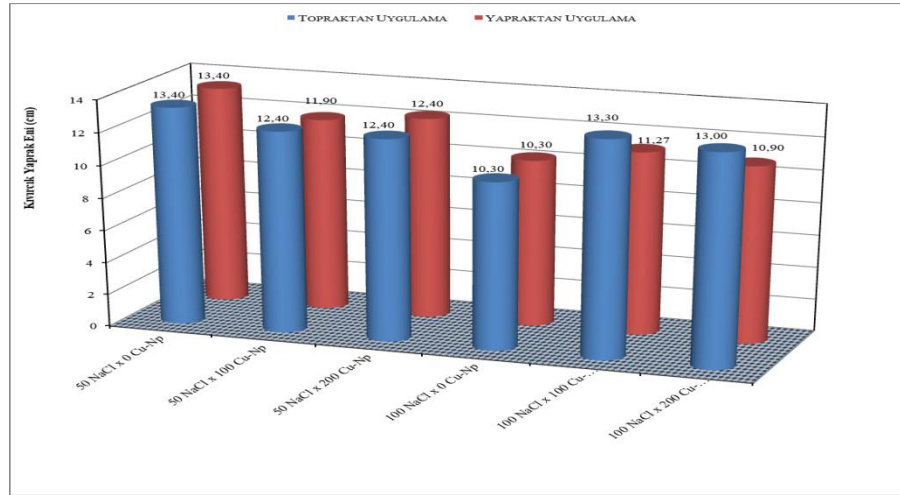
Çizelge 4.73 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) yaprak eni üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Eni (cm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	11.20 ± 0.12 a,a,ab	13.40 ± 0.23 a,a,a
50 × 100 × T	10.60 ± 0.17 b,a,b	12.40 ± 0.23 b,a,a
50 × 200 × T	11.90 ± 0.17 ab,a,a	12.40 ± 0.58 b,a,a
100 × 0 × T	10.67 ± 0.38 ab,a,ab	10.30 ± 0.06 c,a,a
100 × 100 × T	10.50 ± 0.17 ab,a,b	13.30 ± 0.17 b,a,a
100 × 200 × T	11.00 ± 0.29 b,a,a	13.00 ± 0.58 b,a,a
50 × 0 × Y	11.20 ± 0.12 a,b,ab	13.40 ± 0.23 a,a,a
50 × 100 × Y	7.00 ± 0.12 b,b,c	11.90 ± 0.17 b,a,a
50 × 200 × Y	8.30 ± 0.17 ab,b,c	12.40 ± 0.16 b,a,a
100 × 0 × Y	10.27 ± 0.38 ab,b,ab	10.30 ± 0.06 c,b,a
100 × 100 × Y	8.00 ± 0.00 ab,b,c	11.27 ± 0.19 b,b,a
100 × 200 × Y	6.53 ± 0.37 b,b,c	10.90 ± 0.12 b,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.105 Cu-NP'nin Yedikule'de yaprak eni üzerine etkileri



Şekil 4.106 Cu-NP'nin Kıvrırcık'ta yaprak eni üzerine etkileri

Çizelge 4.73'de 50 mM tuz ve toprak uygulaması yapılan örneklerde Cu-NP dozlarının yaprak eni üzerine etkileri incelendiğinde Cu-NP uygulanmayan örneklerde en yüksek (13.40cm) değer elde edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 100 mg/L Cu-NP (50x100xT) grubunda ve 200 mg/ Cu-NP (50x200xT) grubunda, yaprak eni 12.40 cm olup istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadırlar.

100 mM tuz ve toprak uygulaması yapılan örneklerde 100 mg/ Cu-NP uygulaması yapılan örneklerde yaprak eni 13.30 cm, 200 mg/ Cu-NP uygulanan örneklerde ise 13.00 cm olup, iki uygulama istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. En düşük değeri ise 10.30 cm ile Cu-NP uygulaması yapılmayan grup vermiştir.

50 mM tuz ve yaprak toprak uygulaması yapılan örneklerde Cu-NP dozlarının yaprak eni üzerine etkileri incelendiğinde, 13.40 cm ile Cu-NP uygulaması yapılmayan örneklerden en yüksek yaprak eni değeri elde edilmiştir. 200 mg/L Cu-NP uygulanan örneklerde 12.40 cm, 100 mg/L Cu-NP uygulanan örneklerde ise 11.90 cm değerleri elde edilmiş olup her iki uygulamada aynı grup içerisinde değerlendirilmiştir.

100 mM tuz ve yaprak uygulaması yapılan örneklerde 100 mg/L Cu-NP uygulaması yapılan örneklerde yaprak eni 11.27 cm, 200 mg/ Cu-NP uygulanan örneklerde ise 10.90 cm olup, iki uygulama istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. En düşük değeri ise 10.30 cm ile Cu-NP uygulaması yapılmayan grup vermiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda 100 mg/L Cu-NP uygulamaları karşılaştırıldığında topraktan uygulanan (12.4 cm) ve yapraktan uygulanan (11.9 cm) Cu-NP dozları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Aynı şekilde, 50 mM tuz konsantrasyonunda uygulana 200 mg/L Cu-NP dozları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç bulunmamaktadır.

100 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 100 mg/L Cu-NP'nin topraktan yapılan uygulamasının (13.30 cm), yapraktan yapılan (11.27 cm) uygulamadan daha etkili olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

200 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 100 mg/L Cu-NP'nin topraktan yapılan uygulamasının (13.00 cm), yapraktan yapılan (10.90 cm) uygulamadan daha etkili olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde 50 mM tuz konsantrasyonunda, kontrol grubu olan Cu-NP uygulanmayan örnekler (13.40 cm) ile 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 mg/ l

Cu-NP'nin yapraktan uygulandığı (13.30 cm) örnekler en yüksek yaprak eni değerini vermektedir.

10.30 cm ile en düşük yaprak eni 100 mM tuz dozunda Cu-NP uygulanmayan örnek grupları ile 10.90 cm yaprak eni değeri ile 200 mg/L Cu-NP uygulanan örneklerde (100x200xY) görülmektedir (Şekil 106).

4.3.11 Yaprak boyu

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda, en fazla yaprak boyu değeri 20.10 cm ile 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bir düşüş göstererek en düşük yaprak boyu değeri 100 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda kaydedilen yaprak boyu değerleri istatistiksel olarak benzerlikler göstermekte olup, en fazla yaprak bitki boyu 200 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda en fazla yaprak boyu değeri 20.10 cm ile 0 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bir düşüş göstererek en düşük yaprak boyu değeri (15.70 cm) 100 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 19.20 cm ile en yüksek yaprak boyu 100 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir. En düşük yaprak boyu ise 17.50 cm ile 200 mg/L Cu-NP dozunda kaydedilmiştir.

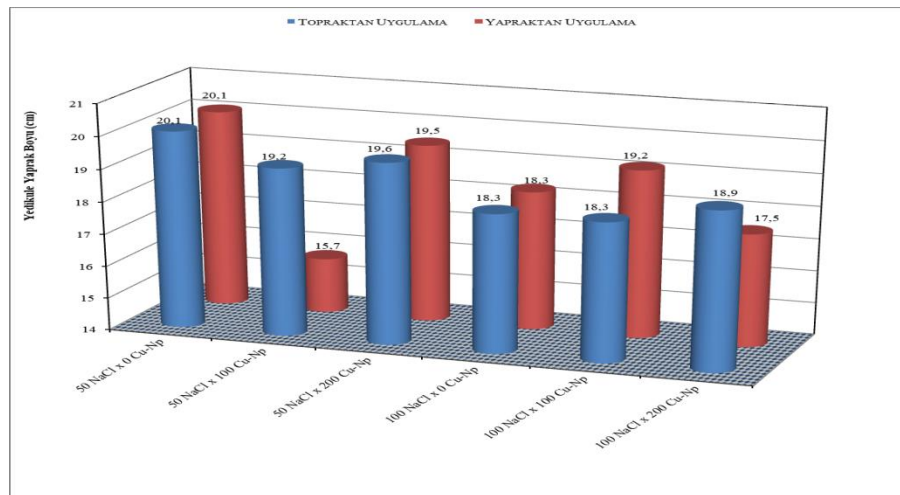
Uygulama şeklinin yaprak boyu üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, yapraktan yapılan uygulamalar ile benzerlik göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da uygulanan 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, yapraktan yapılan uygulamalar ile benzerlik göstermektedir.

Üçlü interaksyonları incelendiğinde kontrol grubu olan Cu-NP uygulanmayan örnekler ile 50 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP dozunun topraktan yapıldığı uygulama istatistiksel olarak diğer uygulamalara nazaran yaprak boyu üzerine daha etkili olarak değerlendirilmiştir. En düşük etkiyi gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 100 mg/L Cu-NP dozu olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.74, Şekil 107).

Çizelge 4.74 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) yaprak boyu üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Boyu (cm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	20.10 ± 0.06 a,a,a	16.00 ± 0.58
50 × 100 × T	19.20 ± 0.46 d,a,ab	12.70 ± 0.69
50 × 200 × T	19.60 ± 0.35 ab,a,a	14.00 ± 0.29
100 × 0 × T	18.30 ± 0.12 cd,ab,a	12.80 ± 0.23
100 × 100 × T	18.30 ± 0.17 bc,ab,ab	14.00 ± 1.15
100 × 200 × T	18.90 ± 0.06 cd,ab,a	13.90 ± 0.06
50 × 0 × Y	20.10 ± 0.06 a,ab,a	16.00 ± 0.58
50 × 100 × Y	15.70 ± 0.35 d,ab,b	12.30 ± 1.33
50 × 200 × Y	19.50 ± 0.35 ab,ab,ab	12.60 ± 0.06
100 × 0 × Y	18.30 ± 0.12 cd,b,a	12.80 ± 0.23
100 × 100 × Y	19.20 ± 0.12 bc,b,b	11.80 ± 0.17
100 × 200 × Y	17.50 ± 0.58 cd,b,ab	12.50 ± 0.29

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.

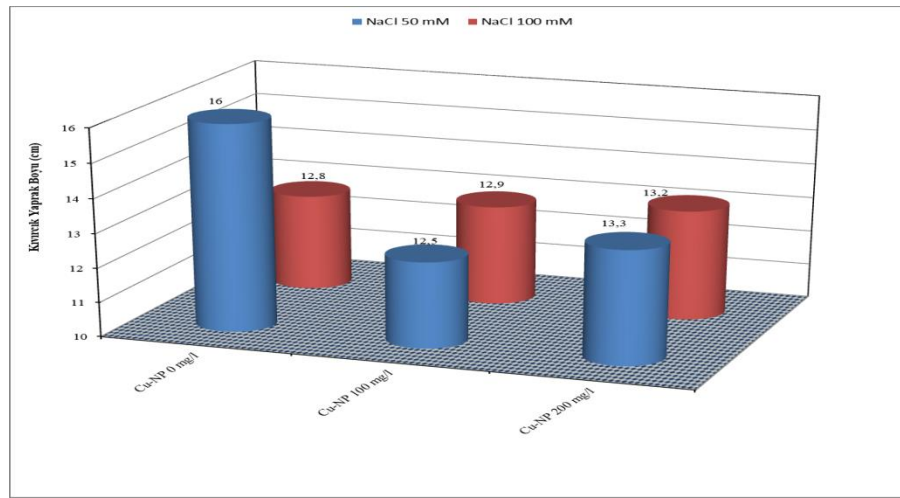


Şekil 4.107 Cu-NP'nin Yedikule'de yaprak boyu üzerine etkileri

Çizelge 4.75 Kıvırcık'ta farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının yaprak boyu üzerine etkileri

Tuz	Kıvırcık Yaprak Boyu (cm)		
	Cu-NP		
	0	100	200
50	16.00 ± 0.37 a,a	12.50 ± 0.68 b,b	13.30 ± 0.34 ab,ab
100	12.80 ± 0.15 b,b	12.90 ± 0.72 b,b	13.20 ± 0.34 ab,ab

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Cu-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının yaprak boyu üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Cu-NP'nin farklı dozlarının yaprak boyu üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.108 Kıvırcık'ta farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının yaprak boyu üzerine etkileri

Yaprak boyu üzerindeki Cu-NP dozlarının ve uygulama şekillerinin etkileri Çizelge 4.75'de görülebilir. En yüksek yaprak boyu Cu-NP uygulanmayan kontrol dozunda (16.00 cm) elde edilmiştir. Cu-NP uygulanmayan örneklerde tuz miktarı arttıkça yaprak boyunda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalma görülmektedir.

Farklı konsantrasyonlarda uygulanan tuz miktarlarında uygulanan 100 mg/L Cu-NP dozunun yaprak boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen 100 mM tuz konsantrasyonunda elde edilen yaprak boyunun (12.90 cm), 50mM tuz konsantrasyonunda elde edilen yaprak boyundan (12.50 cm) daha fazla olduğu görülmektedir.

200 mg/L Cu-NP dozunda elde edilen sonuçlar incelendiğinde. 100 mg/L Cu-NP dozunda olduğu gibi yaprak boyunda istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmemiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda 13.30 cm yaprak boyu elde edilirken, 100mM tuz konsantrasyonunda elde edilen yaprak boyu 13.20 cm'dir.

50 mM tuz konsantrasyonunda Cu-NP dozları incelendiğinde, en yüksek yaprak boyu Cu-NP uygulanmayan örneklerden (16.00 cm) elde edilirken, Cu-NP dozu arttıkça yaprak boyu artmasına rağmen istatistiksel olarak anlam ifade etmemektedir.

100mM tuz konsantrasyonunda Cu-NP dozları incelendiğinde ise istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilememesine rağmen en yüksek yaprak boyu 13.20 cm ile 200 mg/L Cu-NP uygulanan örneklerden elde edildiği görülmektedir (Şekil 4.108).

4.3.12 Klorofil a

Yedikule'de 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, 1.28 mg/g ile en yüksek Klorofil a değeri 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında belirlenen Klorofil a miktarları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında da en yüksek Klorofil a değeri (1.02 mg/g) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir ancak uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamaları incelendiğinde, 1.28 mg/g ile en yüksek Klorofil a değeri 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında belirlenen Klorofil a miktarları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamaları incelendiğinde de en yüksek Klorofil a değeri (1.02 mg/g) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlendiği ve yapılan uygulamaların istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirildiği görülmektedir.

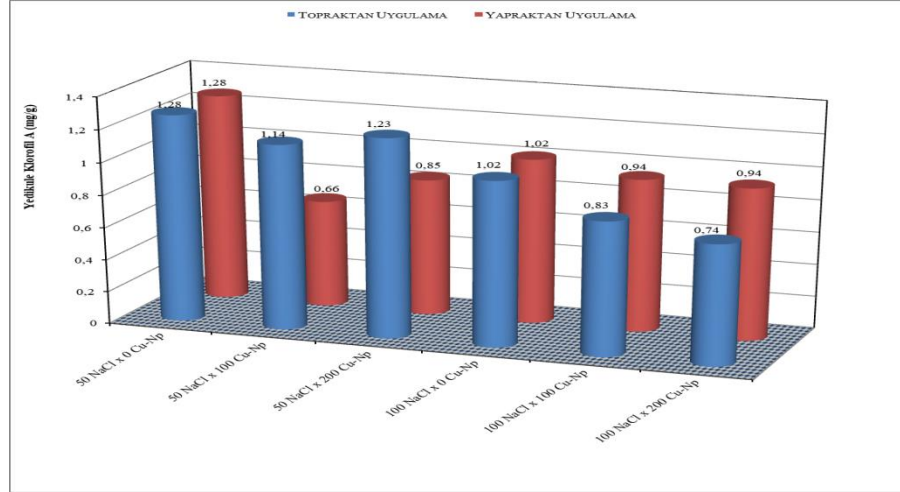
Uygulama şeklinin Klorofil a miktarına etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamalardan daha anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin (toprak/yaprak) Klorofil a miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir.

Elde edilen veriler neticesinde en yüksek Klorofil a miktarları 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Cu-NP uygulanmayan kontrol dozlarında belirlenmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İstatistiksel olarak Klorofil a miktarına en az etkiye sahip uygulamalar ise 100 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP x toprak/yaprak uygulamaları ile 50 mM tuz x 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları x yapraktan yapılan uygulamalar olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.76, Şekil 4.109).

Çizelge 4.76 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Klorofil a miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Klorofil a (mg/g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	1.28 ± 0.05 a,a,a	0.65 ± 0.05
50 × 100 × T	1.14 ± 0.07 b,a,ab	0.41 ± 0.03
50 × 200 × T	1.23 ± 0.04 b,a,ab	0.42 ± 0.01
100 × 0 × T	1.02 ± 0.00 b,b,a	0.60 ± 0.06
100 × 100 × T	0.83 ± 0.07 b,b,ab	0.50 ± 0.02
100 × 200 × T	0.74 ± 0.02 b,b,b	0.60 ± 0.06
50 × 0 × Y	1.28 ± 0.05 a,b,a	0.65 ± 0.05
50 × 100 × Y	0.66 ± 0.01 b,b,b	0.71 ± 0.01
50 × 200 × Y	0.85 ± 0.05 b,b,b	0.74 ± 0.01
100 × 0 × Y	1.02 ± 0.00 b,b,a	0.60 ± 0.06
100 × 100 × Y	0.94 ± 0.03 b,b,ab	0.71 ± 0.01
100 × 200 × Y	0.94 ± 0.09 b,b,b	0.65 ± 0.05

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.109 Cu-NP'nin Yedikule'de Klorofil a miktarı üzerine etkileri

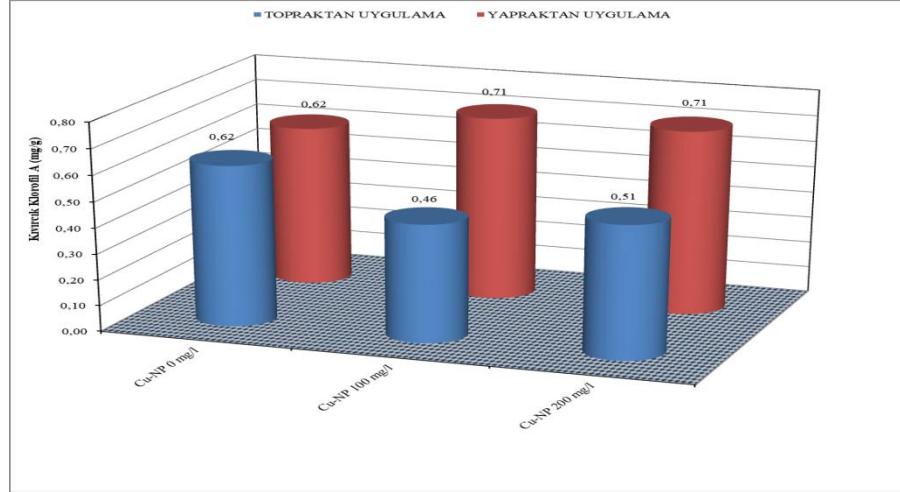
Çizelge 4.77'de Kıvrıcık'ta Cu-NP x uygulama şekli ikili interaksiyon sonuçları verilmiştir. Toprakten uygulanan Cu-NP dozlarının Klorofil a miktarına etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. Yapraktan uygulanan Cu-NP dozlarının Klorofil a miktarına etkileri de istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

100 mg/L Cu-NP dozunda, 0.71 ile yaprakten yapılan uygulamada Klorofil a miktarı, topraktan yapılan uygulamadan (0.46 mg/g) fazla olup, uygulama şekilleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 200 mg/L Cu-NP dozunda da yaprakten yapılan uygulama istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.110).

Çizelge 4.77 Kıvrıcık'ta farklı Cu-NP dozlarına uygulama şeklinin Klorofil a miktarı üzerine etkileri

Cu-NP	Kıvrıcık Klorofil a (mg/g)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	0.62 ± 0.04 a,b	0.62 ± 0.04 a,b
100	0.46 ± 0.03 a,b	0.71 ± 0.00 a,a
200	0.51 ± 0.05 a,b	0.71 ± 0.01 a,a

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Cu-NP dozlarının Klorofil a miktarı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Cu-NP dozlarında uygulama şekillerinin Klorofil a miktarı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.110 Kırırcık'ta farklı Cu-NP dozlarına uygulama şeklinin Klorofil a miktarı üzerine etkileri

4.3.13 Klorofil b

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, 0.37 mg/g ile en yüksek Klorofil b miktarı 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Klorofil b miktarı ise 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında da en yüksek Klorofil b miktarı (0.32 mg/g) 0 mg/L Cu-NP dozunda ve en düşük Klorofil b miktarı ise (0.22 mg/g) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda, en yüksek Klorofil b miktarı 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Klorofil b miktarı (0.14 mg/g) ise 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek Klorofil b miktarı (0.32 mg/g) 0 mg/L Cu-NP dozunda ve en düşük Klorofil b miktarı ise (0.22 mg/g) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

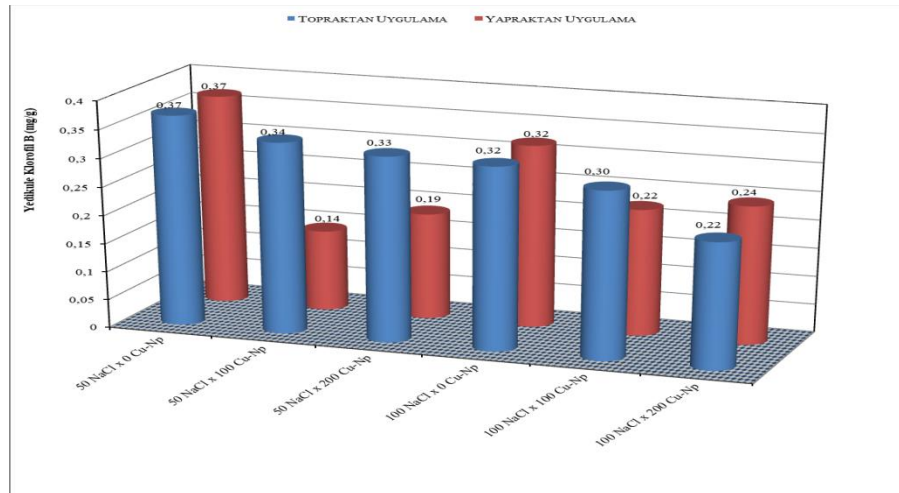
Uygulama şeklinin Klorofil b miktarına etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamalardan daha anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin (toprak/yaprak) Klorofil b miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir.

Elde edilen verilerin üçlü interaksyonları neticesinde, istatistiksel olarak Klorofil b miktarı üzerine en etkili uygulamalar 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Cu-NP uygulanmayan kontrol grupları olarak belirlenmiştir. Klorofil b miktarına en az etkiye sahip uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 100 ve 200 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamalarıdır (Çizelge 4.78, Şekil 4.111).

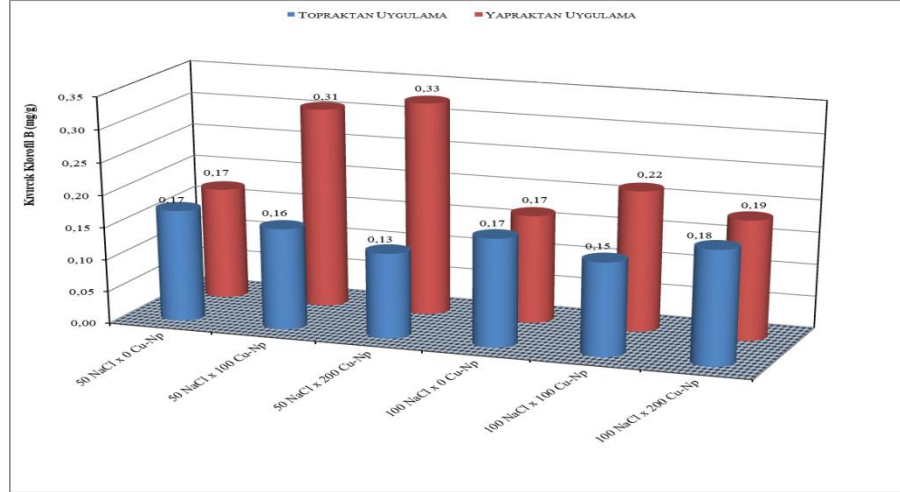
Çizelge 4.78 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Klorofil b miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Klorofil b (mg/g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	0.37 ± 0.03 a,a,a	0.17 ± 0.01 a,b,b
50 × 100 × T	0.34 ± 0.01 c,a,ab	0.16 ± 0.00 a,b,b
50 × 200 × T	0.33 ± 0.00 bc,a,b	0.13 ± 0.00 a,b,b
100 × 0 × T	0.32 ± 0.00 ab,b,a	0.17 ± 0.01 a,b,b
100 × 100 × T	0.30 ± 0.03 bc,b,ab	0.15 ± 0.02 a,b,b
100 × 200 × T	0.22 ± 0.01 c,b,b	0.18 ± 0.01 a,b,b
50 × 0 × Y	0.37 ± 0.03 a,b,a	0.17 ± 0.01 a,b,b
50 × 100 × Y	0.14 ± 0.01 c,b,c	0.31 ± 0.00 a,a,a
50 × 200 × Y	0.19 ± 0.02 bc,b,c	0.33 ± 0.01 a,a,a
100 × 0 × Y	0.32 ± 0.00 ab,b,a	0.17 ± 0.01 a,b,b
100 × 100 × Y	0.22 ± 0.01 bc,b,c	0.22 ± 0.01 a,b,a
100 × 200 × Y	0.24 ± 0.01 c,b,c	0.19 ± 0.01 a,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.111 Cu-NP'nin Yedikule'de Klorofil b miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.112 Cu-NP'nin Kıvırcık'ta Klorofil b miktarı üzerine etkileri

Kıvırcık'ta 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, topraktan ve yapraktan yapılan Cu-NP dozlarının Klorofil b değeri üzerine etkileri incelendiğinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

Uygulama şeklinin Klorofil b miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Klorofil b miktarının belirlendiği uygulamalar sırası ile 50 mM tuz x 200 ve 100 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamaları ve 100 mM tuz x 100 ve 200 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamaları olarak belirlenmiştir. Yapılan diğer uygulamalardan elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmekte olup, farklılık bulunmamaktadır (Çizelge 4.78, Şekil 4.112).

4.3.14 Karotenoit

Yedikule bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, 0.94 mg/g ile en yüksek karotenoit miktarı 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında belirlenen karotenoit miktarları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında da en yüksek karotenoit miktarı (0.72 mg/g) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük karotenoit miktarı ise (0.53 mg/g) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında, 0.94 mg/g ile en yüksek karotenoit miktarı 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında belirlenen karotenoit miktarları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında da en yüksek karotenoit miktarı (0.72 mg/g) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük karotenoit miktarı ise (0.61 mg/g) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak karotenoit miktarı üzerine en düşük etkiye sahip uygulama olarak 100 mg/L Cu-NP dozu olarak değerlendirilmektedir.

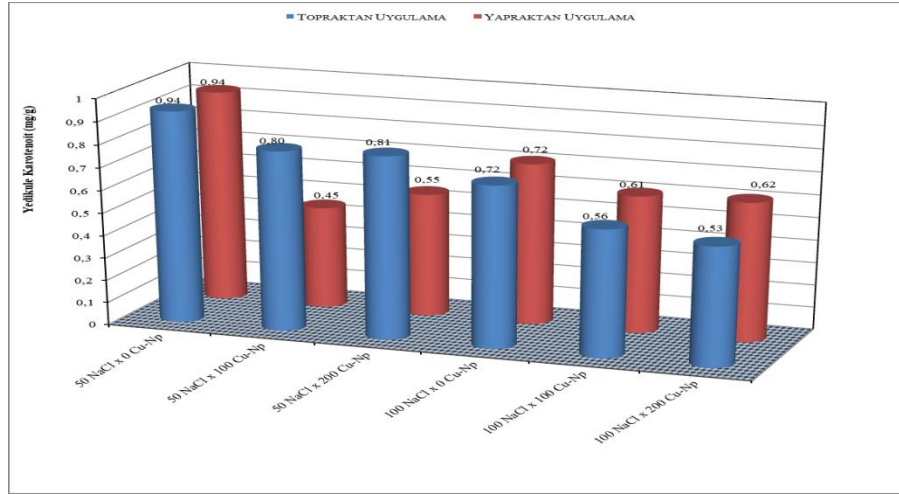
Uygulama şeklinin Klorofil b miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek karotenoit miktarının belirlendiği uygulamalar sırası ile 50 mM tuz x 0, 200 ve 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamaları olduğu (0.94, 0.81, 0.80 mg/g) fakat istatistiksel olarak en anlamlı uygulamalar, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda Cu-NP uygulanmayan örnekler olarak değerlendirilmiştir. En düşük karotenoit miktarı ise 0.45 mg/g ile 50 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.79, Şekil 4.113).

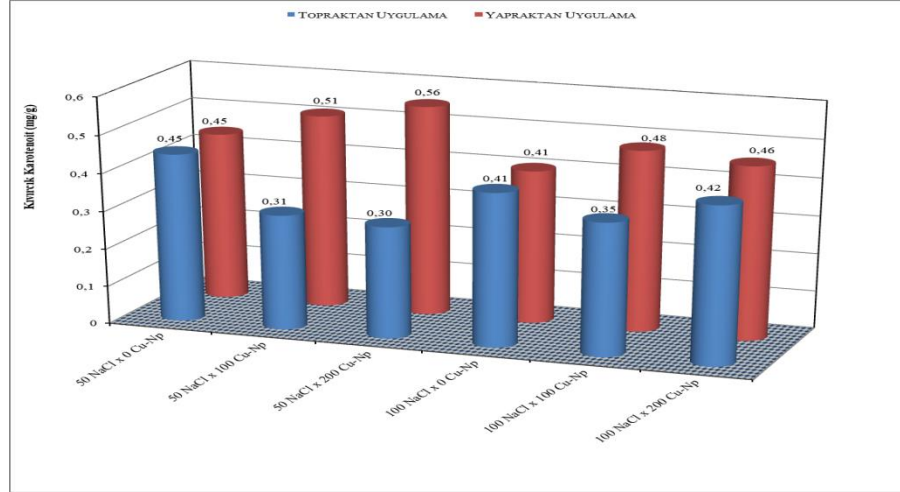
Çizelge 4.79 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) karotenoit miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Karotenoit (mg/g)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	0.94 ± 0.00 a,a,a	0.45 ± 0.01 a,c,b
50 × 100 × T	0.80 ± 0.00 bc,a,ab	0.31 ± 0.00 a,c,c
50 × 200 × T	0.81 ± 0.00 bc,a,b	0.30 ± 0.00 a,c,c
100 × 0 × T	0.72 ± 0.01 b,b,a	0.41 ± 0.00 a,c,b
100 × 100 × T	0.56 ± 0.04 bc,b,ab	0.35 ± 0.02 a,c,c
100 × 200 × T	0.53 ± 0.01 c,b,b	0.42 ± 0.00 a,c,c
50 × 0 × Y	0.94 ± 0.00 a,b,a	0.45 ± 0.01 a,a,b
50 × 100 × Y	0.45 ± 0.01 bc,b,b	0.51 ± 0.01 a,a,a
50 × 200 × Y	0.55 ± 0.04 bc,b,b	0.56 ± 0.01 a,a,a
100 × 0 × Y	0.72 ± 0.01 b,b,a	0.41 ± 0.00 a,b,b
100 × 100 × Y	0.61 ± 0.01 bc,b,b	0.48 ± 0.01 a,b,a
100 × 200 × Y	0.62 ± 0.05 c,b,b	0.46 ± 0.03 a,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.113 Cu-NP'nin Yedikule'de karotenoit miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.114 Cu-NP'nin Kivircik'ta karotenoit miktarı üzerine etkileri

Kivircik'ta 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, topraktan ve yapraktan yapılan Cu-NP dozlarının karotenoit miktarı üzerine etkileri incelendiğinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

Uygulama şeklinin Klorofil b miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek karotenoit miktarının belirlendiği uygulamalar sırası ile 50 mM tuz x 200 ve 100 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamaları (0.56, 0.51 mg/g) ve 100 mM tuz x 100 ve 200mg/L Cu-NP x yaprak uygulamaları (0.48, 0.46 mg/g) olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak en düşük etkiye sahip uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 100 ve 200mg/L Cu-NP x toprak uygulamaları olarak değerlendirilmektedir (Çizelge 4.79, Şekil 4.114).

4.3.15 Cu

Yedikule bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, 8.59 ile en yüksek Cu miktarı 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 0, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında belirlenen Cu miktarları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100

mM tuz x toprak uygulamalarında da en yüksek Cu miktarı (8.13) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Cu miktarı ise (2.55) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında, 8.13 ile en yüksek Cu miktarı 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 0, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında belirlenen Cu miktarları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında da en yüksek Cu miktarı (8.13) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Cu miktarı ise (2.55) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

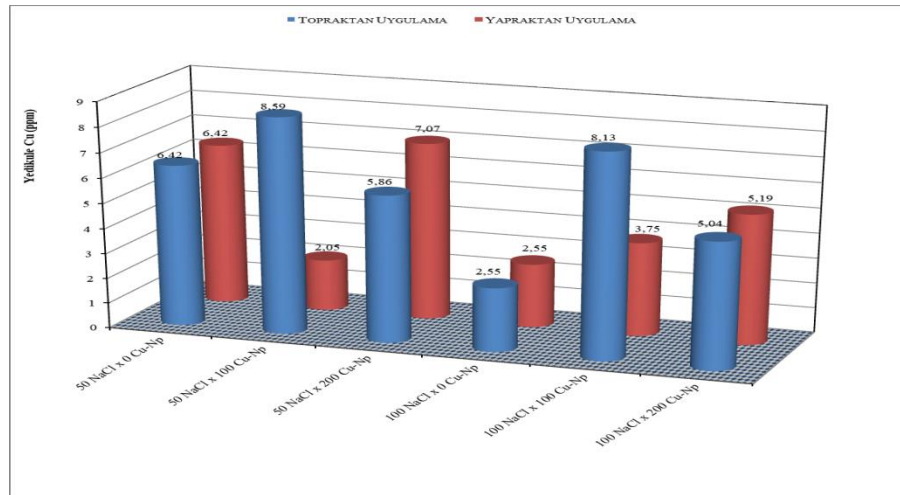
Uygulama şeklinin Cu miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak topraktan yapılan uygulamalar ile benzerlik göstermektedir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Cu miktarının belirlendiği uygulamalar sırası ile 50 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak (8.59) ve 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak (8.13) uygulamaları olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük Cu miktarları ise 50 ve 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamalarından elde edilmiştir (50 mM: 2.05, 100 mM: 3.75) (Çizelge 4.80, Şekil 4.115).

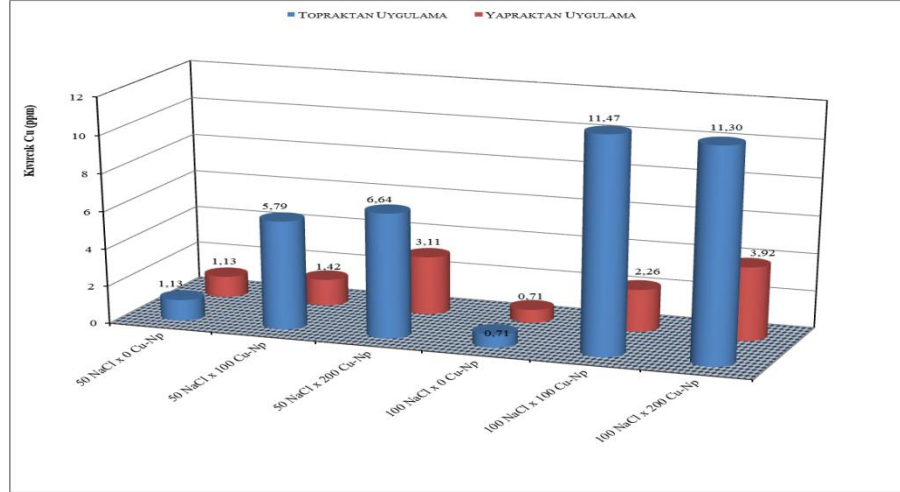
Çizelge 4.80 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Cu miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Cu (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	6.42 ± 0.01 a,a,bc	1.13 ± 0.01 c,b,c
50 × 100 × T	8.59 ± 0.01 a,a,a	5.79 ± 0.01 bc,b,a
50 × 200 × T	5.86 ± 0.05 a,a,b	6.64 ± 0.17 ab,b,a
100 × 0 × T	2.55 ± 0.06 b,ab,bc	0.71 ± 0.06 c,a,c
100 × 100 × T	8.13 ± 0.05 a,ab,a	11.47 ± 0.09 ab,a,a
100 × 200 × T	5.04 ± 0.06 a,ab,b	11.30 ± 0.09 a,a,a
50 × 0 × Y	6.42 ± 0.01 a,ab,bc	1.13 ± 0.01 c,b,c
50 × 100 × Y	2.05 ± 0.03 a,ab,c	1.42 ± 0.02 bc,b,bc
50 × 200 × Y	7.07 ± 0.58 a,ab,b	3.11 ± 0.06 ab,b,b
100 × 0 × Y	2.55 ± 0.06 b,b,bc	0.71 ± 0.06 c,a,c
100 × 100 × Y	3.75 ± 0.07 a,b,c	2.26 ± 0.03 ab,b,bc
100 × 200 × Y	5.19 ± 0.04 a,b,b	3.92 ± 0.01 a,b,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.115 Cu-NP'nin Yedikule'de Cu miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.116 Cu-NP'nin Kivircik'ta Cu miktarı üzerine etkileri

Kivircik bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, 6.64 ile en yüksek Cu miktarı 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Cu miktarı ise (1.13) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında ise 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları (100 mg/L Cu-NP:11.47, 200 mg/L Cu-NP:11.30) istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. En düşük Cu miktarı ise (0.71) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında, 3.11 ile en yüksek Cu miktarı 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Cu miktarı ise (1.13) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında 3.92 ile en yüksek Cu miktarı 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Cu miktarı ise (0.71) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin Cu miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında uygulama şekilleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Cu miktarının belirlendiği uygulamalar sırası ile 100 mM tuz x 100 ve 200 mg/L Cu-NP x toprak ve 50 mM tuz x 200 ve 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamaları olarak belirlenmiştir. En düşük Cu miktarı ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda Cu-NP uygulanmayan (0 mg/L) örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.80, Şekil 4.116).

4.3.16 Fe

Yedikule bitki çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (94.46 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak uygulamalar arasında benzerlikler mevcuttur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında da en yüksek Fe miktarı (123.20 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Fe miktarı ise (76.84 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir ve bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (89.18 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak uygulamalar arasında benzerlikler mevcuttur. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (95.29 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En Fe miktarı ise (79.88 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak en anlamlı uygulama olarak değerlendirilmiştir.

Uygulama şeklinin Fe miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

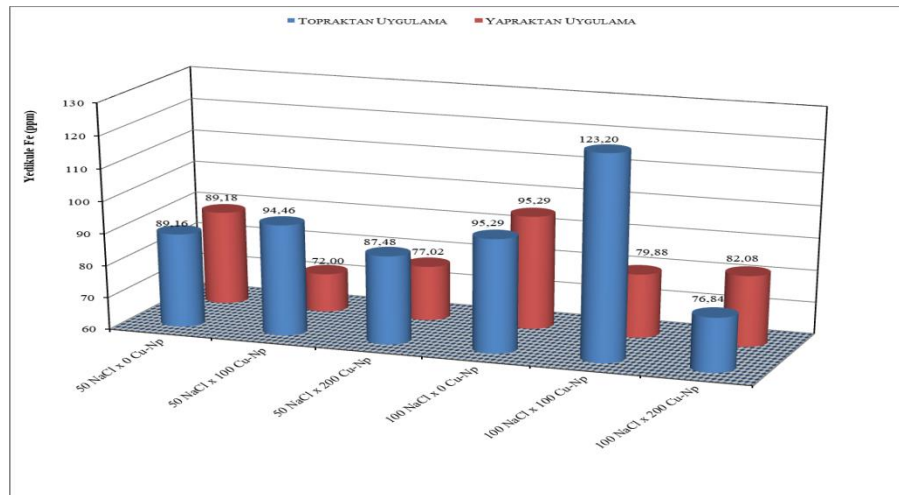
Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Fe miktarı (123.20 ppm) 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasında belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 50 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulaması ile aynı grup içinde değerlendirilmektedir. Fe miktarı üzerine en düşük etkiyi gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 200

mg/L Cu-NP x toprak uygulamaları ile 50 ve 100 mM tuz x100 ve 200 mg/L Cu-NP x yaprak dozları olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.81, Şekil 4.117).

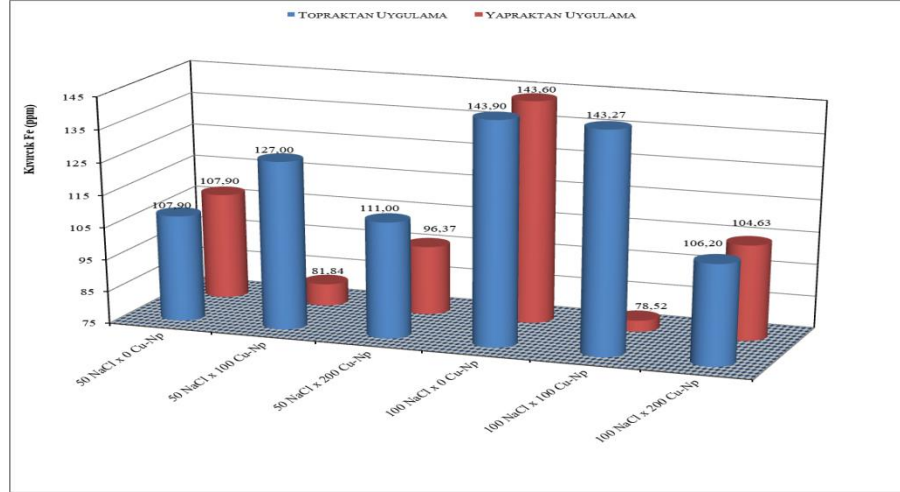
Çizelge 4.81 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Fe miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Fe (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	89.16 ± 0.55 abc,ab,b	107.90± 0.23 b,ab,a
50 × 100 × T	94.46 ± 0.46 bc,ab,a	127.00± 1.15 b,ab,a
50 × 200× T	87.48 ± 1.44 bc,ab,c	111.00± 1.15 b,ab,b
100 × 0 × T	95.29 ± 0.53 ab,a,b	143.90± 0.58 a,a,a
100 × 100 × T	123.2 ± 0.50 a,a,a	143.27± 0.66 b,a,a
100 × 200 × T	76.84 ± 0.66 c,a,c	106.20± 0.52 b,a,b
50 × 0 × Y	89.18 ± 0.71 abc,b,b	107.90± 1.22 b,c,a
50 × 100 × Y	72.00 ± 0.52 bc,b,c	81.84 ± 0.19 b,c,c
50 × 200 × Y	77.02 ± 0.57 bc,b,c	96.37 ± 0.64 b,c,b
100 × 0 × Y	95.29 ± 0.59 ab,b,b	143.60± 0.85 a,bc,a
100 × 100 × Y	79.88 ± 0.58 a,b,c	78.52 ± 0.46 b,bc,c
100 × 200 × Y	82.10 ± 0.55 c,b,c	104.63± 0.49 b,bc,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.117 Cu-NP'nin Yedikule'de Fe miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.118 Cu-NP'nin Kivircik'ta Fe miktarı üzerine etkileri

Kivircik bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (127.00 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 0, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında ise en yüksek Fe miktarı (143.90 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Fe miktarı (107.90 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. İstatistiksel olarak 0, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise en yüksek Fe miktarı (143.90 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin Fe miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Fe miktarı (143.90 ppm) 100 mM tuz x 0 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasında belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 50 mM tuz x 0 mg/L Cu-NP x toprak uygulaması ve 50 ve 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamaları ile aynı grup içinde değerlendirilmektedir. Fe miktarı üzerine en düşük

etkiyi gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamaları olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.81, Şekil 4.118).

4.3.17 Mg

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (3197.00 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 0, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında ise en yüksek Mg miktarı (3193.00 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Mg miktarı (2682.70 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (3272.00 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 0, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise en yüksek Mg miktarı (3103.00 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Mg miktarı (2682.70 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

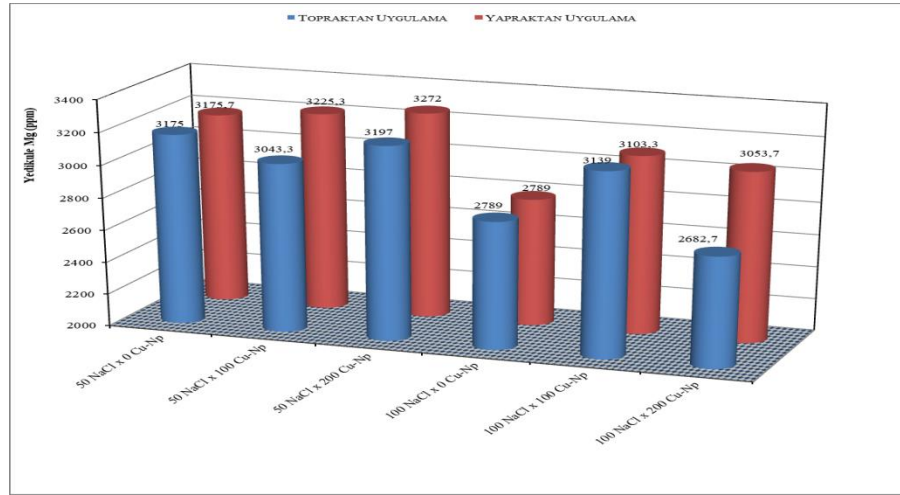
Uygulama şeklinin Mg miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarının uygulama şekilleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Mg miktarı (3272.00 ppm) 50 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamasında, en düşük Mg miktarı ise (2682.70 ppm) 100 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir. Yapılan tüm uygulamalar istatistik olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir (Çizelge 4.82, Şekil 4.119).

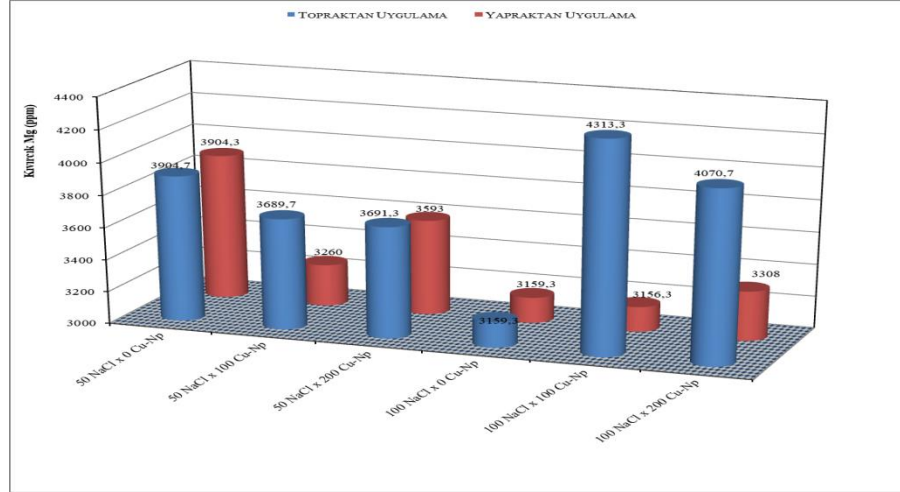
Çizelge 4.82 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Mg miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Mg (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	3175.00 ± 28.90 a,a,a	3904.70 ± 57.20 a,a,bc
50 × 100 × T	3043.30 ± 11.80 a,a,a	3689.70 ± 29.40 ab,a,a
50 × 200 × T	3197.00 ± 57.70 a,a,a	3691.30 ± 17.00 a,a,ab
100 × 0 × T	2789.00 ± 121.0 b,b,a	3159.30 ± 5.49 b,a,bc
100 × 100 × T	3139.00 ± 5.20 a,b,a	4313.30 ± 58.00 a,a,a
100 × 200 × T	2682.70 ± 21.90 b,b,a	4070.70 ± 0.67 a,a,ab
50 × 0 × Y	3175.70 ± 14.40 a,a,a	3904.30 ± 55.70 a,a,bc
50 × 100 × Y	3225.30 ± 58.60 a,a,a	3260.00 ± 116.0 ab,a,c
50 × 200 × Y	3272.00 ± 30.60 a,a,a	3593.00 ± 113.0 a,a,c
100 × 0 × Y	2789.00 ± 52.00 b,b,a	3159.30 ± 58.00 b,b,bc
100 × 100 × Y	3103.30 ± 59.20 a,b,a	3156.30 ± 58.60 a,b,c
100 × 200 × Y	3053.70 ± 56.60 b,b,a	3308.00 ± 55.40 a,b,c

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.119 Cu-NP'nin Yedikule'de Mg miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.120 Cu-NP'nin Yedikule'de Mg miktarı üzerine etkileri

Kıvırcık bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (3904.70 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 200 mg/L Cu-NP dozu ile aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında ise en yüksek Mg miktarı (4313.30 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Mg miktarı (3159.30 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup Mg miktarındaki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı (3904.70 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 200 mg/L Cu-NP dozu ile aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise en yüksek Mg miktarı (3308.00 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Mg miktarı (3156.30 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen 200 mg/L dozu ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin Mg miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında ise topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Mg miktarı (4313.30 ppm) 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasında belirlenmiş olup, 50 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulaması ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En düşük Mg miktarı ise (3156.30 ppm) 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir ve 50 mM tuz x 100 ve 200 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamaları ile 100 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamasıyla istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.82, Şekil 4.120).

4.3.18 Zn

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı (36.62 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 0, mg/L Cu-NP dozu aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında ise en yüksek Zn miktarı (48.27 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Zn miktarı (34.24 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı (31.36 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Zn miktarı (24.34 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen 100 mg/L Cu-NP dozu istatistiksel olarak en düşük etkiye sahip uygulama olarak değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise en yüksek Zn miktarı (42.27 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Zn miktarı (33.58 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin Zn miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında ise uygulama şeklinin Zn miktarına etkisinde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

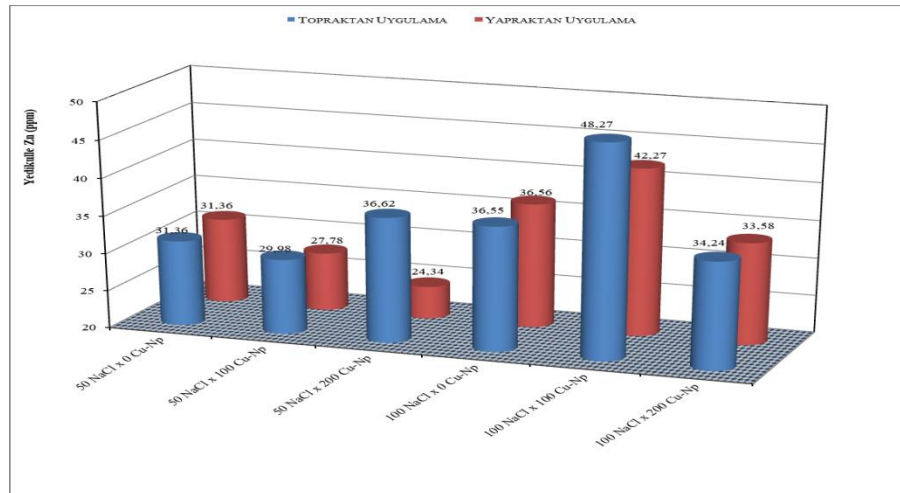
Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Zn miktarı (8.27 ppm) 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasında belirlenmiş olup, 50 mM tuz x 100 mg/L Cu-

NP x toprak uygulaması ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En düşük Zn miktarı ise (24.34 ppm) 50 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir ve 100 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP x yaprak uygulaması ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.83, Şekil 4.121).

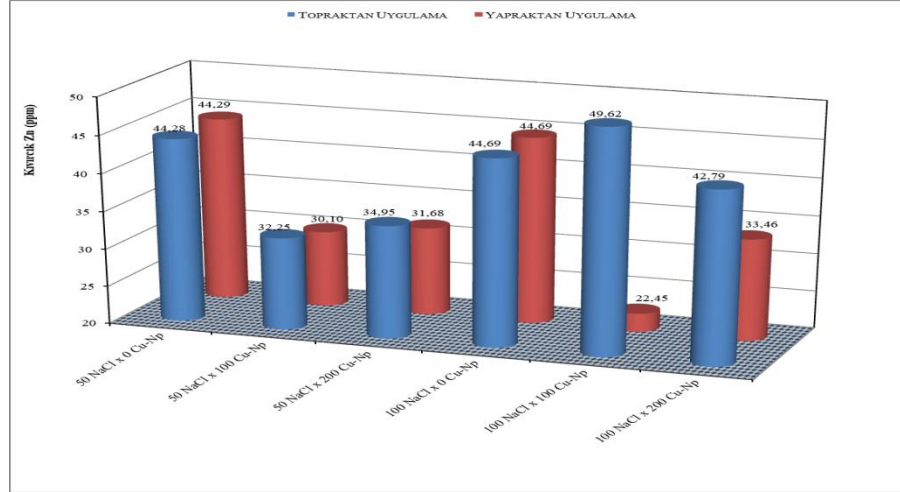
Çizelge 4.83 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Zn miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Zn (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	31.36 ± 0.52 cd,b,ab	44.28 ± 1.05 a,b,a
50 × 100 × T	29.98 ± 0.58 d,b,a	32.25 ± 0.61 b,b,a
50 × 200 × T	36.62 ± 0.06 cd,b,ab	34.95 ± 0.38 b,b,a
100 × 0 × T	36.55 ± 0.06 b,a,ab	44.69 ± 0.17 a,a,a
100 × 100 × T	48.27 ± 0.65 a,a,a	49.62 ± 0.34 b,a,a
100 × 200 × T	34.24 ± 0.56 bc,a,ab	42.79 ± 1.21 ab,a,a
50 × 0 × Y	31.36 ± 0.70 cd,c,ab	44.29 ± 1.10 a,b,a
50 × 100 × Y	27.78 ± 0.06 d,c,ab	30.10 ± 0.52 b,b,c
50 × 200 × Y	24.34 ± 0.61 cd,c,b	31.68 ± 0.06 b,b,b
100 × 0 × Y	36.56 ± 0.55 b,a,ab	44.69 ± 0.33 a,b,a
100 × 100 × Y	42.27 ± 0.19 a,a,ab	22.45 ± 0.44 b,b,c
100 × 200 × Y	33.58 ± 1.80 bc,a,b	33.46 ± 0.06 ab,b,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.121 Cu-NP'nin Yedikule'de Zn miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.122 Cu-NP'nin Kivircik'ta Zn miktarı üzerine etkileri

Kivircik bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı (44.28 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında ise en yüksek Zn miktarı (49.62 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen Cu-NP dozu uygulanmayan örnekler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı (44.29 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Zn miktarı (44.29 ppm) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Zn miktarı ise 22.45 ppm ile 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin Zn miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin Zn miktarına etkisinde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında ise topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Zn miktarı (49.62 ppm) 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük Zn miktarı ise 100

mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamasında belirlenmiştir ve 50 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x yaprak uygulaması ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.83, Şekil 4.122).

4.3.19 Na

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı 3243.30 ppm ile 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen 100 mg/L Cu-NP dozu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük Na miktarı ise 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı 6843.30 ppm ile 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 0 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı (4323.30 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Na miktarı ise 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. Na miktarındaki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı 6663.30 ppm ile 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 0 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

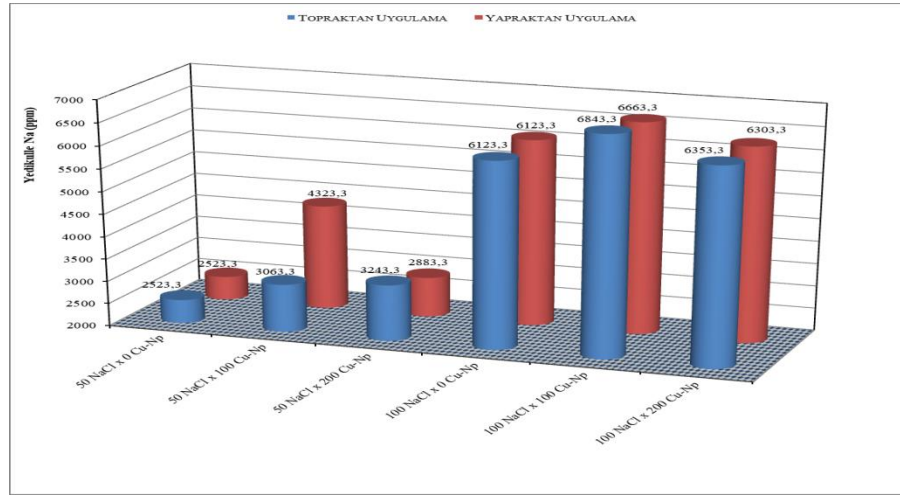
Uygulama şeklinin Na miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarının uygulama şekilleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarının uygulama şekillerinin Na miktarına etkileri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Na miktarı (6843.30 ppm) 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük Na miktarı ise 50 mM tuz konsantrasyonunda Cu-NP uygulanmayan örneklerde (2523.30 ppm) belirlenmiştir. Yapılan uygulamaların Na miktarına etkileri, istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.84, Şekil 4.123).

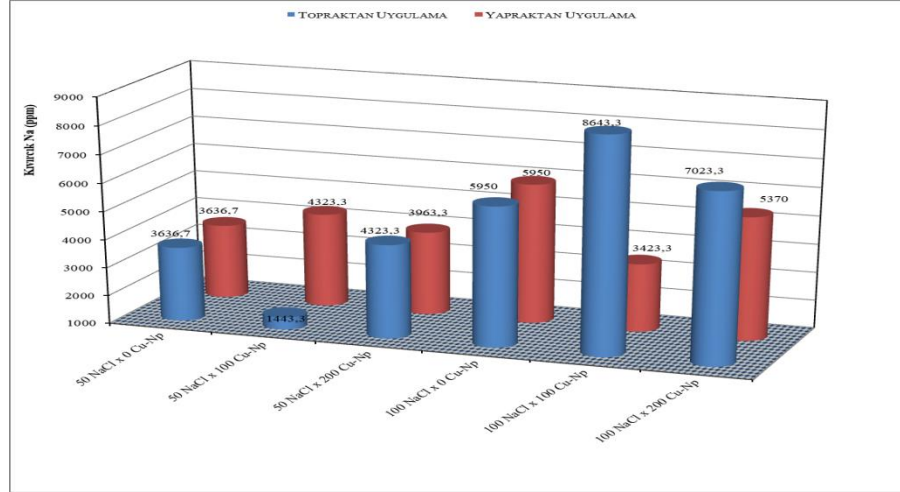
Çizelge 4.84 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Na miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Na (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	2523.30 ± 14.5 e,b,a	3636.7 ± 36.7 b,c,a
50 × 100 × T	3063.30 ± 8.82 c,b,a	1443.3 ± 26.0 b,c,a
50 × 200 × T	3243.30 ± 31.8 d,b,a	4323.3 ± 20.3 b,c,a
100 × 0 × T	6123.30 ± 43.3 b,a,a	5950.0 ± 5.77 a,a,a
100 × 100 × T	6843.30 ± 66.4 a,a,a	8643.3 ± 60.6 a,a,a
100 × 200 × T	6353.30 ± 29.1 b,a,a	7023.3 ± 8.82 a,a,a
50 × 0 × Y	2523.30 ± 14.5 e,b,a	3636.7 ± 36.7 b,bc,a
50 × 100 × Y	4323.30 ± 8.82 c,b,a	4323.3 ± 14.5 b,bc,a
50 × 200 × Y	2883.30 ± 3.33 d,b,a	3963.3 ± 14.5 b,bc,a
100 × 0 × Y	6123.30 ± 43.3 b,a,a	5950.0 ± 5.77 a,b,a
100 × 100 × Y	6663.30 ± 6.67 a,a,a	3423.3 ± 8.82 a,b,a
100 × 200 × Y	6303.30 ± 54.9 b,a,a	5370.0 ± 85.0 a,b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.123 Cu-NP'nin Yedikule'de Na miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.124 Cu-NP'nin Kivircik'ta Na miktarı üzerine etkileri

Kivircik bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı 4323.30 ppm ile 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir ve 0,100 ve 200 mg/L dozlarından elde edilen değerler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı 8643.30 ppm ile 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 0,100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarından elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı (4323.30 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 0,100 ve 200 mg/L dozlarından elde edilen değerler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Na miktarı 5950.00 ppm ile 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. ,100 ve 200 mg/L dozlarından elde edilen değerler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin Na miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak önemli bulunmasına rağmen yapraktan yapılan uygulamalar ile benzerlik göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, en yüksek Na miktarı (1723.30 ppm) 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasında belirlenmiştir. En düşük Na miktarı ise 50 mM x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasında (1443.30 ppm) belirlenmiştir. Yapılan uygulamaların Na miktarına etkileri, istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.84, Şekil 4.124).

4.3.20 K

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek K değeri 67683 ppm ile 200 mg/L Cu-NP dozundan elde edilmiştir. En düşük K değeri ise Cu-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek K değeri (68223 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük K değeri ise 53823 ppm ile Cu-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. 0 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek K değeri 74883 ppm ile 200 mg/L Cu-NP dozundan elde edilmiştir. En düşük K değeri (53283 ppm) ise Cu-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek K değeri 66603 ppm ile 200 mg/L Cu-NP dozundan elde edilmiş olup 100 mg/L Cu-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiştir. En düşük K değeri ise 53823 ppm ile Cu-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin K miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarının uygulama şekillerinin K miktarına etkileri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 200 mg/L Cu-NP dozunun örneklerde belirlenen K miktarları (50 mM tuz: 74883 ppm, 100 mM tuz: 66603 ppm) üzerine daha etkili olduğu belirlenmiştir. En düşük K miktarı, 50 ve 100 mM tuz

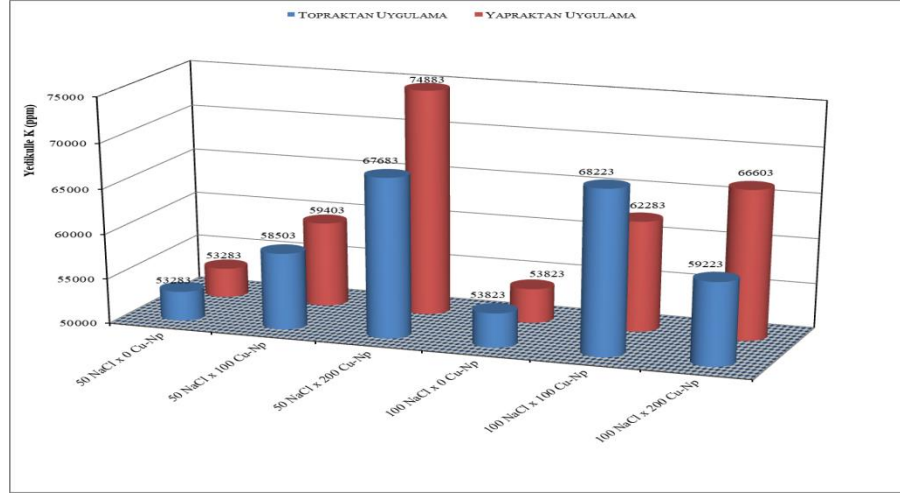
konsantrasyonlarında Cu-NP uygulanmayan örnek gruplarında belirlenmiş olup, K miktarındaki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.85, Şekil 4.125).

K/Na oranı incelendiğinde, tuz konsantrasyonu arttıkça K/Na oranı azalmıştır (50 mM:21.12, 100 mM: 8.79). Her iki uygulama şeklinde, 100 mM tuz konsantrasyonlarında K/Na oranı artarken, 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda düşüş olurken, yapraktan yapılan uygulamalarda 200 mg/L Cu-NP dozunda artış meydana gelmiştir.

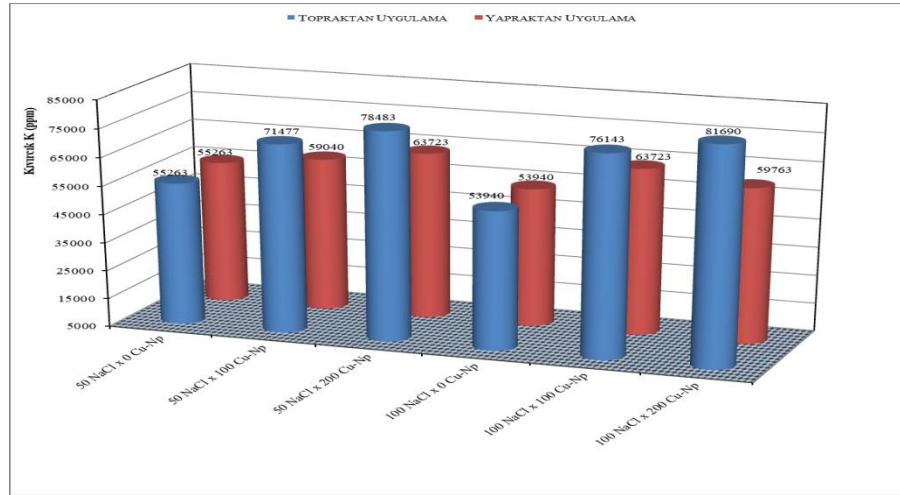
Çizelge 4.85 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) K miktarı üzerine etkileri

Uygulama	K (ppm)			
	Yedikule	Kıvrıcık	Yedikule K/Na	Kıvrıcık K/Na
50 × 0 × T	53283 ± 8.82 d,a,c	55263 ± 153 b,a,d	21.12	15.20
50 × 100 × T	58503 ± 459 c,a,b	71477 ± 275 a,a,b	19.10	49.52
50 × 200 × T	67683 ± 655 a,a,b	78483 ± 14.5 a,a,a	20.87	18.15
100 × 0 × T	53823 ± 43.3 d,a,c	53940 ± 159 b,a,d	8.79	9.07
100 × 100 × T	68223 ± 644 b,a,b	76143 ± 78.0 a,a,b	9.97	8.81
100 × 200 × T	59223 ± 8.82 b,a,b	81690 ± 188 a,a,a	9.32	11.63
50 × 0 × Y	53283 ± 8.82 d,a,c	55263 ± 153 b,b,d	21.12	15.20
50 × 100 × Y	59403 ± 60.6 c,a,b	59040 ± 23.1 a,b,c	13.74	13.66
50 × 200 × Y	74883 ± 3.33 a,a,a	63723 ± 159 a,b,c	25.97	16.08
100 × 0 × Y	53823 ± 43.3 d,a,c	53940 ± 159 b,b,d	8.79	9.07
100 × 100 × Y	62283 ± 60.6 b,a,b	63723 ± 78.0 a,b,c	9.35	1.86
100 × 200 × Y	66603 ± 60.6 b,a,a	59763 ± 136 a,b,c	10.57	11.13

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.125 Cu-NP'nin Yedikule'de K miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.126 Cu-NP'nin Kıvrıcık'ta K miktarı üzerine etkileri

Kıvrıcık bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek K değeri 78483 ppm ile 200 mg/L Cu-NP dozundan elde edilmiş olup, 100 mg/L Cu-NP dozunda ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 55263 ppm ile en düşük K değeri 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek K değeri (81690 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, 100 mg/L Cu-NP dozu ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiştir. En düşük K değeri ise 53940 ppm ile Cu-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek K değeri 63723 ppm ile 200 mg/L Cu-NP dozundan elde edilmiş olup, 100 mg/L Cu-NP dozunda ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En düşük K değeri ise 55263 ppm ile Cu-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek K değeri 63723 ppm ile 100 mg/L Cu-NP dozundan elde edilmiş olup, 200 mg/L Cu-NP dozunda ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En düşük K değeri ise 53940 ppm ile Cu-NP uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin K miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamalardan daha etkili bulunmuştur. Benzer şekilde 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında da topraktan yapılan uygulamalar daha anlamlı bulunmuştur.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 200 mg/L Cu-NP dozunun örneklerde belirlenen K miktarları (50 mM tuz: 78483 ppm, 100 mM tuz: 81690 ppm) üzerine daha etkili olduğu belirlenmiştir. En düşük K miktarı, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Cu-NP uygulanmayan örnek gruplarında belirlenmiş olup, K miktarındaki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.85, Şekil 4.126).

K/Na oranı incelendiğinde, tuz konsantrasyonu arttıkça K/Na oranı azalmıştır (50 mM:15.20, 100 mM: 9.07). Yapılan uygulamalarda K/Na oranını kontrol grubuna kıyasla artıran Cu-NP dozu 200 mg/L olarak belirlenmiştir.

4.3.21 Ca

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Ca değeri (9163.3 ppm) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İstatistiksel olarak, Ca miktarı üzerine en düşük etkiye sahip olan uygulama Cu-NP uygulanmayan örnek grupları olarak değerlendirilmiştir. 100 mM tuz x toprak

uygulamalarında en yüksek Ca değeri 7923.3 ppm ile 0 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında, en düşük Ca miktarı 7383.3 ppm ile 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Ca miktarı 12783.0 ppm ile 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup 200 mg/L Cu-NP dozu ile benzerlik göstermektedir. En düşük Ca miktarı Cu-NP uygulanmayan örnek grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise en yüksek Ca miktarı 10623.0 ppm ile 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Ca miktarı Cu-NP uygulanmayan örnek grubunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin Ca miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar, topraktan yapılan uygulamalardan daha anlamlı bulunmuştur. Benzer şekilde, 100 50 mM tuz konsantrasyonunda da 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar, topraktan yapılan uygulamalardan daha anlamlı bulunmuştur.

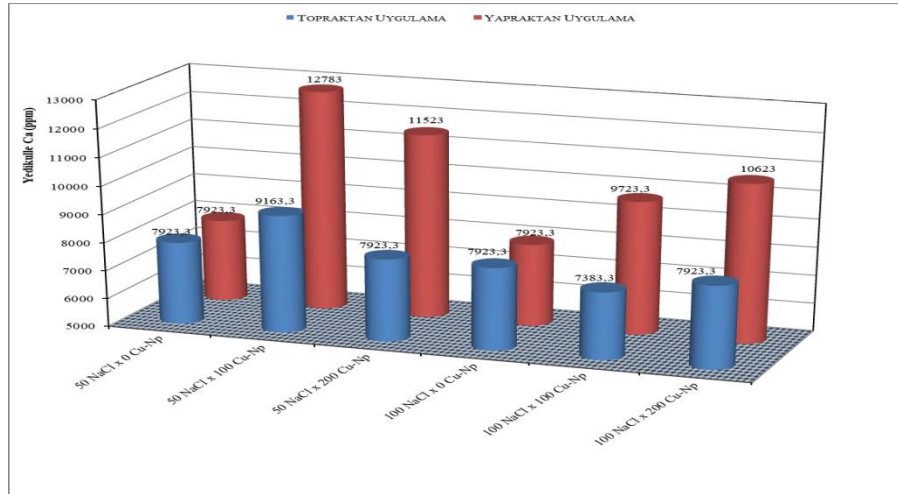
Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, yapılan uygulamalardan Ca miktarı üzerine en etkili uygulamalar; 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, yapraktan uygulanan 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları olarak belirlenmiştir. En yüksek Ca miktarı (12783 ppm) 50 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamasından elde edilmiştir. Ca miktarı üzerine en düşük etkiye sahip olan uygulama ise (7383.3 ppm) 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulaması olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.86, Şekil 4.127).

Ca/Na oranları incelendiğinde, tuz konsantrasyonu arttıkça Ca/Na oranının azaldığı (50 mM: 3.14, 100 mM: 1.19) görülmektedir. Yapılan uygulamalarda, sadece yapraktan uygulanan Cu-NP dozlarında Ca/Na oranının arttığı görülmektedir.

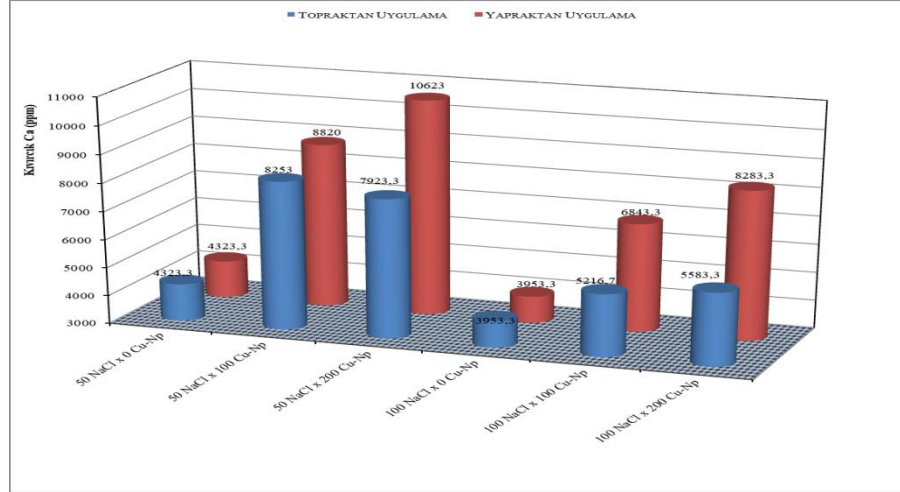
Çizelge 4.86 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Ca miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Ca (ppm)			
	Yedikule	Kıvrıcık	Yedikule Ca/Na	Kıvrıcık Ca/Na
50 × 0 × T	7923.3 ± 8.82 c,bc,b	4323.3 ± 8.82 c,ab,c	3.14	1.19
50 × 100 × T	9163.3 ± 27.3 a,bc,b	8253.0 ± 125 a,ab,b	2.99	5.72
50 × 200 × T	7923.3 ± 3.33 ab,bc,b	7923.3 ± 8.82 a,ab,b	2.44	1.83
100 × 0 × T	7923.3 ± 3.33 c,c,b	3953.3 ± 29.1 c,b,c	1.29	0.66
100 × 100 × T	7383.3 ± 49.1 bc,c,b	5216.7 ± 8.82 b,b,b	1.08	0.60
100 × 200 × T	7923.3 ± 20.3 abc,c,b	5583.3 ± 49.1 b,b,b	1.25	0.79
50 × 0 × Y	7923.3 ± 8.82 c,a,b	4323.3 ± 8.82 c,a,c	3.14	1.19
50 × 100 × Y	12783.0 ± 60.6 a,a,a	8820.0 ± 69.3 a,a,b	2.96	2.04
50 × 200 × Y	11523.0 ± 60.6 ab,a,a	10623.0 ± 72.2 a,a,a	4.00	2.68
100 × 0 × Y	7923.3 ± 3.33 c,b,b	3953.3 ± 29.1 c,ab,c	1.29	0.66
100 × 100 × Y	9723.3 ± 60.6 bc,b,a	6843.3 ± 31.8 b,ab,b	1.46	2.00
100 × 200 × Y	10623.0 ± 60.6 abc,b,a	8283.3 ± 31.8 b,ab,a	1.69	1.54

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.127 Cu-NP'nin Yedikule'de Ca miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.128 Cu-NP'nin Kivircik'ta Ca miktarı üzerine etkileri

Kivircik bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Ca değeri 8253.0 ppm ile 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 200 mg/L Cu-NP dozu ile aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En düşük Ca miktarı ise 4323.3 ppm ile Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Ca değeri 5583.3 ppm ile 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 100 mg/L Cu-NP dozu ile aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En düşük Ca miktarı ise 3953.3 ppm ile Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Ca değeri (10623 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 100 mg/L Cu-NP dozu ile aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En düşük Ca miktarı ise 4323.3 ppm ile Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Ca değeri (8283.3 ppm) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 100 mg/L Cu-NP dozu ile aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En düşük Ca miktarı ise 3953.3 ppm ile Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin Ca miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar daha anlamlı bulunmuş olup, topraktan yapılan uygulamalar ile istatistiksel olarak benzerlikleri bulunmaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda da, 100 ve 200 mg/L Cu-

NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar daha anlamlı bulunmuştur ve topraktan yapılan uygulamalar benzerlik göstermektedir.

Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, yapılan uygulamalardan Ca miktarı üzerine en etkili uygulamalar; 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, yapraktan uygulanan 200 mg/L Cu-NP dozu olarak belirlenmiştir. En yüksek Ca miktarı (10623 ppm) 50 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamasından elde edilmiştir. Ca miktarı üzerine en düşük etkiye sahip olan uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Cu-NP uygulanmayan örnek gruplarıdır (Çizelge 4.86, Şekil 4.128).

Ca/Na oranları incelendiğinde, tuz konsantrasyonu arttıkça Ca/Na oranının azaldığı (50 mM: 1.19, 100 mM: 0.66) görülmektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan uygulanan Cu-NP dozlarında ve 100 mM tuz konsantrasyonunda, 200 mg/L Cu-NP dozunda Ca/Na oranında artış meydana gelmiştir. Yapraktan yapılan uygulamaların ise tamamında Ca/Na oranı artmıştır.

4.3.22 MDA

Yedikule bitki çeşidinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Cu-NP dozları (100 ve 200 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) MDA miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli bulunan ikili interaksiyonlar Çizelge 4.87 ve 4.88’de verilmiştir.

Çizelge 4.87’de tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının MDA miktarı üzerine etkileri verilmiştir. Cu-NP dozlarının (0, 100 ve 200 mg/L), 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında MDA miktarı üzerine etkilerinde istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

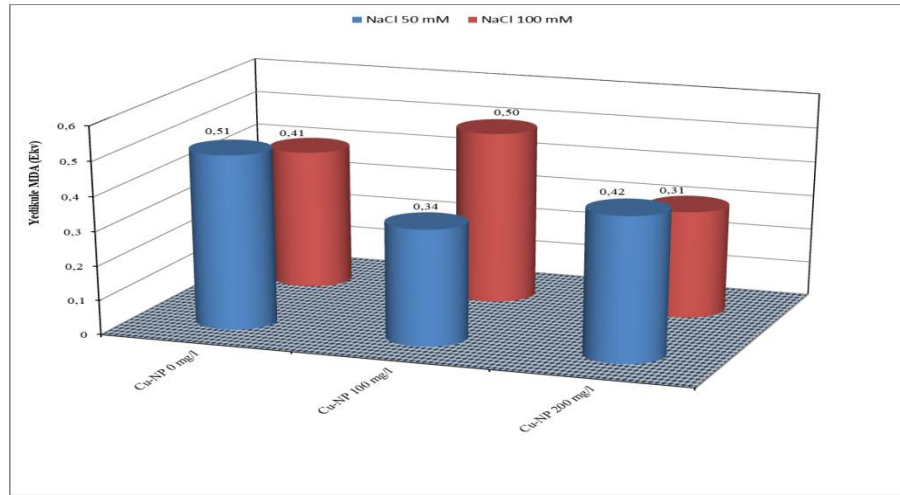
50 mM tuz konsantrasyonunda, en yüksek MDA miktarı (0.51) Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenen MDA miktarı (0.42 ekiv.)

istatistiksel olarak 0 dozu ile benzerlik göstermektedir. En düşük MDA miktarı 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise, 0 ve 100 mg/L Cu-NP dozlarının MDA miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. En düşük MDA miktarı 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir (Şekil 4.129).

Çizelge 4.87 Yedikule’de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının MDA miktarı üzerine etkileri

Tuz	Yedikule MDA (Ekivalent)		
	Cu-NP		
	0	100	200
50	0.51 ± 0.00 a,a	0.34 ± 0.04 a,b	0.42 ± 0.04 a,ab
100	0.41 ± 0.04 a,ab	0.50 ± 0.02 a,ab	0.31 ± 0.01 a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Cu-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının MDA miktarı üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Cu-NP’nin farklı dozlarının MDA miktarı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.129 Yedikule’de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının MDA miktarı üzerine etkileri

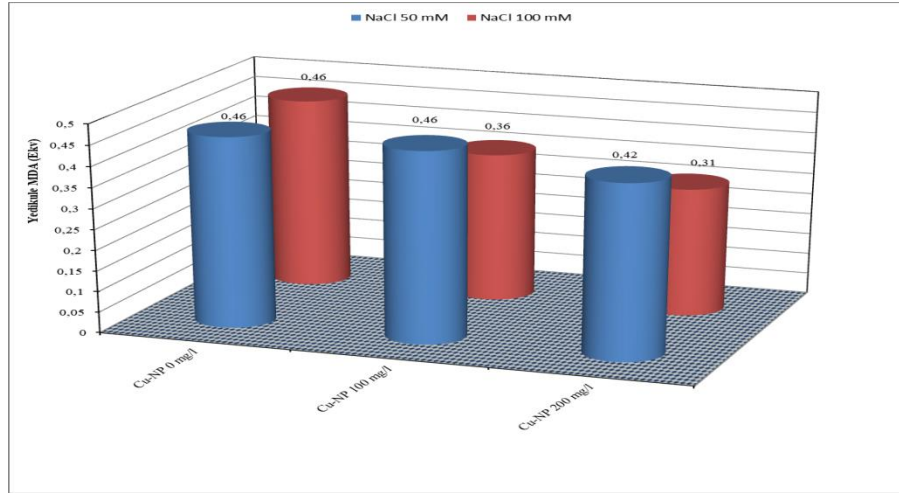
Cu-NP dozları ile uygulama şeklinin ikili interaksiyonu incelendiğinde, topraktan yapılan uygulamalarda, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarının MDA miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmekte olup, en yüksek etkinin 0 mg/L Cu-NP uygulaması olduğu belirlenmiştir. Yapraktan yapılan uygulamalarda da istatistiksel olarak MDA miktarı üzerine en yüksek etkinin 0 mg/L Cu-NP uygulaması olduğu, en düşük etkinin ise 200 mg/L Cu-NP dozunun olduğu belirlenmiştir.

100 mg/L Cu-NP dozunda topraktan yapılan uygulamanın, yapraktan yapılan uygulamadan daha etkili olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, 200 mg/L Cu-NP dozunda da topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamalardan daha etkili olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.88, Şekil 4.130).

Çizelge 4.88 Yedikule’de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin MDA miktarı üzerine etkileri

Cu-NP	Yedikule MDA (Ekivalent)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	0.46 ± 0.03 a,a	0.46 ± 0.03 a,a
100	0.46 ± 0.02 ab,a	0.36 ± 0.05 ab,b
200	0.42 ± 0.04 ab,a	0.31 ± 0.01 b,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Cu-NP dozlarının MDA miktarı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Cu-NP dozlarında uygulama şekillerinin MDA miktarı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.130 Yedikule’de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin MDA miktarı üzerine etkileri

Kıvırcık bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.41) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 200 mg/L Cu-NP dozu ile aynı grupta değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.45 ekiv.) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 0 ve 100 mg/L Cu-NP dozları ile aynı grupta değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.34 ekiv.) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 200 mg/L Cu-NP dozu ile aynı grupta değerlendirilmektedir. En düşük MDA miktarı ise Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek MDA miktarı (0.36 ekiv.) 0 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları ile aynı grupta değerlendirilmektedir.

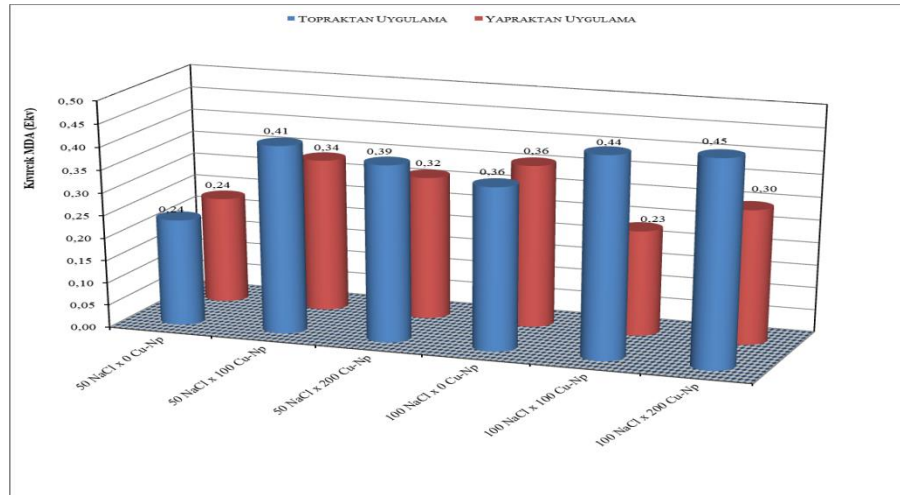
Uygulama şeklinin MDA miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar ile topraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında ise topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, yapılan uygulamalardan MDA miktarı üzerine en etkili uygulamalar; 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, topraktan uygulanan 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları olarak belirlenmiş olup, en yüksek MDA miktarı 100 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasında ölçülmüştür. En düşük MDA miktarının ölçüldüğü uygulama ise 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamasıdır (Çizelge 4.89, Şekil 4.131).

Çizelge 4.89 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) MDA miktarı üzerine etkileri

Uygulama	MDA (Ekivalent)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	0.51 ± 0.00	0.24 ± 0.00 b,b,b
50 × 100 × T	0.43 ± 0.01	0.41 ± 0.00 a,b,a
50 × 200 × T	0.50 ± 0.00	0.39 ± 0.01 a,b,a
100 × 0 × T	0.41 ± 0.06	0.36 ± 0.00 a,a,b
100 × 100 × T	0.50 ± 0.02	0.44 ± 0.00 a,a,a
100 × 200 × T	0.33 ± 0.02	0.45 ± 0.03 a,a,a
50 × 0 × Y	0.51 ± 0.00	0.24 ± 0.00 b,b,b
50 × 100 × Y	0.25 ± 0.03	0.34 ± 0.01 a,b,b
50 × 200 × Y	0.34 ± 0.00	0.32 ± 0.01 a,b,b
100 × 0 × Y	0.41 ± 0.05	0.36 ± 0.00 a,b,b
100 × 100 × Y	0.48 ± 0.03	0.23 ± 0.01 a,b,b
100 × 200 × Y	0.29 ± 0.01	0.30 ± 0.00 a,b,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.131 Cu-NP'nin Kıvrıcık'ta MDA miktarı üzerine etkileri

4.3.23 Protein

Yedikule ve Kıvrıcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Cu-NP dozları (100 ve 200 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) protein miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır.

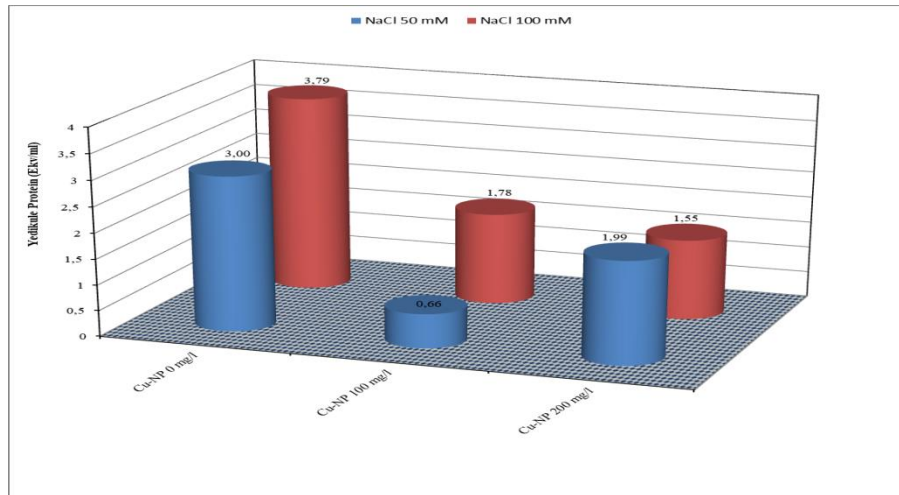
Çizelge 4. 90'da Yedikule'de, tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının protein miktarı üzerine etkileri verilmiştir. Cu-NP dozlarının (0, 100 ve 200 mg/L), 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında protein miktarı üzerine etkilerinde istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

50 mM tuz konsantrasyonunda, en yüksek protein miktarı (3.00 Ekv./ml) Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. En düşük protein miktarı 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek protein miktarı (3.79 Ekv./ml) Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. En düşük protein miktarı 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak en düşük etkiye sahip uygulama 100 mg/L Cu-NP dozu olarak değerlendirilmektedir (Şekil 4.132).

Çizelge 4.90 Yedikule'de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının protein miktarı üzerine etkileri

Tuz	Yedikule Protein (Ekv./ml)		
	Cu-NP		
	0	100	200
50	3.00 ± 0.06 a,a	0.66 ± 0.18 a,c	1.99 ± 0.23 a,b
100	3.79 ± 0.04 a,a	1.78 ± 0.23 a,c	1.55 ± 0.32 a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Cu-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının protein miktarı üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Cu-NP'nin farklı dozlarının protein miktarı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.132 Yedikule'de farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP dozlarının protein miktarı üzerine etkileri

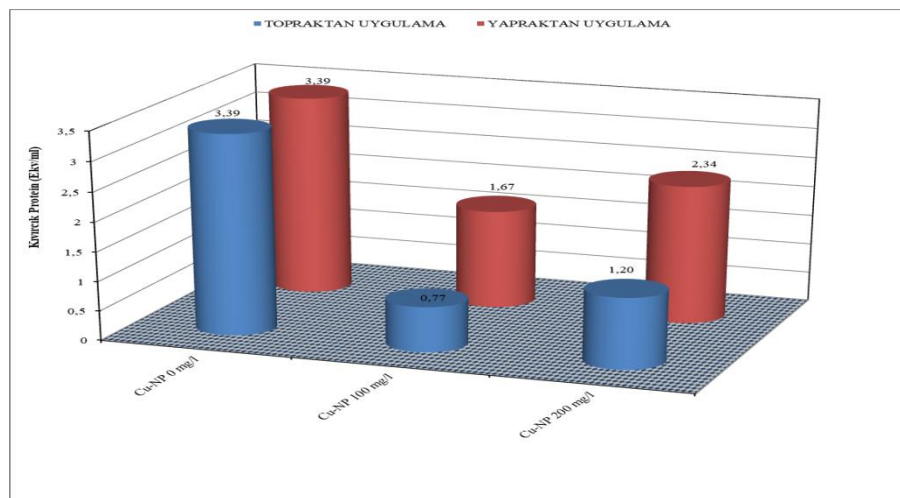
Çizelge 4.91 incelendiğinde, topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek protein miktarının (3.39 Ekv./ml) Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlendiği, en düşük protein miktarının (0.77 Ekv./ml) ise 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlendiği görülmektedir. Yapraktan yapılan uygulamalarda da benzer sonuçlar elde edilmiş olup, en yüksek protein miktarının (3.39 Ekv./ml) Cu-NP uygulanmayan örneklerde, en düşük protein miktarının (1.67 Ekv./ml) ise 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir.

100 mg/L Cu-NP dozunda uygulama şekilleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamanın, topraktan yapılan uygulamaya nazaran anlamlı bulunduğu görülmektedir. Benzer şekilde, 200 mg/L Cu-NP dozunda da yapraktan yapılan uygulama önemli bulunmuştur (Şekil 4.133).

Çizelge 4.91 Yedikule’de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin protein miktarı üzerine etkileri

Cu-NP	Yedikule Protein (Ekv./ml)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	3.39 ± 0.19 a,a	3.39 ± 0.19 a,a
100	0.77 ± 0.23 c,b	1.67 ± 0.27 c,a
200	1.20 ± 0.16 b,b	2.34 ± 0.13 b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Cu-NP dozlarının protein miktarı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Cu-NP dozlarında uygulama şekillerinin protein miktarı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.133 Yedikule’de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin protein miktarı üzerine etkileri

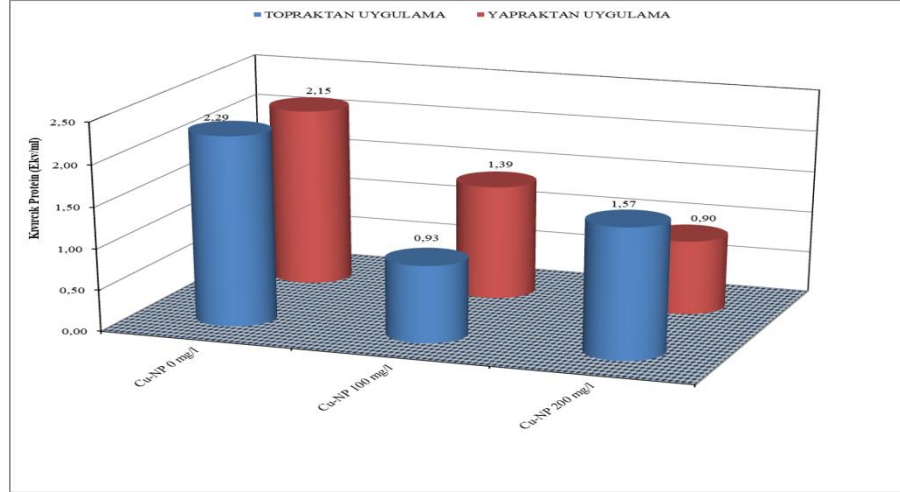
Kıvırcık bitki çeşidinde topraktan yapılan Cu-NP uygulamaların protein miktarı üzerine etkileri incelendiğinde (Çizelge 4.92), en yüksek protein miktarının (2.29 Ekv./ml) Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlendiği görülmektedir. En düşük protein miktarı (0.94) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 200 mg/L Cu-NP dozu ile aynı grupta değerlendirilmektedir. Yapraktan yapılan Cu-NP uygulamalarında da en yüksek protein miktarının (2.16 Ekv./ml) Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlendiği görülmektedir. En düşük protein miktarı (0.90 Ekv./ml) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 100 mg/L Cu-NP dozu ile aynı grupta değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin protein miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.134).

Çizelge 4.92 Kıvırcık'ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin protein miktarı üzerine etkileri

Cu-NP	Kıvırcık Protein (Ekv./ml)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	2.29 ± 0.05 a,a	2.16 ± 0.04 a,a
100	0.94 ± 0.09 b,a	1.39 ± 0.05 b,a
200	1.57 ± 0.16 b,a	0.90 ± 0.09 b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Cu-NP dozlarının protein miktarı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Cu-NP dozlarında uygulama şekillerinin protein miktarı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.134 Kızırcık'ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin protein miktarı üzerine etkileri

4.3.24 APX

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek APX miktarı (2.00 EU/mg) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 0 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında da en yüksek APX miktarı (0.61 EU/mg) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 0 ve 200 mg/L Cu-NP dozları ile aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek APX miktarı (0.29 EU/mg) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. 0 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında da en yüksek APX miktarı (0.28 EU/mg) 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 0 mg/L Cu-NP dozu ile aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Uygulama şeklinin APX miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar, istatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamalardan daha anlamlı olarak değerlendirilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında

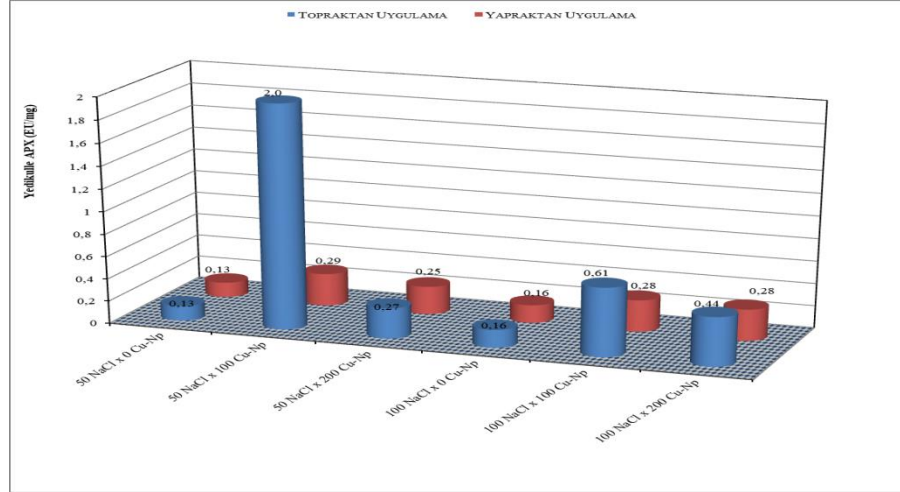
toprakta yapılan uygulamalar, istatistiksel olarak yaprakta yapılan uygulamalardan daha anlamlı olarak değerlendirilmiş olmasına rağmen benzerlik göstermektedir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, APX miktarı üzerine en etkili uygulamalar; 50 ve 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamaları olarak belirlenmiş olup, en yüksek APX miktarı (0.61 EU/mg) 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamasından elde edilmiştir. En düşük APX miktarı (0.13 EU/mg) 50 mM tuz konsantrasyonunda Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.93, Şekil 4.135).

Çizelge 4.93 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrırcık'ta (Fiyonk) APX miktarı üzerine etkileri

Uygulama	APX (EU/mg)	
	Yedikule	Kıvrırcık
50 × 0 × T	0.13 ± 0.00 b,a,b	0.08 ± 0.01
50 × 100 × T	2.00 ± 0.17 a,a,a	0.12 ± 0.00
50 × 200 × T	0.27 ± 0.04 b,a,b	0.05 ± 0.00
100 × 0 × T	0.16 ± 0.01 b,ab,b	0.11 ± 0.01
100 × 100 × T	0.61 ± 0.01 b,ab,a	0.31 ± 0.00
100 × 200 × T	0.44 ± 0.07 b,ab,b	0.14 ± 0.01
50 × 0 × Y	0.13 ± 0.00 b,b,b	0.08 ± 0.01
50 × 100 × Y	0.29 ± 0.01 a,b,b	0.18 ± 0.00
50 × 200 × Y	0.20 ± 0.02 b,b,b	0.30 ± 0.00
100 × 0 × Y	0.16 ± 0.01 b,b,b	0.11 ± 0.01
100 × 100 × Y	0.28 ± 0.01 b,b,b	0.36 ± 0.01
100 × 200 × Y	0.28 ± 0.01 b,b,b	0.38 ± 0.01

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır



Şekil 4.135 Cu-NP'nin Yedikule'de APX miktarı üzerine etkileri

Kıvırcık bitki çeşidinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Cu-NP dozları (100 ve 200 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) APX miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.93).

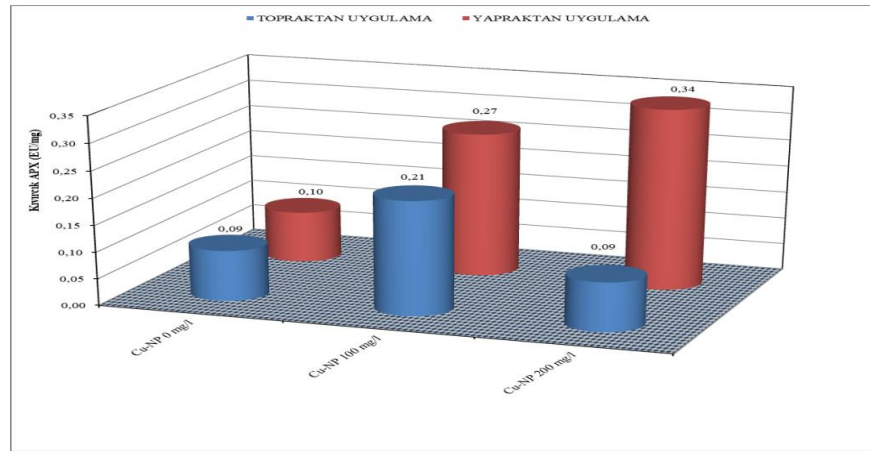
Çizelge 4.94 incelendiğinde, topraktan uygulanan Cu-NP dozlarında en yüksek APX miktarının (0.21 EU/mg) 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlendiği ve her iki Cu-NP dozunun, istatistiksel olarak Cu-NP uygulanmayan kontrol grubundan daha önemli bulunduğu görülmektedir. Yapraktan yapılan uygulamalarda ise en yüksek APX miktarının (0.34 EU/mg) 200 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olup 100 mg/L Cu-NP dozundan elde edilen sonuçlar ile istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin APX miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 100 mg/L Cu-NP dozunda yapraktan yapılan uygulamalardan elde edilen APX miktarı (0.27 EU/mg), topraktan yapılan uygulamalardan daha yüksek olup, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Benzer şekilde 200 mg/L Cu-NP dozunda yapraktan yapılan uygulamalardan elde edilen APX miktarı (0.34 EU/mg), topraktan yapılan uygulamalardan daha yüksek olup, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.136).

Çizelge 4.94 Kıvırcık'ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin APX miktarı üzerine etkileri

Cu-NP	Kıvırcık APX (EU/mg)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	0.10 ± 0.00 b,b	0.10 ± 0.01 b,a
100	0.21 ± 0.04 a,b	0.27 ± 0.04 a,a
200	0.09 ± 0.02 a,b	0.34 ± 0.02 a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Cu-NP dozlarının APX miktarı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Cu-NP dozlarında uygulama şekillerinin APX miktarı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.136 Kıvırcık'ta farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin APX miktarı üzerine etkileri

4.3.25 CAT

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı 53.20 EU/mg ile Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı ise 200 mg/L Cu-NP dozunun uygulandığı örneklerde belirlenmiştir. Cu-NP dozunun artışı ile CAT miktarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı 37.03 EU/mg ile Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarından elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı 53.20 EU/mg ile Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı (23.67 EU/mg) ise 200 mg/L Cu-NP dozunun uygulandığı örneklerde belirlenmiştir. Cu-NP dozunun artışı ile

CAT miktarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında da en yüksek CAT miktarı 37.03 EU/mg ile Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı (25.12 EU/mg) ise 200 mg/L Cu-NP dozunun uygulandığı örneklerde belirlenmiştir. 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarından elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir.

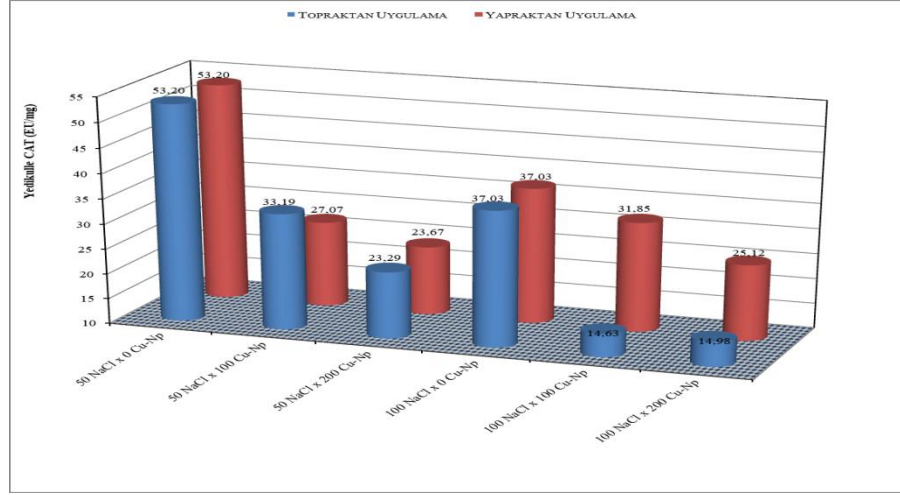
Uygulama şeklinin CAT miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında uygulama topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında ise yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuş olmasına rağmen topraktan yapılan uygulamalar ile istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir.

Elde edilen veriler neticesinde, CAT miktarının en yüksek değerinin belirlendiği örnek grupları, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda Cu-NP uygulanmayan (0 mg/L) örnek grupları olmuştur. İstatistiksel olarak CAT miktarı üzerine en düşük etkiyi gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP x toprak uygulamaları olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.95, Şekil 4.137).

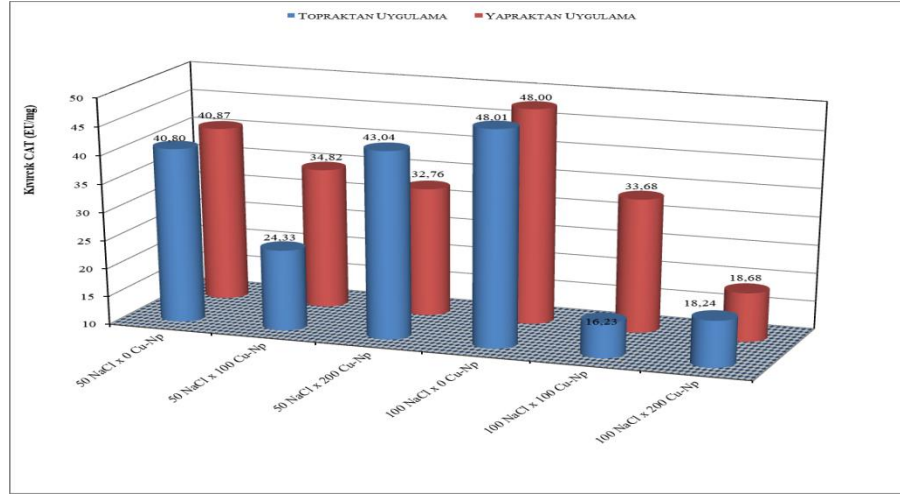
Çizelge 4.95 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) CAT miktarı üzerine etkileri

Uygulama	CAT (EU/mg)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	53.20 ± 0.06 a,a,a	40.80 ± 1.10 b,a,a
50 × 100 × T	33.19 ± 0.06 c,a,bc	24.33 ± 0.58 c,a,c
50 × 200 × T	23.29 ± 0.40 d,a,c	43.04 ± 1.13 b,a,b
100 × 0 × T	37.03 ± 0.08 b,b,a	48.01 ± 0.28 a,a,a
100 × 100 × T	14.63 ± 0.01 d,b,bc	16.23 ± 0.06 c,a,c
100 × 200 × T	14.98 ± 0.02 d,b,c	18.24 ± 0.05 d,a,b
50 × 0 × Y	53.20 ± 0.06 a,a,a	40.87 ± 0.07 b,a,a
50 × 100 × Y	27.07 ± 0.59 c,a,b	34.82 ± 0.16 c,a,b
50 × 200 × Y	23.67 ± 0.29 d,a,bc	32.76 ± 0.07 b,a,bc
100 × 0 × Y	37.03 ± 0.50 b,ab,a	48.00 ± 0.57 a,a,a
100 × 100 × Y	31.85 ± 0.08 d,ab,b	33.68 ± 0.18 c,a,b
100 × 200 × Y	25.12 ± 0.60 d,ab,bc	18.68 ± 0.23 d,a,bc

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.137 Cu-NP'nin Yedikule'de CAT miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.138 Cu-NP'nin Kıvrıcık'ta CAT miktarı üzerine etkileri

Kıvrıcık bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı sırası ile 200 ve 100 mg/L Cu-NP dozlarının uygulandığı örneklerde (43.04 ve 40.80 EU/mg) belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı (24.33 EU/mg) ise 100 mg/L Cu-NP dozunun uygulandığı örneklerde belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı 48.01 EU/mg ile Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı 16.23 EU/mg ile 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen 200 mg/L Cu-NP dozunun CAT miktarına etkisi istatistiksel olarak daha düşük olarak değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı 40.87 EU/mg ile Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı (32.76 EU/mg) ise 200 mg/L Cu-NP dozunun uygulandığı örneklerde belirlenmiş olmasına rağmen 100 mg/L Cu-NP dozunun CAT miktarına etkisi istatistiksel olarak daha düşük olarak değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı 48.00 EU/mg ile Cu-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. En düşük CAT miktarı (18.68 EU/mg) ise 200 mg/L Cu-NP dozunun uygulandığı örneklerde belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin CAT miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler neticesinde, CAT miktarının en yüksek değerinin belirlendiği örnek grupları, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda Cu-NP uygulanmayan (0 mg/L) örnek grupları olmuştur. İstatistiksel olarak CAT miktarı üzerine en düşük etkiyi gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz x 100 mg/L Cu-NP x toprak uygulamaları olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.95, Şekil 4.138).

4.3.26 Toplam şeker

Yedikule bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenen toplam şeker miktarı (25.01 g/100g) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Benzer şekilde 100 mM tuz x toprak uygulamalarında toplam şeker miktarı üzerine etkisi en yüksek olan uygulama 100 mg/L Cu-NP dozu olarak belirlenmiştir. En düşük toplam şeker miktarı ise (10.72 g/100g) Cu-NP uygulanmayan (0 mg/L) örnek grubunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında Cu-NP'nin 200 mg/L dozunda belirlenen toplam şeker miktarı (34.12 mg/100g) diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek olmasına rağmen, 100 mg/L dozu istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise toplam şeker miktarı üzerine etkisi en yüksek olan uygulama 100

mg/L Cu-NP dozu olarak belirlenmiştir. En düşük toplam şeker miktarı ise (0.2 g/100g) Cu-NP uygulanmayan (0 mg/L) örnek grubunda belirlenmiştir.

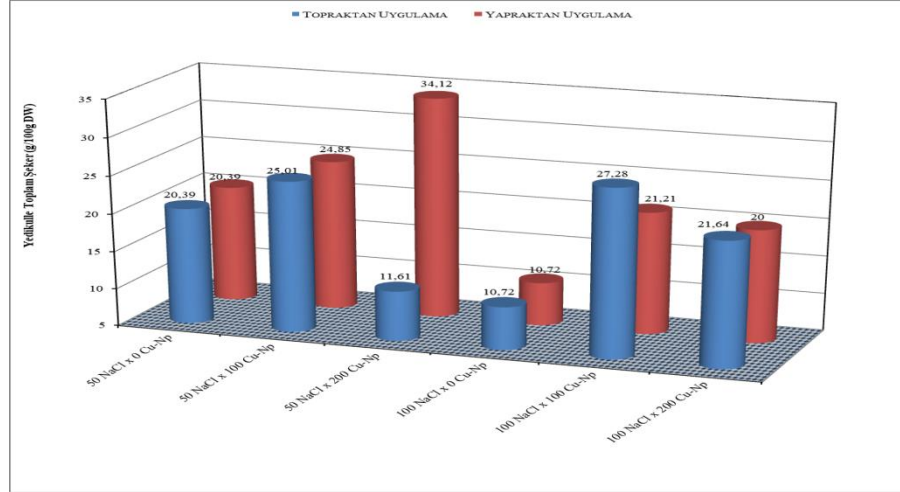
Uygulama şeklinin toplam şeker miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar, topraktan yapılan uygulamalara nazaran istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler neticesinde, istatistiksel olarak toplam şeker miktarı üzerine en yüksek etkiyi gösteren uygulamalar 50 mM tuz x 200 mg/L Cu-NP x toprak ve 50 mM tuz x 100 ve 200 mg/L Cu-NP x yaprak uygulamaları olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak toplam şeker miktarı üzerine en düşük etkiyi gösteren uygulamalar ise 100 mM tuz konsantrasyonunda toprak uygulamaları olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.96, Şekil 4.139).

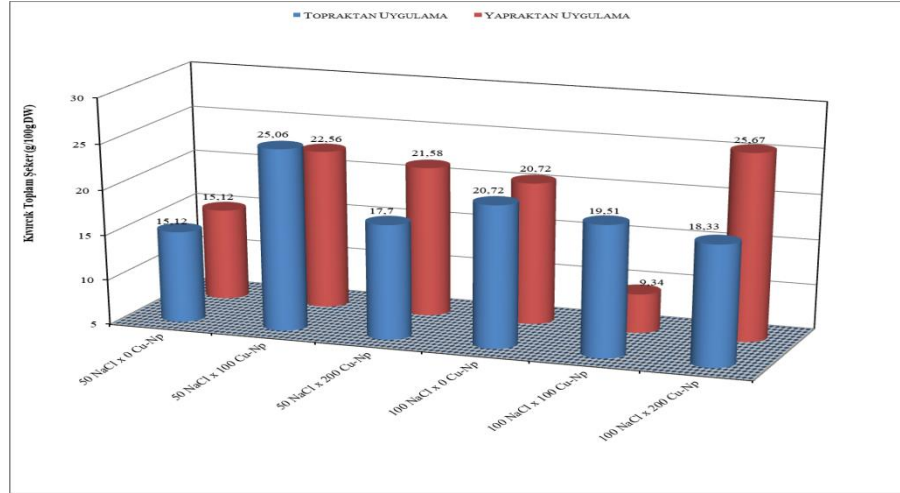
Çizelge 4.96 Cu-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) toplam şeker miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Toplam Şeker (g/100g DW)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	20.39 ± 0.36 c,b,a	15.12 ± 0.38 c,a,a
50 × 100 × T	25.01 ± 0.01 a,b,b	25.06 ± 0.55 b,a,a
50 × 200 × T	11.61 ± 0.24 b,b,a	17.70 ± 0.29 a,a,a
100 × 0 × T	10.72 ± 0.56 c,b,b	20.72 ± 0.23 c,a,b
100 × 100 × T	27.28 ± 0.12 a,b,b	19.51 ± 0.28 b,a,b
100 × 200 × T	21.64 ± 0.20 b,b,b	18.33 ± 0.13 a,a,b
50 × 0 × Y	20.39 ± 0.36 c,a,a	15.12 ± 0.38 c,a,a
50 × 100 × Y	24.85 ± 0.17 a,a,a	22.56 ± 0.27 b,a,a
50 × 200 × Y	34.12 ± 0.06 b,a,a	21.58 ± 0.23 a,a,a
100 × 0 × Y	10.72 ± 0.56 c,a,b	20.72 ± 0.23 c,a,b
100 × 100 × Y	21.21 ± 0.02 a,a,b	9.34 ± 0.53 b,a,b
100 × 200 × Y	20.00 ± 0.01 b,a,b	25.67 ± 0.17 a,a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Cu-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Cu-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.139 Cu-NP'nin Yedikule'de toplam şeker miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.140 Cu-NP'nin Kıvrırcık'ta toplam şeker miktarı üzerine etkileri

Kıvrırcık bitki çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek toplam şeker miktarı 100 mg/L Cu-NP dozunda belirlenmiştir. İstatistiksel olarak toplam şeker miktarı üzerine en düşük etkiyi gösteren uygulama Cu-NP uygulanmayan örnek grubu olarak değerlendirilmektedir. 100 tuz x toprak uygulamalarında toplam şeker miktarı üzerine en yüksek etkiyi gösteren uygulama Cu-NP uygulanmayan örnek grubu olarak belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında, istatistiksel olarak toplam şeker miktarına en yüksek etkiyi gösteren uygulama 200 mg/L Cu-NP dozu olarak belirlenmiştir. 100 mM tuz

x yaprak uygulamalarında ise toplam şeker miktarı üzerine etkisi en yüksek olan uygulama 200 mg/L Cu-NP dozu, en düşük etkiye sahip uygulama olarak da 100 mg/L Cu-NP dozu belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin toplam şeker miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar ile yapraktan yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

Elde edilen veriler neticesinde, istatistiksel olarak toplam şeker miktarı üzerine en yüksek etkiyi gösteren uygulamalar 50 mM tuz x 100 ve 200 mg/L Cu-NP x toprak ve yaprak uygulamaları olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak toplam şeker miktarı üzerine en düşük etkiyi gösteren uygulamalar ise 100 mM tuz x 100 ve 200 mg/L Cu-NP x toprak ve yaprak uygulamaları olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.97, Şekil 4.140).

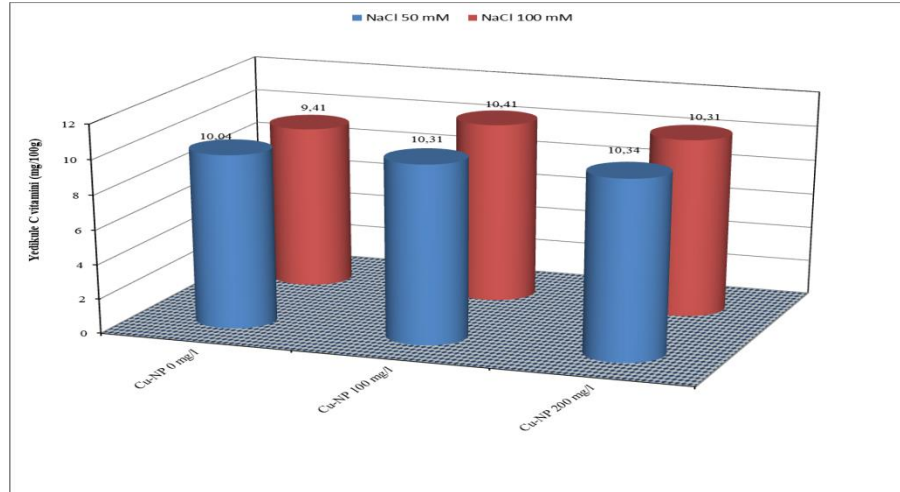
4.3.27 C vitamini

Yedikule ve Kıvrıcık bitki çeşitlerinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Cu-NP dozları (100 ve 200 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) C vitamini üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır. Yedikule’de tuz x Cu-NP ve Cu-NP x uygulama şekli ikili interaksiyonları Çizelge 4.97 ve 4.98’de verilmiştir.

Çizelge 4.97 Farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP’nin Yedikule’de C vitamini miktarı üzerine etkileri

Tuz	Yedikule C vitamini (mg/100g)		
	Cu-NP		
	0	100	200
50	10.04± 0.10 a,b	10.31 ± 0.10 a, a	10.34 ± 0.16 a,a
100	9.41 ± 0.07 b,b	10.41 ± 0.09 b,a	10.31 ± 0.06 b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Cu-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının C vitamini miktarı üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Cu-NP’nin farklı dozlarının C vitamini miktarı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.141 Farklı tuz konsantrasyonlarında Cu-NP'nin Yedikule'de C vitamini miktarı üzerine etkileri

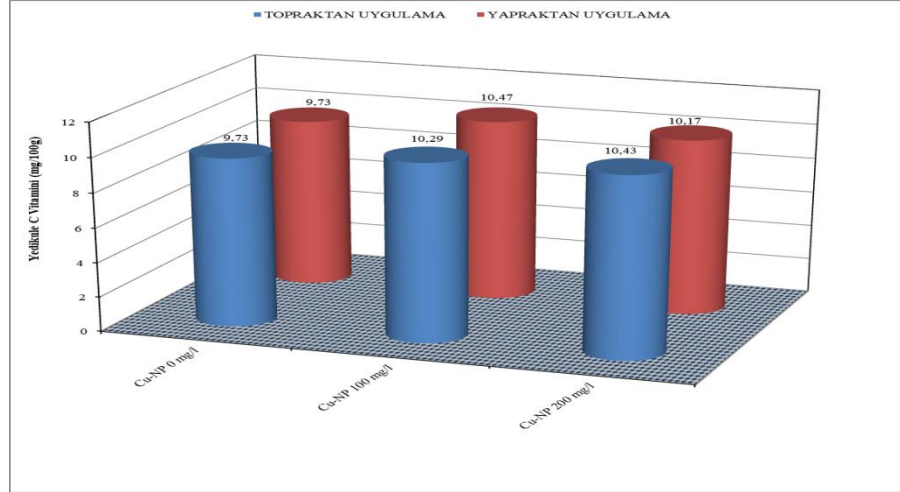
0 mg/L Cu-NP dozunda, 50 mM tuz konsantrasyonunda belirlenen C vitamini miktarı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Benzer şekilde, 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozlarında da 50 mM tuz konsantrasyonunda yapılan uygulamalar, 100 mM tuz konsantrasyonuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan Cu-NP dozları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, 100 ve 200 mg/L dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiş ve 0 mg/L dozundan daha anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.97, Şekil 4.141).

Çizelge 4.98 Yedikule'de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin C vitamini miktarı üzerine etkileri

Cu-NP	Yedikule'de C Vitamini (mg/100g)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	9.73 ± 0.17 b,a	9.73 ± 0.17 b,a
100	10.29 ± 0.07 a,a	10.47 ± 0.13 a,a
200	10.43 ± 0.11 a,a	10.17 ± 0.06 a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Cu-NP dozlarının C vitamini miktarı üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Cu-NP dozlarında uygulama şekillerinin C vitamini miktarı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.142 Yedikule’de farklı Cu-NP dozlarında uygulama şeklinin C vitamini miktarı üzerine etkileri

Toprakten uygulanan 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Benzer şekilde, yaprakten yapılan uygulamalarda da 100 ve 200 mg/L Cu-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiş ve anlamlı bulunmuştur. Kontrol gruplarında belirlenen C vitamini miktarı, Cu-NP dozlarından daha düşüktür.

100 ve 200 mg/L Cu-NP dozunda topraktan yapılan uygulamalar ile topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiş olup fark bulunmamaktadır (Çizelge 4.98, Şekil 4.142).

4.4 Yedikule ve Kıvrıcık’ta Nanopartiküler Magnezyum Oksit Uygulamaları

4.4.1 Baş yüksekliği

Çizelge 4.99’da Mg-NP uygulamalarının baş yüksekliği üzerine etkileri verilmektedir. Yedikule Manto çeşidinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamaların baş yüksekliği üzerine etkilerinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

Benzer şekilde 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda, yaprakten yapılan uygulamaların baş yüksekliği üzerine etkilerinde de istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

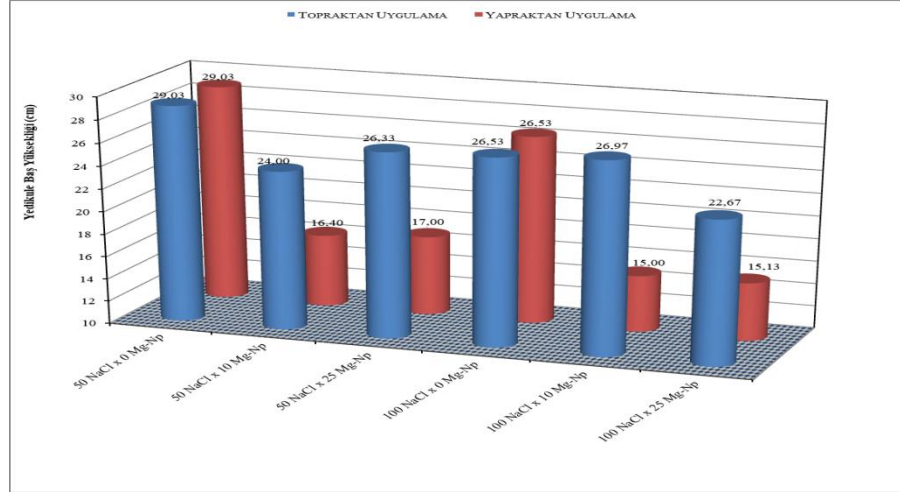
Uygulama şekillerinin baş yüksekliği üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının, yapraktan yapılan uygulamaya göre daha etkili olduğu görülmektedir.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde en yüksek baş yüksekliği değerini veren örnek gruplarının, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, Mg-NP uygulanmayan kontrol grupları (29.03 ve 26.53 cm) olduğu belirlenmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En düşük baş yüksekliği değerleri ise her iki tuz konsantrasyonunda da yapraktan yapılan Mg-NP uygulamaları olduğu ve bu düşüşün istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Şekil 4.143).

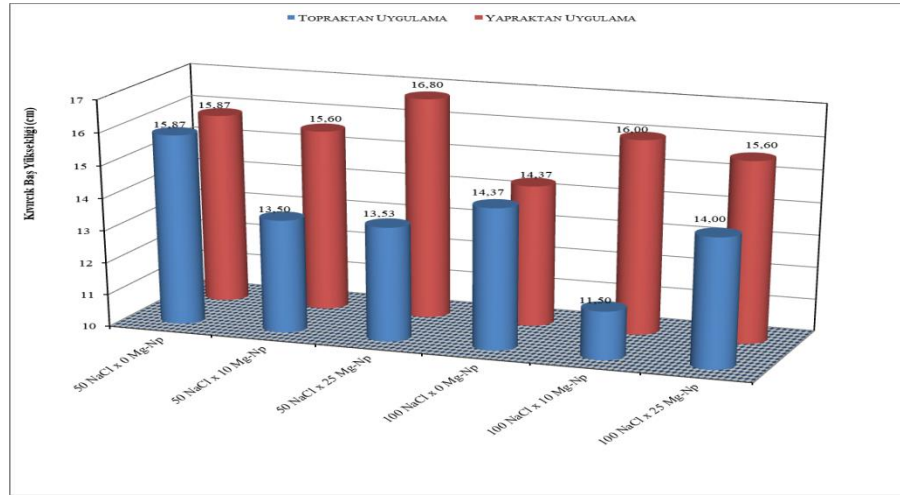
Çizelge 4.99 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) baş yüksekliği üzerine etkileri

Uygulama	Baş Yüksekliği (cm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	29.03 ± 0.58 a,a,a	15.87 ± 0.37 a,bc,a
50 × 10 × T	24.00 ± 0.58 a,a,b	13.50 ± 0.87 ab,bc,c
50 × 25 × T	26.33 ± 0.09 a,a,b	13.53 ± 0.61 ab,bc,b
100 × 0 × T	26.53 ± 0.61 a,a,a	14.37 ± 0.58 ab,c,a
100 × 10 × T	26.97 ± 0.26 a,a,b	11.50 ± 0.46 b,c,c
100 × 25 × T	22.67 ± 0.69 a,a,b	14.00 ± 0.58 ab,c,b
50 × 0 × Y	29.03 ± 0.58 a,a,a	15.87 ± 0.37 a,a,a
50 × 10 × Y	16.40 ± 0.23 a,b,c	15.60 ± 0.35 ab,a,a
50 × 25 × Y	17.00 ± 0.12 a,b,c	16.80 ± 0.12 ab,a,a
100 × 0 × Y	26.53 ± 0.61 a,a,a	14.37 ± 0.58 ab,ab,a
100 × 10 × Y	15.00 ± 0.35 a,b,c	16.00 ± 0.40 b,ab,a
100 × 25 × Y	15.13 ± 0.12 a,b,c	15.60 ± 0.29 ab,ab,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.143 Mg-NP'nin Yedikule'de baş yüksekliği üzerine etkileri



Şekil 4.144 Mg-NP'nin Kırırcık'ta baş yüksekliği üzerine etkileri

Kırırcık Fiyonk çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda, en yüksek baş yüksekliği değeri (15.87 cm) kontrol grubundan elde edilmiştir. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulandığı örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır ve kontrol grubu ile benzerlikleri mevcuttur. 100 mM tuz konsantrasyonunda, 0 ve 25 mg/L Mg-NP'nin baş yüksekliğine etkilerinin, 10 mg/L Mg-NP dozundan daha yüksek olmuştur.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda, 0 Mg-NP dozunun en yüksek baş yüksekliği değerini verdiği görülmektedir. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarından elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamakta ve 0 Mg-NP dozu ile benzerlik göstermektedirler. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 16.00 cm ile en yüksek baş yüksekliği değeri 10 mg/L Mg-NP dozunun uygulandığı örneklerde kaydedilmiştir. 0 ve 25 mg/L Mg-NP uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almakta ve 10 mg/L Mg-NP dozu ile benzerlik göstermektedirler.

Uygulama şeklinin baş yüksekliği üzerine etkileri karşılaştırıldığında, her iki tuz konsantrasyonunda ve Mg-NP dozlarında, yapraktan yapılan uygulamaların, topraktan yapılan uygulamalardan daha yüksek olduğu görülmektedir.

Uygulamaların üçlü interaksiyonları neticesinde baş yüksekliği değerine en yüksek etkiye sahip uygulamalar, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 0, 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozları olmuştur. En düşük etkiye sahip uygulamalar ise 50 ve mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.99, Şekil 4.144).

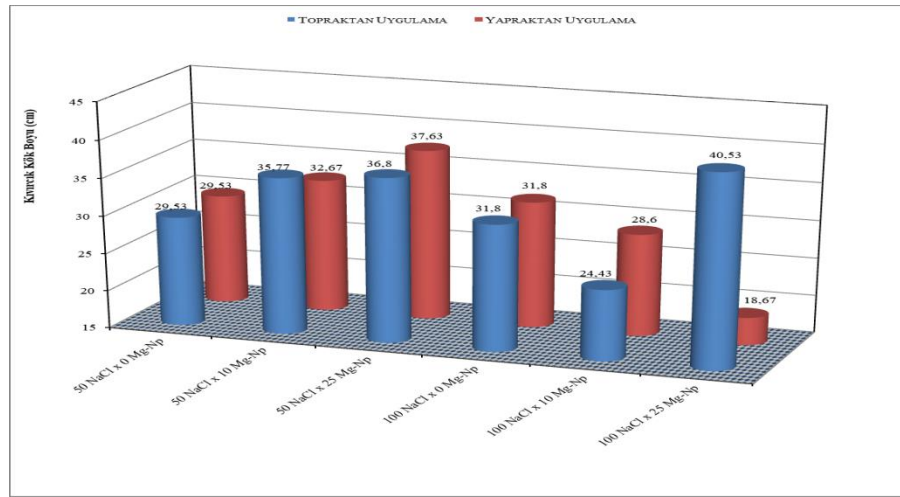
4.4.2 Kök boyu

Yedikule bitki çeşidinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Mg-NP dozları (10 ve 25 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök boyu üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.100).

Çizelge 4.100 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) kök boyu üzerine etkileri

Uygulama	Kök Boyu (cm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	32.27 ± 1.41	29.53 ± 1.16 ab,a,a
50 × 10 × T	42.63 ± 2.17	35.77 ± 5.36 ab,a,a
50 × 25 × T	39.80 ± 9.91	36.80 ± 8.35 a,a,a
100 × 0 × T	32.23 ± 1.41	31.80 ± 0.44 ab,a,a
100 × 10 × T	43.77 ± 3.70	24.43 ± 0.61 b,a,a
100 × 25 × T	33.23 ± 3.11	40.53 ± 5.41 ab,a,a
50 × 0 × Y	32.27 ± 1.41	29.53 ± 1.16 ab,a,a
50 × 10 × Y	41.10 ± 15.6	32.67 ± 3.18 ab,a,a
50 × 25 × Y	39.33 ± 6.12	37.63 ± 4.72 a,a,a
100 × 0 × Y	32.23 ± 1.41	31.80 ± 0.44 ab,a,a
100 × 10 × Y	37.20 ± 9.00	28.60 ± 5.20 b,a,a
100 × 25 × Y	27.83 ± 5.09	18.67 ± 0.94 ab,a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.145 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta kök boyu üzerine etkileri

Kıvrıcık'ta 50 mM tuz x toprak uygulamasında en yüksek kök boyu 36.80 cm ile 25 mg/L Mg-NP uygulamasında ölçülmüştür. 0 ve 10 mg/L Mg-NP dozları ise istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamasında da en yüksek kök boyu değeri 25 mg/L Mg-NP uygulamasında (40.53 cm) ölçülmüştür. 0 ve 25 mg/L

Mg-NP uygulamalarının kök boyu üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda, 37.63 cm ile en yüksek kök boyu değeri 25 mg/L Mg-NP dozunun uygulandığı örneklerde ölçülmüştür. ve 10 mg/L Mg-NP dozları ise istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamasında da en yüksek kök boyu değeri 0 mg/L Mg-NP uygulamasında (31.80 cm) ölçülmüştür. 0 ve 25 mg/L Mg-NP uygulamalarının kök boyu üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda, 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulama şekillerinin kök boyuna etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Uygulamalardan elde edilen verilerin üçlü interaksiyonları incelendiğinde uygulamaların tamamı istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. Uygulamaların kök boyu üzerine etkilerinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamasına rağmen en yüksek kök boyu değeri 25 mg/L Mg-NP uygulamasında (40.53 cm) ölçülmüştür (Çizelge 4.100, Şekil 4.145).

4.4.3 Kök yaş ağırlık

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Mg-NP dozları (10 ve 25 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök yaş ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.101).

Çizelge 4.101 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök yaş ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Kök Yaş Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	5.00 ± 0.75	2.60 ± 0.29
50 × 10 × T	6.32 ± 0.34	3.76 ± 0.39
50 × 25 × T	5.66 ± 1.05	3.63 ± 0.32
100 × 0 × T	4.30 ± 0.81	3.10 ± 0.29
100 × 10 × T	7.08 ± 1.29	2.93 ± 0.30
100 × 25 × T	5.06 ± 0.75	3.48 ± 0.20
50 × 0 × Y	5.00 ± 0.75	2.60 ± 0.29
50 × 10 × Y	5.67 ± 0.90	2.56 ± 0.42
50 × 25 × Y	5.75 ± 0.43	2.79 ± 0.19
100 × 0 × Y	4.30 ± 0.81	3.10 ± 0.29
100 × 10 × Y	5.61 ± 1.25	2.96 ± 0.40
100 × 25 × Y	4.62 ± 0.84	2.79 ± 0.11

4.4.4 Kök kuru ağırlık

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Mg-NP dozları (10 ve 25 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) kök kuru ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.102).

Çizelge 4.102 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) kök kuru ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Kök Kuru Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	0.43 ± 0.03	0.30 ± 0.00
50 × 10 × T	0.49 ± 0.03	0.37 ± 0.03
50 × 25 × T	0.47 ± 0.10	0.38 ± 0.03
100 × 0 × T	0.40 ± 0.06	0.33 ± 0.03
100 × 10 × T	0.56 ± 0.11	0.31 ± 0.04
100 × 25 × T	0.41 ± 0.08	0.37 ± 0.02
50 × 0 × Y	0.43 ± 0.03	0.30 ± 0.00
50 × 10 × Y	0.51 ± 0.09	0.27 ± 0.04
50 × 25 × Y	0.47 ± 0.04	0.31 ± 0.02
100 × 0 × Y	0.40 ± 0.06	0.33 ± 0.03
100 × 10 × Y	0.50 ± 0.11	0.34 ± 0.04
100 × 25 × Y	0.38 ± 0.08	0.32 ± 0.02

4.4.5 Bitki yaş ağırlık

Mg-NP uygulamalarının bitki yaş ağırlığı değerleri Çizelge 4.103’de verilmektedir. Toprakta yapılan uygulamaların sonuçları değerlendirildiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri (125.09 g) 25 mg/L Mg-NP dozunda kaydedilmiştir. 0 ve 10 mg/L Mg-NP dozlarında ise bitki yaş ağırlığında istatistiksel olarak düşüş söz konusudur. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer şekilde en yüksek yaş ağırlık değeri (69.59 g) 25 mg/L Mg-NP dozunda kaydedilmiştir. Kontrol grubunda 60.39 g yaş ağırlık belirlenirken, Mg-NP uygulamaları ile yaş ağırlık değerlerinin de (10 mg/L Mg-NP:64.64 g, 25 mg/L Mg-NP:69.59 g) arttığı görülmektedir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda, 0 Mg-NP dozunda 83.47 g yaş ağırlık kaydedilirken, Mg-NP uygulanan örneklerde doz arışı ile yaş ağırlık değerleri düştüğü, ancak istatistiksel olarak en anlamlı uygulamanın 25 mg/L Mg-NP dozu olduğu görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalara benzer bir durum söz konusu olup, Mg-NP uygulamaları ile bitki yaş ağırlığı değerlerinde artış olmuştur. En yüksek yaş ağırlık değeri (83.16 g) 25 mg/L Mg-NP dozunda kaydedilmiştir.

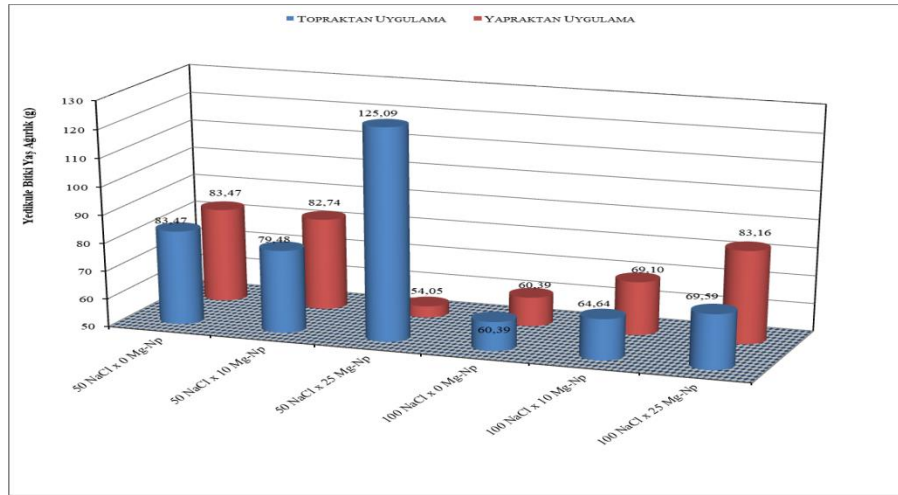
Yapılan çalışmada Mg-NP’nin uygulanma şeklinin bitki yaş ağırlığına etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, her iki Mg-NP dozunda da topraktan yapılan uygulamaların istatistiksel olarak daha etkili olduğu görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise uygulama şeklinin her iki Mg-NP dozunda da bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı bulunmuştur.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde 125.09 g ile 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan 25 mg/L Mg-NP dozu istatistiksel olarak en etkili uygulamadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda yine topraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozunun etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yapılan diğer uygulamaların tamamı Duncan testi sonucunda aynı grup içinde yer alarak, yaş ağırlığı etkilerinde farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.146).

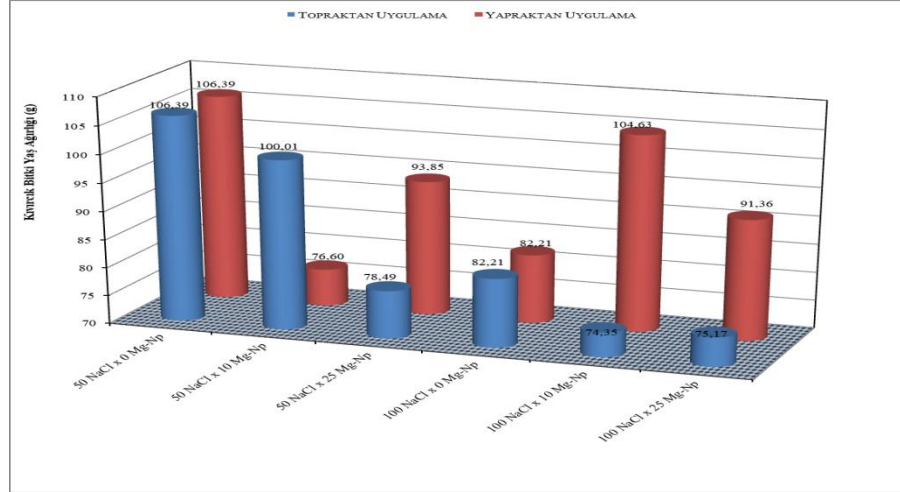
Çizelge 4.103 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Bitki Yaş Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	83.47 ± 0.16 ab,a,b	106.39± 1.33 a,a,a
50 × 10 × T	79.48 ± 1.08 abc,a,b	100.01± 1.15 b,a,ab
50 × 25 × T	125.09 ± 1.19 a,a,a	78.49 ± 0.45 b,a,b
100 × 0 × T	60.39 ± 0.64 c,b,b	82.21 ± 0.56 b,b,a
100 × 10 × T	64.64 ± 0.14 bc,b,b	74.35 ± 0.18 b,b,ab
100 × 25 × T	69.59 ± 0.21 abc,b,a	75.17 ± 1.15 b,b,b
50 × 0 × Y	83.47 ± 0.16 ab,b,b	106.39± 1.33 a,a,a
50 × 10 × Y	82.74 ± 0.32 abc,b,b	76.60 ± 1.71 b,a,ab
50 × 25 × Y	54.05 ± 0.59 a,b,b	93.85 ± 1.99 b,a,a
100 × 0 × Y	60.39 ± 0.64 c,b,b	82.21 ± 0.56 b,a,a
100 × 10 × Y	69.10 ± 0.53 bc,b,b	104.63± 0.61 b,a,ab
100 × 25 × Y	83.16 ± 0.58 abc,b,b	91.36 ± 1.24 b,a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.146 Mg-NP'nin Yedikule'de bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4.147 Mg-NP'nin Kivircik'ta bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde topraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek yaş ağırlığı değeri (106.39 g) kontrol grubunda kaydedilmiştir. Mg-NP dozlarının yaş ağırlık üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı kabul edilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise elde edilen veriler istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

Yapraktan yapılan uygulamalarda elde edilen veriler, topraktan yapılan uygulamaların sonuçlarına benzerlik göstermektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek değer 0 Mg-NP dozunda kaydedilmiş olup, 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda da yapılan tüm uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamakta, hepsi aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şeklinin yaş ağırlığa etkilerine bakıldığında, Mg-NP dozları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise yapraktan yapılan uygulamalar, topraktan yapılan uygulamalardan daha etkili bulunmuştur.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Mg-NP uygulanmayan ve yapraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozunun, Kivircik'ta yaş ağırlık üzerine en etkili uygulama olduğu

görülmektedir. İstatistiksel olarak en düşük etkiye sahip uygulamalar ise her iki tuz konsantrasyonunda da topraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozu olmuştur. Diğer uygulamalar orta performans sergilemekte olup, istatistiksel olarak diğer uygulamalar ile benzerlik göstermektedirler (Çizelge 4.103, Şekil 4.147).

4.4.6 Bitki kuru ağırlık

Çizelge 4.104’ de Yedikule’de bitki kuru ağırlık değerleri verilmektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda, bitki kuru ağırlığı üzerine en etkili uygulama istatistiksel olarak 0 Mg-NP olarak belirlenmiştir. Mg-NP dozu arttıkça kuru ağırlık artışı olduğu görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise istatistiksel olarak uygulamalar arasında fark bulunmamaktadır.

50 mM tuz konsantrasyonunda, yapraktan yapılan Mg-NP uygulamalarında, en yüksek kuru ağırlık değeri (5.57 g) 0 mg/L Mg-NP örneklerinde kaydedilmiştir. Mg-NP dozundaki artış ile kuru ağırlıkta azalma görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalara benzer şekilde istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

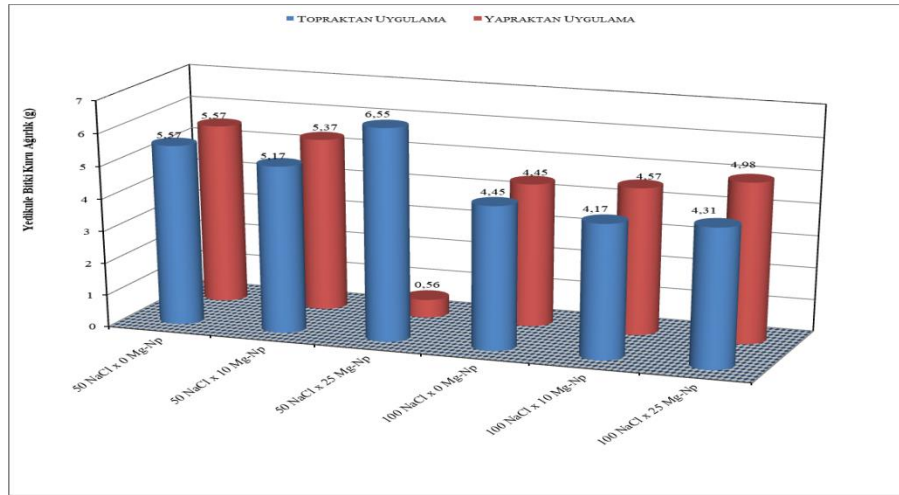
50 mM tuz konsantrasyonunda, uygulama şeklinin bitki kuru ağırlığına etkileri incelendiğinde, topraktan yapılan uygulamaların istatistiksel olarak daha etkili olduğu görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise yapraktan yapılan uygulamalarda daha yüksek kuru ağırlık değerleri elde edilmiş olup, topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde bitki kuru ağırlığı üzerine en az etki yapan uygulamalar, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, yapraktan yapılan 25 mg/L Mg-NP uygulamaları olmuştur. Diğer tüm uygulamalar istatistiksel olarak daha etkili bulunmuştur (Şekil 4.148).

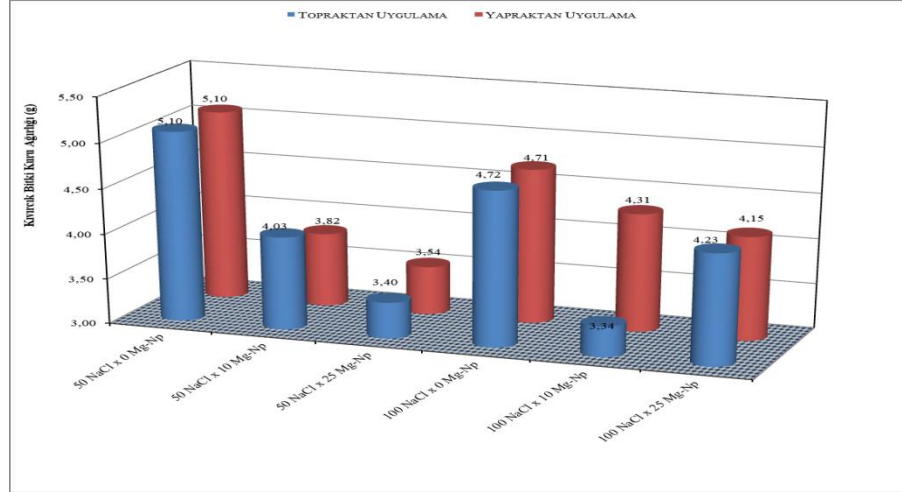
Çizelge 4.104 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri

Uygulama	Bitki Kuru Ağırlık (g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	5.57 ± 0.16 a,a,a	5.10 ± 0.00 a,a,a
50 × 10 × T	5.17 ± 0.04 ab,a,a	4.03 ± 0.02 cd,a,b
50 × 25 × T	6.55 ± 0.15 b,a,a	3.40 ± 0.15 e,a,b
100 × 0 × T	4.45 ± 0.32 ab,b,a	4.72 ± 0.05 b,a,a
100 × 10 × T	4.17 ± 0.12 ab,b,a	3.34 ± 0.17 d,a,b
100 × 25 × T	4.31 ± 0.08 ab,b,a	4.23 ± 0.06 c,a,b
50 × 0 × Y	5.57 ± 0.16 a,b,a	5.10 ± 0.00 a,a,a
50 × 10 × Y	5.37 ± 0.06 ab,b,a	3.82 ± 0.17 cd,a,b
50 × 25 × Y	0.56 ± 0.03 b,b,b	3.54 ± 0.22 e,a,b
100 × 0 × Y	4.45 ± 0.32 ab,ab,a	4.71 ± 0.05 b,a,a
100 × 10 × Y	4.57 ± 0.29 ab,ab,a	4.31 ± 0.06 d,a,b
100 × 25 × Y	4.98 ± 0.00 ab,ab,b	4.15 ± 0.01 c,a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.148 Mg-NP'nin Yedikule'de bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri



Şekil 4.149 Mg-NP'nin Kıvırcık'ta bitki kuru ağırlığı üzerine etkileri

Kıvırcık'ta yapılan uygulamaların istatistik analizleri sonucunda, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda, Mg-NP uygulanmayan örneklerde en yüksek kuru ağırlık değeri kaydedilmiştir. Mg-NP dozu arttıkça kuru ağırlıkta düşüş meydana gelmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek kuru ağırlık değeri Mg-NP uygulanmayan örneklerden elde edilmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında da en yüksek kuru ağırlık değerleri Mg-NP uygulanmayan kontrol gruplarında kaydedilmiştir. Her iki tuz konsantrasyonlarında da Mg-NP dozu arttıkça bitki kuru ağırlığı düşmektedir.

Uygulama şeklinin bitki kuru ağırlığına etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan Mg-NP dozları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

İstatistiksel olarak bitki kuru ağırlığı üzerine en etkili uygulama, her iki tuz konsantrasyonunda da Mg-NP uygulanmayan örneklerden elde edilen değerler olarak belirlenmiştir. Yapılan diğer uygulamaların hepsi istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır ve farklılık bulunmamaktadır (Çizelge 4.104, Şekil 4.149).

4.4.7 Yaprak oransal su içeriği

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalar incelendiğinde, en yüksek yaprak oransal su içeriği 10 mg/L Mg-NP uygulanan örneklerde (% 91.06) kaydedilmiştir. 25 mg/L Mg-NP uygulanan örnekleri yaprak oransal su içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş bulunmaktadır. En düşük yaprak oransal su içeriği ise kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri (% 81.24) 25 mg/L Mg-NP dozunda kaydedilmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda, istatistiksel olarak en etkili uygulama 10 mg/L Mg-NP dozunun uygulandığı örnekler olarak belirlenmiştir. En düşük yaprak oransal su içeriği değeri ise kontrol grubu olarak kaydedilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda, 25 mg/L Mg-NP dozunun uygulandığı örneklerden elde edilen değer (% 83.70) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Mg-NP dozundaki azalış ile yaprak oransal su içeriği değerlerinin de azaldığı görülmektedir.

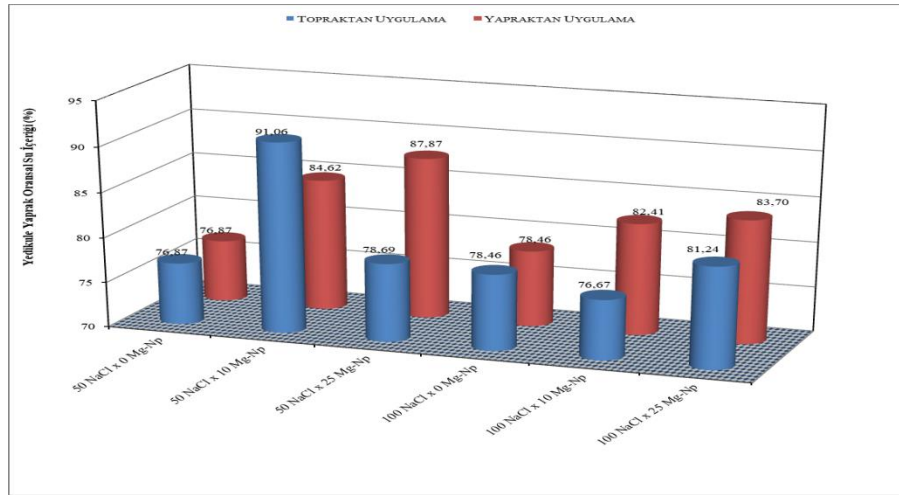
Uygulama şeklinin yaprak oransal su içeriği üzerine etkilerine bakıldığında, her iki tuz konsantrasyonunda ve her iki Mg-NP dozunda da istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

Üçlü interaksiyonlarının incelenmesi neticesinde yaprak oransal su içeriği üzerine en etkili uygulamalar, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, yapraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Mg-NP uygulanmayan kontrol grupları ise istatistiksel olarak en düşük etkiye sahip örnek grupları olmuşlardır (Çizelge 4.105, Şekil 4.150).

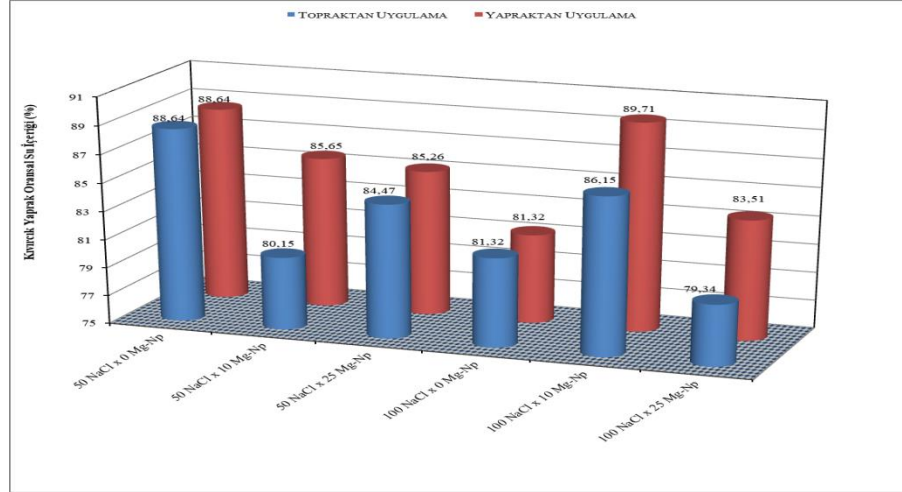
Çizelge 4.105 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Oransal Su İçeriği (%)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	76.87 ± 0.11 d,a,c	88.64 ± 0.34 a,ab,ab
50 × 10 × T	91.06 ± 0.14 a,a,ab	80.15 ± 0.02 bc,ab,b
50 × 25 × T	78.69 ± 0.28 b,a,bc	84.47 ± 0.72 b,ab,b
100 × 0 × T	78.46 ± 0.40 d,a,c	81.32 ± 0.06 c,b,ab
100 × 10 × T	76.67 ± 0.23 cd,a,ab	86.15 ± 0.01 a,b,b
100 × 25 × T	81.24 ± 0.33 bc,a,bc	79.34 ± 0.07 c,b,b
50 × 0 × Y	76.87 ± 0.11 d,a,c	88.64 ± 0.34 a,a,ab
50 × 10 × Y	84.62 ± 0.13 a,a,ab	85.65 ± 0.38 bc,a,a
50 × 25 × Y	87.87 ± 0.04 b,a,a	85.26 ± 0.03 b,a,ab
100 × 0 × Y	78.46 ± 0.40 d,a,c	81.32 ± 0.06 c,ab,ab
100 × 10 × Y	82.41 ± 0.06 cd,a,ab	89.71 ± 0.06 a,ab,a
100 × 25 × Y	83.70 ± 0.11 bc,a,a	83.51 ± 0.03 c,ab,ab

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.150 Mg-NP'nin Yedikule'de yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri



Şekil 4.151 Mg-NP'nin Kıvırcık'ta yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri

Kıvırcık Fiyonk çeşidinde yapılan uygulamaların yaprak oransal su içeriğine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda Mg-NP uygulanmayan örneklerden en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri elde edilmiştir (% 88.64). 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. 0 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almakta ve uygulamaların etkilerinde farklılık bulunmamaktadır.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, topraktan yapılan uygulamalar ile benzer sonuçlar elde edilmiş olup, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri (% 88.64) belirlenirken, 100 mM tuz konsantrasyonunda da 10 mg/L Mg-NP dozunda en yüksek değer (% 89.71) belirlenmiştir.

Yaprak oransal su içeriğine uygulama şeklinin etkileri değerlendirildiğine, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan Mg-NP dozlarının (10 ve 25 mg/L) her ikisinde de yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Toprakdan yapılan uygulamalar ise istatistiksel olarak yaprak uygulamaları ile benzerlik göstermektedir.

Yapılan uygulamalar neticesinde, yaprakтан uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu, her iki tuz konsantrasyonunda da istatistiksel olarak en anlamlı uygulamalar olarak belirlenmiştir. Toprakтан uygulanan Mg-NP dozları ise her iki tuz konsantrasyonunda da en düşük etkiye sahip uygulamalar olarak değerlendirilmektedir (Çizelge 4.105, Şekil 4.151).

4.4.8 Yaprak sayısı

Yedikule bitki çeşidinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Mg-NP dozları (10 ve 25 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) yaprak sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.106).

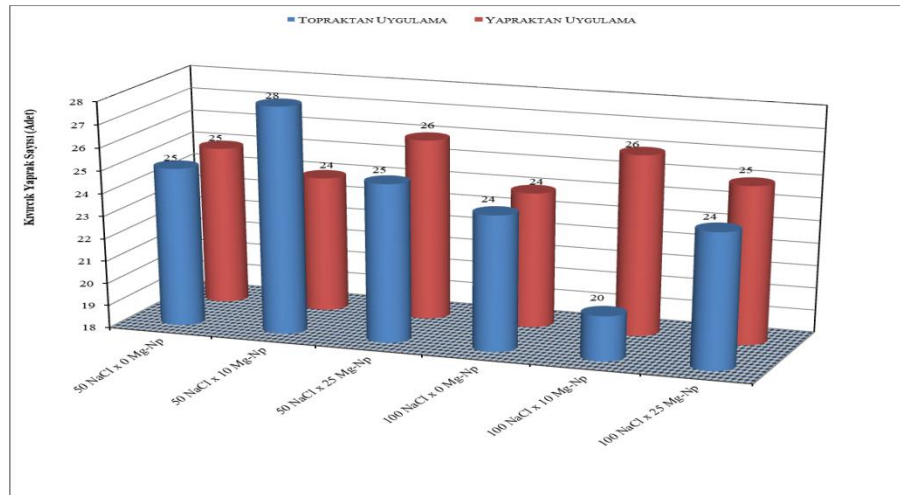
Çizelge 4.106 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) yaprak sayısı üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Sayısı (adet)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	24.00 ± 0.58	25.00 ± 1.15 a,a,a
50 × 10 × T	23.00 ± 0.58	28.00 ± 1.73 a,a,a
50 × 25 × T	27.00 ± 0.00	25.00 ± 0.58 a,a,a
100 × 0 × T	21.00 ± 1.15	24.00 ± 1.73 a,b,a
100 × 10 × T	21.00 ± 0.58	20.00 ± 0.58 a,b,a
100 × 25 × T	21.00 ± 0.58	24.00 ± 0.58 a,b,a
50 × 0 × Y	24.00 ± 0.58	25.00 ± 1.15 a,ab,a
50 × 10 × Y	26.00 ± 2.89	24.00 ± 0.00 a,ab,a
50 × 25 × Y	24.00 ± 0.00	26.00 ± 1.73 a,ab,a
100 × 0 × Y	21.00 ± 1.15	24.00 ± 1.73 a,ab,a
100 × 10 × Y	25.00 ± 1.15	26.00 ± 1.73 a,ab,a
100 × 25 × Y	25.00 ± 1.73	25.00 ± 0.00 a,ab,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.

Kıvırcık Fiyonk çeşidinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan 10 ve 25 Mg-NP dozlarının yaprak sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. En yüksek yaprak sayısı 28 adet ile 50 mM tuz x toprak uygulamasında belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz x 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar, istatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamalara nazar daha anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz x 10 ve 25 mg/L Mg-NP ise yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur fakat toprak uygulamaları ile istatistiksel olarak benzerlikleri bulunmaktadır (Çizelge 4.106, Şekil 4.152).



Şekil 4.152 Mg-NP'nin Kıvırcık'ta yaprak sayısı üzerine etkileri

4.4.9 Atılan yaprak sayısı

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Mg-NP dozları (10 ve 25 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) atılan yaprak sayısında üçlü interaksiyonları istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.107). Kıvırcık Fiyonk çeşidinde Tuz X Mg-NP ikili interaksiyonu önemli bulunmuş olup, Çizelge 4.108' de verilmiştir.

Çizelge 4.107 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

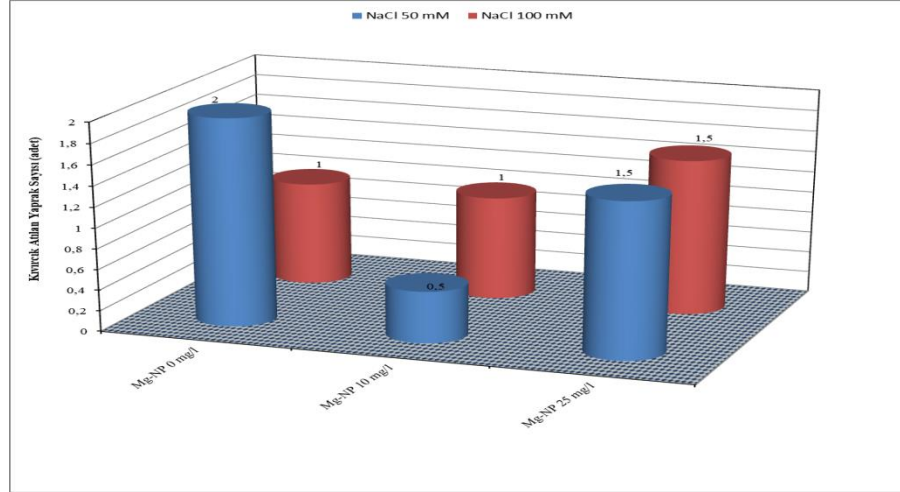
Uygulama	Atılan Yaprak Sayısı (adet)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	3.00 ± 0.00	2.00 ± 0.00
50 × 10 × T	2.00 ± 1.15	1.00 ± 0.00
50 × 25 × T	3.00 ± 0.58	2.00 ± 0.58
100 × 0 × T	1.00 ± 0.58	1.00 ± 0.58
100 × 10 × T	3.00 ± 1.15	1.00 ± 0.00
100 × 25 × T	2.33 ± 0.33	2.00 ± 0.00
50 × 0 × Y	3.00 ± 0.00	2.00 ± 0.00
50 × 10 × Y	3.00 ± 1.15	0.00 ± 0.00
50 × 25 × Y	3.00 ± 0.58	1.00 ± 0.58
100 × 0 × Y	1.00 ± 0.58	1.00 ± 0.58
100 × 10 × Y	0.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00
100 × 25 × Y	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00

Çizelge 4.108 incelendiğinde, Mg-NP dozlarının (0,10 ve 25 mg/L), 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, atılan yaprak sayısı üzerine etkileri istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir. 50 mM tuz konsantrasyonunda, Mg-NP dozları değerlendirildiğinde, 0 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarında atılan yaprak sayısının fazla olduğu ve istatistiksel olarak aynı grupta yer aldıkları görülmektedir. 10 mg/L Mg-NP dozu 0.5 adet ile en az yaprak atılan uygulama olmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda da 0 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. En az yaprak atılan uygulama istatistiksel olarak 10 mg/L Mg-NP uygulanan örneklerdir (Şekil 4.153).

Çizelge 4.108 Farklı tuz konsantrasyonlarında Mg-NP'nin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

Tuz	Kıvırcık Atılan Yaprak Sayısı (adet)		
	Mg-NP		
	0	10	25
50	2.00 ± 0.00 a,a	0.50 ± 0.22 a,b	1.50 ± 0.43 a,a
100	1.00 ± 0.36 a,a	1.00 ± 0.00 a,b	1.50 ± 0.22 a,a

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Mg-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının atılan yaprak sayısı üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Mg-NP'nin farklı dozlarının atılan yaprak sayısı üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.153 Farklı tuz konsantrasyonlarında Mg-NP'nin atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

4.4.10 Yaprak eni

Yedikule ve Kıvırcık bitki çeşitlerinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Mg-NP dozları (10 ve 25 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) yaprak eninde üçlü interaksiyonları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.109). İkili interaksiyonlardan $p \leq 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunan uygulamaların çizelgeleri verilmiştir.

Çizelge 4.109 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) yaprak eni üzerine etkileri

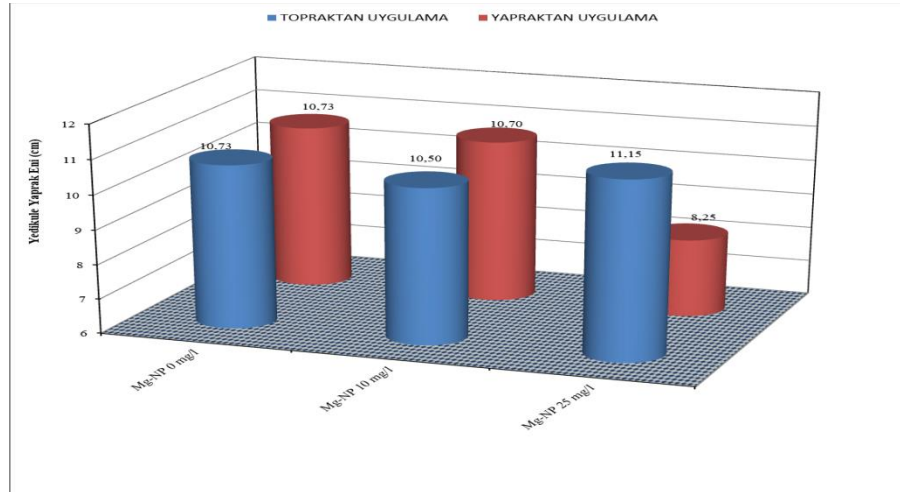
Uygulama	Yaprak Eni (cm)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	11.20 ± 0.12	13.40 ± 0.23
50 × 10 × T	11.00 ± 0.58	13.80 ± 0.17
50 × 25 × T	11.80 ± 0.12	13.10 ± 0.06
100 × 0 × T	10.27 ± 0.38	10.30 ± 0.06
100 × 10 × T	10.00 ± 0.29	13.30 ± 0.60
100 × 25 × T	10.50 ± 0.29	13.23 ± 0.09
50 × 0 × Y	11.20 ± 0.12	13.40 ± 0.23
50 × 10 × Y	10.70 ± 0.40	11.10 ± 0.06
50 × 25 × Y	8.60 ± 0.12	10.50 ± 0.06
100 × 0 × Y	10.27 ± 0.38	10.30 ± 0.06
100 × 10 × Y	10.70 ± 0.12	10.40 ± 0.12
100 × 25 × Y	7.90 ± 0.231	11.00 ± 0.06

Yedikule’de, topraktan yapılan uygulamalarda, istatistiksel olarak en anlamlı uygulama Mg-NP uygulanmayan örnekler olarak belirlenmiştir. 25 mg/L Mg-NP dozu istatistiksel olarak en düşük etkiye sahip uygulama olarak belirlenmiştir. Yapraktan yapılan uygulamalarda da benzer sonuçlar elde edilmiş olup, istatistiksel olarak en anlamlı doz 0 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamalardan anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.110, Şekil 4.154).

Çizelge 4.110 Yedikule’de farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri

Mg-NP	Yedikule Yaprak Eni (cm)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	10.73 ± 0.28 a,a	10.73 ± 0.28 a,a
10	10.50 ± 0.37 ab,a	10.70 ± 0.19 ab,b
25	11.10 ± 0.32 b,a	8.25 ± 0.20 b,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Mg-NP dozlarının yaprak eni üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Mg-NP dozlarında uygulama şekillerinin yaprak eni üzerine etkilerini göstermektedir.



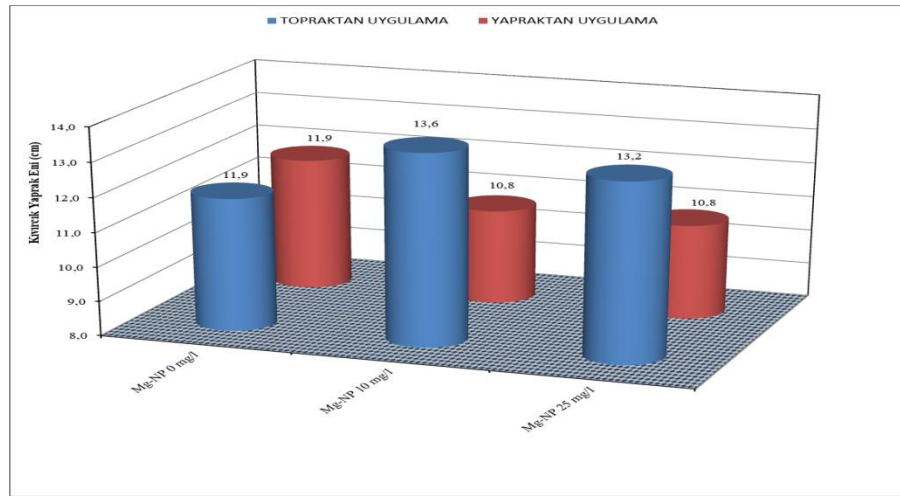
Şekil 4.154 Yedikule’de farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri

Kıvrıkcık Fiyonk çeşidinde topraktan ve yapraktan uygulanan Mg-NP’nin farklı dozlarının yaprak eni üzerine etkilerinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı olup, yapraktan yapılan uygulamalardan daha etkili olmuştur (Çizelge 4.111, Şekil 4.155).

Çizelge 4.111 Kıvırcık'ta farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri

Mg-NP	Kıvırcık Yaprak Eni (cm)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	11.85 ± 0.70 a,a	11.85 ± 0.70 a,b
10	13.55 ± 0.29 a,a	10.75 ± 0.17 a,b
25	13.17 ± 0.06 a,a	10.75 ± 0.28 a,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Mg-NP dozlarının yaprak eni üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Mg-NP dozlarında uygulama şekillerinin yaprak eni üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.155 Kıvırcık'ta farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak eni üzerine etkileri

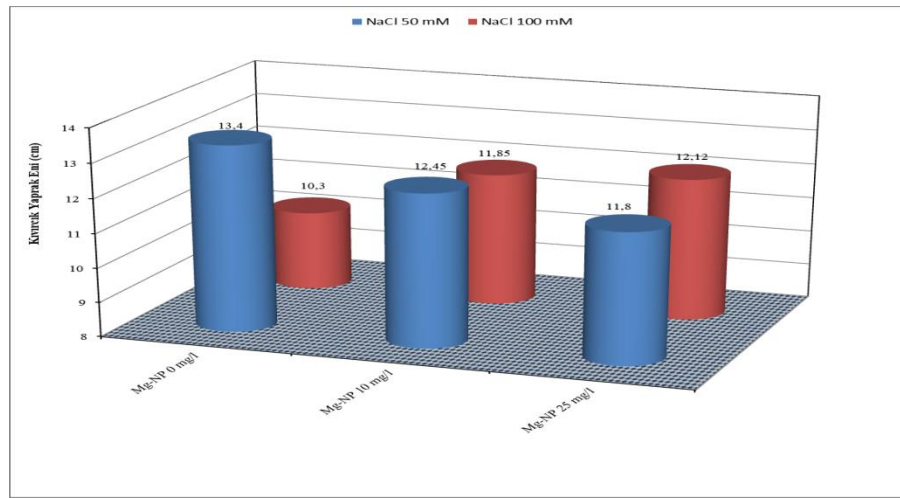
Kıvırcık'ta Mg-NP uygulanmayan örneklerde 50 mM tuz konsantrasyonunda kaydedilen yaprak eni değerleri, 100 mM tuz konsantrasyonunda kaydedilen değerlerden daha yüksek olup, istatistiksel olarak anlamlıdır. Benzer şekilde, 10 ve 25 mg/L Mg-NP uygulanan örneklerde de 50 mM tuz konsantrasyonunda kaydedilen değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, Mg-NP'nin farklı dozları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamakta olup aynı grup içinde yer almaktadırlar (Çizelge 4.112).

Çizelge 4.112 Kıvırcık'ta farklı tuz konsantrasyonlarında Mg-NP'nin yaprak eni üzerine etkileri

Tuz	Kıvırcık Yaprak Eni (cm)		
	Mg-NP		
	0	10	25
50	13.40 ± 0.15 a,a	12.45 ± 0.61 a,a	11.80 ± 0.58 a,a
100	10.30 ± 0.04 b,a	11.85 ± 0.70 b,a	12.12 ± 0.56 b,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler farklı Mg-NP dozlarında tuz konsantrasyonlarının yaprak eni üzerine etkilerini, ikinci harfler her bir tuz konsantrasyonunda Mg-NP'nin farklı dozlarının yaprak eni üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.156 Kıvırcık'ta farklı tuz konsantrasyonlarında Mg-NP'nin yaprak eni üzerine etkileri

4.4.11 Yaprak boyu

Yedikule bitki çeşidinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Mg-NP dozları (10 ve 25 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) yaprak boyunda üçlü interaksyonları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.113). Yedikule'de Mg-NP X uygulama şeklinin ikili interaksyonu $p \leq 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunarak Çizelge 4.114'de verilmiştir.

Çizelge 4.113 incelendiğinde, Kıvırcık Fiyonk çeşidinde 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek yaprak boyu değeri (16,00 cm) kontrol grubunda kaydedilmiştir. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulandığı örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz

konsantrasyonunda elde edilen veriler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek yaprak boyu değeri (16,00 cm) kontrol grubunda kaydedilmiştir. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulandığı örnekler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda elde edilen veriler istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

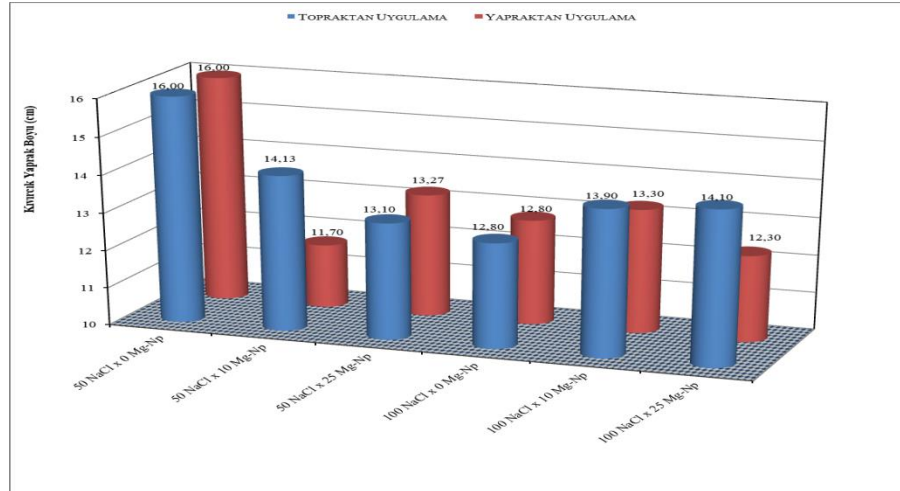
Uygulama şeklinin yaprak boyu üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, yapraktan yapılan uygulamalar benzerlik göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, yapraktan yapılan uygulamalar benzerlik göstermektedir.

Üçlü interaksyonları incelendiğinde, en yüksek yaprak boyu değeri (16 cm) 50 mM tuz konsantrasyonunda Mg-NP uygulanmayan kontrol grubunda kaydedilmiş olup, 100 mM tuz konsantrasyonunda Mg-NP uygulanmayan örnekler ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 11.70 cm ile en düşük 50 mM tuz x 10 mg/L Mg-NP x yaprak uygulamasında kaydedilmiştir ve 100 mM tuz x 10 mg/L Mg-NP x yaprak uygulaması ile istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Şekil 4.157).

Çizelge 4.113 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrırcık'ta (Fiyonk) yaprak boyu üzerine etkileri

Uygulama	Yaprak Boyu (cm)	
	Yedikule	Kıvrırcık
50 × 0 × T	20.10 ± 0.06	16.00 ± 0.58 a,a,a
50 × 10 × T	19.60 ± 0.06	14.13 ± 0.52 b,a,ab
50 × 25 × T	21.73 ± 0.61	13.10 ± 0.29 b,a,ab
100 × 0 × T	18.30 ± 0.12	12.80 ± 0.23 b,ab,a
100 × 10 × T	20.13 ± 0.61	13.90 ± 0.58 b,ab,ab
100 × 25 × T	20.80 ± 0.17	14.10 ± 0.06 b,ab,ab
50 × 0 × Y	20.10 ± 0.06	16.00 ± 0.58 a,ab,a
50 × 10 × Y	21.60 ± 0.40	11.70 ± 0.12 b,ab,b
50 × 25 × Y	19.50 ± 0.06	13.27 ± 0.41 b,ab,ab
100 × 0 × Y	18.30 ± 0.12	12.80 ± 0.23 b,b,a
100 × 10 × Y	19.47 ± 0.45	13.30 ± 0.41 b,b,b
100 × 25 × Y	17.30 ± 0.64	12.30 ± 0.69 b,b,ab

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.157 Mg-NP'nin Kıvrırcık'ta yaprak boyu üzerine etkileri

Çizelge 4.114'de Yedikule'de uygulanan Mg-NP dozları ile uygulama şeklinin yaprak boyu üzerine etkileri verilmiştir. Topraktan uygulanan Mg-NP dozlarından, 25 mg/L Mg-NP dozu yaprak boyu üzerine en etkili uygulama olarak belirlenmiştir. 0 ve 10 mg/L Mg-NP uygulamaları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almakta ve yaprak boyu üzerine etkilerinde farklılık bulunmamaktadır.

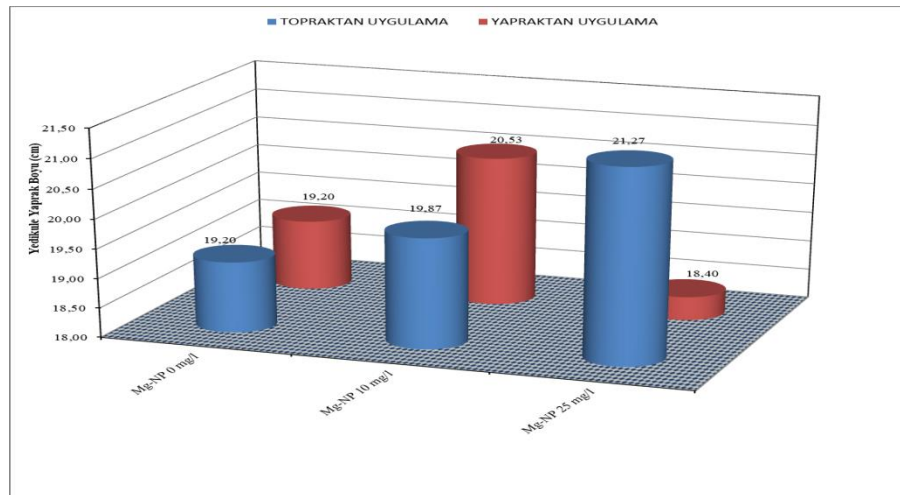
Yapraktan yapılan uygulamalarda ise en yüksek değeri (20.53 cm) veren uygulama 10 mg/L Mg-NP olarak belirlenmiştir. 25 mg/L Mg-NP dozunda kaydedilen yaprak boyu değeri (18.40 cm), Mg-NP uygulanmayan örneklerde kaydedilen değerden (19.20 cm) daha düşüktür.

10 mg/L Mg-NP dozunun yapraktan uygulandığı örneklerden elde edilen değer, topraktan yapılan uygulama sonucunda elde edilen değerden daha yüksek olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 25 mg/L Mg-NP dozunda ise tersi bir durum söz konusudur. Topraktan yapılan uygulama, yapraktan yapılan uygulamadan daha etkili olmuştur (Şekil 4.158).

Çizelge 4.114 Farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak boyu üzerine etkileri

Mg-NP	Yedikule Yaprak Boyu (cm)	
	Uygulama Şekli	
	Toprak	Yaprak
0	19.20 ± 0.41 b,a	19.20 ± 0.41 b,a
10	19.87 ± 0.30 b,b	20.53 ± 0.55 a,a
25	21.27 ± 0.35 a,a	18.40 ± 0.62 c,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Mg-NP dozlarının yaprak boyu üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Mg-NP dozlarında uygulama şekillerinin yaprak boyu üzerine etkilerini göstermektedir.



Şekil 4.158 Farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin yaprak boyu üzerine etkileri

4.4.12 Klorofil a

Yedikule Manto çeşidinde, Klorofil a miktarları çizelge 4.115’de sunulmuştur. 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek Klorofil a değeri kontrol grubunda kaydedilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Mg-NP dozunun artışı ile Klorofil a miktarında azalış söz konusu olup bu uygulamalar arasında istatistiksel benzerlik mevcuttur. 100 mM tuz konsantrasyonunda yapılan uygulamalarda istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda, Klorofil a miktarının en yüksek değerinin kaydedildiği uygulama Mg-NP uygulanmayan örnek gruplarıdır. En düşük Klorofil a miktarı ise 10 mg/L Mg-NP dozunun uygulandığı örneklerde belirlenmiş olup bu düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır. 100 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalara benzer şekilde Mg-NP dozlarının Klorofil a miktarı üzerine etkilerinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

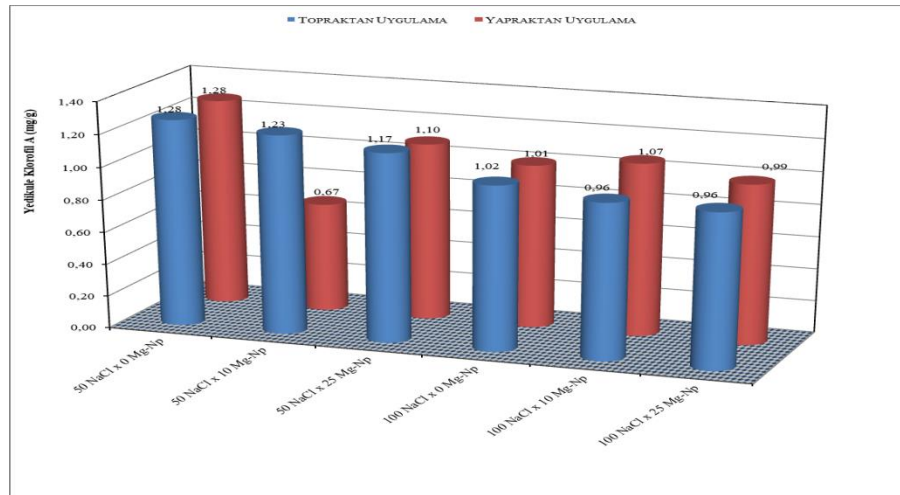
50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulama şekillerinin Klorofil a miktarına etkileri değerlendirildiğinde, her iki Mg-NP dozunda da topraktan yapılan uygulamaların daha etkili olduğu görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise uygulama şeklinin Klorofil a miktarı üzerine etkilerinde farklılık bulunmamaktadır.

Uygulamaların üçlü interaksiyonları değerlendirildiğinde, Klorofil a miktarı üzerine en düşük etkiyi yapan uygulamalar 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, yapraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak en anlamlı bulunan uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu olmuştur (Şekil 4.159).

Çizelge 4.115 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Klorofil a miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Klorofil a (mg/g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	1.28 ± 0.05 a,a,a	0.65 ± 0.05
50 × 10 × T	1.23 ± 0.11 b,a,a	0.54 ± 0.02
50 × 25 × T	1.17 ± 0.08 ab,a,ab	0.44 ± 0.05
100 × 0 × T	1.02 ± 0.00 b,b,a	0.60 ± 0.06
100 × 10 × T	0.96 ± 0.03 b,b,a	0.40 ± 0.01
100 × 25 × T	0.96 ± 0.01 b,b,ab	0.30 ± 0.04
50 × 0 × Y	1.28 ± 0.05 a,b,a	0.65 ± 0.05
50 × 10 × Y	0.67 ± 0.01 b,b,b	0.48 ± 0.01
50 × 25 × Y	1.10 ± 0.00 ab,b,ab	0.42 ± 0.01
100 × 0 × Y	1.01 ± 0.00 b,b,a	0.60 ± 0.06
100 × 10 × Y	1.07 ± 0.04 b,b,b	0.52 ± 0.00
100 × 25 × Y	0.99 ± 0.01 b,b,ab	0.46 ± 0.01

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.159 Mg-NP'nin Yedikule'de Klorofil a miktarı üzerine etkileri

Kıvırcık bitki çeşidinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Mg-NP dozları (10 ve 25 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) Klorofil a miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.115).

4.4.13 Klorofil b

Yedikule’de 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda, 0.37 mg/g ile en yüksek Klorofil b değeri Mg-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir. 25 mg/L Mg-NP dozundan elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak kontrol grubu ile benzerlik göstermektedir. 10 mg/L Mg-NP dozunun Klorofil b miktarına etkisi ise istatistiksel olarak en düşük etkiyi gösteren uygulama olmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek Klorofil b değerine sahip örnek grubu kontrol grubudur. 10 ve 25 Mg/L Mg-NP uygulanan örneklerden elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

Yapraktan yapılan uygulamalarda da her iki tuz konsantrasyonunda da en yüksek Klorofil b miktarı kontrol gruplarında belirlenmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer alarak Klorofil b miktarına etkilerinin aynı olduğu görülmektedir. Benzer şekilde 100 mM tuz konsantrasyonunda da her iki Mg-NP dozunun Klorofil b miktarına etkisinde farklılık olmayıp, istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

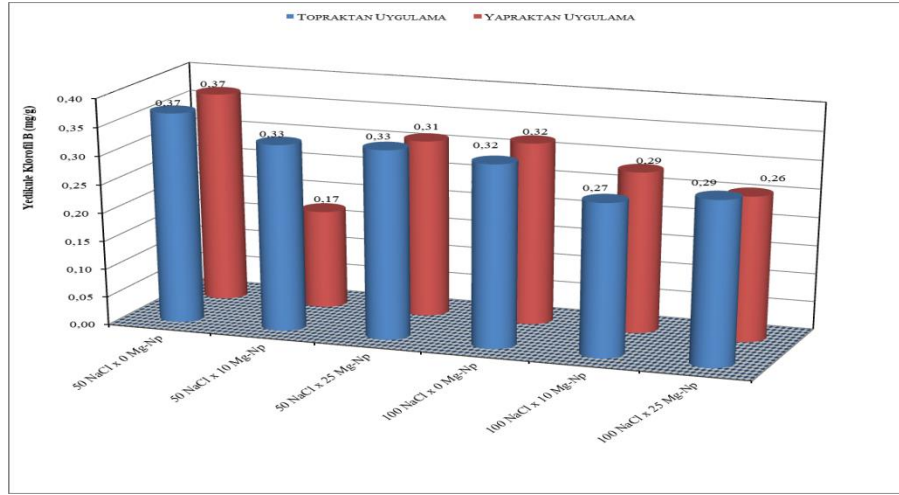
Uygulama şeklinin Klorofil b miktarı üzerine etkisinde farklılık bulunmamakta olup, yapılan uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiştir.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, Mg-NP’nin tüm dozlarında, topraktan yapılan tüm uygulamalar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Her iki tuz konsantrasyonunda da yapraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozu yaprak uygulamaları ile benzerlik göstermektedir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, yapraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu ise istatistiksel olarak Klorofil b miktarı üzerine en düşük etki yapan uygulama olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.116, Şekil 4.160).

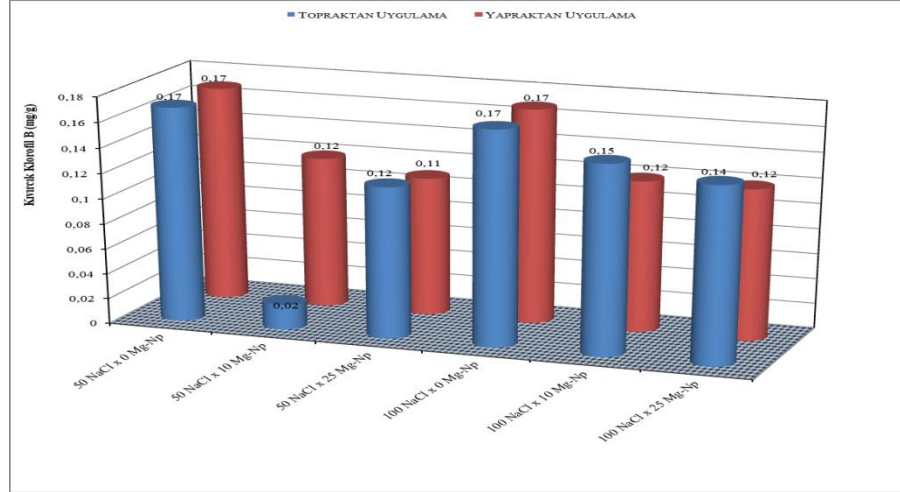
Çizelge 4.116 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Klorofil b miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Klorofil b (mg/g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	0.37 ± 0.03 a,a,a	0.17 ± 0.01 a,b,a
50 × 10 × T	0.33 ± 0.06 c,a,a	0.02 ± 0.00 c,b,c
50 × 25 × T	0.33 ± 0.01 ab,a,a	0.12 ± 0.07 b,b,b
100 × 0 × T	0.32 ± 0.00 ab,a,a	0.17 ± 0.08 a,a,a
100 × 10 × T	0.27 ± 0.01 bc,a,a	0.15 ± 0.01 b,a,c
100 × 25 × T	0.29 ± 0.02 bc,a,a	0.14 ± 0.07 b,a,b
50 × 0 × Y	0.37 ± 0.03 a,a,a	0.17 ± 0.01 a,ab,a
50 × 10 × Y	0.17 ± 0.01 c,a,b	0.12 ± 0.01 c,ab,b
50 × 25 × Y	0.31 ± 0.01 ab,a,ab	0.11 ± 0.00 b,ab,bc
100 × 0 × Y	0.32 ± 0.00 ab,a,a	0.17 ± 0.01 a,ab,a
100 × 10 × Y	0.29 ± 0.02 bc,a,b	0.12 ± 0.00 b,ab,b
100 × 25 × Y	0.26 ± 0.02 bc,a,ab	0.12 ± 0.01 b,ab,bc

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.160 Mg-NP'nin Yedikule'de Klorofil b miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.161 Mg-NP'nin Kivircik'ta Klorofil b miktarı üzerine etkileri

Kivircik Fiyonk çeşidinde, topraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek Klorofil b miktarı kontrol grubunda kaydedilmiştir. En düşük değer ise 10 mg/L Mg-NP dozunun uygulandığı örneklerde kaydedilmiş olup Klorofil b miktarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek Klorofil b miktarı kontrol grubundan elde edilmiştir. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulandığı örnekler ise istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Yapraktan uygulanan Mg-NP dozlarının Klorofil b miktarına etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek değer yine kontrol grubunda kaydedildiği ve istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu görülmektedir. Benzer şekilde 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek değer Mg-NP uygulanmayan kontrol grubundan elde edilmiştir.

Uygulama şeklinin Klorofil b miktarına etkisi olup olmadığına bakıldığında, 50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, topraktan yapılan uygulamaların istatistiksel sınıflandırılmaları, yapraktan yapılan uygulamalar ile ortaklık göstermektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur. Ancak yapraktan yapılan uygulamalar, topraktan yapılan uygulamalar ile benzerlik göstermektedir.

Yapılan üçlü interaksiyon neticesinde Klorofil b miktarının, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Mg-NP uygulanmayan kontrol gruplarının istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu, aynı tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozunun ise Klorofil b miktarına en az etkiye sahip uygulamalar olduğu söylenebilir (Çizelge 4.116, Şekil 4.161).

4.4.14 Karotenoit

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda, 0,83 mg/g ile en yüksek karotenoit miktarı Mg-NP uygulanmayan örnek gruplarında belirlenmiştir. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulandığı örneklerden elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise bütün örnek gruplarından elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan uygulamalarda, karotenoit miktarının en yüksek olduğu örnek grubu kontrol grubu olmuştur. 10 mg/L Mg-NP uygulanan örneklerde karotenoit miktarı düşerken (0.46 mg/g), 25 mg/L Mg-NP dozunda artış (0.70 mg/g) görülmektedir. Ancak dozlar arasındaki bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek karotenoit miktarı 25 mg/L Mg-NP dozunda (0.76 mg/g) belirlenmesine rağmen yapılan uygulamalar istatistik olarak aynı grup içinde değerlendirilmiş ve farklılık bulunmamıştır.

Uygulama şeklinin karotenoit miktarına etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalardan daha yüksek değerler elde edildiği görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise uygulama şeklinin karotenoit miktarı üzerine etkisi bulunmamaktadır.

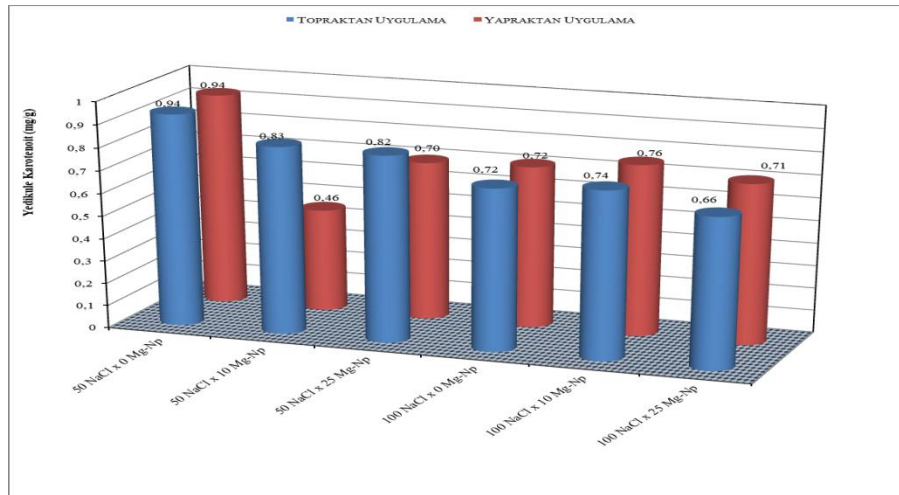
İstatistik analizi sonucunda karotenoit miktarının değişiminde en etkili uygulamalar olarak, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu ile 0 Mg-NP dozu belirlenmiştir. Karotenoit miktarına en düşük etki yapan

uygulamalar ise her iki tuz konsantrasyonunda da yapraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP doz uygulamalarıdır. Yapılan diğer uygulamalar, yukarıda bahsedilen uygulamalar ile istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.117, Şekil 4.162).

Çizelge 4.117 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) karotenoit miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Karotenoit (mg/g)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	0.94 ± 0.00 a,a,a	0.45 ± 0.01
50 × 10 × T	0.83 ± 0.06 b,a,a	0.35 ± 0.01
50 × 25 × T	0.82 ± 0.01 b,a,ab	0.31 ± 0.06
100 × 0 × T	0.72 ± 0.01 b,b,a	0.41 ± 0.00
100 × 10 × T	0.74 ± 0.03 b,b,a	0.29 ± 0.01
100 × 25 × T	0.66 ± 0.03 b,b,ab	0.25 ± 0.01
50 × 0 × Y	0.94 ± 0.00 a,b,a	0.45 ± 0.01
50 × 10 × Y	0.46 ± 0.03 b,b,b	0.31 ± 0.01
50 × 25 × Y	0.70 ± 0.02 b,b,ab	0.28 ± 0.01
100 × 0 × Y	0.72 ± 0.01 b,b,a	0.41 ± 0.00
100 × 10 × Y	0.76 ± 0.06 b,b,b	0.34 ± 0.00
100 × 25 × Y	0.71 ± 0.03 b,b,ab	0.31 ± 0.00

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.162 Mg-NP'nin Yedikule'de karotenoit miktarı üzerine etkileri

Kıvırcık bitki çeşidinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Mg-NP dozları (10 ve 25 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) karotenoid miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.117).

4.4.15 Cu

50 mM tuz/toprak uygulamalarında, Mg-NP dozundaki artış ile örneklerin Cu içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. 6.42 ppm ile en yüksek Cu miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir. 100 mM x toprak uygulamalarında da 2.55 ppm değeri ile en yüksek Cu miktarı kontrol grubu bitkilerinde belirlenmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında en yüksek Cu değeri elde edilmiş olup, Mg-NP uygulanan örneklerde istatistiksel olarak anlamlı kabul edilen bir azalma mevcuttur.

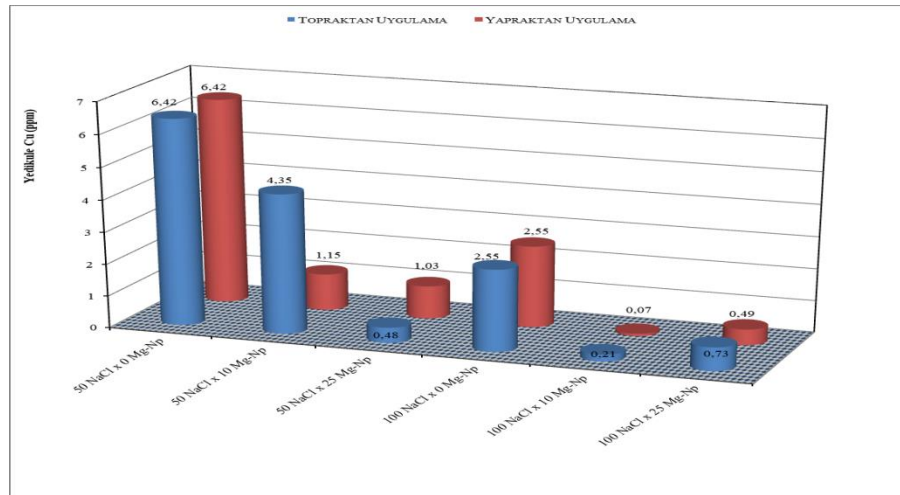
Uygulama şeklinin, bitkinin Cu miktarı üzerine etkisine bakıldığında, 50 mM tuz konsantrasyonunda, Mg-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamanın istatistiksel olarak daha etkili olduğu ancak, yapraktan yapılan uygulamalarında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise bitkinin içerdiği Cu miktarına yapraktan yapılan uygulamalardan daha anlamlı sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Elde edilen veriler neticesinde, Cu miktarının en yüksek seviyede tespit edildiği örnekler; 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Mg-NP uygulanmayan (kontrol) örnek gruplarıdır. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan en düşük Cu miktarı ise her iki tuz konsantrasyonunda, topraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.118, Şekil 4.163).

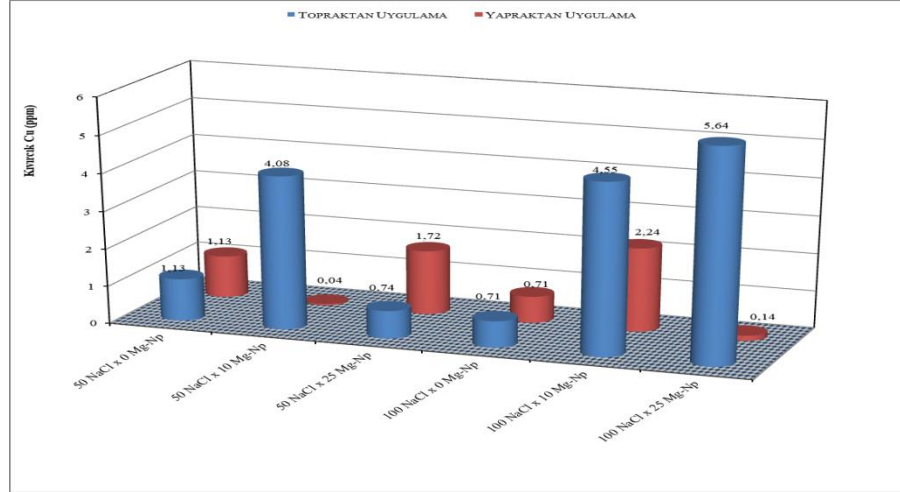
Çizelge 4.118 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Cu miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Cu (ppm)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	6.42 ± 0.70 a,a,a	1.13 ± 0.06 bc,b,b
50 × 10 × T	4.35 ± 0.07 b,a,b	4.08 ± 0.59 abc,b,a
50 × 25 × T	0.48 ± 0.02 c,a,c	0.74 ± 0.01 bc,b,a
100 × 0 × T	2.55 ± 0.00 b,c,a	0.71 ± 0.06 c,a,b
100 × 10 × T	0.21 ± 0.00 c,c,b	4.55 ± 0.34 a,a,a
100 × 25 × T	0.72 ± 0.00 c,c,c	5.64 ± 0.18 ab,a,a
50 × 0 × Y	6.42 ± 0.06 a,ab,a	1.13 ± 0.07 bc,b,b
50 × 10 × Y	1.15 ± 0.01 b,ab,bc	0.04 ± 0.01 abc,b,b
50 × 25 × Y	1.03 ± 0.00 c,ab,bc	1.72 ± 0.05 bc,b,b
100 × 0 × Y	2.55 ± 0.06 b,bc,a	0.71 ± 0.06 c,b,b
100 × 10 × Y	0.07 ± 0.00 c,bc,bc	2.24 ± 0.06 a,b,b
100 × 25 × Y	0.49 ± 0.00 c,bc,bc	0.14 ± 0.00 ab,b,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.163 Mg-NP'nin Yedikule'de Cu miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.164 Mg-NP'nin Kivircik'ta Cu miktarı üzerine etkileri

Kivircik'ta, 50 mM tuz/toprak uygulamalarında en yüksek Cu miktarı 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. 0 ve 25 mg/L Mg-NP uygulama sonuçları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almıştır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek Cu miktarı 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenirken, istatistiksel olarak en anlamlı uygulama 10 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek Cu miktarı 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenip, uygulamalar arasında istatistiksel olarak benzerlikler olduğu görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek Cu miktarı 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş olup, anlamlı bulunmuştur.

Uygulama şeklinin Cu miktarına etkisi incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, her iki Mg-NP dozunda da istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalarda yapraktan yapılan uygulamalardan daha yüksek düzeyde Cu tespit edilmiştir ve uygulama şeklinin Cu miktarına etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının topraktan uygulandığı örneklerde Cu miktarının arttığı, yapılan diğer uygulamalardan elde edilen Cu miktarı düzeylerinin ise daha düşük olduğu ve bu

düşüşün istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4.118, Şekil 4.164).

4.4.16 Fe

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz/toprak uygulamalarında, en yüksek Fe miktarı kontrol grubunda en yüksek Fe miktarı (89.19 ppm) kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük Fe miktarı ise 74.71 ppm ile 10 mg/L Mg-NP dozunun uygulandığı örneklerdir ve Fe miktarındaki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz/ toprak uygulamalarında da en yüksek Fe içeren örnek grubu kontrol grubu olup, Mg-NP dozlarında artış ile örneklerin Fe miktarında düşüş meydana gelmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalara bakıldığında, her iki tuz konsantrasyonunda da en yüksek Fe miktarı kontrol gruplarında (50 mM:89.19 ppm, 100 mM:95.29 ppm) belirlenmiştir. 10mg/L Mg-NP dozunda Fe miktarında düşüş meydana gelmiş, 25 mg/L Mg-NP dozunda ise Fe miktarında artış olmuştur.

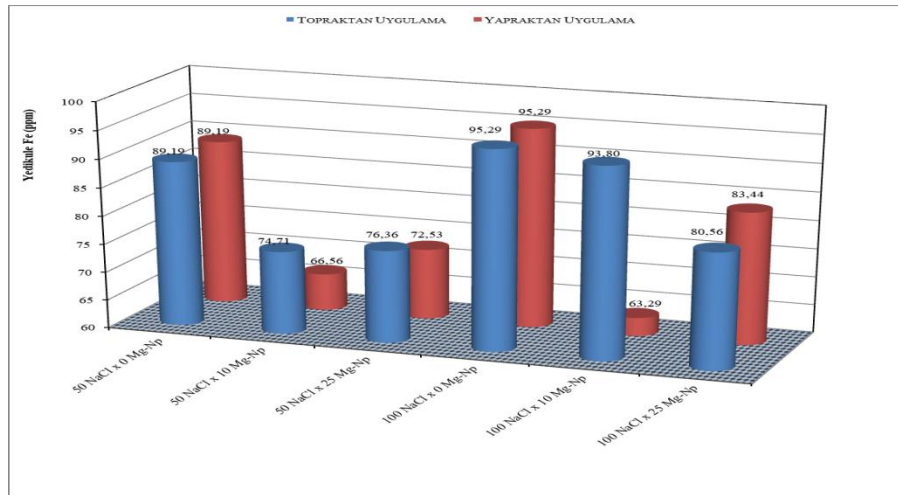
Uygulama şeklinin Fe miktarına etkisine bakıldığında, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan yapılan 10 ve 25 mg/L Mg-NP uygulamaları istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuşken, yapraktan yapılan uygulamalar benzerlik göstermektedir.

Elde edilen veriler değerlendirildiğine, en yüksek Fe içeren örnek grupları her iki tuz konsantrasyonunda da kontrol grupları olarak belirlenmiştir. En düşük Fe miktarı ise 50-100 mM tuz/yaprak uygulamalarında 10 mg/L Mg-NP dozunda saptanmıştır ve Fe miktarındaki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.119, Şekil 4.165).

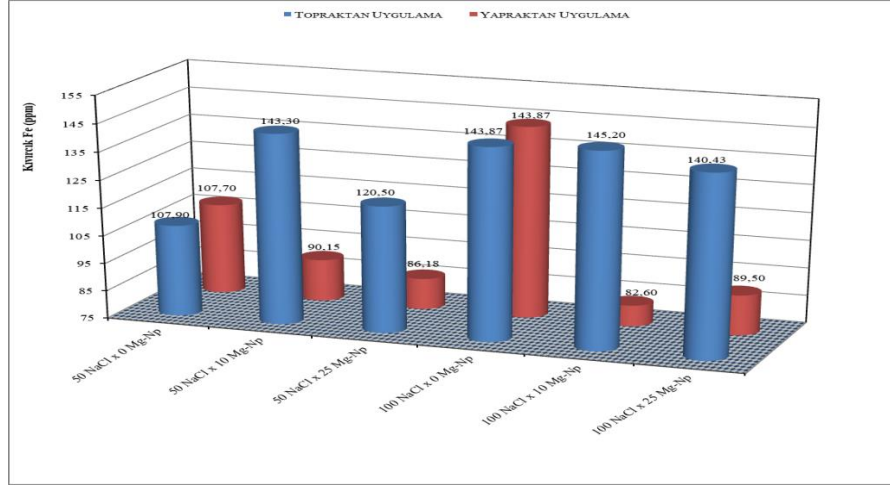
Çizelge 4.119 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) Fe miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Fe (ppm)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	89.19 ± 0.56 ab,ab,a	107.90± 0.06 b,b,b
50 × 10 × T	74.71 ± 0.64 d,ab,b	143.30± 0.12 b,b,a
50 × 25 × T	76.36 ± 0.02 cd,ab,b	120.50± 0.64 b,b,ab
100 × 0 × T	95.29 ± 0.16 a,a,a	143.87± 1.13 a,a,b
100 × 10 × T	93.80 ± 0.17 cd,a,b	145.20± 0.66 b,a,a
100 × 25 × T	80.56 ± 0.02 bc,a,b	140.43± 0.55 b,a,ab
50 × 0 × Y	89.19 ± 0.63 ab,b,a	107.70± 2.31 b,c,b
50 × 10 × Y	66.56 ± 0.06 d,b,c	90.15 ± 0.57 b,c,c
50 × 25 × Y	72.53 ± 0.13 cd,b,b	86.18 ± 0.061 b,c,c
100 × 0 × Y	95.29 ± 0.56 a,ab,a	143.87± 0.61 a,c,b
100 × 10 × Y	63.29 ± 0.66 cd,ab,c	82.60 ± 0.17 b,c,c
100 × 25 × Y	83.44 ± 0.08 bc,ab,b	89.50 ± 0.29 b,c,c

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.165 Mg-NP'nin Yedikule'de Fe miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.166 Mg-NP'nin Kivircik'ta Fe miktarı üzerine etkileri

Kivircik'ta topraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek Fe miktarı (143.30 ppm) 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak uygulamalar arasında fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 145.20 ppm ile en yüksek Fe miktarının belirlendiği örnekler 10 mg/L Mg-NP dozu uygulanan örnek gruplarıdır. Ancak, kontrol grubu (0 mg/L Mg-NP) istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur.

Yapraktan yapılan uygulamalar incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek Fe miktarı (107.70 ppm) kontrol grubunda saptanmıştır. Mg-NP dozundaki artış ile örneklerin içerdiği Fe miktarında düşüş meydana gelmiştir. Ancak, istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedirler. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek Fe miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir. Mg-NP dozları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Uygulama şeklinin Fe miktarına etkisi değerlendirildiğinde, her iki tuz konsantrasyonunda ve Mg-NP dozlarında da topraktan yapılan uygulamaların örneklerin içerdiği Fe miktarı üzerine daha etkili olduğu görülmektedir.

Elde edilen verilerin genel bir değerlendirilmesi yapıldığında, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu istatistiksel olarak en anlamlı uygulama olurken, 25 mg/L Mg-NP dozu istatistiksel olarak benzerlik

göstermektedir. Yapraktan yapılan uygulamaların (50/100 mM tuz x 10/25 mg/L Mg-NP) tamamı istatistiksel olarak en az etkiye sahip uygulamalar olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.119, Şekil 4.166).

4.4.17 Mg

Yedikule’de, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek Mg miktarı, 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. Yapraktan yapılan uygulamalarda da benzer sonuçlar elde edilmiş olup, en yüksek Mg miktarına sahip örnekler, 25 mg/L Mg-NP dozu uygulanan örnekler olmuştur.

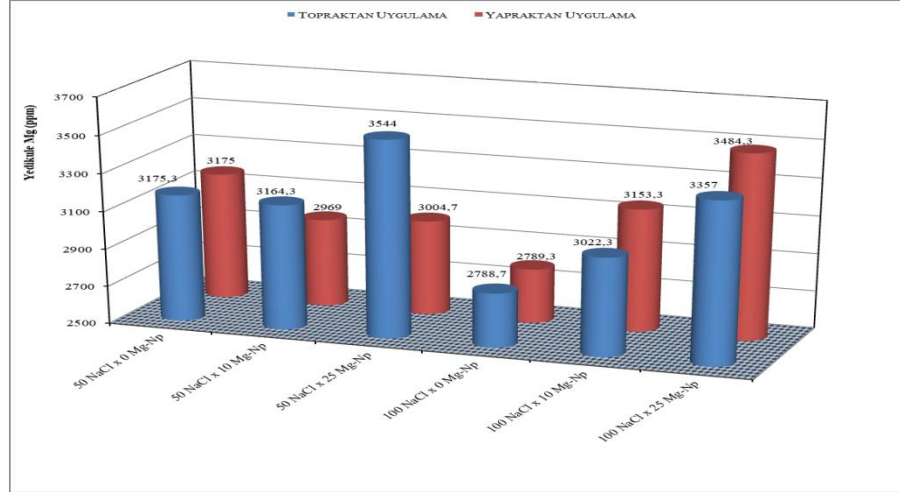
Varyans analizleri neticesinde örneklerin Mg miktarı üzerine uygulama şeklinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, en yüksek Mg miktarı, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 25 mg/L Mg-NP dozunun topraktan uygulandığı örneklerde belirlenmiştir. En düşük Mg içeren örnekler ise kontrol grupları olmuştur (Çizelge 4.120, Şekil 4.167).

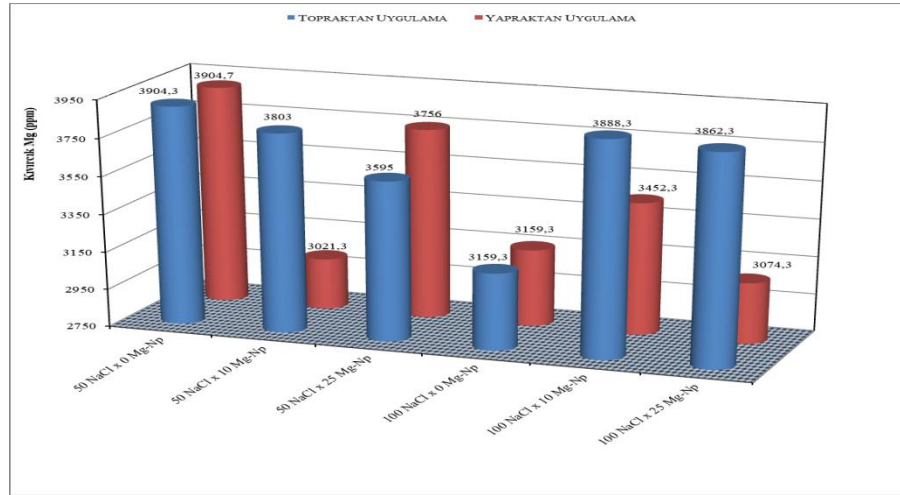
Çizelge 4.120 Mg-NP’nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık’ta (Fiyonk) Mg miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Mg (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	3175.30 ± 63.80 b,a,c	3904.30 ± 59.20 a,a,abc
50 × 10 × T	3164.30 ± 61.10 b,a,bc	3803.00 ± 56.60 bc,a,a
50 × 25 × T	3544.00 ± 12.40 ab,a,a	3595.00 ± 56.30 ab,a,ab
100 × 0 × T	2788.70 ± 57.40 c,a,c	3159.30 ± 58.00 c,a,abc
100 × 10 × T	3022.30 ± 5.49 b,a,bc	3888.30 ± 86.30 ab,a,a
100 × 25 × T	3357.00 ± 53.10 a,a,a	3862.30 ± 61.10 bc,a,ab
50 × 0 × Y	3175.00 ± 14.40 b,a,c	3904.70 ± 56.60 a,a,abc
50 × 10 × Y	2969.00 ± 176,0 b,a,bc	3021.30 ± 51.10 bc,a,c
50 × 25 × Y	3004.70 ± 58.30 ab,a,ab	3756.00 ± 116.0 ab,a,bc
100 × 0 × Y	2789.30 ± 0.33 c,a,c	3159.30 ± 57.40 c,b,abc
100 × 10 × Y	3153.30 ± 30.3 b,a,bc	3452.30 ± 57.40 ab,b,c
100 × 25 × Y	3484.30 ± 64.4 a,a,ab	3074.30 ± 6.64 bc,b,bc

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.167 Mg-NP'nin Yedikule'de Mg miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.168 Mg-NP'nin Kıvrırcık'ta Mg miktarı üzerine etkileri

Kıvrırcık Fiyonk çeşidinde, 50 mM tuz x Toprak uygulamalarında en yüksek Mg miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir. Mg-NP dozundaki artış ile örneklerdeki Mg miktarında azalma görülmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek Mg miktarı 10 mg/L Mg-NP uygulanan örneklerde, en düşük Mg miktarı ise Mg-NP uygulanmayan örneklerde belirlenmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek Mg değeri kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük Mg değeri ise 10 mg/L MG-NP uygulanan örneklerden elde edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek Mg değeri 10

mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Mg değerini veren örnek grubu 25 mg/L Mg-NP dozunun uygulandığı örnekler olmasına rağmen istatistiksel olarak en düşük etkiyi yapan uygulama grubu kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulama şeklinin Mg miktarı üzerine etkilerine bakıldığında istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedirler. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamaların daha etkili olduğu görülmektedir.

Üçlü interaksiyonları sonucunda 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu istatistiksel olarak en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak en düşük etki gösteren uygulamalar ise 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, yapraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozudur (Çizelge 4.120, Şekil 4.168).

4.4.18 Zn

Yedikule Manto çeşidinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Zn değeri (45.58 ppm) 25 mg/L Mg-NP değerinde elde edilmiştir. 0 ve 10 mg/L dozlarından elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda da 25 mg/L Mg-NP dozundan en yüksek Zn değeri (46.87 ppm) elde edilmiştir. 36.55 ppm ile en düşük Zn miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan uygulamalarda, topraktan yapılan uygulamalara benzer şekilde, en yüksek Zn değeri (42.28 ppm) 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenirken, 0 ve 10 mg/L dozlarından elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. 100 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek Zn değeri yine 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük Zn değeri 10 mg/L Mg-NP dozundan elde edilmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak en düşük etkiye sahip uygulama kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir.

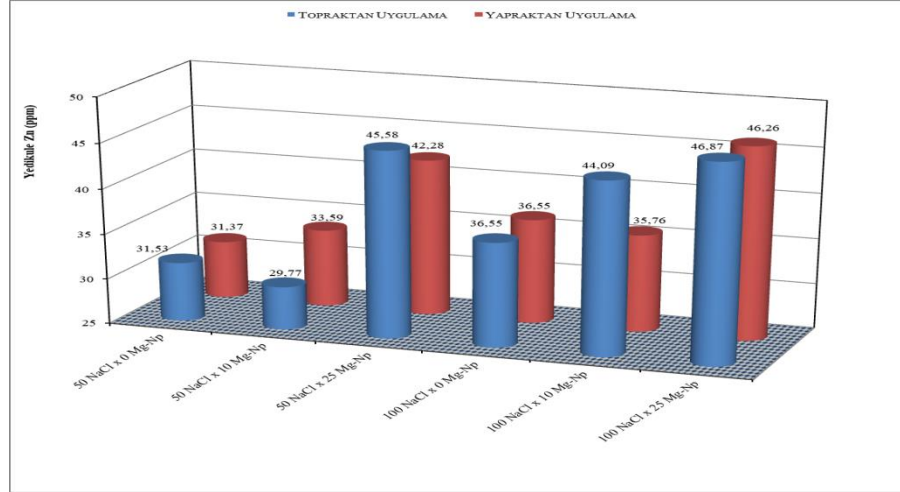
50 mM tuz konsantrasyonunda uygulanan Mg-NP dozlarında, Zn miktarına uygulama şeklinin etkileri incelendiğinde istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalar daha etkili bulunmuşken, yapraktan yapılan uygulamalar ile istatistiksel olarak benzerlikleri mevcuttur.

Elde edilen veriler neticesinde, istatistiksel olarak örneklerin Zn içeriği üzerine en etkili uygulamalar her iki tuz konsantrasyonunda da 25 mg/L Mg-NP dozunun hem topraktan hem de yapraktan yapıldığı uygulamalar olarak belirlenmiştir. Diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır (Çizelge 4.121, Şekil 4.169).

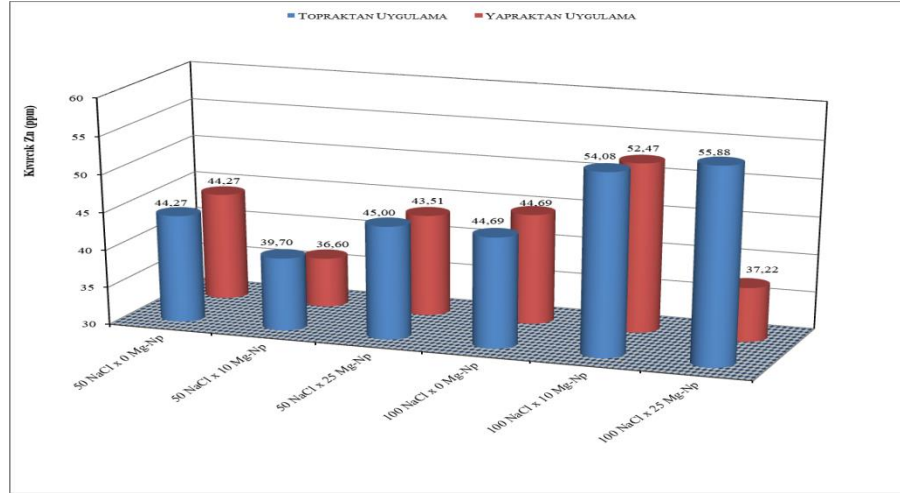
Çizelge 4.121 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Zn miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Zn (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	31.53 ± 0.09 d,b,b	44.27 ± 0.51 b,b,ab
50 × 10 × T	29.77 ± 0.13 d,b,b	39.70 ± 1.79 c,b,ab
50 × 25 × T	45.58 ± 1.28 a,b,a	45.00 ± 0.58 b,b,a
100 × 0 × T	36.55 ± 0.55 c,a,b	44.69 ± 0.01 b,a,ab
100 × 10 × T	44.09 ± 0.06 b,a,b	54.08 ± 0.57 a,a,ab
100 × 25 × T	46.87 ± 0.08 a,a,a	55.88 ± 0.64 b,a,a
50 × 0 × Y	31.37 ± 0.58 d,b,b	44.27 ± 0.55 b,b,ab
50 × 10 × Y	33.59 ± 0.74 d,b,b	36.60 ± 1.75 c,b,ab
50 × 25 × Y	42.28 ± 0.57 a,b,a	43.51 ± 0.12 b,b,b
100 × 0 × Y	36.55 ± 0.07 c,ab,b	44.69 ± 0.06 b,b,ab
100 × 10 × Y	35.76 ± 0.22 b,ab,b	52.47 ± 0.56 a,b,ab
100 × 25 × Y	46.26 ± 0.55 a,ab,a	37.22 ± 0.58 b,b,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.169 Mg-NP'nin Yedikule'de Zn miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.170 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta Zn miktarı üzerine etkileri

Kıvrıcık Fiyonk çeşidinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 0 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grupta yer almakta ve örneklerin Zn miktarı üzerine 10 mg/L Mg-NP dozundan daha etkili olarak kabul edilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise istatistiksel olarak en etkili uygulama 10 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir. 0 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, topraktan yapılan uygulamalara benzer sonuçlar elde edilmiştir. 50 mM tuz konsantrasyonunda, 0 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grupta yer almakta ve örneklerin Zn miktarı üzerine 10 mg/L Mg-NP

dozundan daha etkili olarak kabul edilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise istatistiksel olarak en etkili uygulama 10 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir. 0 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Uygulama şeklinin etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının her ikisinde de uygulama şekilleri arasında fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

İstatistiksel olarak, örneklerin Zn miktarı üzerine en etkili uygulamalar, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozu olurken, yapraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozu en az etkiye sahip uygulama olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.121, Şekil 4.170).

4.4.19 Na

Yedikule Manto çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının örneklerin Na içerikleri üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almakta ve 3423.30 ppm ile en yüksek Na değeri 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarına bakıldığında, 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının örneklerin Na içerikleri üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almakta ve 5043.30 ppm ile en yüksek Na değeri 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

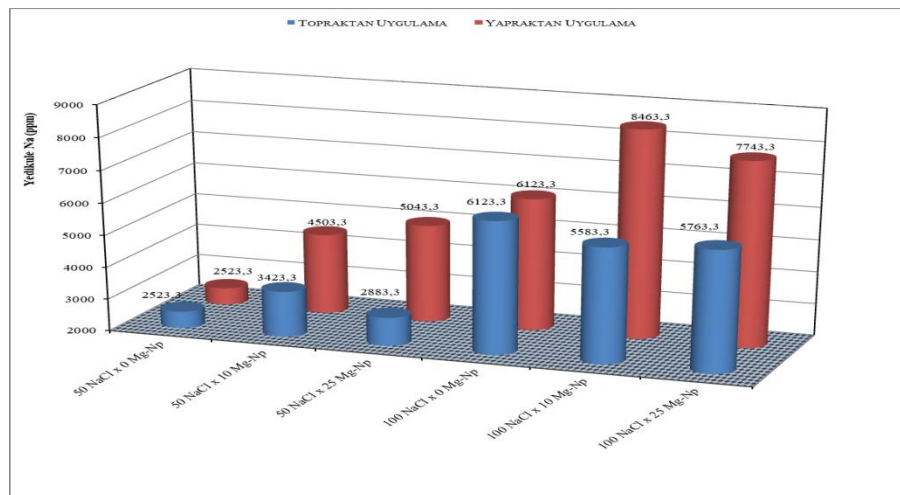
Uygulama şeklinin Na miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur.

Üçlü interaksyonları incelendiğinde, yapılan uygulamaların örneklerde belirlenen Na miktarı üzerine etkilerinde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (Çizelge 4.122, Şekil 4.171).

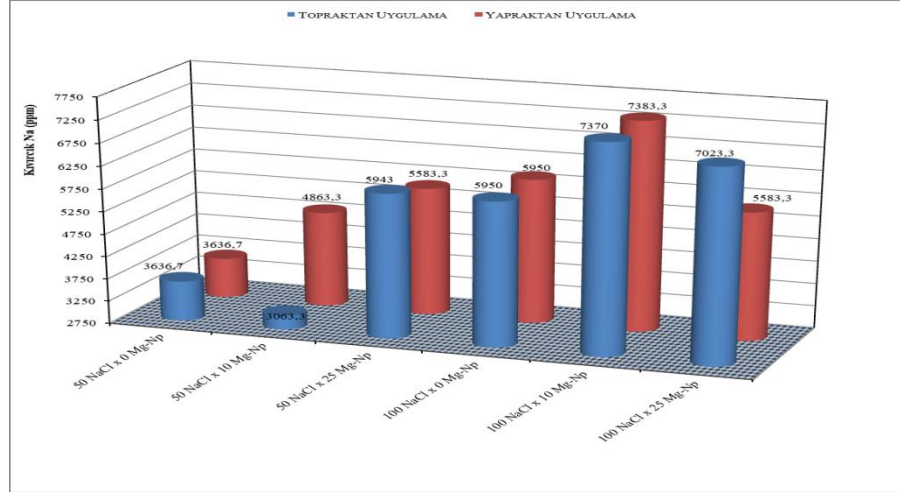
Çizelge 4.122 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Na miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Na (ppm)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	2523.30 ± 14.50 c,d,a	3636.70 ± 36.70 c,b,a
50 × 10 × T	3423.30 ± 8.82 b,d,a	3063.30 ± 14.50 c,b,a
50 × 25 × T	2883.30 ± 8.82 b,d,a	5943.00 ± 141.0 b,b,a
100 × 0 × T	6123.30 ± 43.30 a,b,a	5950.00 ± 5.77 b,b,a
100 × 10 × T	5583.30 ± 8.82 a,b,a	7370.00 ± 37.90 a,a,a
100 × 25 × T	5763.30 ± 37.60 a,b,a	7023.30 ± 8.82 b,a,a
50 × 0 × Y	2523.30 ± 14.50 c,c,a	3636.70 ± 36.70 c,b,a
50 × 10 × Y	4503.30 ± 113.0 b,c,a	4863.30 ± 8.82 c,b,a
50 × 25 × Y	5043.30 ± 20.30 b,c,a	5583.30 ± 8.82 b,b,a
100 × 0 × Y	6123.30 ± 43.30 a,a,a	5950.00 ± 5.77 b,b,a
100 × 10 × Y	8463.30 ± 31.80 a,a,a	7383.30 ± 20.30 a,a,a
100 × 25 × Y	7743.30 ± 3.33 a,a,a	5583.30 ± 14.50 b,a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.171 Mg-NP'nin Yedikule'de Na miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.172 Mg-NP'nin Kivircik'ta Na miktarı üzerine etkileri

Kivircik'ta 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalar incelendiğinde, en yüksek Na değeri 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. 0 ve 10 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 7370.00 ppm ile en yüksek Na değeri 10 mg/L Mg-NP dozunun uygulandığı örneklerde belirlenmiştir. 0 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

Yapraktan yapılan uygulamalar değerlendirildiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek Na miktarı 25 mg/L Mg-NP uygulanan örneklerde belirlenmiştir. 0 ve 10 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 7383.30 ppm ile en yüksek Na değeri 10 mg/L Mg-NP dozunun uygulandığı örneklerde belirlenmiştir. 0 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almaktadır.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan Mg-NP dozlarının (10 ve 25 mg/L), uygulama şekillerinin (toprak/yaprak) örneklerin Na içerikleri üzerine etkilerinde istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde, yapılan uygulamaların örneklerde belirlenen Na miktarı üzerine etkilerinde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (Çizelge 4.122, Şekil 4.172).

4.4.20 K

Yedikule Manto çeşidinde Mg-NP uygulamalarının örneklerin K içerikleri üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek K miktarı (62103.30 ppm) 25 mg/L Mg-NP uygulanan örneklerde tespit edilmiştir. 0 ve 10 mg/L Mg-NP dozlarının K miktarı üzerine etkilerinde istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 67143.30 ppm ile en yüksek Na miktarı 10 mg/L Mg-NP uygulanan örneklerde belirlenirken, 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının örneklerde belirlenen K miktarına etkileri istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda, yapraktan yapılan uygulamalarda, 25 mg/L Mg-NP dozunda en yüksek K dozu belirlenmiştir (64263.30 ppm). 0 ve 10 mg/L Mg-NP uygulamalarından elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek K miktarı 61743.30 ppm ile 25 mg/L Mg-NP uygulamasında belirlenmiştir. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. En düşük K değeri ise kontrol grubunda belirlenmiştir.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulama şekillerinin K miktarı içeriği üzerine etkileri istatistiksel olarak farklı bulunmamaktadır.

Üçlü interaksiyonları incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozları ile her iki tuz konsantrasyonunda da yapraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozları, K miktarı üzerine en etkili uygulamalar olarak

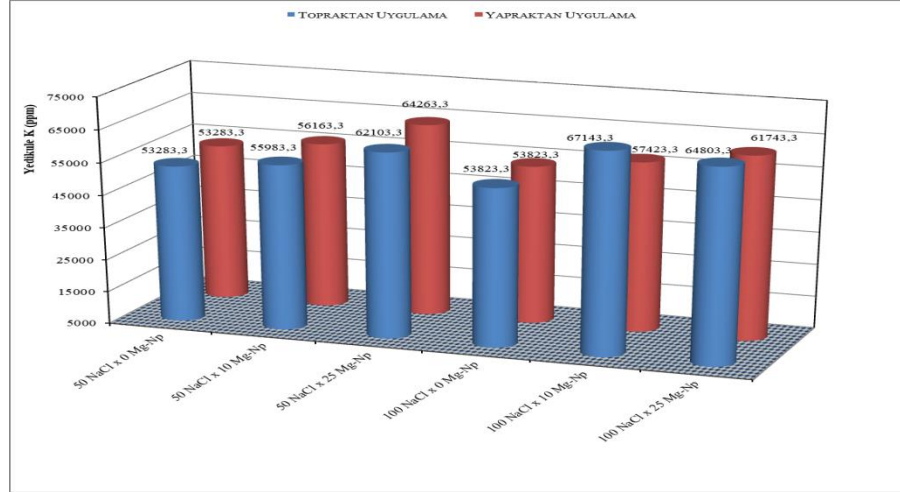
belirlenmiştir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol grupları en düşük K miktarının belirlendiği örnek grupları olmuştur (Çizelge 4.123, Şekil 4.173).

K/Na oranına bakıldığında, tuz konsantrasyonu arttıkça K/Na oranı (50 mM: 21.12, 100 mM: 8.79) beklendiği gibi düşmüştür. Yaprakdan yapılan Mg-NP uygulamalarında K/Na oranı düşerken, topraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda, 25 mg/L dozunda, 100 mM tuz konsantrasyonunda ise her iki Mg-NP dozunda da artış meydana gelmiştir.

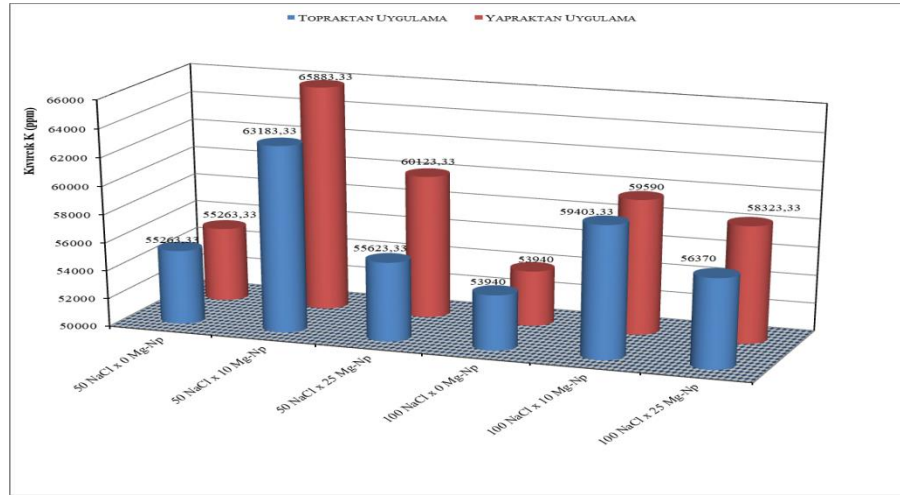
Çizelge 4.123 Mg-NP' nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) K miktarı üzerine etkileri

Uygulama	K (ppm)			
	Yedikule	Kıvrıcık	Yedikule K/Na	Kıvrıcık K/Na
50 × 0 × T	53283.30 ± 8.82 b,a,c	55263.33 ± 153.01 d,ab,c	21.12	15.20
50 × 10 × T	55983.30 ± 49.10 b,a,a	63183.33 ± 31.80 a,ab,ab	16.35	20.63
50 × 25 × T	62103.30 ± 54.90 a,a,a	55623.33 ± 54.87 c,ab,c	21.54	9.36
100 × 0 × T	53823.30 ± 43.30 b,a,c	53940.00 ± 158.75 d,b,c	8.79	9.07
100 × 10 × T	67143.30 ± 66.40 a,a,a	59403.33 ± 54.87 b,b,ab	12.03	8.06
100 × 25 × T	64803.30 ± 89.50 a,a,a	56370.00 ± 412.59 c,b,c	11.24	8.03
50 × 0 × Y	53283.30 ± 8.82 b,a,c	55263.33 ± 153.01 d,a,c	21.12	15.20
50 × 10 × Y	56163.30 ± 37.60 b,a,b	65883.33 ± 8.82 a,a,a	12.47	13.55
50 × 25 × Y	64263.30 ± 8.82 a,a,a	60123.33 ± 72.19 c,a,b	12.74	10.77
100 × 0 × Y	53823.30 ± 43.30 b,a,c	53940.00 ± 158.75 d,ab,c	8.79	9.07
100 × 10 × Y	57423.30 ± 14.50 a,a,b	59590.00 ± 15.28 b,ab,a	6.78	8.07
100 × 25 × Y	61743.30 ± 20.30 a,a,a	58323.33 ± 139.92 c,ab,b	7.97	10.45

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.173 Mg-NP'nin Yedikule'de K miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.174 Mg-NP'nin Kırırcık'ta K miktarı üzerine etkileri

Kırırcık Fiyonk çeşidinde topraktan yapılan uygulamalar incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda 10 mg/L Mg-NP dozunun uygulandığı örneklerde K miktarı 63183.33 ppm ile en yüksek değeri vermektedir. İstatistiksel olarak en düşük K miktarı belirlenen uygulama 0 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer şekilde en yüksek K miktarı 10 mg/L Mg-NP dozundan elde edilirken, en düşük K miktarı 0 mg/L Mg-NP' de belirlenmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda da topraktan yapılan uygulamalarda olduğu gibi, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında en yüksek K miktarı 10 mg/L Mg-NP dozundan elde edilirken, en düşük K değeri kontrol gruplarından elde edilmiştir.

Uygulama şeklinin K miktarına etkisi incelendiğinde, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında, her iki Mg-NP dozunda yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler sonucunda istatistiksel olarak K miktarı üzerine en etkili uygulamalar, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir. K miktarına en düşük etki gösteren uygulamalar ise her iki tuz konsantrasyonunda da 25 mg/L Mg-NP x toprak uygulamaları ile kontrol grupları olmuştur (Çizelge 4.123, Şekil 4.174).

K/Na oranına bakıldığında, tuz konsantrasyonu arttıkça K/Na oranı (50 mM: 15.20, 100 mM: 9.07) düşmüştür. Topraktan uygulana 50 mM tuz x 10 mg/L Mg-NP ve yapraktan uygulanan 100 mM tuz ve 25 mg/L Mg-NP dozunda ise artış görülmektedir.

4.4.21 Ca

Çizelge 4.124’de Mg-NP uygulamalarının Ca miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek Ca değerini (10983.30 ppm) veren uygulama 25 mg/L Mg-NP doz uygulaması olmuştur. 0 ve 10 mg/L Mg-NP dozları ise istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek Ca miktarı 25 mg/L Mg-NP uygulamasında belirlenmiştir. En düşük Ca miktarı 10 mg/L Mg-NP dozundan elde edilmesine rağmen kontrol grubu istatistiksel olarak en düşük etkiye sahip uygulama olarak değerlendirilmektedir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek Ca miktarı 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak en etkili doz 25 mg/L olarak değerlendirilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek Ca miktarı (14223.30

ppm) veren uygulama 25 mg/L Mg-NP dozudur. En düşük Ca miktarı (7923.30 ppm) ise kontrol grubunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin Ca miktarına etkisi değerlendirildiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha etkili bulunmuştur.

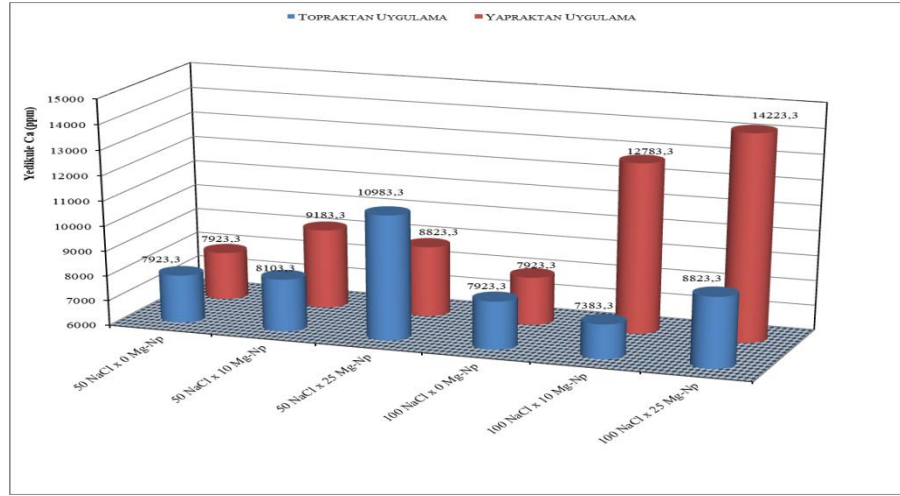
İstatistiksel olarak Ca miktarı üzerine en etkili uygulamalar; 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında 25 mg/L Mg-NP x toprak, 10 mg/L Mg-NP x yaprak ve 25 mg/L x yaprak uygulamaları olarak belirlenmiştir (Şekil 4.175).

Ca/Na oranına bakıldığında, tuz konsantrasyonu arttıkça Ca/Na oranı (50 mM:3.14, 100 mM:1.29) düşmüştür. Topraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz x 25 mg/L Mg-NP dozunda ve 100 mM tuz x 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarında Ca/Na oranı yükselmiştir. Yapraktan yapılan uygulamalarda ise 100 mM tuz konsantrasyonunda her iki Mg-NP dozunda da yükseliş söz konusudur.

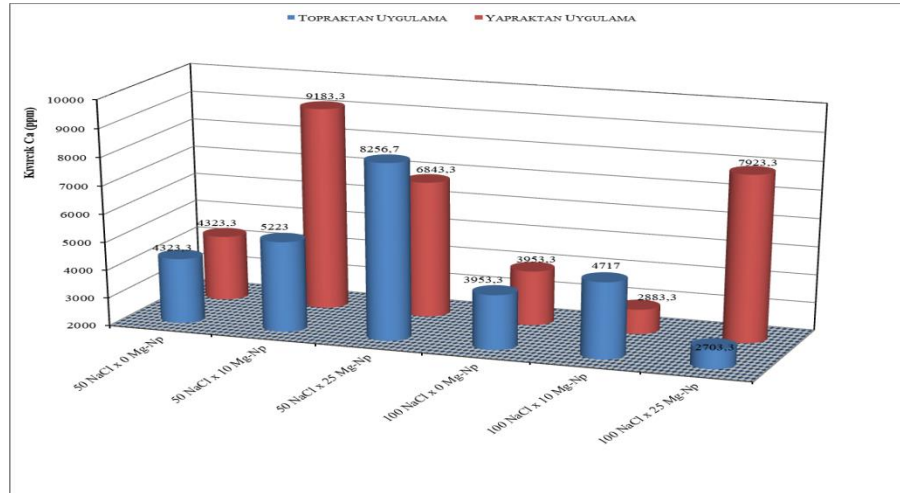
Çizelge 4.124 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) Ca miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Ca (ppm)				
	Yedikule		Kıvrıcık		
				Yedikule Ca/Na	Kıvrıcık Ca/Na
50 × 0 × T	7923.30 ± 8.82	b,b,b	4323.30 ± 8.82	b,a,b	3.14
50 × 10 × T	8103.30 ± 118.36	b,b,b	5223.00 ± 124.00	a,a,ab	2.37
50 × 25 × T	10983.30 ± 8.82	ab,b,a	8256.70 ± 56.10	a,a,ab	3.81
100 × 0 × T	7923.30 ± 3.33	b,b,b	3953.30 ± 29.10	b,b,b	1.29
100 × 10 × T	7383.30 ± 72.20	ab,b,b	4717.00 ± 137.00	b,b,ab	1.32
100 × 25 × T	8823.30 ± 95.30	a,b,a	2703.30 ± 31.80	b,b,ab	1.53
50 × 0 × Y	7923.30 ± 8.82	b,b,b	4323.30 ± 8.82	b,a,b	3.14
50 × 10 × Y	9183.30 ± 14.50	b,b,a	9183.30 ± 8.82	a,a,ab	2.04
50 × 25 × Y	8823.30 ± 8.82	ab,b,a	6843.30 ± 26.00	a,a,a	1.75
100 × 0 × Y	7923.30 ± 3.33	b,a,b	3953.30 ± 29.10	b,ab,b	1.29
100 × 10 × Y	12783.30 ± 14.50	ab,a,a	2883.30 ± 66.40	b,ab,ab	1.51
100 × 25 × Y	14223.30 ± 8.82	a,a,a	7923.30 ± 3.33	b,ab,a	1.84

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.175 Mg-NP'nin Yedikule'de Ca miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.176 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta Ca miktarı üzerine etkileri

Kıvrıcık'ta yapılan uygulamalar değerlendirildiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda, Mg-NP'nin her iki dozu da istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiş ve en yüksek Ca değeri (8256.70 ppm) 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek Ca miktarı 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş ancak, istatistiksel olarak tüm uygulamalar aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda Mg-NP'nin her iki dozu da istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiş ve en yüksek Ca değeri (9183.30 ppm) 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek Ca miktarı (7923.30 ppm) 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş ancak, istatistiksel olarak tüm uygulamalar aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Uygulama şeklinin etkileri incelendiğinde 50 mM tuz konsantrasyonunda, 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin Ca miktarı üzerine etkisinde farklılık bulunmamaktadır. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur.

Uygulamaların üçlü interaksiyonları değerlendirildiğinde her iki tuz konsantrasyonunda da yapraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozu istatistiksel olarak en almalı uygulamalar olarak değerlendirilmiştir. En düşük etkiye sahip uygulamalar ise her iki tuz konsantrasyonunda da kontrol grupları olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.124, Şekil 4.176).

Ca/Na oranına bakıldığında, tuz konsantrasyonu arttıkça Ca/Na oranı (50 mM:1.19, 100 mM:0.66) düşmüştür. Topraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda, Mg-NP dozları ile Ca/Na oranı artarken, 100 mM tuz konsantrasyonunda azalmıştır. Yapraktan yapılan uygulamalarda ise 50 mM tuz konsantrasyonunda, Mg-NP dozları ile Ca/Na oranı artarken, 100 mM tuz konsantrasyonunda yalnızca 25 mg/L dozunda yükseliş söz konusudur.

4.4.22 MDA

Yedikule Manto çeşidinde topraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek MDA değeri (0.88 ekiv.) 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. 0 ve 25 mg/L Mg-NP uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek MDA değeri 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. En düşük değer ise 25 mg/L Mg-NP dozundan elde edilmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda en düşük MDA miktarı 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak en etkili uygulama olarak değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da istatistiksel olarak en etkili uygulama olarak 10 mg/L Mg- NP dozu belirlenmiştir. En düşük MDA miktarı ise 25 mg/L dozunda belirlenmiştir ve bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

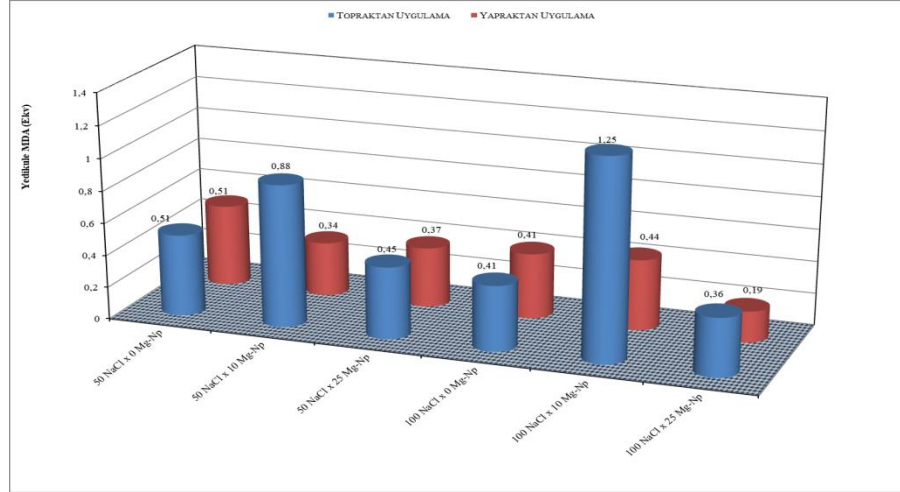
Uygulama şeklinin MDA miktarına etkileri değerlendirildiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda, 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuşken, yapraktan yapılan uygulamalar ile benzerlikleri mevcuttur. 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha etkili bulunmuştur.

Yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak en anlamlı bulunanları; 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir. MDA miktarına en düşük etkiyi yapan uygulamalar ise her iki tuz konsantrasyonunda da yapraktan yapılan 25 mg/L Mg-NP uygulaması olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.125, Şekil 4.177).

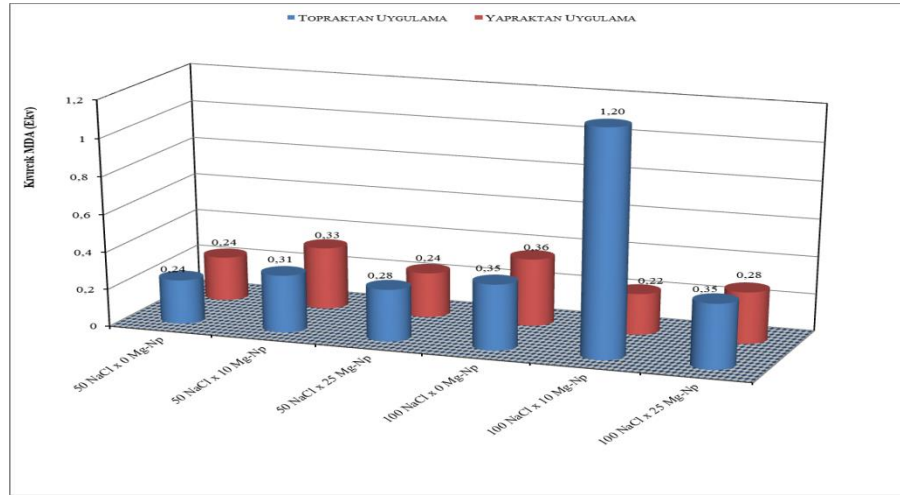
Çizelge 4.125 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) MDA miktarı üzerine etkileri

Uygulama	MDA (Ekivalent)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	0.51 ± 0.00 bc,ab,b	0.24 ± 0.00 b,b,b
50 × 10 × T	0.88 ± 0.06 ab,ab,a	0.31 ± 0.00 b,b,a
50 × 25 × T	0.45 ± 0.06 bc,ab,bc	0.28 ± 0.01 b,b,b
100 × 0 × T	0.41 ± 0.00 bc,a,b	0.35 ± 0.01 b,a,b
100 × 10 × T	1.25 ± 0.05 a,a,a	1.20 ± 0.06 a,a,a
100 × 25 × T	0.36 ± 0.01 c,a,bc	0.35 ± 0.06 b,a,b
50 × 0 × Y	0.51 ± 0.00 bc,bc,b	0.24 ± 0.00 b,b,b
50 × 10 × Y	0.34 ± 0.00 ab,bc,bc	0.33 ± 0.01 b,b,b
50 × 25 × Y	0.38 ± 0.00 bc,bc,c	0.24 ± 0.01 b,b,b
100 × 0 × Y	0.41 ± 0.00 bc,c,b	0.36 ± 0.06 b,b,b
100 × 10 × Y	0.44 ± 0.06 a,c,bc	0.22 ± 0.00 a,b,b
100 × 25 × Y	0.19 ± 0.00 c,c,c	0.28 ± 0.07 b,b,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.177 Mg-NP'nin Yedikule'de MDA miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.178 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta MDA miktarı üzerine etkileri

Kıvrıcık'ta topraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek MDA değeri (0.31 ekv.) 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak tüm uygulamalar aynı grup içinde değerlendirilmektedir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da en yüksek MDA değeri 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yapraktan yapılan uygulamalarda ise 50 mM tuz konsantrasyonunda istatistiksel olarak fark bulunmamasına rağmen en yüksek değer 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek MDA miktarı 0 mg/L Mg-NP dozunda

belirlenmesine rağmen istatistiksel olarak en anlamlı uygulama 10 mg/L Mg-NP dozu olarak değerlendirilmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şeklinin etkileri incelendiğinde, 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulama şekillerinin MDA miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalar, yapraktan yapılan uygulamalardan daha anlamlı bulunmuştur.

Uygulamaların üçlü interaksiyonları neticesinde MDA miktarı üzerine en etkili uygulamalar, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozları olarak belirlenmiştir. Yapılan diğer uygulamaların tamamı istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.125, Şekil 4.178).

4.4.23 Protein

Yedikule’de 50 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan uygulamalarda, en yüksek protein miktarı (3.55 Ekv./ml) 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen istatistiksel olarak 0 mg/L Mg-NP dozu daha anlamlı bulunmuştur. En düşük protein miktarı ise 10 mg/L Mg-NP doz uygulamalarında tespit edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda kontrol grubu en yüksek protein miktarını verirken, Mg-NP dozu arttıkça örneklerin içerdiği protein miktarında düşüş gözlenmektedir ve bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek protein miktarı kontrol grubunda belirlenmiş ve Mg-NP dozlarındaki artış ile protein miktarında azalmalar meydana gelmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda da benzer sonuçlar elde edilmiş, en yüksek protein miktarı kontrol grubunda belirlenmiş ve Mg-NP dozlarındaki artış ile örneklerin içerdiği protein miktarı düşmüştür.

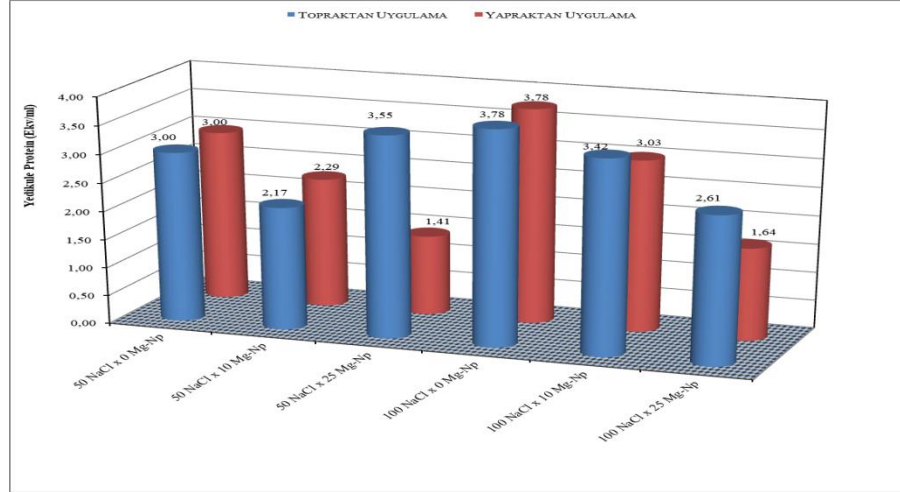
Uygulama şeklinin protein miktarına etkileri incelendiğinde her iki tuz konsantrasyonunda da Mg-NP'nin 10 ve 25 mg/L dozlarında topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak yapraktan yapılan uygulamalardan daha etkili bulunmuştur.

Elde edilen verilerin genel değerlendirilmesi yapıldığında, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında Mg-NP uygulanmayan kontrol gruplarında en yüksek protein miktarı belirlenmiştir. Protein içeriği en düşük örnek grupları ise her iki tuz konsantrasyonunda, yapraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.126, Şekil 4.179).

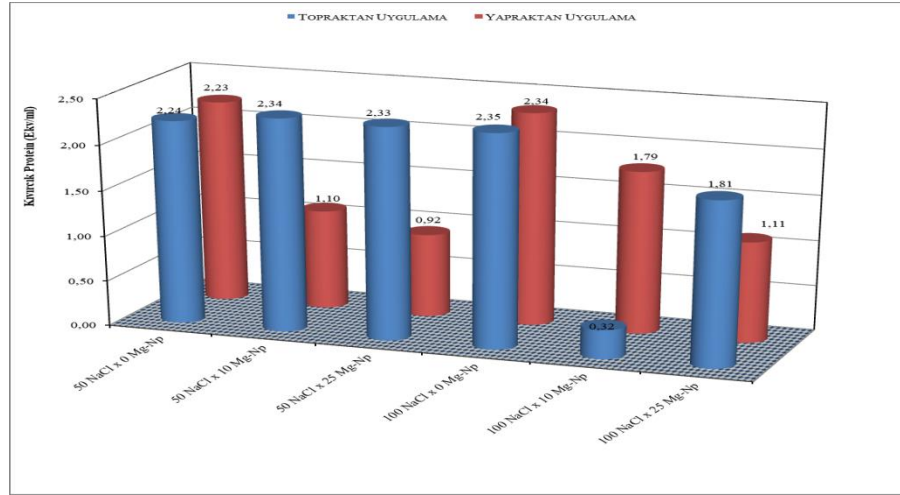
Çizelge 4.126 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) protein miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Protein (Ekv./ml)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	3.00 ± 0.01 bc,ab,a	2.24 ± 0.05 a,a,a
50 × 10 × T	2.17 ± 0.09 cd,ab,ab	2.34 ± 0.03 ab,a,b
50 × 25 × T	3.55 ± 0.17 bcd,ab,ab	2.33 ± 0.12 ab,a,a
100 × 0 × T	3.78 ± 0.01 a,a,a	2.35 ± 0.13 a,b,a
100 × 10 × T	3.42 ± 0.17 ab,a,ab	0.32 ± 0.01 b,b,b
100 × 25 × T	2.61 ± 0.06 d,a,ab	1.81 ± 0.06 b,b,a
50 × 0 × Y	3.00 ± 0.01 bc,b,a	2.23 ± 0.06 a,b,a
50 × 10 × Y	2.29 ± 0.64 cd,b,b	1.10 ± 0.03 ab,b,b
50 × 25 × Y	1.41 ± 0.06 bcd,b,c	0.92 ± 0.09 ab,b,b
100 × 0 × Y	3.78 ± 0.01 a,ab,a	2.34 ± 0.07 a,ab,a
100 × 10 × Y	3.03 ± 0.01 ab,ab,b	1.79 ± 0.12 b,ab,b
100 × 25 × Y	1.64 ± 0.05 d,ab,c	1.11 ± 0.01 b,ab,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.179 Mg-NP'nin Yedikule'de protein miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.180 Mg-NP'nin Kivircik'ta protein miktarı üzerine etkileri

Kivircik'ta 50 mM tuz x toprak uygulamalarında, istatistiksel olarak en anlamlı uygulama kontrol dozu olarak belirlenmesine rağmen en yüksek protein miktarı 10 mg/L Mg-NP dozundan elde edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonuna bakıldığında, en yüksek protein miktarı kontrol dozunda belirlenmiştir. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarından elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

50 ve 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında da topraktan yapılan uygulamalara benzer sonuçlar elde edilmiş olup, en yüksek protein miktarı kontrol dozunda belirlenmiştir. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarından elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmektedir.

Uygulama şeklinin etkileri incelendiğinde 50 mM tuz konsantrasyonunda, her iki Mg-NP dozunda da yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise yapraktan yapılan daha anlamlı bulunurken, topraktan yapılan uygulamalar ile istatistiksel olarak benzerlikleri mevcuttur.

Uygulamalar genelinde istatistiksel olarak en anlamlı bulunan ve en yüksek protein miktarı belirlenen uygulamalar 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol grupları ile topraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozları olmuştur. Diğer uygulamalar istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmektedir (Çizelge 4.126, Şekil 4.180).

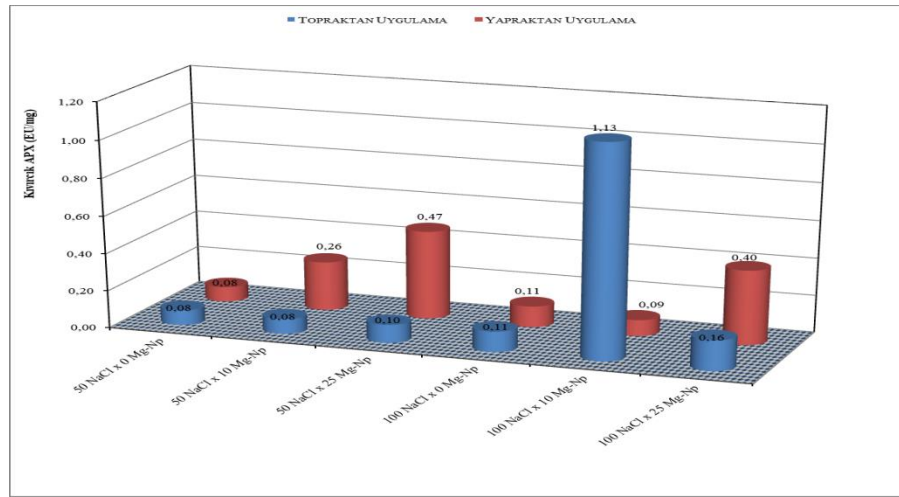
4.4.24 APX

Yedikule bitki çeşidinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Mg-NP dozları (10 ve 25 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) APX miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.127).

Çizelge 4.127 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) APX miktarı üzerine etkileri

Uygulama	APX (EU/mg)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	0.13 ± 0.00	0.08 ± 0.00 b,b,c
50 × 10 × T	0.07 ± 0.03	0.08 ± 0.00 b,b,a
50 × 25 × T	0.18 ± 0.01	0.10 ± 0.01 b,b,c
100 × 0 × T	0.16 ± 0.02	0.11 ± 0.01 b,a,c
100 × 10 × T	0.17 ± 0.07	1.13 ± 0.05 a,a,a
100 × 25 × T	0.11 ± 0.00	0.16 ± 0.01 b,a,c
50 × 0 × Y	0.13 ± 0.00	0.08 ± 0.00 b,ab,c
50 × 10 × Y	0.26 ± 0.00	0.26 ± 0.00 b,ab,bc
50 × 25 × Y	0.39 ± 0.01	0.47 ± 0.02 b,ab,ab
100 × 0 × Y	0.16 ± 0.00	0.11 ± 0.00 b,ab,c
100 × 10 × Y	0.19 ± 0.00	0.09 ± 0.00 a,ab,bc
100 × 25 × Y	0.30 ± 0.00	0.40 ± 0.00 b,ab,ab

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.181 Mg-NP'nin Kıvırcık'ta APX miktarı üzerine etkileri

Kıvırcık'ta 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda en yüksek APX miktarı (0.10 EU/mg) 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş olmasına rağmen tüm uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek APX miktarı (1.13 EU/mg) 10 mg/L Mg-NP dozunda

belirlenmiştir. 0 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir.

Yapraktan yapılan uygulamalarda, 50 mM tuz konsantrasyonundaki uygulamalar istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiş, en yüksek APX miktarı 25 mg/L Mg-NP dozundan elde edilmiştir. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek APX miktarı 25 mg/L Mg-NP dozundan elde edilmiştir. Ancak, uygulamalarda en yüksek APX miktarı (0.40 EU/mg) 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir.

APX miktarı üzerine uygulama şeklinin etkileri incelendiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur.

50 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda, topraktan yapılan 10 mg/L Mg-NP dozu APX miktarı üzerine en etkili uygulama olarak belirlenmiştir. Her iki tuz dozunda da kontrol grupları ve topraktan yapılan 25 mg/L Mg-NP uygulamaları ise APX miktarına en az etki yapan örnek grupları olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.127, Şekil 4.181).

4.4.25 CAT

Yedikule Manto çeşidinde 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT değeri Mg-NP uygulanmayan örnek grubunda belirlenmiştir. 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozları istatistiksel olarak aynı grup içinde değerlendirilmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında ise en yüksek CAT değeri (37.02 EU/mg) kontrol grubunda belirlenmesine rağmen 10 mg/L Mg-NP dozu istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur.

Yapraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek CAT değeri (53.16 EU/mg) kontrol grubunda belirlenmiştir. En düşük CAT değerini veren uygulama ise 25 mg/L Mg-NP dozu olmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda en yüksek CAT

değeri 10 mg/L Mg-NP uygulanan örneklerde belirlenirken, en düşük değer 25 mg/L Mg-NP dozundan elde edilmiştir.

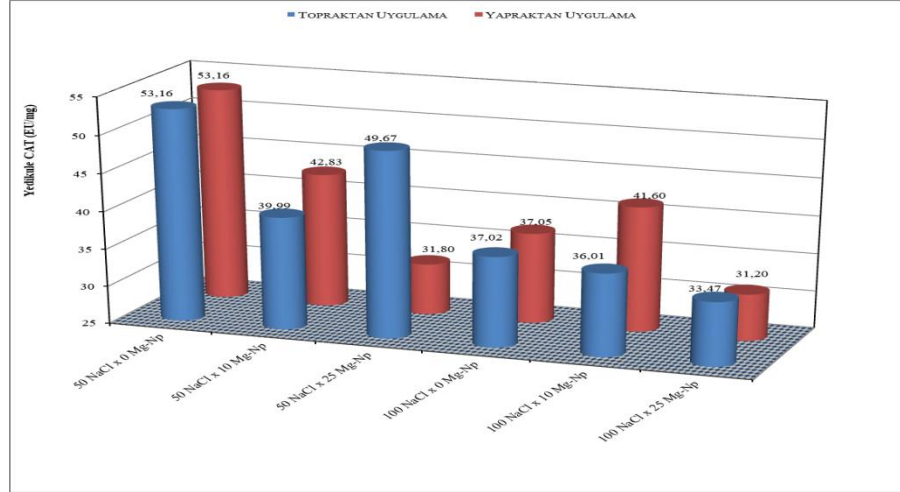
50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında uygulanan 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulama şekillerinin CAT miktarı üzerine etkileri incelendiğinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

İstatistiksel olarak CAT miktarı üzerine en etkili uygulamalar; 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol grupları, topraktan uygulanan 25 mg/L dozu ve yapraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak en düşük etkiye sahip uygulama ise 100 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozudur (Çizelge 4.128, Şekil 4.182).

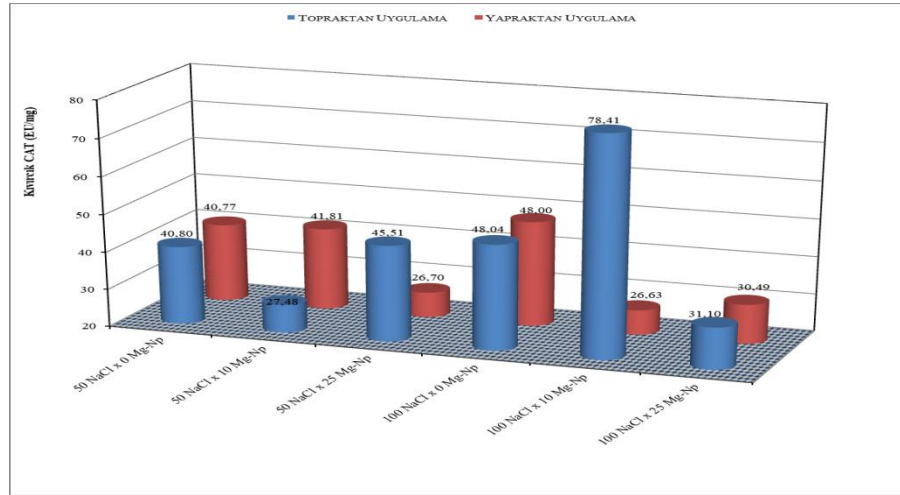
Çizelge 4.128 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvrıcık'ta (Fiyonk) CAT miktarı üzerine etkileri

Uygulama	CAT (EU/mg)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	53.16 ± 1.13 a,a,a	40.80 ± 0.75 abc,b,ab
50 × 10 × T	39.99 ± 0.04 b,a,ab	27.48 ± 1.36 bc,b,a
50 × 25 × T	49.67 ± 0.64 b,a,a	45.51 ± 1.31 bc,b,ab
100 × 0 × T	37.02 ± 1.74 bc,b,a	48.04 ± 0.61 ab,a,ab
100 × 10 × T	36.01 ± 0.58 b,b,ab	78.41 ± 0.58 a,a,a
100 × 25 × T	33.47 ± 0.24 c,b,a	31.10 ± 0.57 c,a,ab
50 × 0 × Y	53.16 ± 1.13 a,a,a	40.77 ± 0.15 abc,b,ab
50 × 10 × Y	42.83 ± 0.54 b,a,a	41.81 ± 0.64 bc,b,b
50 × 25 × Y	31.80 ± 0.66 b,a,b	26.70 ± 0.64 bc,b,b
100 × 0 × Y	37.05 ± 0.61 bc,b,a	48.00 ± 0.00 ab,b,ab
100 × 10 × Y	41.60 ± 0.29 b,b,a	26.63 ± 0.60 a,b,b
100 × 25 × Y	31.20 ± 1.20 c,b,b	30.49 ± 0.39 c,b,b

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.182 Mg-NP'nin Yedikule'de CAT miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.183 Mg-NP'nin Kıvrıcık'ta CAT miktarı üzerine etkileri

Kıvrıcık'ta, 50 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek CAT miktarı (45.51 EU/mg) 25 mg/L Mg-NP dozundan elde edilmesine rağmen istatistiksel olarak kontrol dozu daha anlamlı bulunmuştur. En düşük değeri veren uygulama ise 10 mg/L Mg-NP dozudur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek değer (78.41 EU/mg) 10 mg/L Mg-NP dozunda, en düşük değer ise (31.10 EU/mg) 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında istatistiksel olarak en anlamlı bulunan uygulama Mg-NP uygulanamayan kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. En düşük değeri veren uygulama ise 25 mg/L Mg-NP dozudur. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında en yüksek

değer (48.00 EU/mg) 0 mg/L Mg-NP dozunda, en düşük değer ise (26.63 EU/mg) 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir.

Uygulama şeklinin CAT değeri üzerine etkilerine bakıldığında, 50 mM tuz konsantrasyonunda 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarının uygulama şekilleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. 100 50 mM tuz konsantrasyonunda ise topraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen veriler neticesine yapılan istatistik analizlere göre, CAT miktarına en etkili uygulamalar, 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında topraktan uygulanan 10 mg/L Mg-NP dozu olarak belirlenmiştir. 50 ve 100 mM tuz konsantrasyonlarında yapraklardan yapılan uygulamalar ise CAT miktarına en düşük etkiye sahip uygulamalar olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.128, Şekil 4.183).

4.4.26 Toplam şeker

Yedikule’de toplam şeker miktarları incelendiğinde 50 mM tuz x Toprak uygulamalarında en yüksek toplam şeker miktarı (26.07 g/100g) 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. 100 mM tuz x toprak uygulamalarında da en yüksek toplam şeker miktarı (22.64 g/100g) 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. İstatistiksel olarak en düşük toplam şeker değerini veren uygulama kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek toplam şeker miktarı 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. İstatistiksel olarak en düşük toplam şeker değerini veren uygulama kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında ise en yüksek toplam şeker miktarı 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. İstatistiksel olarak en düşük toplam şeker değerini veren uygulama kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir.

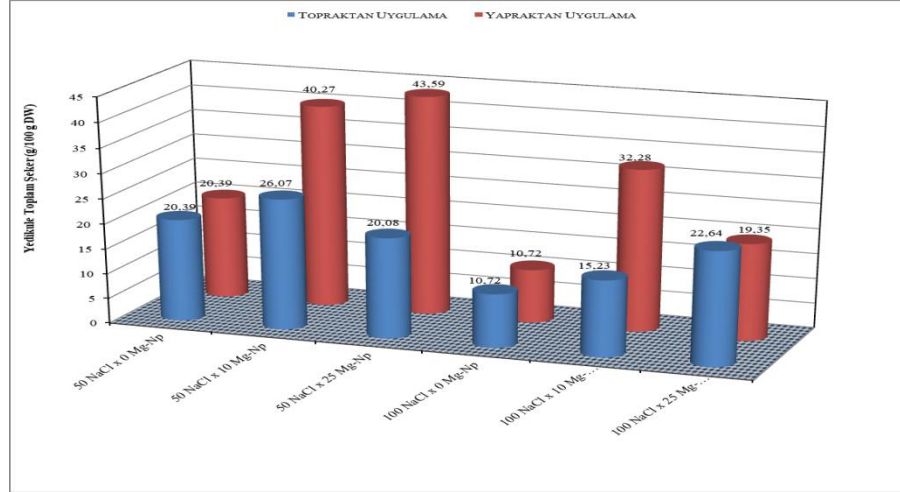
50 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şeklinin toplam şeker miktarına etkilerine bakıldığında, 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarında yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise uygulama şeklinin toplam şeker miktarı üzerine etkilerinde, 10 mg/L Mg-NP dozunda yapraktan yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, 25 mg/L dozunda uygulama şekilleri aynı grup içinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.129).

Elde edilen veriler neticesine yapılan istatistik analizlere göre, toplam şeker miktarına en etkili uygulamalar, 50 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uygulanan 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozları olarak belirlenmiştir. En düşük etkiye sahip olan uygulamalar ise 100 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol grupları ile yapraktan uygulanan 10 ve 25 mg/L Mg-NP dozlarıdır (Şekil 4.184).

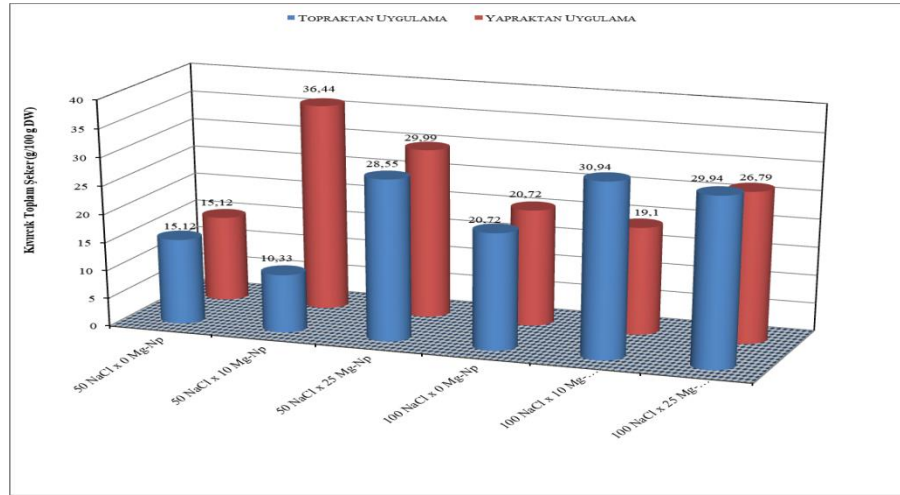
Çizelge 4.129 Mg-NP'nin Yedikule (Manto) ve Kıvırcık'ta (Fiyonk) toplam şeker miktarı üzerine etkileri

Uygulama	Toplam Şeker (gr/100 gr DW)	
	Yedikule	Kıvırcık
50 × 0 × T	20.39 ± 0.36 c,b,a	15.12 ± 0.38 c,b,b
50 × 10 × T	26.07 ± 0.55 a,b,a	10.33 ± 0.51 b,b,b
50 × 25 × T	20.08 ± 0.05 b,b,a	28.55 ± 0.55 a,b,b
100 × 0 × T	10.72 ± 0.56 c,b,b	20.72 ± 0.23 c,b,a
100 × 10 × T	15.23 ± 0.52 b,b,b	30.94 ± 0.03 b,a,a
100 × 25 × T	22.64 ± 0.20 a,a,a	29.94 ± 0.17 a,b,a
50 × 0 × Y	20.39 ± 0.36 c,b,b	15.12 ± 0.38 c,a,b
50 × 10 × Y	40.27 ± 0.40 b,a,a	36.44 ± 0.32 a,a,a
50 × 25 × Y	43.59 ± 0.02 a,a,a	29.99 ± 0.06 a,a,b
100 × 0 × Y	10.72 ± 0.56 c,a,b	20.72 ± 0.23 c,a,a
100 × 10 × Y	32.28 ± 0.55 a,a,b	19.10 ± 0.05 b,b,a
100 × 25 × Y	19.35 ± 0.18 b,a,b	26.79 ± 0.24 a,a,a

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. İlk harflendirmeler, tuz ve uygulama şekli sabit tutularak Mg-NP dozları arasındaki farkları, ikinci harflendirmeler tuz ve Mg-NP dozları sabit tutularak uygulama şekli arasındaki farkları, üçüncü harflendirmeler tüm faktörlerin üçlü etkileşimini göstermektedir. Çeşitlerin varyans analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 4.184 Mg-NP'nin Yedikule'de toplam şeker miktarı üzerine etkileri



Şekil 4.185 Mg-NP'nin Kırırcık'ta toplam şeker miktarı üzerine etkileri

Kırırcık bitki çeşidinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde, 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan yapılan uygulamalarda, en yüksek toplam şeker miktarı (28.55 g/100 g) 25 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiştir. (Çizelge 4.129, Şekil 4.185). 100 mM tuz konsantrasyonu, toprak uygulamalarında ise en yüksek toplam şeker miktarı 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş olup, 25 mg/L Mg-NP dozu istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur.

50 mM tuz x yaprak uygulamalarında en yüksek toplam şeker miktarı 10 mg/L Mg-NP dozunda belirlenmiş olup istatistiksel olarak 25 mg/L Mg-NP dozu ile aynı grup içinde

değerlendirilmektedir. 100 mM tuz x yaprak uygulamalarında da en yüksek toplam şeker miktarının belirlendiği örnek grupları 25 mg/L Mg-NP uygulanan örneklerdir.

50 mM tuz konsantrasyonunda uygulama şeklinin toplam şeker miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, her iki Mg-NP dozunda da yaprakta yapılan uygulamalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 10 mg/L Mg-NP dozunda topraktan yapılan uygulamalar daha anlamlı bulunurken, 25 mg/L Mg-NP dozunda yaprakta yapılan uygulamalar istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur.

4.4.27 C vitamini

Yedikule ve Kıvrıcık bitki çeşitlerinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuz konsantrasyonları (50 ve 100 mM), Mg-NP dozları (10 ve 25 mg/L) ve uygulama şeklinin (toprak ve yaprak) C vitamini miktarı üzerine etkilerinin üçlü interaksiyonları $p \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.130).

Çizelge 4.130 Farklı Mg-NP dozlarında uygulama şeklinin C vitamini miktarı üzerine etkileri

Uygulama	C vitamini (gr/100 gr)	
	Yedikule	Kıvrıcık
50 × 0 × T	10.04 ± 0.17	9.92 ± 0.47
50 × 10 × T	10.14 ± 0.09	11.11 ± 0.32
50 × 25 × T	9.84 ± 0.20	10.88 ± 0.03
100 × 0 × T	9.41 ± 0.11	9.96 ± 0.29
100 × 10 × T	10.04 ± 0.15	10.85 ± 0.28
100 × 25 × T	9.82 ± 0.18	10.84 ± 0.03
50 × 0 × Y	10.04 ± 0.17	9.92 ± 0.47
50 × 10 × Y	10.09 ± 0.06	10.22 ± 0.06
50 × 25 × Y	10.40 ± 0.18	10.30 ± 0.06
100 × 0 × Y	9.41 ± 0.11	9.96 ± 0.29
100 × 10 × Y	10.42 ± 0.19	10.29 ± 0.09
100 × 25 × Y	10.38 ± 0.21	10.13 ± 0.02

Ayrı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir. Birinci sıra harfler uygulama şekillerinde Mg-NP dozlarının C vitamini üzerine etkilerini, ikinci harfler farklı Mg-NP dozlarında uygulama şekillerinin C vitamini üzerine etkilerini göstermektedir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, marul ve yaprak salatada farklı tuz konsantrasyonlarında (50 ve 100 mM NaCl), Fe-NP, Zn-NP, Cu-NP ve Mg-NP uygulamalarının çeşitli morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bulgular, literatürde yer alan benzer çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmıştır.

5.1 Büyüme, Biyokütle ve C vitamini Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Marul ve yaprak salatada yaprak boyu ve eni, yaprak sayısı, baş yüksekliği gibi morfolojik özellikler verim ve kaliteyi etkileyen parametrelerdir. Tarakçıoğlu (2023) tuz stresi altında iceberg, Kıvırcık ve marul bitki çeşitlerinde yapmış olduğu çalışmada, tuz stresinin bitki yaş ve kuru ağırlık değerleri ile yaprak oransal su içeriği değerlerinde azalma olduğu bildirmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada, kontrol gruplarında tuz konsantrasyonu arttıkça baş yüksekliği, bitki yaş ve kuru ağırlık, yaprak eni ve boyunda ve yaprak oransal su içeriği değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir.

Preciado-Rangel vd. (2024) marulda yapmış oldukları çalışmada, 4 farklı dozda (0, 50, 75, 100 mg/L) Zn-NP uygulaması yapmış ve yaş ağırlık, yaprak boyu ve yaprak sayısı parametrelerinde Zn-NP uygulamalarının etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz Zn-NP uygulamalarında, Yedikule bitki çeşidinde; baş yüksekliği (50 ve 100 mM tuz x 5 mg/l Zn-NP x T), bitki yaş ve kuru ağırlığı (50 ve 100 mM tuz x 5 mg/l Zn-NP x T), yaprak eni ve yaprak boyu (50 ve 100 mM tuz x 5 mg/l Zn-NP x T) değerlerinde artış gözlenmiştir. Kıvırcık bitki çeşidinde ise sadece yaprak boyu değerinde (50 ve 100 mM tuz x 5 mg/l Zn-NP x T) artış gözlenmiştir. Elde edilen veriler Preciado-Rangel vd. (2024)'nin bildirdiği değerler ile paralellik göstermektedir.

Gupta vd. (2024) fasulyede yapmış oldukları çalışmada, tuz stresi altında (200 mM) topraktan ve yapraktan olmak üzere farklı dozlarda Zn-NP (25, 50, 100 ve 200 mg/L) uygulamışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda, yaprak oransal su içeriğinin, yapraktan yapılan uygulamalarda % 50-78 oranında, topraktan yapılan uygulamalarda ise % 21-41

oranında artış sağlandığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda, Yedikule bitki çeşidinde, yapılan tüm uygulamalarda yaprak oransal su içeriği artmıştır. Kıvırcık'ta ise topraktan yapılan uygulamalarda artış gözlenmiş, yapraktan yapılan uygulamalarda yaprak oransal su içeriği azalmıştır.

Shahzad vd. (2024), cherry domateste yapmış oldukları çalışmada, farklı Fe-NP dozlarını (25, 50 ve 100 mg/kg) topraktan uygulayarak, tuz-alkalin stres koşullarında askorbat miktarı üzerindeki etkileri hakkında bilgi vermişlerdir. Fe-NP dozları arttıkça askorbat miktarında da artış olduğu, stres faktörünün olmadığı örnek gruplarında ise askorbat miktarının Fe-NP uygulamaları ile çok düşük miktarlarda arttığını bildirmektedirler. Çalışmamızda, her iki uygulama şekli ve tuz konsantrasyonlarında da 5 ve 10mg/L Fe-NP doz uygulamalarında, çeşitler arasında farklılık olmakla birlikte C vitamini miktarında artış belirlenmiştir. Elde edilen veriler Shahzad vd.'nin yapmış olduğu çalışma ile paralellik göstermekte olup, Fe-NP'nin daha yüksek dozlarında yapılacak çalışmalar ile Fe-NP'nin hangi dozunda C vitamini miktarının en üst düzeye ulaşacağı belirlenebilir.

Ahmet vd. (2023) *Solidago virgaurea* L bitkisinde yapmış oldukları çalışmada, Fe-NP'nin farklı dozlarını (0, 0.5 ve mg/L) yapraktan uygulayarak, Fe-NP dozlarının ve uygulama sayısının bitki gelişimi, mineral alımı ve tıbbi bileşenleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Fe-NP uygulamalarının kontrol grubuna kıyasla; bitki ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak alanını artırdığını bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada Fe-NP uygulamalarında, yaprak sayısı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, bitki yaş ağırlığı, yaprak eni ve boyu değerlerinde kontrol grubuna kıyasla artış olduğu belirlenmiştir. En yüksek baş yüksekliği değerine, 50 mM tuz x 5 mg/L Fe-NP x T uygulamasında, en yüksek yaprak eni değerine, 50-100 mM tuz x 10 mg/L Fe-NP x T uygulamasında, en yüksek yaprak boyu değerine ise 100 mM tuz x 10 mg/L Fe-NP x Y uygulamasında ulaşılmıştır.

Gautam vd. (2023) ıspanakta farklı dozlarda Mg-NP (10, 50, 100 ve 150 µg/ml) uygulamaları yaparak elde ettikleri sonuçlara göre, baş yüksekliği yaprak sayısı ve yaprak oransal su içeriğinde kontrol grubuna kıyasla azalma olduğunu bildirmişlerdir. Yapmış

olduğumuz çalışmada, Yedikule bitki çeşidinde baş yüksekliği değerlerinde azalma olduğu ve bu azalmanın yapraktan yapılan uygulamalarda daha net görüldüğü belirlenmiştir. Yaprak sayısı Yedikule’de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, Kıvırcık’ta ise aynı grup içinde değerlendirilerek uygulanan Mg-NP dozlarının yaprak sayısına etkileri arasında fark bulunmamıştır. Yaprak oransal su içerikleri kontrol gruplarında tuz stresi artıkça artmış, Mg-NP dozlarında ise özellikle yapraktan yapılan uygulamalarda 25 mg/L dozunda artış göstermiştir.

Zafar vd. (2022) ıspanakta yapmış oldukları çalışmada, tuz stresi altında (100 mM) yapraktan uygulamış oldukları farklı dozlardaki Zn-NP’ nin (% 0.1, 0.2 ve 0.3) etkilerini incelemişlerdir. Zn-NP’nin artan dozlarıyla askorbik asit (C vitamini) miktarının da arttığını, en yüksek askorbik asit miktarının %0,3 dozunda ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Çalışmamızda, her iki bitki çeşidinde ve tuz konsantrasyonlarında uygulama şekli ve Zn-NP dozlarının C vitamini miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yedikule’de tuz x Zn-NP dozları arasında ki ilişki incelendiğinde, artan Zn-NP dozları ile C vitamini miktarında da artış olduğu görülmektedir. Çalışmamızda uyguladığımız Zn-NP dozlarının (5 ve 10 mg/L), Zafar vd.’ nin uyguladığı dozlardan daha düşük olması nedeniyle elde ettiğimiz C vitamini miktarları arasında keskin sınırlar bulunmamakla beraber iki çalışma arasında paralellik görülmektedir.

Cu-NP uygulamalarında, Yedikule bitki çeşidinde topraktan ve yapraktan yapılan uygulamalarda baş yüksekliği azalmıştır. Bitki yaş ve kuru ağırlık değerlerinde, yaprak uygulamalarında özellikle 200 mg/L dozunda azalma gözlenmiştir. Kıvırcık bitki çeşidinde ise her iki tuz konsantrasyonunda ve uygulama şeklinde de kontrol grubuna oranla azalma belirlenmiştir. Yaprak sayısı, yaprak eni ve boyu ölçümlerinde de özellikle yapraktan uygulanan Cu-NP dozlarında azalma olduğu belirlenmiştir. Xiong vd. (2021) marulda uyguladıkları 100 ve 1000 mg/L Cu-NP dozlarında yaş ağırlık ve yaprak alanında azalma olduğunu ve bu azalmanın Cu-NP dozlarının artışı ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma elde ettiğimiz sonuçlara benzerlik göstermektedir.

5.2 Klorofil ve Karotenoit Miktarlarının Değerlendirilmesi

Bitkilerde fotosentez büyüme ve gelişme için çok önemli rol oynamaktadır. Klorofil a ve B fotosentezde aktif olarak görev alan pigmentlerdir. Karotenoitler ise fotosentez esnasında klorofillerin ışık ve oksijen tarafından parçalanmasını önlerler (Kacar vd. 2013). Fotosentez biyotik ve abiyotik stres koşullarında olumsuz etkilenir ve klorofil miktarında azalmalar meydana gelir (Sherin 2022).

Yapılan çalışmada, Fe-NP uygulamalarında her iki bitki çeşidinde de tuz stresi arttıkça Klorofil a ve B ile karotenoit miktarlarında azalma olmuştur. Yedikule’de yapılan uygulamalar istatistiksel olarak Klorofil a miktarını etkilememiştir. Kıvırcık’ta ise yapraktan uygulanan 5mg/L Fe-NP dozunda artış meydana gelmiştir. Her iki bitki çeşidinde de en yüksek Klorofil b ve karotenoit miktarı kontrol gruplarında belirlenmiştir. Sameer vd. (2024) Cr içeren topraklarda Red Sails bitki çeşidinde farklı dozlarda Fe-NP (0,5, 10 ve 20 mg/L) ve Zn-NP 0, 25, 50 ve 100 mg/L) uygulaması yapmışlardır. Fe-NP ve Zn-NP uygulamalarının en yüksek dozlarında Klorofil a ve B ile karotenoit miktarlarının kontrol grubuna kıyasla arttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız 5 ve 10 mg/L Fe-NP dozlarından elde ettiğimiz sonuçlar Sameer vd. bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Yaptığımız çalışmada, Cu-NP uygulamalarında tuz stresi arttıkça Klorofil a ve B miktarları ile karotenoit miktarlarında azalma olmuştur. Bu da tuz stresinin pigment miktarını olumsuz etkilediğini göstermektedir. Uygulanan Cu-NP dozlarında (100 ve 200 mg/L) en fazla Klorofil a ve B miktarları ile karotenoit miktarları kontrol gruplarında belirlenmiştir. Yalnızca Kıvırcık bitki çeşidinde yapraktan yapılan uygulamalarda Klorofil b miktarı, kontrol grubunda belirlenenden daha yüksektir. Xiong vd. (2021) yapmış oldukları çalışmada, 100 ve 1000 mg/L Cu-NP dozlarını marulda yapraktan uygulamış ve en yüksek klorofil ve karotenoit miktarlarını kontrol grubunda belirlemişlerdir. Sunulan bilgiler, elde ettiğimiz veriler ile paralellik göstermektedir.

Mg-NP uygulamalarında artan tuz stresi ile Klorofil a miktarında azalma olmuştur. Uygulanan Mg-NP dozlarında, Yedikule’de 10 mg/L Mg-NP topraktan yapılan

uygulamalarda olumlu sonuçlar vermiş olmasına rağmen kontrol gruplarında belirlenen Klorofil a miktarı daha fazladır. Kıvırcık'ta ise yapılan uygulamaların Klorofil a miktarına etkileri anlamlı bulunmamıştır. Yapılan uygulamalarda, Yedikule'de Klorofil b miktarlarında tuz stresi arttıkça azalma olduğu belirlenmiştir. Kıvırcık bitki çeşidinde ise kontrol gruplarında daha yüksek miktarda Klorofil b tespit edilmiştir. Yedikule'de en yüksek karotenoit miktarı kontrol gruplarında belirlenmiş olmasına rağmen topraktan uygulanan Mg-NP dozlarının da karotenoit miktarına etkili olduğu belirlenmiştir. Taj vd. (2024) ıspanakta yapraktan yaptıkları uygulamalarda Mg-NP (0 ve 200 ppm) Klorofil a ve B ile karotenoit miktarlarında artış olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışma bizim çalışmamız ile farklı sonuçlar verirken, Gautam vd. (2023)'nin ıspanakta yapmış oldukları çalışma bizim çalışmamız ile paralellik göstermektedir. Bu sonuçlar, çeşitlerin genetik farklılığından, nano gübrenin dozundan ve uygulama şeklinden kaynaklanabilir.

5.3 Antioksidant Enzim Aktivitelerinin Değerlendirilmesi

Metabolizmanın kaçınılmaz yan ürünleri olan reaktif oksijen türleri (ROS), optimum ve olumsuz çevre koşullarında yaşayan organizmalarda önemli sinyal verme rollerine sahiptir (Baxter vd. 2014). Bitki ROS' ları esas olarak kloroplastlardaki (Foyer 2018) ve mitokondrilerdeki elektron taşıma zincirleri tarafından ve ayrıca peroksisomlardaki fotorespirasyon sırasında (Gleason vd. 2011) üretilir. Genel olarak ise, ROS üreten reaksiyonlar üç gruba ayrılabilir: (1) Metabolizmadaki bir yan reaksiyon olarak ROS üretimi, (2) Patojen saldırısına yanıt olarak ROS üretimi (biyotik stres tepkisi) ve (3) Abiotik stres tepkisi sırasında ROS üretimi. Bitkilerde iki antioksidan sistem vardır; bunlar antioksidan işlevi olan metabolit havuzları ve reaktif türlerin temizlenmesini katalize eden enzimlerdir (Huchzermeyer vd. 2022). Katalazlar genellikle peroksisomlarda bulunur ve 2 molekül H_2O_2 'yi O_2 ve $2H_2O$ 'ya dönüştüren tetramerik hem içeren enzimlerdir (Srivalli vd. 2003). H_2O_2 'yi bozabilirler veya diğer yandan etanol, metanol, formik asit ve formaldehit gibi substratları oksitleyebilirler (Willekens vd. 1994). APX, Askorbat-Glutatyon (ASC-GSH) döngüsünün temel bir parçasıdır. CAT peroksisomlardaki H_2O_2 'yi öncelikli olarak toplarken, APX kloroplast ve sitozolde benzer bir rol oynar. Askorbik asit, H_2O_2 'yi H_2O 'ya ve ayrıca DHA'ya indirgemek için indirgeyici bir ajan olarak kullanılır. APX ailesi, tilakoid ve mikrozomal membrana bağlı

yapıların yanı sıra çözünebilir stromal, sitozolik ve apoplastik enzimler de dahil olmak üzere en az beş farklı izoformdan oluşur (Noctor ve Foyer 1998, Davletova vd. 2005).

‘Lvsu’ marul çeşidinde yapılan çalışmada, T0 (hiçbir uygulama yapılmayan) uygulamasıyla karşılaştırıldığında, T1 uygulaması alan (1 mg/L Cd) bitkilerin yaprak ve köklerindeki katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve peroksidaz (POD) aktiviteleri sırasıyla %32/%33, %12/%12 ve %29/%15 oranında artırmıştır. Buna karşın, T1 uygulamasıyla karşılaştırıldığında, T2 uygulaması (1 mg/L Cd + 2.5mg/l ZnONPs) marul yaprakları ve köklerindeki CAT aktivitesini %13 ve %10 oranında azalttığı saptanmıştır. T3 uygulamasının (2.5 mg/l ZnONPs), antioksidan enzimlerin aktivitesi üzerinde T0 uygulamasına göre anlamlı bir etkisi görülmediği bildirilmiştir (Gao vd. 2022). Yaptığımız çalışmada, Yedikule bitki çeşidinde en yüksek CAT değerlerinin kontrol gruplarında olduğu ve uygulamalarda azaldığı tespit edilmiş olup, Gao vd. (2022) çalışmasının bulgularıyla, elde ettiğimiz sonuçlar paralellik göstermektedir. Krom stresi altında kırmızı yapraklı marul bitkisinde yapılan çalışmada, 100 mg/L ZnO NP uygulamasında, CAT ve APX, kontrol bitkilerine kıyasla sırasıyla %52 ve %53 oranında aktivitesinin arttığı tespit edildi. Ayrıca, Fe NP uygulamasının (20 mg/L), kırmızı yapraklı marul bitkisinin kontrolleriyle karşılaştırıldığında, APX ve CAT enzimlerinin sırasıyla %74 ve %71 oranında aktivitesini artırdığı görülmüştür (Sameer vd. 2024). Tuz stresi altında ıspanak bitkisinde, çinko nanopartiküllerinin (ZnNPs) farklı dozlarda uygulamasına bağlı olarak, SOD, POD ve CAT enzimlerinin aktivitelerinin korunmasına yardımcı olmuştur (Zafar vd. 2022). Benzer bir çalışmada, bakır nano partiküllerinin (CuO-NPs) marul bitkisinde yaprak uygulaması sonucunda (0, 0.5, 1, 2, 4 ve 6 mg/mL), CuO-NPs uygulamalarının marul bitkilerinin enzimatik antioksidan sistemini iyileştirdiği tespit edilmiştir (Gaucin-Delgado vd. 2022). Marul bitkisinde yapılan başka bir çalışmada, farklı dozlarda CuO-NP (0, 100 ve 1000 mg/L) uygulamalarda, katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) aktivitesi, 100 mg/L CuO-NP uygulamasında değişmediği, ancak 1000 mg/L CuO-NP uygulamasında %28.8 oranında arttığı tespit edilmiştir (Xiong vd. 2021). Marul bitkisinde CuO-NP uygulamasında, APX, CAT, POD ve SOD enzim aktiviteleri incelendiğinde, CuO-NP miktarının artmasına karşın sadece SOD aktivitesinin azaldığı tespit edilmiş olup, diğer enzim aktivitelerinin arttığı bulunmuştur (Pelegrino vd. 2020). Bizim çalışmamızda, farklı Cu-NP dozlarında CAT aktivitesinde kontrol grubuna göre

herhangi bir değişiklik saptanmamıştır. Farklı NPs-CuO dozlarında (5, 10, 15, 20, 25 mg/L) yapılan benzer bir çalışmada, katalaz enziminin farklı dozlarda istatistik olarak önemsiz olduğu bulunmuştur (Fortis-Hernández vd. 2024). Benzer sonuçlar, domates (10, 50 ve 250 mg/L) (Hernández-Hernández vd. 2018) ve marul bitkisinde de (5, 10, 20 mg/L) (Hong vd. 2015) tespit edilmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Kadmiyum stresi (150 µM) altında iki farklı ıspanak çeşidinde, yapraktan MgO-NP, MgSO₄ (200 ppm) ve SNP (100 ppm) uygulaması yapılan çalışmada, hem kontrol grubuna kıyasla hem de Cd stresi uygulanan örneklerle kıyasla Mg-NP uygulanan örneklerde APX, CAT ve SOD miktarlarının arttığı belirlenmiştir (Taj vd. 2024). Çalışmamızda, Kıvırcık'ta APX miktarı uygulama şekli, Mg-NP dozları ve tuz stresinin değişen konsantrasyonlarında farklı sonuçlar vermekle beraber artmıştır. CAT miktarı ise Yedikule'de 100 mM tuz x 10 mg/L Mg-NP x Y uygulamasında artmıştır. Kıvırcık'ta ise toprak uygulamalarında artış görölmektedir.

Buğday bitkisinde Fe₃O₄ NP yapılan çalışmada, APX aktivitesi kontrol koşullarında NP uygulanmasından etkilenmediği ancak tuz stresine maruz bırakılan (150 mM) bitkilerde arttığı görölmüştür (Kreslavski vd. 2023). Bizim çalışmamızda, her iki çeşitte de 10 mg/L yaprak uygulamalarında APX aktivitesinin arttığı bulunmuştur ve sonuçlar benzerlik göstermektedir. Bu sonuçların oluşumuna, çeşidin genetik havuzu ve tuz stresinin neden olabileceğini düşünmekteyiz.

5.4 Oksidatif Stres Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Bitkiler, ağır metal, tuzluluk gibi abiyotik faktörler, bakteri, mantar gibi biyotik faktörler ya da pestisitler gibi kimyasal faktörler nedeni ile oksidatif strese girebilirler. MDA miktarındaki artış, toplam şeker ve protein miktarlarındaki değişimler oksidatif stresin bitkilerdeki göstergelerinden bazılarıdır. Malondialdehit (MDA), hücrelerde çoklu doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonunun son ürünlerinden biridir; bu nedenle stres altındaki bir bitkide meydana gelen zararın derecesini belirlemede yaygın olarak kullanılan ve güvenilir bir belirteçtir. Bitki ne kadar fazla zarar görürse, MDA içeriği de

o kadar yüksektir (Zhang vd. 2021). Şekerler stres faktörlerine karşı koruyucu bir rol oynayabilir; örneğin osmoprotektanlar, karbon iskeleti donörleri veya birçok savunma tepkisinin düzenlenmesinde sinyal molekülleri olarak işlev görebilirler. Soğuk stresi, kuraklık, fosfor eksikliği veya patojen saldırısı altında şeker birikimi gözlenir (Ciereszko 2018). Ayrıca, bitkiler stres kaynaklı hasarı azaltmak ve fizyolojik dengeyi korumak için çeşitli savunma proteinleri oluşturur (Shobade vd. 2025).

Sameer vd. (2024) Cr içeren topraklarda Red Sails marul çeşidinde farklı dozlarda Fe-NP (0, 5, 10 ve 20 mg/L) ve Zn-NP (0, 25, 50 ve 100 mg/L) uygulaması yapmış oldukları çalışmalarında, kontrol bitkilerinde H₂O₂ ve MDA düzeylerinin yükseldiği bildirmişlerdir. ZnO NP (100 mg/L) ve Fe NP (20 mg/L) uygulamalarının yüksek dozlarında bu değerler en düşük seviyelere inmiştir. ZnO NP (100 mg/L) uygulamasında MDA ve H₂O₂ düzeyleri, ilgili kontrol bitkilerine kıyasla sırasıyla %41 ve %34 oranında azalmıştır. ZnO NP'lerin 25 mg/L ve 50 mg/L dozlarında EL (elektrolit sızıntısı) içeriği, ilgili kontrollere kıyasla sırasıyla %15 ve %19 azalmıştır. Ayrıca, Fe NP (20 mg/L) uygulaması MDA ve H₂O₂'yi, Red Sails marulun ilgili kontrollerine kıyasla sırasıyla %45 ve %47 oranında azaltmıştır. Fe NP'lerin 5 mg/L ve 10 mg/L dozlarında MDA içerikleri, ilgili kontrol bitkilerine kıyasla sırasıyla %22 ve %25 oranında azalmıştır. Çalışmamızda, Yedikule'de topraktan yapılan Fe-NP uygulamalarda tuz stresi arttıkça MDA miktarında artış gözlenirken, yapraktan yapılan uygulamada MDA miktarlarında düşmüştür. Yedikule bitki çeşidinde Sameer'ın çalışmasına benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kıvırcık'ta ise topraktan yapılan uygulamalarda MDA miktarında artış yaşanırken yapraktan uygulanan 5 mg/L dozunda MDA miktarı düşmüştür. Zn-NP uygulamalarında ise en yüksek MDA içeriği kontrol gruplarında belirlenirken, en düşük MDA içeriği toprak/yaprak uygulamalarında, 50 mM tuz konsantrasyonunda 5 mg/L Zn-NP dozunda belirlenmiştir.

Taj vd. (2024), kadmiyum stresi (150 µM) altında iki farklı ıspanak çeşidinde yapmış oldukları çalışmada, yapraktan MgO-NP, MgSO₄ (200 ppm) ve SNP (100 ppm) uygulaması yapmışlardır. MgO-NP uygulaması yapılan örneklerde belirlenen MDA miktarının kontrol gruplarından daha düşük olduğunu, kadmiyum uygulaması ile MDA miktarının arttığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, yapılan tüm uygulamalarda toplam

protein miktarının kontrol grubuna kıyasla arttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda Yedikule bitki çeşidinde, topraktan yapılan uygulamalarda, yapraktan yapılan uygulamalara kıyasla daha fazla MDA bulunmaktadır. Topraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP ile yapraktan uygulanan 10 ve 25 mg/L dozlarında MDA miktarı kontrol gruplarına kıyasla daha düşüktür. Protein miktarı ise yalnızca 50 mM tuz konsantrasyonunda topraktan uygulanan 25 mg/L Mg-NP dozunda artış göstermiştir. Kıvırcık'ta ise topraktan yapılan uygulamalarda 10 mg/L Mg-NP dozunda MDA miktarı en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Diğer uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. Protein miktarına bakıldığında ise yapılan tüm uygulamalarda protein miktarının düştüğü görülmektedir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçların Taj vd.'nin yapmış olduğu çalışmadan farklılık göstermesinin nedenleri; çalışmada kullanılan bitki çeşidinin, stres faktörünün ve Mg-NP dozlarının farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Shahzad vd. (2024), cherry domatestte yapmış oldukları çalışmada, tuz-alkalin stres koşullarında farklı Fe-NP dozlarını (25, 50 ve 100 mg/kg) topraktan uygulamışlar ve Fe-NP'nin artan dozları ile çözünür protein (%114,06, %178,12 ve %180,31) ve şeker (%133,61, %188,23 ve %210,08) miktarında artış olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda Yedikule'de tüm uygulamalarda, Kıvırcık'ta ise 50-100 mM tuz x 5 mg/L Fe-NP x T/Y uygulamaları dışında, diğer uygulamalarda protein miktarı düşmüştür. Bu düşüş bitkisel materyal farklılığı, uygulanan Fe-NP dozlarındaki farklılık ve stres faktöründen kaynaklanabilir. Çalışmamızda, toplam şeker miktarı Yedikule'de tüm uygulamalarda artarken, Kıvırcık'ta 100 mM tuz x 5 mg/L Fe-NP x Y uygulaması haricinde, artış göstermiştir. Şeker miktarındaki bu artış osmotik dengenin korunması yada sinyal molekülü olarak görev yapmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Zafar vd. (2022) ıspanakta yapmış oldukları çalışmada, tuz stresi altında (100 mM) yapraktan uygulamış oldukları farklı dozlardaki Zn-NP'nin (% 0.1, 0.2 ve 0.3) toplam çözünür protein miktarını anlamlı bir şekilde etkilemediğini, toplam çözünür şeker miktarının arttığını ancak, Zn-NP dozlarının etkilerinin anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda, her iki bitki çeşidinde de yapılan tüm uygulamalarda, protein miktarı kontrol grubuna kıyasla daha düşük miktarlarda belirlenmiştir. Toplam şeker miktarı ise

Yedikule ve Kıvrıcık bitki çeşitlerinde, tuz konsantrasyonları ve Zn-NP dozlarına göre değişmekle birlikte genel bir artış olduğu görülmektedir.

5.5 Metalik Katyon Birikimi

Metalik katyon birikimi, pozitif yüklü metal iyonlarının bitki dokularında olması gereken miktarlardan daha yüksek oranda bulunmasıdır. Bu katyonlar bitkide hücrelerde, dokularda ya da yaprak, kök gibi organlarda depolanabilir. Doğru miktarlarda bitkide; fotosentez, enzim aktivitesi için gerekli iken fazlalıklarında toksik etki yaparak yararlı besin maddesi alınımını sınırlandırabilir, oksidatif strese neden olabilirler. Bitkilerdeki toksisiteleri; bitki türüne, metale, konsantrasyona, kimyasal forma, toprak bileşimine ve pH'a bağlı olarak değişir, çünkü birçok ağır metal bitki büyümesi için esansiyel kabul edilmektedir. Bu ağır metallerden bazıları, örneğin Cu ve Zn, enzim reaksiyonlarında kofaktör veya aktivatör olarak görev yaparlar (Asati vd. 2016).

Çalışmamızda, Zn-NP uygulamalarında, Yedikule ve Kıvrıcık bitki çeşitlerinde belirlenen Na ve K miktarları kontrol gruplarına kıyasla artmıştır. Roy vd. (2025)'nin marulda yapmış oldukları çalışmada, 10 mM tuz konsantrasyonunda yapraktan uyguladıkları 10 mg/L Zn-NP dozunda, kontrol grubuna kıyasla K miktarı artarken, Na miktarının azaldığını belirlemişlerdir. Na miktarındaki artışın, çalışmamızda kullanılan tuz konsantrasyonlarının daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. K miktarında ise elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Taj vd. (2024), kadmiyum stresi altında iki farklı ıspanak çeşidinde yapmış oldukları çalışmada, yapraktan Mg-NP uygulaması yapılan örneklerde, sürgünlerde Fe, Ca ve Mg miktarlarının çeşitlere göre farklılık göstermekle beraber arttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda, Mg-NP uygulamalarında Yedikule bitki çeşidinde en yüksek Fe miktarı kontrol grubunda belirlenmiştir. Yapılan tüm uygulamalarda, kontrol grubuna kıyasla Ca ve Mg miktarının da arttığı belirlenmiştir. Kıvrıcık'ta ise topraktan yapılan uygulamalarda Fe miktarı artarken, yapraktan yapılan uygulamalarda düşmüştür. Ca ve Mg miktarları ise uygulama şekli ve dozunda değişiklikler olmakla beraber artış belirlenmiştir. Mirrani vd. (2024) havuçta tuz stresi altında (40 ve 80 mM) yapraktan Mg-

NP uygulamasının (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mg/L) etkilerini araştırdıkları çalışmada, tuz konsantrasyonu arttıkça sürgünlerde Na arttığını, Mg-NP uygulamaları ile Na miktarının düştüğünü bildirmişlerdir. Aynı çalışmada tuz stresi arttıkça K miktarının azaldığını, Mg-NP uygulamaları ile K miktarının arttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda, tuz stresi arttıkça Yedikule ve Kıvırcık'ta belirlenen Na miktarları artmıştır. Uygulanan Mg-NP ile her iki bitki çeşidinde de Na miktarında artış olduğu belirlenmiştir. İki çalışma arasında Na miktarlarındaki farklılığın, Mirrani vd.' nin kullanmış olduğu Mg-NP dozlarının (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mg/L), çalışmamızda kullandığımız dozlardan (10 ve 25 mg/L) daha yüksek olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. K miktarları ise benzer şekilde her iki bitki çeşidinde de artış göstermiş olup çalışmamızı destekler niteliktedir.

Gupta vd. (2024) fasulyede yapmış oldukları çalışmada, topraktan ve yapraktan olmak üzere farklı dozlarda Zn-NP (25, 50, 100 ve 200 mg/L) uygulamışlardır. Çalışma kapsamında belirlemiş oldukları besin elementleri miktarları şu şekildedir; Na miktarı, yaprak uygulamasında azalmış, toprak uygulamasında artmış. K ve Zn miktarı her iki uygulama şeklinde de artarken, Ca ve Mg miktarları azalmış. Çalışmamızda, Ca miktarları bütün uygulamalarda, özellikle yapraktan yapılan uygulamalarda artmıştır. Bu sonucun çalışmalarda kullanılan bitki çeşitlerinin farklılığından ve uyguladığımız Zn-NP dozlarının daha düşük olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Zn miktarı ise benzer şekilde, her iki bitki çeşidinde yapılan uygulamalarda artmıştır.

Kohatsu vd. (2021)'nin, biyogenik CuO nanoparçacıklarını marulda yapraktan ve topraktan uyguladıkları çalışmada, marulda besin elementi miktarlarını belirlemişlerdir. Ca, Na, Fe, K, Mg, ve Zn miktarlarında hem yapraktan yapılan uygulamalarda, hem de topraktan yapılan uygulamalarda kontrol gruplarına kıyasla daha fazla besin elementi olduğunu belirlemişlerdir. Yapraktan yapılan uygulamalarda belirlenen element miktarlarının, topraktan yapılan uygulamalardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda, Cu-NP uygulamalarında belirlenen Ca, Na, Fe, K, Mg, ve Zn miktarları kontrol gruplarından yüksektir. Yedikule'de, Cu, Zn ve Na miktarları topraktan yapılan uygulamalarda daha fazla iken, Mg, K ve Ca' un en yüksek miktarları yapraktan yapılan uygulamalarda belirlenmiştir. Kıvırcık'ta ise K ve Ca içeriği yapraktan yapılan

uygulamalar ile üst sınıra ulaşmıştır. Diğer elementlerin miktarının, topraktan yapılan uygulamalarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Cu-NP'nin besin elementleri üzerindeki etkisinde Kohatsu vd. yapmış oldukları çalışma ile paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Askary vd. (2017) nanede tuz stresi altında Fe-NP uygulaması yapmış oldukları çalışmada, farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 50, 100, 150 mM) farklı dozlarda Fe-NP (0, 10, 20 ve 30 μ M) uygulamışlardır. Zn ve Na miktarlarında 100 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol grubuna kıyasla artış belirlemişlerdir. Fe ve K miktarlarında ise 50 mM tuz konsantrasyonlarında artış olduğunu, Ca ise her iki tuz konsantrasyonunda da artış olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda, Yedikule bitki çeşidinde Zn miktarında, topraktan yapılan uygulamalarda 50 mM tuz konsantrasyonunda her iki Fe-NP dozunda, 100 mM tuz konsantrasyonunda ise 10 mg/L dozunda artış belirlenmiştir. yapraktan yapılan uygulamaların hepsinde Zn miktarı artmıştır. Kıvırcık'ta ise her iki uygulama yönteminde de 100 mM tuz konsantrasyonunda belirlenen Zn miktarı kontrol grubundan daha yüksektir. Na ve K miktarı değerleri ise Yedikule ve Kıvırcık'ta yapılan tüm uygulamalarda artış göstermiştir. Ca miktarı Yedikule'de yapraktan yapılan tüm uygulamalarda artış gösterirken, topraktan yapılan uygulamalarda her iki tuz konsantrasyonunda da 5 mg/L Fe dozunda en yüksek değere ulaşmıştır. Yedikule bitki çeşidinde topraktan yapılan uygulamalarda Fe miktarı artarken, yapraktan yapılan uygulamalarda azalmıştır. Kıvırcık'ta ise topraktan yapılan uygulamalarda 10 mg/L Fe-NP dozunda artmış, yapraktan yapılan uygulamalarda azalmıştır. Askary vd.'nin yapmış olduğu çalışma ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Genel olarak tuz stresi altında yapılan nanopartikül uygulamalarında:

- a) Fe-NP uygulamaları neticesinde Yedikule Manto çeşidinde; baş yüksekliği, bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak oransal su içeriği, yaprak eni ve boyu, bitki besin elementleri (Cu, Fe, Mg, Zn, K, Ca), APX, CAT, toplam şeker ve C vitamini parametrelerinde kontrol grubuna kıyasla artış belirlenmiştir. Kıvırcık Fiyonk çeşidinde; bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak oransal su içeriği, yaprak eni, Klorofil a ve karotenoit miktarlarında, bitki besin elementleri (Cu, Fe, Mg, K, Ca), APX,

protein, toplam şeker ve C vitamini parametrelerinde kontrol grubuna kıyasla artış belirlenmiştir.

- b) Mg-NP uygulamalarında, Yedikule Manto çeşidinde; bitki yaş ağırlık, yaprak oransal su içeriği, yaprak oransal su içeriği, Klorofil a –B ve karotenoid, Mg, Zn, K, Ca, MDA, CAT ve toplam şeker değerlerinde artış belirlenmiştir. Kıvırcık Fiyonk çeşidinde; baş yüksekliği, bitki yaş ağırlık, yaprak oransal su içeriği, Cu, Fe, Mg, Zn, K, Ca, APX, CAT ve protein parametrelerinde artış belirlenmiştir.
- c) Cu-NP uygulamalarında, Yedikule Manto çeşidinde; baş yüksekliği, bitki yaş ve kuru ağırlık, yaprak oransal su içeriği, yaprak eni ve boyu, karotenoid, bitki besin elementleri (Cu, Fe, Mg, Zn, Na, K, Ca), APX, ve toplam şeker değerlerinde artış belirlenmiştir. Kıvırcık Fiyonk çeşidinde; baş yüksekliği, bitki yaş ağırlık, yaprak oransal su içeriği, Klorofil b, karotenoid, bitki besin elementleri (Cu, Fe, Mg, Zn, Na, K, Ca) ve toplam şeker parametrelerinde belirlenen değerler kontrol gruplarıyla kıyasla daha yüksek sonuçlar vermiştir.
- d) Zn-NP uygulamalarında, Yedikule Manto çeşidinde; baş yüksekliği, bitki yaş ve kuru ağırlık, yaprak oransal su içeriği, yaprak boyu, karotenoid, bitki besin elementleri (Cu, Fe, Mg, Zn, Na, K, Ca), toplam şeker, APX ve CAT değerlerinde artış belirlenmiştir. Kıvırcık Fiyonk çeşidinde; baş yüksekliği, yaprak boyu, bitki besin elementleri (Fe, Zn, Na, K, Ca), toplam şeker ve APX değerleri artmıştır.

Çalışmamızda kullanılan nanopartiküler gübrelerin, tuz stresine maruz kalan bitkilerde; büyüme parametreleri, enzim aktiviteleri, besin maddesi alımı, fotosentetik kapasite ve oksidatif stres zararının azaltılması üzerine iyileştirici etkileri olabileceği görülmektedir. Özellikle yapraktan yapılan nano gübre uygulamalarının, genel olarak topraktan yapılan uygulamalardan daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, antioksidan enzimlerden APX' in tuz stresi altında CAT' tan daha güçlü aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Oksidatif markerler incelendiğinde ise her iki bitkisel materyalde de nano gübre uygulamalarında, toplam şeker miktarının bitki metabolizmasında artırılarak, tuz stresinde osmotik dengenin korunmasında görev aldığı öngörülmektedir. Besin elementleri alımı incelendiğinde (Fe, Cu, Zn, Mg, Na, K ve Ca) uygulama şekli ve nanopartikül dozuna bağlı olarak artış olduğu belirlenmiştir. Fotosentetik pigment analizlerinde, Klorofil a ve B miktarlarının çeşitler bazında ve uygulanan

nanopartiküllere bağı olarak farklılaştığı belirlenmiş olup, bu ayırımın çeşitlerin genetik altyapısı ve stres koşullarına tolerans farklılığı ile ilgili olduğunu düşünülmektedir.

Nano gübreler, tuz stresi altındaki marul ve yaprak salatada morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreleri farklı düzeylerde etkilemiştir.

Morfolojik düzeyde:

Tuz stresi bitki yaş/kuru ağırlığını, yaprak eni-boyunu ve baş yüksekliğini olumsuz etkilemiştir. Ancak nanopartikül uygulamalarının farklı dozları (Fe 5, Zn 10, Cu 100, Mg 25 mg/L) bu kayıpları önemli ölçüde azaltmıştır. Yani büyüme kısmen korunmuştur.

Fizyolojik düzeyde:

Yaprak uygulamalarında Klorofil a, b ve karotenoid miktarları belirgin şekilde artmış; yaprak oransal su içeriği de iyileşmiştir. Bu da fotosentetik kapasitenin ve su dengesinin tuz koşullarında korunabildiğini göstermektedir.

NP uygulamaları, özellikle topraktan verilen Fe, Zn ve Mg ile Na birikimini azaltıp K/Na ve Ca/Na oranlarını yükseltmiştir. Bu, tuz stresiyle mücadelede adaptasyonu göstermektedir.

Biyokimyasal düzeyde:

Antioksidan enzimler (APX, CAT) ve C vitamini özellikle yaprak uygulamalarında yükselmiştir. Bu, oksidatif stresin baskılandığını göstermektedir. MDA birikimi (zarar göstergesi) çoğu NP dozunda azalmıştır.

Nano gübrelerin uygulama şeklinin etkileri dikkate alındığında, hızlı fizyolojik toparlanma (klorofil, APX/CAT, şeker) hedefleniyorsa topraktan yapılan uygulamalar,

iyon dengesi (Na, K/Na, Ca/Na) ve büyüme/verim hedefleniyorsa topraktan yapılan uygulamalar daha istikrarlıdır.

Çalışmamızda kullanılan nano gübrelerin dozları dikkate alındığında;

Fe-NP uygulamalarında, pigment birikimi ve antioksidan aktivitesi için yapraktan uygulanan 5 mg/L Fe-NP dozu, tuz stresine karşı Na birikiminin sınırlandırılmasında topraktan uygulanacak 5 mg/L Fe-NP dozunun daha etkili olduğu görülmektedir.

Zn-NP uygulamalarında, klorofil miktarı ve K/Na oranının iyileştirilmesi için yapraktan uygulanacak 10 mg/L Zn-NP dozu, bitki gelişiminde genel dengenin korunması ve sürekliliği için topraktan uygulanacak 10 mg/L Zn-NP dozu dikkat çekmektedir.

Cu-NP uygulamalarında, MDA miktarında azalış, APX ve CAT miktarlarında artış sağlandığı için yapraktan uygulanacak 100 mg/L Cu-NP dozu, büyüme parametrelerinin desteklenmesi için topraktan uygulanacak 100 mg/L Cu-NP dozunun etkili olduğu belirlenmiştir.

Mg-NP uygulamalarında, klorofil miktarı, yaprak oransal su içeriği üzerine etkileri göz önüne alındığında, yapraktan uygulanacak 25 mg/L Mg-NP dozu, bitki gelişiminde süreklilik ve su dengesinin korunması için topraktan uygulanacak 25 mg/L Mg-NP dozu dikkat çekmektedir. Bu bağlamda gelecekte yapılacak benzer çalışmalarda, bahsedilen parametrelerin dikkate alınması, kurulacak deneysel setler için faydalı olabilir.

Tüm bu veriler doğrultusunda, verim ve kaliteyi artırmak, bitkide stres faktörlerinin olumsuz etkilerini ve ileride yaşanabilecek olumsuzlukları en aza indirmek için aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınmalıdır.

Nanopartiküller, tarımsal uygulamalarda pozitif yönde verim ve kaliteyi etkilemesine karşın, nanopartiküllere bağlı olarak doz aşımında toksik etki gösterdiği literatürde

geçmektedir. Bu nedenle, disiplinler arası iş birliği yapılarak insan sağlığına etkileri konusunda daha çok araştırma yapılmalıdır.

Nanopartiküllerin kimyasal ve organik gübrelerle kombine edilerek verim ve kalite üzerindeki etkileri konusunda daha çok araştırma yapılması, nano gübrelerin tarımda kullanım potansiyelini daha etkin bir şekilde ortaya koyabilir. Elde ettiğimiz sonuçlar gelecekte yapılacak olan NP X kimyasal/organik gübre interaksyonu çalışmalarına bilimsel destek sağlayabilir.

Nanopartiküllerin topraksız tarım sistemlerinde kullanımı, özellikle kaynakların sınırlı olduğu ortamlarda bitki verim ve kalitesi açısından fırsatlar sunabilir. Bu nedenle topraksız tarım sistemlerinde nanopartiküllerin kullanımının test edilmesi gerekmektedir.

Farklı bitki türlerinde ve küresel ısınmaya bağlı olarak ortaya çıkan ekstrem iklim koşullarında denemeler yapılması, nanopartikül uygulamalarının tarımsal verimlilik, stres toleransı ve besin içeriği üzerine potansiyel katkılarını daha kapsamlı ve güvenilir şekilde ortaya konulmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak, farklı nanopartikül uygulamalarının tuz stresi altında marul ve yaprak salatada; büyüme, besin elementi dengesi ve antioksidan savunma mekanizmaları üzerinde önemli iyileştirmeler sağladığı belirlenmiş olup, bu bulgular tarımsal üretimde sürdürülebilirliği artıracak yenilikçi stratejilerin geliştirilmesine ışık tutabilir.

KAYNAKLAR

- Aebi, H., 1984. Catalase in vitro, *Methods in Enzymology*, 105, 121-126.
- Afzal, S. Aftab, T. and Singh, N. K. 2021. Impact of Zinc Oxide and Iron Oxide Nanoparticles on Uptake, Translocation, and Physiological Effects in *Oryza sativa* L. Springer, 2-17.
- Ahmed, M. A., Shafiei-Masouleh, S.S., Mohsin, R. M. and Salih, Z. K. 2023. Foliar application of iron oxide nanoparticles promotes growth, mineral contents, and medicinal qualities of *Solidago virgaurea* L. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23(5), 2610–2624.
- Akar, R. 2015. Tuz stresi altında gelişen marul (*Lactuca sativa* L.) fidelerinde bazı fizyoloji, biyokimyasal parametreler ve fenolik bileşiklerin üretimi ile ilişkili genlerin ifadesi üzerine nitrik oksitin etkisi. Yüksek lisan tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 15,Erzurum.
- Anonim. 2024. Web Sitesi: <https://www.tuik.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 17.10.2024
- Anonymous. 2024. Web Sitesi: <http://www.fao.org/turkey/tr/>, Erişim Tarihi: 17.10.2024.
- Arslan, M., Çetin ,S. ve Erdurmuş, C. 2013. Tuz Stresinin Bitki Gelişimindeki Olumsuz Etkileri ve Bazı Yem Bitkilerinin Tuzluluk Toleransları. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*,360, 32-39.
- Asati, A., Pichhode, M. and Nikhil, K. 2016. Effect of heavy metals on plants: An overview. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEEM)*, 5(3), 56–66.
- Askary, M., Talebi, S. M., Amini, F. and Dousti Balout Bangan, A. 2017. Effects of iron nanoparticles on *Mentha piperita* L. under salinity stress. *Biologija*, 63(1), 65–75. <https://doi.org/10.6001/biologija.v63i1.3470>
- Ayaz, F. A., 1991. Nektar Üreten Bazı Bitkilerin Çiçeklerinde Toplam Şeker, İndirgen Şeker ve Sakkaroz Tayini. Yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 29, Trabzon.
- Batı, B. B. 2010. Bazı Yerel Kavun Genotiplerinin Tuza (NaCl) Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 27, Konya.
- Baxter, A., Mittler, R. and Suzuki, N. 2014. ROS as key players in plant stress signalling. *Journal of Experimental Botany*, 65(5), 1229–1240. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert375>
- Bolat, İ. ve Kara, Ö. 2017. Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228.
- Bradford, M. M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72(1-2), 248-254.

- Ciereszko, I. 2018. Regulatory roles of sugars in plant growth and development. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 87(2), Article 3583. <https://doi.org/10.5586/asbp.3583>
- Cinislı, K. T., Uçar, S. ve Dikbaş, N. 2019. Nanomateryallerin Tarımda Kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(4), 817-831.
- Çamoğlu, G. ve Demirel, K. 2015. Marulda Farklı Tuz ve Potasyum Uygulamalarının Verim ve Bazı Fizyo-Morfolojik Özelliklere Etkileri. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 89-97.
- Çulha, Ş. ve Çakırlar, H. 2011. Tuzluluğun Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tuz Tolerans Mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11, 11-34.
- Dağhan, H. 2017. Nano Gübreler. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 197-203.
- Davletova, S., Rizhsky, L., Liang, H., Shengqiang, Z., Oliver, D. J., Coutu, J., Shulaev, V., Schlauch, K., Mittler, R. 2005. Cytosolic ascorbate peroxidase 1 is a central component of the reactive oxygen gene network of Arabidopsis. *The Plant Cell*, 17(1), 268-281. <https://doi.org/10.1105/tpc.104.026971>
- Delfani, M., Firouzabadi, M.B., Farrokhi, N. ve Makarian, H. 2014. Some physiological responses of black-eyed pea to iron and magnesium nanofertilizers. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 45, 530-540.
- De Mendiburu, F. 2019. *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research* (R paketi sürüm 1.3-5). <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>
- Doğru, A. ve Canavar, S. 2020. Bitkilerde Tuz Toleransının Fizyolojik ve Biyokimyasal Bileşenleri. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 8(1), 155-174.
- El-Enany, M. A. M., Ramadan, A. A., El-Bassiouny, H. M. S., Bakry, B. A., Abdallah, M. M. S. and El-Enany, M. A. M. 2020. Growth, yield and biochemical changes of soybean plant in response to iron and magnesium oxide nanoparticles. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 23(3), 406-417.
- Elfeky, S., Mohammed, A. M., Khater, M. S., Yasser, A. H. O. ve Elsherbini and A. M. A. 2013. Effect of magnetite Nano-Fertilizer on Growth and yield of *Ocimum basilicum* L. *International Journal of Indigenous Medicinal Plants*, 46(3), 1286-1293.
- Eşiyok, D. 2012. *Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Fortis-Hernández, M., González-Rodríguez, T., Espinosa-Palomeque, B., Preciado-Rangel, P., Gallegos-Robles, M. A. and Rueda-Puente, E. O. 2024. Foliar biofortification with copper nanoparticles and its effect on phytochemical quality and enzymatic activity in lettuce. *Horticultura Brasileira*, 42, e2617.
- Foyer, C. H. 2018. Reactive oxygen species, oxidative signaling and the regulation of photosynthesis. *Environmental and Experimental Botany*, 154, 134-142. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.05.003>

- Gao, F., Zhang, X., Zhang, J., Li, J., Niu, T., Tang, C., Wang and C., Xie, J. 2022. Zinc oxide nanoparticles improve lettuce (*Lactuca sativa* L.) plant tolerance to cadmium by stimulating antioxidant defense, enhancing lignin content and reducing the metal accumulation and translocation. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1015745. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1015745>
- Gaucin-Delgado, J. M., Ortiz-Campos, A., Hernandez-Montiel, L. G., Fortis-Hernandez, M., Reyes-Pérez, J. J., Gonzáles-Fuentes, J. A. and Preciado-Rangel, P. 2022. CuO-NPs improve biosynthesis of bioactive compounds in lettuce. *Plants*, 11(7), 912. <https://doi.org/10.3390/plants11070912>
- Gautam, A., Sharma, P., Ashokhan, S., Yaacob, J. S., Kumar and V., Guleria, P. 2023. Inhibitory impact of MgO nanoparticles on oxidative stress and other physiological attributes of spinach plant grown under field condition. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s40011-023-01481-1>
- Gleason, C., Huang, S., Thatcher, L. F., Foley, R. C., Anderson, C. R., Carroll, A. J. and Singh, K. B. 2011. Mitochondrial complex II has a key role in mitochondrial-derived reactive oxygen species influence on plant stress gene regulation and defense. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (26), 10768–10773. <https://doi.org/10.1073/pnas.1016060108>
- Gohel, A. (2023). Officer: PowerPoint and Word Processing with R (R paketi sürüm 0.4-4). <https://CRAN.R-project.org/package=officer>
- Gohel, A. (2019). Flextable: Functions for Tabular Reporting (R paketi sürüm 0.5-10). <https://CRAN.R-project.org/package=flextable>
- Gupta, A., Bharati, R., Kubes, J., Popelkova, D., Praus, L., Yang, X., Severova, L., Skalicky, M. and Brestic, M. 2024. Zinc oxide nanoparticles application alleviates salinity stress by modulating plant growth, biochemical attributes and nutrient homeostasis in *Phaseolus vulgaris* L. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1432258. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1432258>
- Gülmezoğlu, N. ve Aytaç, Z. 2016. Farklı Çinko Uygulamalarının Aspir Bitkisinin Verimi ve Çinko Alımı Üzerine Etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 5 (2), 11-17.
- Hassani, A. ve Tajali, A. A. and Mazinani, S. M. H. 2015. Studying the conventional chemical fertilizers and nano-fertilizer of iron, zinc and potassium on quantitative yield of the medicinal plant of peppermint (*Mentha piperita* L.) in Khuzestan. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 3(4), 1078-1082.
- Heath, R.L. ve Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation, *Arch. Biochem. Biophys.* 125, 189–198.
- Hernández-Hernández, H., Juárez-Maldonado, A., Benavides-Mendoza, A., Ortega-Ortiz, H., Cadenas-Pliego, G., Sánchez-Aspeytia, D. and González-Morales, S. 2018. Chitosan-PVA and copper nanoparticles improve growth and overexpress the SOD and JA genes in tomato plants under salt stress. *Agronomy*, 8(9), 175.

- Hong, J., Rico, C. M., Zhao, L., Adeleye, A. S., Keller, A. A., Peralta-Videa, J. R. and Gardea-Torresdey, J. L. 2015. Toxic effects of copper-based nanoparticles or compounds to lettuce (*Lactuca sativa*) and alfalfa (*Medicago sativa*). *Environmental Science: Processes & Impacts*, 17(1), 177-185.
- Horuz, A., Korkmaz, A., Akinoğlu, G. ve Boz, E. 2016. Bitkilerde Demir Klorozunun Nedenleri ve Giderilme Yöntemleri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(1), 32-42.
- Huchzermeyer, B., Menghani, E., Khardia, P. and Shilu, A. 2022. Metabolic pathway of natural antioxidants, antioxidant enzymes and ROS providence. *Antioxidants*, 11 (4), 761. <https://doi.org/10.3390/antiox11040761>
- Jhansi, K., Jayarambabu, N., Reddy, K.P., Reddy, N.M., Suvarna, R.P., Rao, K.V., Kumar, V.R. and Rajendar, V. 2017. Biosynthesis of MgO nanoparticles using mushroom extract: effect on peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed germination. *3 Biotech*, 7, 263.
- Kabay, T. 2018. Farklı Tuz Dozlarında Üretilen Marulda Humik Asitin Bitki Gelişimine Etkisi. *International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 5(2), 37-43.
- Kacar, B. 2014. Kolay Uygulanabilir Bitki Analizleri - Bitki, Toprak ve Gübre Analizleri: 2. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kaçar, B., Katkat, V. ve Öztürk, Ş. 2013. Bitki fizyolojisi. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Karakoç, B. 2015. Farklı Erişlikteki Tuz Cinslerine Sahip Sulama Suyu Tuz Düzeylerinin, Marul (*Lactuca Sativa*) Verimi Üzerine Etkileri. Yüksek lisans tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 12, Isparta.
- Karakoç, B. ve Kale, S. 2016. Farklı Erişlikteki Tuz Cinslerine Sahip Sulama Suyu Tuz Düzeylerinin, Marul (*Lactuca Sativa*) Verimi Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11 (1), 1-7.
- Kaya, C. and Higgs., D. 2003. Supplementary Potassium Nitrate Improves Salt Tolerance in Bell Pepper Plants. *Journal of Plant Nutrition*, 26(7), 1367-1382.
- Kohatsu, M. Y., Pelegrino, M. T., Monteiro, L. R., Freire, B. M., Pereira, R. M., Fincheira, P., Rubilar, O., Tortella, G., Batista, B. L., de Jesus, T. A., Seabra, A. B., Lange and C. N. 2021. Nanoparticles (NPs) on elemental uptake and accumulation in lettuce. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(21), 26620–26634. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12036-8>
- Kondak, S. 2019. Magnezyum Oksit (MgO) Nanopartiküllerinin ve Magnezyum Sülfat (MgSO₄)'ın Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinin Çimlenmesi Üzerine Etkisi. Yüksek lisans tezi. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Iğdır.
- Kökpinar, Ş. S., Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş. Ş., Beşirli ve G., Sönmez, İ. 2024. Marulda (*Lactuca sativa* var. *Longifolia* L.) Gen Havuzu Oluşturma Kapsamında Yerel Genetik Kaynakların Toplanması ve Morfolojik Karakterizasyon Çalışmaları. *DergiPark*, 53(1), 189-196.

- Kreslavski, V. D., Shmarev, A. N., Ivanov, A. A., Zharmukhamedov, S. K., Strokina, V., Kosobryukhov, A. and Shabala, S. 2023. Effects of iron oxide nanoparticles (Fe₃O₄) and salinity on growth, photosynthesis, antioxidant activity and distribution of mineral elements in wheat (*Triticum aestivum*). *Functional Plant Biology*, 50(11), 932-940.
- Liang, Z., Pan, X., Li, W., Kou, E., Kang, Y., Lei, B. and Song, S. 2021. Dose-dependent effect of ZnO quantum dots for lettuce growth. *ACS Omega*, 6(15), 10303–10312. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c00861>
- Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biometers. *Methods Enzymol*, 148,350–382.
- McCready, R. M., Guggolz, J., Silviera, V. and Owens, H. S. (1950). Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical chemistry*, 22(9), 1156-1158.
- Mirrani, H. M., Noreen, Z., Usman, S., Shah, A. A., Mahmoud, E. A., Elansary, H. O., Aslam, M., Waqas, A. and Javed, T. (2024). Magnesium nanoparticles extirpate salt stress in carrots (*Daucus carota* L.) through metabolomics regulations. *Plant Physiology and Biochemistry*, 207, 108383. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108383>
- Mottaleb, S. A., Hasan, A. Z. A., El-Bahbohy, R. ve Mahmoud, A. W. M. 2021. Are Copper Nanoparticles Toxic to All Plants. A Case Study on Onion (*Allium cepa* L.). *Agronomy*, 11(5), 1-18.
- Nakano, Y. and Asada, K., 1981. Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts, *Plant and Cell Physiology*, 22 (5), 867–880.
- Noctor, G. and Foyer, C. H. 1998. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49, 249–279. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.49.1.249>
- Özgüven, N. ve Katkat, A.V. 2001. Artan Miktarlarda Uygulanan Çinkonun Mısır Bitkisinin Verim ve Çinko Alımı Üzerine Etkisi. *Uludağ üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15, 85-97.
- Pearson, D. 1970. *The chemical analysis of foods*. Auxil. London.
- Pelegriño, M. T., Kohatsu, M. Y., Seabra, A. B., Monteiro, L. R., Gomes, D. G., Oliveira, H. C. and Lange, C. N. 2020. Effects of copper oxide nanoparticles on growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seedlings and possible implications of nitric oxide in their antioxidative defense. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(4), 232.
- Pérez-Labrada, F., López-Vargas, E. R., Ortega-Ortiz, H., Cadenas-Pliego, G., Benavides-Mendoza, A. and Juárez-Maldonado, A. 2019. Responses of Tomato Plants under Saline Stress to Foliar Application of Copper Nanoparticles. *Plants*, 8(6),151.
- Preciado-Rangel, P., Sánchez-Chávez, E., Fortis-Hernández, M., Gaucin-Delgado, J. M., González Avalos, R., Hermosillo-Alba, M. C., Peña Revuelta, B. P. and Guillén-

- Enríquez, R. R. 2024. Enhanced enzymatic and bioactive compounds in lettuce via zinc oxide nanoparticles. *Notulae Scientia Biologicae*, 16(4), 12088. <https://doi.org/10.15835/nsb16412088>
- R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Viyana, Avusturya. <https://www.R-project.org/>
- Roy, T. K., Islam, M. S., Antu, U. B., Sumi, M. J., Irin, I. J., Hossain, S. A., Akter, K., Mazrin, M., Mahiddin, N. A., Meem, H. Z., Bakky, A. A., Ismail, Z., Idris and A. M. 2025. Exogenous application of ZnO nanoparticles (NPs) to palliate salinity induced oxidative stress in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plant. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s42729-025-02537-2>
- Sameer, A., Rabia, S., Khan, A. A. A., Zaman, Q. U. and Hussain, A. 2024. Combined application of zinc oxide and iron nanoparticles enhanced Red Sails lettuce growth and antioxidants enzymes activities while reducing the chromium uptake by plants grown in a Cr-contaminated soil. *Journal of Plant Nutrition*, 26(11), 1728–1740.
- Saraçoğlu, Ö. A., Kılıç, C. C. ve Duyar, H. 2020. Topraksız Kültür Baş Salata (*Lactuca Sativa* L.) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk (NaCl) Düzeylerinin Verim ve Bitki Gelişimi Üzerindeki Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 1370-1381.
- Shahzad, R., Harlina, P. W., Khan, S. U., Koerniati, S., Hastilestari, B. R., Ningrum, R. A., Wahab, R., Djalovic, I. and Prasad, P. V. V. 2024. Iron oxide nanoparticles alleviate salt-alkaline stress and improve growth by modulating antioxidant defense system in cherry tomato. *Journal of Plant Interactions*, 19(1), 2375508. <https://doi.org/10.1080/17429145.2024.2375508>
- Shams, M. 2019. Tuz Stresinin Biberde Bitki Gelişimi, Fizyolojik ve Biokimyasal Özellikler, DNA Metilasyonu İle Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkisi. Doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 31-40, Erzurum.
- Sherin, G., Aswathi, K. P. R. and Puthur, J. T. 2022. Photosynthetic functions in plants subjected to stresses are positively influenced by priming. *Plant Stress*, 4, 100079. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2022.100079>
- Shobade, S. O., Nilsen-Hamilton, M. and Zabortina, O. A. 2025. Plant Defense Proteins: Recent Discoveries and Applications. *Plants*, 14(13), 2069. <https://doi.org/10.3390/plants14132069>
- Sohrab, D., Tehranifara, A., Davarynejada, G., Abadiab, J. and Khorasani, R. 2016. Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 210, 57–64
- Srivalli, B., Chinnusamy, V. and Khanna-Chopra, R. 2003. Antioxidant defense in response to abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Biology*, 30(2), 121–139. <https://doi.org/10.1007/BF02909818>

- Taj, H., Noreen, Z., Aslam, M., Usman, S., Shah, A. A., Rafique, M., Raja, V. and El-Sheikh, M. A. 2024. Effects of SNP, MgSO₄, and MgO NPs foliar application on *Spinacia oleracea* L. growth and physiobiochemical responses under cadmium stress. Scientific Reports, 14(1), 26687. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62646-y>
- Tarakçıoğlu, C. 2023. Effect of organic materials on the growth and some nutrient contents of lettuce plants under salt stress. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 11(11), 2099–2109.
- 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, 20-24, Ordu.
- Velikova, V., Yordanov, I. and Edreva, A., 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. Plant science, 151(1), 59-66.
- Willekens, H., Villarroel, R., Van Montagu, M., Inzé, D. and Van Camp, W. 1994. Molecular identification of catalases from *Nicotiana plumbaginifolia* (L.). FEBS Letters, 352(1), 79–83. [https://doi.org/10.1016/0014-5793\(94\)00930-4](https://doi.org/10.1016/0014-5793(94)00930-4)
- Wickham, H. and Bryan, J. 2019. *readxl: Read Excel Files* (R paketi sürüm 1.3.1). <https://CRAN.R-project.org/package=readxl>
- Xiong, T., Zhang, S., Kang, Z., Zhang, T. and Li, S. 2021. Dose-dependent physiological and transcriptomic responses of lettuce (*Lactuca sativa* L.) to copper oxide nanoparticles—Insights into the phytotoxicity mechanisms. International Journal of Molecular Sciences, 22(7), 3688. <https://doi.org/10.3390/ijms22073688>
- Yılmaz, E., Tuna, A. L. ve Bürün, B. 2011. Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 47-66.
- Zafar, S., Perveen, S., Khan, M. K., Shaheen, M. R., Hussain, R., Sarwar, N., Rashid, S., Nafees, M., Farid, G., Alamri, S., Shah, A. A., Javed, T., Irfan, M. and Siddiqui, M. H. 2022. Effect of zinc nanoparticles seed priming and foliar application on the growth and physio-biochemical indices of spinach (*Spinacia oleracea* L.) under salt stress. Scientific Reports, 13, 17576. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44333-3>
- Zhang, Y., Luan, Q., Jiang, J. and Li, Y. 2021. Prediction and utilization of malondialdehyde in exotic pine under drought stress using near-infrared spectroscopy. *Frontiers in Plant Science*, 12, Article 735275. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.73527>