

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



YETİŞME KOŞULLARININ MİMARİ TASARIMLARDA
KULLANILABİLECEK BAZI İÇ MEKAN BİTKİLERİNDE
BİTKİ BÜYÜME PERFORMANSI VE BİTKİ MORFOLOJİK
KARAKTERLERİNE ETKİSİ

ADEL EASA SAAD ABO AISHA

DOKTORA TEZİ

DOÇ. DR. MEHMET ÇETİN

HAZİRAN - 2023

KASTAMONU

TEZ ONAYI

Adel Easa Saad ABO AISHA tarafından hazırlanan “**Yetiştirme Koşullarının Mimari Tasarımlarda Kullanılabilecek Bazı İç Mekan Bitkilerinde Bitki Büyüme Performansı ve Bitki Morfolojik Karakterlerine Etkisi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **09.06.2023** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Mehmet ÇETİN Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Burak ARICAK Bursa Teknik Üniversitesi
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi İsmail KOÇ Düzce Üniversitesi
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Hakan ŞEVİK Kastamonu Üniversitesi
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi O. Yavuz BAYRAKTAR Kastamonu Üniversitesi

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü V. Doç. Dr. Osman ÇİÇEK

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Adel Easa Saad ABO AISHA

ÖZET

DOKTORA TEZİ

YETİŞME KOŞULLARININ MİMARİ TASARIMLARDA KULLANILABİLECEK BAZI İÇ MEKAN BİTKİLERİNDE BİTKİ BÜYÜME PERFORMANSI VE BİTKİ MORFOLOJİK KARAKTERLERİNE ETKİSİ

ADEL EASA SAAD ABO AISHA

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. MEHMET ÇETİN

Günümüzde kentsel alanlarda hem iç hem de dış mekânda en önemli sorunlardan birisi olan hava kirliliği her yıl milyonlarca insanın sağlığını etkileyen küresel boyutta bir sorun haline gelmiştir. Hava kirliliği etmenleri arasında ağır metaller biyobirikme eğiliminde olmaları, insan sağlığı açısından düşük konsantrasyonlarda bile toksik olabilmeleri, besin elementi olarak canlılar için gerekli olanlarının bile yüksek konsantrasyonlarda zararlı olabilmeleri sebebiyle ayrı bir öneme sahiptir. Bu nedenle ağır metallerin havadaki konsantrasyonlarının hem değişiminin izlenmesi hem de kirlilik düzeyinin azaltılması büyük önem taşımaktadır. Bu alandaki çalışmalara katkı sağlamak amacıyla bu çalışma kapsamında, iç mekân mimari tasarımlarında en sık kullanılan bitkilerden deve tabanı, difenbahya, drasena, kauçuk, şeflera, spatifilyum ve yukka bitkilerinin, kontrol, sigara ve trafik ortamında yetiştirilen bireylerinde Cr, Pb, Ni, Co, Cd, V, Al, Ba, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Na, K, Ca, Mg ve P konsantrasyonlarının değişimi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda her bir ağır metal konsantrasyonunun havadaki değişiminin izlenmesi için kullanılacak en uygun türlerin hangileri olduğu ayrı ayrı tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Ağır metal, sigara, trafik, İç mekân bitkisi, mimari tasarım

Haziran 2023, 158 Sayfa

ABSTRACT

PH.D THESIS

THE EFFECT OF GROWING CONDITIONS ON PLANT GROWTH PERFORMANCE AND PLANT MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS IN SOME INDOOR PLANTS THAT CAN BE USED IN ARCHITECTURAL DESIGNS

ADEL EASA SAAD ABO AISHA

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING**

SUPERVISOR: ASSOC. PROF. MEHMET ÇETİN, MD

Today, air pollution, which is one of the most important problems both indoors and outdoors in urban areas, has become a global problem that affects the health of millions of people every year. Among the air pollution factors, heavy metals have a special importance because they tend to bioaccumulate, they can be toxic to human health even at low concentrations, and even those necessary for living things as food elements can be harmful at high concentrations. For this reason, it is of great importance to monitor both the change in the concentrations of heavy metals in the air and to reduce the level of pollution. In order to contribute to the studies in this field, within the scope of this study, the change of Cr, Pb, Ni, Co, Cd, V, Al, Ba, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Na, K, Ca, Mg and P concentrations of camel sole, difenbahia, drasena, rubber, cheflera, spatifilium and yucca plants grown in control, cigarette and traffic environments was determined. As a result of the study, it was determined which species are the most suitable for monitoring the change of each heavy metal concentration in the air.

KEYWORDS: Heavy metal, cigarettes, traffic, indoor plant, architectural design

June 2023, 158 Page

TEŞEKKÜR

Çalıőmam süresince her türlü bilgi ve deneyimi ile bana yol gösteren değerli hocama ve geniş aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

ADEL EASA SAAD ABO AISHA

Kastamonu, 2020



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1 Konuyla İlgili Çalışmalar	3
2.2 Çalışmaya konu elementler hakkında genel bilgiler ve yapılan çalışmalar	27
2.2.1 Cr Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	27
2.2.2 Pb Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	28
2.2.3 Ni Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	28
2.2.4 Co Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	29
2.2.5 Cd Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	30
2.2.6 V Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	30
2.2.7 Al Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	31
2.2.8 Ba Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	32
2.2.9 B Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	33
2.2.10 Cu Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	33
2.2.11 Fe Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	34
2.2.12 Mn Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	35
2.2.13 Zn Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	35
2.2.14 Na hakkında genel bilgiler ve yapılan çalışmalar	36
2.2.15 K Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	37
2.2.16 Ca Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	38
2.2.17 Mg Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	39
2.2.18 P Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar	40
2.3 Mimarlık ve İç Mekan Mimari Tasarımlarda Çalışmaya Konu Bitkilerin Kullanımları	41
2.3.1 Devetabanı (<i>Monstera deliciosa</i>)	41
2.3.2 Difenbahya (<i>Dieffenbachia anoena</i>)	41
2.3.3 Drasena (<i>Dracena marginata</i>)	42
2.3.4 Kauçuk (<i>Ficus elastica</i>)	42
2.3.5 Şeflera (<i>Schefflera arboricola</i>)	43
2.3.6 Spatifilyum (<i>Spathiphyllum wallisii</i>)	43
2.3.7 Yukka (<i>Yucca massengana</i>)	44
3. MATERYAL VE YÖNTEM	45
3.1 Materyal	45
3.2 Yöntem	45

4. BULGULAR	47
4.1 Elementlerin Tür Bazında Değişimi.....	47
4.1.1 Cr Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi	47
4.1.2 Pb Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi	49
4.1.3 Ni Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi	51
4.1.4 Co Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi.....	53
4.1.5 Cd Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi.....	56
4.1.6 V Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi	58
4.1.7 Al Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi	60
4.1.8 Ba Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi.....	62
4.1.9 B Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi	64
4.1.10 Cu Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi.....	66
4.1.11 Fe Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi	68
4.1.12 Mn Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi.....	70
4.1.13 Zn Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi.....	72
4.1.14 Na konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	74
4.1.15 K Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi	76
4.1.16 Ca Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi.....	78
4.1.17 Mg Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi.....	80
4.1.18 P Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi.....	83
4.2 Elementlerin Ortam Bazında Değişimi	85
4.2.1 Cr Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi.....	85
4.2.2 Pb Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi.....	87
4.2.3 Ni Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi.....	88
4.2.4 Co Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi	90
4.2.5 Cd Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi	92
4.2.6 V Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi.....	94
4.2.7 Al Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi.....	96
4.2.8 Ba Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi	98
4.2.9 B Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi	99
4.2.10 Cu Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi	101
4.2.11 Fe Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi.....	103
4.2.12 Mn konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	105
4.2.13 Zn Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi	107
4.2.14 Na Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi.....	109
4.2.15 K konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	111
4.2.16 Ca Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi	113
4.2.17 Mg Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi	115
4.2.18 P Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi	117
4.3 Elementlerin Birbirleri ile İlişki Düzeyleri.....	119
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	122
6. ÖNERİLER.....	127
KAYNAKLAR	128
EK A. Bitkilerin dış mekan mimari tasarımlarda kullanımı.....	155
EK B. Bitkilerin iç mekan mimari tasarımlarda kullanımı.....	156
EK C. Bitkilerin mimari tasarımlarda kullanılabilirliği	157
ÖZGEÇMİŞ.....	159

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 4.1 Cr konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	49
Şekil 4.2 Pb konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	51
Şekil 4.3 Ni konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	53
Şekil 4.4 Co konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	55
Şekil 4.5 Cd konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	57
Şekil 4.6 V konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	59
Şekil 4.7 Al konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	61
Şekil 4.8 Ba konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi.....	63
Şekil 4.9 B konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	65
Şekil 4.10 Cu konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	67
Şekil 4.11 Fe konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	69
Şekil 4.12 Mn konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	71
Şekil 4.13 Zn konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi.....	73
Şekil 4.14 Na konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	75
Şekil 4.15 K konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	77
Şekil 4.16 Ca konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi.....	80
Şekil 4.17 Mg konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	82
Şekil 4.18 P konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi.....	84
Şekil 4.19 Cr konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	86
Şekil 4.20 Pb konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	88
Şekil 4.21 Ni konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	90
Şekil 4.22 Co konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	92
Şekil 4.23 Cd konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	94
Şekil 4.24 V konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	96
Şekil 4.25 Al konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	97
Şekil 4.26 Ba konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi.....	99
Şekil 4.27 B konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	101
Şekil 4.28 Cu konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	103
Şekil 4.29 Fe konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	105
Şekil 4.30 Mn konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi.....	107
Şekil 4.31 Zn konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi.....	109
Şekil 4.32 Na konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	111
Şekil 4.33 K konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	113
Şekil 4.34 Ca konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi.....	115
Şekil 4.35 Mg konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi.....	117
Şekil 4.36 K konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	119

TABLolar DİZİNİ

Sayfa

Tablo 4.1 Cr konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	48
Tablo 4.2 Pb konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	50
Tablo 4.3 Ni konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	52
Tablo 4.4 Co konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	54
Tablo 4.5 Cd konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	56
Tablo 4.6 V konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	58
Tablo 4.7 Al konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	60
Tablo 4.8 . Ba konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	62
Tablo 4.9 B konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	64
Tablo 4.10 Cu konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi	66
Tablo 4.11 Fe konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	68
Tablo 4.12 Mn konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	70
Tablo 4.13 Zn konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	72
Tablo 4.14 Na konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	74
Tablo 4.15 K konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	76
Tablo 4.16 Ca konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	78
Tablo 4.17 Mg konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	81
Tablo 4.18 P konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi	83
Tablo 4.19 Cr konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	85
Tablo 4.20 Pb konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	87
Tablo 4.21 Ni konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	89
Tablo 4.22 Co konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	91
Tablo 4.23 Cd konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	93
Tablo 4.24 V konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	95
Tablo 4.25 Al konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	97
Tablo 4.26 Ba konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	98
Tablo 4.27 B konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	100
Tablo 4.28 Cu konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi	102
Tablo 4.29 Fe konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	104
Tablo 4.30 Mn konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	106
Tablo 4.31 Zn konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	108
Tablo 4.32 Na konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	110
Tablo 4.33 K konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	112
Tablo 4.34 Ca konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	114
Tablo 4.35 Mg konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	116
Tablo 4.36 P konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi	118
Tablo 4.37 Elementlerin birbirleri ile ilişki düzeyleri	120

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Al	: Alüminyum
B	: Bor
Ba	: Baryum
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
K	: Potasyum
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
Na	: Sodyum
Ni	: Nikel
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
V	: Vanadyum
Zn	: Çinko

Kısaltmalar

AAS	: Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi
DB	: Difenbalya
DC	: Drasena
DT	: Deve Tabanı
HM	: Ağır Metal
KC	: Kauçuk
MAI	: Metal Birim İndeksi
PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbon
PC	: Ana Bileşen
PCA	: Temel Bileşen Analizi
SF	: Seflera
SP	: Spatifilyum
UC	: Ürotelyal Karsinom
YK	: Yukka

1. GİRİŞ

Bitkiler, dünyadaki en önemli canlı grupları olup, besin piramidinin temelini oluştururlar ve bundan dolayı da diğer canlılar için yaşamsal öneme sahiptirler. Dolayısıyla dünyadaki canlıların yaşamı doğrudan veya dolaylı olarak büyük oranda bitkilere bağlıdır (Çetin, 2016). Bitkiler, diğer canlılar için besin kaynağı olmaları yanında pek çok ekolojik, sosyal ve ekonomik fonksiyonu da yerine getirirler (Ozel vd., 2020). İnsanlar beslenme, ısınma, barınma gibi ihtiyaçlarında bitkilerden yararlanmaktadırlar (Savaşürk, 2008). Bunların yanında bitkiler, estetik ve dekoratif amaçlarla da sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda, ekonomik düzeyi yüksek olan ülkelerde daha belirgin olmak üzere hem dış mekânda (EK 1) peyzaj çalışmalarında (Isinkaralar vd., 2022a; Turkyilmaz vd., 2020), hem de iç mekân mimari tasarımlarında (EK 2) bitkiler sıklıkla kullanılmaktadır (Ghoma vd., 2022; Yeo, 2021; Zhong vd., 2022). Çalışmaya konu bitkilerin mimari tasarımlarda kullanılabilirliğine ilişkin bazı örnekler EK 3’de verilmiştir.

Bitkiler, bu önemlerinden dolayı tarih boyunca insanlar tarafından doğadan toplanmış veya yetiştirilmiştir. Bitkilerin, kendilerinden beklenen fonksiyonları yerine getirmeleri büyüme durumları ve besin içerikleri başta olmak üzere anatomik, morfolojik, fizyolojik ve kimyasal yapıları ile ilişkilidir. Bitkilerin yapısı, büyüme performansı, anatomik ve morfolojik özellikleri ise genetik yapıları ile çevre koşullarının karşılıklı etkileşimi sonucunda ortaya çıkar (İbrahim vd., 2019; Lan vd., 2019; Prinsloo ve Nogemane, 2018; Savaşürk, 2008).

Dolayısıyla bitkilerin, insanoğlunun ihtiyaç duyduğu özellikleri ön plana çıkartacak veya artıracak şekilde teşvik edilmesi de bu karakterlere müdahale edilerek gerçekleştirilmektedir. Bu karakterlerden genetik yapı, büyük oranda türe bağlı olmakla birlikte tür içi genetik farklılıklar, seleksiyon ve melezleme gibi ıslah metotları kullanılarak, istenilen karakterleri daha iyi yansıtan bireylerin geliştirilmesi ve üretilmesi uzun yıllardır kullanılmaktadır (Christe vd., 2016; Hübner vd., 2019; Iannucci ve Codianni, 2019).

Fakat bitki büyüme performansı ve kimyasal yapısı büyük oranda yetiştirme ortamına bağlıdır. Bitkinin ekonomik değeri büyük oranda miktarı yani büyüme performansına, besin fonksiyonu yanında tıbbi ve aromatik olarak değeri de büyük oranda kimyasal yapısına bağlı olduğundan, bitki büyüme performansını ve kimyasal yapısını değiştirmeye veya başka bir tabirle geliştirmeye yönelik çalışmalar, çevre şartlarının değiştirilmesi konusunda yoğunlaşmaktadır (Onofrei vd., 2017; Wang vd., 2018; Wen vd., 2020).

Bitki gelişimini ve yapısını değiştiren çevre şartları ışık, sıcaklık, hava rutubeti gibi iklimatik ve topraktaki besin durumu, pH, tuzluluk, toprakta mevcut su gibi edafik şartlar olarak gruplandırılabilir (Becker vd., 2017; Li vd., 2020; Onwuka ve Mang, 2018; Yang vd., 2018). Dolayısıyla bitki gelişimi ve yapısını, arzu edilen şekilde değiştirebilmek için öncelikle bu faktörlerin bitki gelişimini nasıl etkilediğinin belirlenmesi gerekmektedir ve bu konuda pek çok çalışma yapılmıştır (Al Mutairi vd., 2020; Kuscu, 2019; Matsunaga vd., 2017; Sevik vd., 2020a,b; Zhang vd., 2016).

Bu çalışmada da dünyanın pek çok ülkesinde iç mekân bitkisi olarak sıklıkla kullanılan, tropikal kökenli bazı bitkilerin kimyasal yapısının, yetiştirme ortamı koşullarına bağlı olarak nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Konuyla İlgili Çalışmalar

Bitkilerin yetiştirildikleri ortamın bitki morfolojisini, anatomisini, fizyolojisini ve özellikle de kimyasal yapısını şekillendirdiği bilinmektedir. Bundan dolayı farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerin kimyasal yapısının ortama bağlı değişimi konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Özellikle son yıllarda bu çalışmalar, bitkilerin biyomonitor olarak kullanımları konusunda yoğunlaşmaktadır. Bu bölümde konu ile ilgili yapılmış çalışmalar özetlenmeye çalışılmıştır.

Hmeer (2020) Samsun'da yetişen ve peyzaj amaçlı kullanılan *Tilia tomentosa*, *Aesculus hippocastanum*, *Ligustrum vulgare* ve *Catalpa bignoides* türlerinin farklı trafik yoğunluğuna sahip alanlarda yetişen bireylerinde bazı element konsantrasyonlarının değişimlerini belirlemiştir. Çalışma kapsamında bitkilerin yaprak, kabuk ve odun örnekleri toplanmış ve kabuk ve yapraklarda ayrıca yıkama işlemi yapılmıştır. Çalışma sonucunda Ba, Sr, Fe, Na, Ca, K ve Al elementlerinin tür bazında önemli ölçüde değiştiği, Zn konsantrasyonunun tür bazında değişiminin ise istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Cesur (2009) havadaki ağır metal kirliliğinin değişiminin izlenmesinde *Cupressus arizonica* odunlarının yıllık halkalarının kullanılabilirliğini araştırdığı çalışmasında Kastamonu ilinin Kışla Parkı bölgesinden 2016 yılı sonunda kesilen servi ağacının ana gövdesinden alınan kütük üzerinde yıllık halkaları belirleyerek bazı elementlerin konsantrasyonlarının yıl bazında değişimini belirlemiştir.

Alkharam (2019) Kastamonu ilinde yaptığı çalışmasında trafik yoğunluklarını baz alarak *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* dallarında yaşa bağlı olarak ibre, kabuk ve dal kısımlarında bazı ağır metal konsantrasyonlarının değişimini belirlemiştir. Çalışma sonucunda farklı yaşlardaki ibre, kabuk ve odunlarda tüm element miktarlarının istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir.

Pınar (2019) Kastamonu ilinin kent merkezinde yetişen bazı peyzaj bitkilerinde ağır metal birikiminin trafik yoğunluğuna bağlı değişimini incelemiştir. Çalışma sonucunda söz konusu metallere Cu dışındakilerde en yüksek değerlerin süs eriğinde elde edildiği belirlenirken dışbudak bütün metallere düşük değerlere sahiptir.

Batır (2019) Eskişehir’de yetişen ve yenebilen bazı peyzaj bitkilerinde ağır metal birikimini incelediği çalışmada ateş diken, ıhlamur, elma, gül, ceviz, iğde, kiraz ve vişne türlerinin organlarındaki ağır metal konsantrasyonlarını karşılaştırmıştır. Çalışma sırasında bu bitkilerin yaprak dal ve meyve kısımlarındaki Al, Na, Co, Ba, Pb ve Cd konsantrasyonları belirlenmiştir. Sonuç olarak bu konsantrasyonların tür ve organ bazında önemli ölçüde değiştiği belirtilmiş ve özellikle genellikle en yüksek Cd, Co ve Pb konsantrasyonlarının meyvelerde elde edildiği vurgulanmıştır.

Kececi (2019) çalışmasında *Picea pungens*’in ibre, kabuk ve dallarında ağır metal birikimini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda Zn, Cr, Cd, Ni, Pb ve Co elementlerinin organ (ibre, kabuk ve dal), organ yaşı ve yıkamaya bağlı değişimleri belirlenmiştir. Sonuç olarak da Ni, Zn, Cd ve Cr konsantrasyonlarının organ bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde değiştiği ortaya konulmuştur. Ancak her bir elementin farklı organlarda daha yüksek konsantrasyonlara ulaştığı vurgulanmış, en yüksek konsantrasyonların Zn’de dal, Ni’de ibre ve dal, Cr ve Cd’de ise ibrede elde edildiği belirtilmiştir.

Akarsu (2019) Kastamonu da yaptığı çalışmada Kışla Parkı mevkiinde 2016 yılının aralık ayı içerisinde kesilen sedir ağacının ana gövdesinden aldığı kütük üzerindeki yıllık halkalarda Al, Cd, B, Fe, Ba, Li, Mg, Cr, Ca, Co, Cu, K, Ni, Mn, Pb ve Zn konsantrasyonlarının yıl bazındaki değişimini, ayrıca iç ve dış kabuktaki konsantrasyonlarını belirlemiştir. Çalışma sonucunda ise genel olarak yola dönük kısımdan alınan organlardaki ağır metal değerlerinin özellikle dış kabukta içe dönük kısımdakinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Mossi (2018) Kastamonu kent merkezindeki çalı formundaki bazı peyzaj bitkilerinde ağır metal birikimini belirlemeyi amaçladığı çalışmada *Berberis thunbergii*, *L.*

vulgare, *Biota orientalis*, *Buxus sempervirens*, *Euonymus japonica*, *Juniperus sabina* ve *Mahonia aquifolium* bitki türlerinin trafik yoğunluğuna bağlı olarak dal ve yaprakları üzerinde analizler yapmıştır. Toplanan örneklerin bir kısmına yıkama işlemi yapıp ağır metal analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda *L. vulgare*'nin bütün elementlerde ilk gruplarda, *B. sempervirens*'in ise Cr dışındaki bütün elementlerde son homojen gruplarda yer aldığı belirlenmiştir.

Cobanoğlu (2019) *P. pungens* ibrelerinin yakın geçmişteki ağır metal birikiminin biyomonitör olarak kullanılabilme olanaklarını araştırdığı çalışmada yıkanan ve yıkanmayan ibre, kabuk ve dallardaki organ yaşına bağlı olarak Al, Ca, Fe, Mg, Li, Mn, Ba, Na ve K elementlerinin değişimini değerlendirmiştir. Sonuç olarak da bu elementlerin organ, organ yaşı ve yıkanmaya bağlı olarak konsantrasyonlarının değiştiği genel olarak en yüksek konsantrasyonların kabukta elde edildiği belirlenmiştir.

Özel (2019) Kastamonu da yetişen bazı meyve ağaçlarının yaprakları, dalları, kabukları ve meyvelerindeki Co, Ni, Mn, Cd, Pb ve Cr elementlerinin trafik yoğunluğuna bağlı olarak konsantrasyonlarının değişimini incelemiştir. Çalışma sonucunda konsantrasyonların genel olarak trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı ve meyvelerdeki ağır metal konsantrasyonlarının çok yüksek düzeye çıkabildiği belirlenmiş olup kent merkezinde yetişen bu bitkilerin insan sağlığı açısından ciddi bir tehdit olduğu vurgulanmıştır.

Erdem (2018) Ankara da trafik yoğunluğuna bağlı olarak *Ailanthus altissima*, *B. orientalis*, *Picea orientalis* ve *Pyracantha coccinea* türlerinin yaprak, tohum ve dallarında Pb, Ni, Ba, Cd, Cu, Fe ve K konsantrasyonlarının değişimini belirlemiştir. Sonuç olarak Ni, Pb, Cd ve Cu konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı, Ni kirliliği belirlenmesinde *B. orientalis* türünün tohum ve dallarının, Pb, Cd ve Cu kirliliklerinin izlenmesi için ise *A. altissima* yapraklarının oldukça uygun biyomonitörler olduğu belirtilmiştir.

Gültekin (2020) çalışmasında Ordu kent merkezinde yetiştirilen domates, biber, fasulye ve mısır bitkilerinin ağır metal konsantrasyonlarının yetiştirme ortamına bağlı

değişimini incelemiştir. Çalışma sırasında bu bitkilerin yaprak ve meyvelerinde yıkama işlemi yapıp Pb, Cr, Fe, Mg, Cd, Al ve Ca konsantrasyonlarının tür, organ, yetiştirme yeri ve yıkama durumuna göre değişimleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda ise genel olarak en düşük değerlerin domates ve mısırdaki, en yüksek değerlerin ise biberde elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca, genel olarak yaprak kısmındaki konsantrasyonların meyvelerdekinden, yıkanmayan numunelerdeki konsantrasyonların da yıkanan numunelerdeki konsantrasyonlardan daha yüksek düzeyde olduğu belirtilmiş, trafiğin yoğun olduğu alanlarda yetişen ve gıda olarak tüketilen meyve ve sebzelerin insan sağlığına zararlı olabileceği vurgulanmıştır.

Ateya (2020) mavi ladin ibre ve dallarının, yakın geçmişteki ağır metal kirliliği değişimin belirlenebilmesinde kullanılabilir olanaklarını araştırmıştır. Çalışma kapsamında Ankara kent merkezinde, trafiğin oldukça yoğun olduğu bir otoyol kenarından temin edilen mavi ladin ibre ve dallarında toplam 17 elementin (Na, Ca, K, Fe, Al, Ba, Zn, Mg, P, As, Co, Mn, Cd, Cu, Cr, Ni ve Pb) yıl ve organ bazında değişimi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda ortalama değerlere göre ibre ve dallar arasındaki Ca, Ba, As, Co ve Cr konsantrasyonlarının değişiminin istatistiki olarak anlamsız ($p>0,05$) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Yıl bazında değerlendirildiğinde ise As dışında sadece 2014 yılında Cd, Co, Ca, K elementlerinin, 2018 yılında da P elementinin ibre ve dallardaki konsantrasyonunun istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaşmadığı, bunun dışında bütün yıllarda ibre ve dallar arasındaki element düzeylerinin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir. Elementlerin ibre ve dallardaki konsantrasyonları incelendiğinde genel olarak bazı yıllarda dallarda, bazı yıllarda ise ibrelerdeki element konsantrasyonlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları türün ibre ve dallarının, ağır metal konsantrasyonlarının değişiminin izlenmesinde kullanımının uygun olduğu belirtilmiştir.

Gajbhiye vd., (2016) çalışmalarında toksik ağır metallerin olası yaprak transferini araştırmak için Cd, Pb ve Fe konsantrasyonlarının *Cassia siamea* yaprakları, yaprak tozu, yakındaki yol tozu ve topraktaki konsantrasyonlarını karşılaştırmışlardır. Çalışma sonuçları Pb ve Cd'un bölgesel kirliliğine antropojenik etkenlerin önemli ölçüde katkı yaptığı belirlenmiştir. *C. siamea*'nın yaprak kısmındaki Pb ve Cd'nin

büyük ölçüde hava kaynaklarından geldiği belirtilmiş, yaprak üzerinde biriken partikül maddelerin toksik metallerin birikmesine yardımcı olduğunu belirtilmiştir. *C. siamea* yapraklarının partikül maddeleri hem ince hem de kaba fraksiyonlarda yakalayabildiği sonucuna varılmış ve *C. siamea*'nın Pb ve Cd kirliliğini izlemek için potansiyel bir bitki türü olduğu vurgulanmıştır.

Osma vd., (2017) hava kirliliğinden şüphelenilen bölgelerden toplanan çam ağaçlarının (*Pinus sylvestris* L.) yapraklarında oksidatif stres ve ağır metallerin konsantrasyonu ile ilgili bazı fizyolojik ve biyokimyasal parametreleri incelemiştir. Çalışma kapsamında Erzincan il merkezi ve kontrol alanı da dahil olmak üzere beş farklı lokasyondaki bitkilerden yapraklar toplanmıştır. Bir yıkama işleminden sonra tüm yapraklar iki ana parçaya bölünmüştür. Laboratuvardaki tüm ön prosedürlerden sonra, ağır metal analizi ICP-OES kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veriler istatistiksel olarak analiz edilmiş ve farklı lokasyonlardan toplanan bitkiler için önemli farklılıklar bulunmuştur. Çalışma sonuçları, deney lokasyonlarındaki bitkiler arasında stres parametreleri açısından kontrol alanına göre önemli farklılıklar olduğunu göstermiş, bu farklılıklar bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonları ile ilişkilendirilmiştir.

Matin vd., (2016) Bu çalışmada bal arıları, propolis ve çam ağaçlarının yaprakları 2014 baharında İzmir-Türkiye sanayi ilinin beş farklı noktasından örneklenmiştir. Bu örnekler çevredeki ağır metal kirliliğinin biyolojik göstergesi olarak kullanılmıştır. Numunelerde kadmiyum, kurşun, arsenik ve cıva gibi ağır metaller belirlenmiştir. Sonuçlar, özellikle propolis örneklerinde yüksek düzeyde ağır metal kontaminasyonunu gösterdi. Analiz edilen tüm numunelerde cıva tespit edilmedi.

Rasheed vd., (2018) Faisalabad şehrinde farklı özellikteki yolların kenarlarından *Ficus benjamina*, *Bougainvillea glabra* ve *Conocarpus erectus* yaprak örneklerini toplayarak ağır metal analizleri yapmışlardır. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi yardımıyla ppm cinsinden ağır metal ölçümleri yapılarak Fe, Zn, Cd, Cu, Cr ve Mn konsantrasyonları belirlenmiştir. En yüksek konsantrasyonlar Fe, Zn ve Cd'da *C. erectus*, Cu ve Cr'da *F. benjamina* ve Mn'da *B. glabra*'da elde edilmiştir. Ayrıca Mn ve Fe arasında pozitif, Mn ve Cr ile Zn ve Cu arasında da negatif korelasyon bulunduğu belirlenmiştir.

Popek vd., (2017) Polonya'nın beş şehrinde *Tilia cordata* yapraklarında ağır metaller ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar dahil olmak üzere partikül madde birikimini araştırmışlardır. Çalışma sonuçları, *T. cordata*'nın şehirlerdeki hava kalitesini iyileştirdiğini ve partikül madde hava kirliliği için etkili bir biyomonitor olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Liang vd., (2017) Şangay 'daki yedi farklı bölgeden topladıkları on iki bitki türünün yapraklarında Cu, Zn, Pb ve Cd konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Çalışmada yıkanmamış ve yıkanmamış yeni ve eski yapraklar dikkate alınarak, toprakta ve bitki yapraklarında bulunan ve atmosfer tarafından biriken ağır metal konsantrasyonları arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. Ek olarak, yaprakların stoma yoğunluğunu ve yapısını belirlemek için SEM kullanılmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek Cu içeriği *Nerium indicum* ve *Platanus acerifolia*'da, en yüksek Zn içeriği *Pittosporum tobira*'da ve en yüksek Pb ve Cd içerikleri *Cedrus deodara*'da bulunmuştur. En düşük ağır metal içeriği *Ginkgo biloba*'da bulunurken, potansiyel olarak *P. acerifolia* ve *P. tobira* yapraklarının, *G. biloba* yapraklarından daha yüksek stomata yoğunluğuna sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, *Magnolia grandiflora* en yüksek metal birikim indeksine (MAI) (4,27) ve *C. deodara* en düşük MAI'ye (1,53) sahip türler olarak belirlenmiştir. Yıkanmış yaprak örneklerindeki ağır metal içerikleri yıkanmamış yaprak örnekleriyle karşılaştırılırken, *N. indicum*, Cu (%92,7) ve Zn (%36,9) dahil olmak üzere daha nadir toprak elementlerini yakalama oranına sahipken, *M. grandiflora*, Pb (%63,4) ve Cd (%49,1) için daha yüksek yakalama oranı değerlerine sahip olarak hesaplanmıştır. *C. deodara*, Cu (0), Zn (%8,90), Pb (%5,93) ve Cd (%2,97) için daha düşük yakalama oranı değerlerine sahiptir. Ek olarak, bitki ibrelerindeki Cu, Zn, Pb ve Cd'in potansiyel olarak topraktan, geniş yapraklı bitkilerin yapraklarındaki Cu, Zn, Pb ve Cd'in ise potansiyel olarak atmosferik birikimden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Ozyigit vd, (2018) çalışmalarında, Türkiye'de yaygın olarak kullanılan bazı tıbbi bitkilerde ağır metal seviyeleri ve mineral besin durumunu incelemişlerdir. İstanbul'un üç farklı ilçesindeki şifalı bitkilerden satın alınan 44 tıbbi bitkinin yapraklarında B, Cd, Ca Cu, Cr, K, Fe, Mn, Mg, Ni, Na, Pb ve Zn bitki konsantrasyonları ICP-OES ile

analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda genel olarak, analiz edilen tıbbi bitkilerin insan sağlığı için ciddi bir tehdit oluşturmadığı kanaatine varılmıştır.

Turkyilmaz vd., (2018a) çalışmalarında, Ankara'da yetişen bir *Acer platanoides* odununun yıllık halkalarındaki Al, Cu, Zn, Fe, Co, Cr, Mn, Na, Cd, Ba, Ca, Mg, P, As ve B birikimlerini belirlemişlerdir. Çalışma sonuçları, son 20 yılda yıllık halkalarda biriken ağır metal konsantrasyonlarının değiştiğini ve havadaki ağır metal konsantrasyonu ile ağaçlarda ağır metal birikimi arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu artışın başlıca nedenleri olarak, egzoz emisyonu miktarındaki artış ve en önemlisi Ankara'da 1990 sonrası kurulan ağır sanayi tesislerinden hâkim rüzgarlarla ağır metallerin taşınması gösterilmiştir. Sonuç olarak, değerler incelendiğinde, Na dışında istatistiksel olarak anlamlı düzeylerde farklılık gösteren tüm elementlerin kabukta oldukça yüksek miktarlarda olduğu, ortalama olarak, ağaç kabuğu için elde edilen değerlerin odun için elde edilen değerlerden 6 kat yüksek olduğunu belirtilmiştir.

Turkyilmaz vd., (2018b) ibreleri ağaç üzerinde üç veya daha fazla yıl kalan bazı bitkilerde, farklı yaşlardaki ibrelerde ağır metal konsantrasyonlarını karşılaştırmışlardır. Böylece ağır metal konsantrasyonlarının değişiminin belirlenmesinde, bu türlerin kullanılabilir potansiyelleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonuçları hemen hemen bütün türlerde yaş ile bağlantılı olarak ağır metal miktarının arttığını ancak bu artışın doğrusal olmadığını ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda ağır metal birikimi konusunda türler arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Ağır metal konsantrasyonlarının en yüksek değerleri Fe için karaçam, Zn için mavi ladin, Pb için sarıçamda, diğer bütün ağır metallerde ise göknar'da elde edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre özellikle göknar'ın birçok ağır metal için biyomonitor olarak kullanılmasının yanı sıra bu ağır metallerin havadan uzaklaştırılması konusunda da önemli bir potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir.

Turkyilmaz vd., (2018c) çalışmalarında peyzaj çalışmalarında sıklıkla kullanılan bazı odunsu bitkilerin, trafiğin farklı yoğunlukta olduğu alanlarda yetişen bireylerinin yapraklarında Pb, Ca, Cu, Cd, Mg, Ni, Cr, Zn, Mn ve Fe konsantrasyonlarının değişimini belirlemişlerdir. Çalışma sonuçları ağır metal birikiminin hem tür bazında

hem de trafik yoğunluğuna bağlı olarak önemli düzeyde değiştiğini ortaya koymaktadır. Çalışma sonucunda trafiğin yoğun olduğu alanlarda en yüksek Cu, Ni ve Fe miktarları *Prunus cerasifera* da en yüksek Ca, Mg ve Mn miktarları *A. altissima*'da en yüksek Cr ve Zn miktarları *Eleagnus angustifolia* da ve en yüksek Pb ve Cd miktarı ise *T. tomentosa* da elde edilmiştir.

Turkyilmaz vd., (2020) alışmalarında, trafik yoğunluğunun farklı düzeylerde olduğu alanlardan toplanan bazı peyzaj bitkilerinde trafik yoğunluğuna bağlı olarak farklı ağır metal konsantrasyonlarının değişimini incelemişlerdir. Bu amaçla, peyzaj çalışmalarında sıklıkla kullanılan *Salix babylonica*, *Robinia pseudoacacia*, *Sophora japonica* ve *A. hippocastanum* yaprak örnekleri, trafiğin yoğun olduğu, trafiğin daha az yoğun olduğu ve neredeyse hiç trafiğin olmadığı alanlarda yetişen bireylerden toplanmıştır. Bu rneklerde Pb, Ca, Cu, Cd, Mg, Ni, Cr, Zn, Mn ve Fe ağır metal analizleri yapılmıştır. Sonuçlara göre, Cd, Ni ve Zn'nin en yüksek ortalama değerleri *S. babylonica*'da, en yüksek ortalama Pb ve Mn değerleri *A. hippocastanum*'da ve diğer elementlerin değerleri *S. japonica*'da bulunmuştur. Trafiğin yoğun olduğu alanlarda en yüksek Pb miktarı *A. hippocastanum*, en yüksek Ca miktarı *R. pseudoacacia*'da elde edilirken Cd, Ni ve Zn da en yüksek değerler *S. babylonica*' da, Cu, Mg, Cr, Fe ve Mn da ise en yüksek değerler *S. japonica*'da elde edilmiştir. Bu sonuçlara dayanarak, *S. babylonica* ve *S. japonica*'nın iyi biyomonitörler olduğu sonucuna varılmıştır.

Sevik vd., (2019a) Kastamonu'da yetişen bazı bitkilerde, bitki türleri, bitki organelleri ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak Ni, Cd ve Zn konsantrasyonlarındaki farklılıkları belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda elementlerin farklı türler arasında önemli ölçüde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu tür metallerin en yüksek birikim değerleri *P. cerasifera*'da, en düşük değerleri *Fraxinus excelsior*'da bulunmuştur. Çalışmadaki gözlemlere dayanarak, biyomonitör olarak kullanılan en uygun türün *P. cerasifera* olduğu belirtilmiştir. Metallerin konsantrasyonlarının türlere göre önemli ölçüde farklılık gösterdiği, Ni metal konsantrasyonunda bu farkın beş kattan fazla olduğu belirlenmiştir.

Sevik vd., (2019b) trafik kaynaklı ağır metal konsantrasyonunun izlenmesinde kullanılabilen ss eriği, at keşanesi, ihlamur, dişbudak ve akçaağaç türlerinin yaprak,

tohum ve dallarındaki Pb, Cr ve Cu konsantrasyonlarının trafiğe bağlı değişimini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda genel olarak bütün elementlerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak konsantrasyonlarının arttığı, bu artışın özellikle Pb ve Cr'da oldukça net bir şekilde görülebildiği belirlenmiştir.

Sevik vd., (2019c) çalışmalarında, farklı trafik yoğunluğuna sahip alanlarda yetişen *A. altissima*, *B. orientalis*, *P. orientalis* ve *P. coccinea*'nin yaprak, tohum ve dallarındaki Ni, Pb ve Cd element konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Ağır, düşük yoğun ve trafiksiz alanlar. Çalışma sonucunda trafiğe bağlı olarak Cd, Pb ve Ni konsantrasyonlarının arttığı tespit edildi. Elde edilen sonuçlara göre *B. orientalis*'in tohum ve dallarının Ni kirliliğini belirlemeye en uygun tür ve organel olduğu tespit edildi. *A. altissima*'nin yaprakları Pb ve Cd kirliliğini izlemek için çok uygundur.

Sevik vd., (2020c) Kastamonu'da yetişen bazı peyzaj bitkilerindeki ağır metallerin bitki türü, bitki organı, yıkama durumu ve trafiğe bağlı olarak değişimini belirlemişlerdir. Bu amaç için; yaprak ve dal örnekleri, yoğun, düşük yoğunluklu ve trafiksiz alanlarda büyüyen kentsel peyzaj tasarımlarında sıklıkla kullanılan *L. vulgare*, *E. japonica*, *B. orientalis*, *J. sabina*, *B. thunbergii*, *M. aquifolium* ve *B. sempervirens* bireylerinden toplanmıştır. Toplanan örneklerin bir kısmı yıkanmış ve Pb ve Mg konsantrasyonlarının miktarını belirlemek için ağır metal analizleri yapılmıştır. Dallardaki Pb konsantrasyonunun tüm türlerde yapraklarda olduğundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Jiang vd., (2018), kentsel alanlardaki yosunların ve vasküler türlerin metal biriktirme yeteneklerini karşılaştırmayı ve farklı taksonların havada taşınan ağır metallerin izlenmesine uygunluğunu ölçmeyi amaçlamışlardır. Çin'in Wuhan şehrinde farklı arazi kullanımına sahip kentsel alanlarda yetişen *Haplocladium angustifolium*, *Cinnamomum bodinieri*, *Osmanthus fragrans* ve alt tabaka toprak örneklerinde Ag, Cd, As, Mo, Cr, Co, Mn, Cu, V, Ni, Zn ve Pb konsantrasyonları analiz edilmiştir. Üç türdeki ağır metal konsantrasyonunun farklılıkları, yosun türlerinin ağaç yapraklarından çok daha fazla ağır metal biriktirme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir (3 kattan 5 kata kadar). Yosun türlerinde biriken ağır metal

konsantrasyonu, metal türlerine ve arazi kullanım türüne bağlıdır. Bitkiler için metallerin zenginleştirme faktörleri ve bitkilerdeki metallerin topraktaki karşılık gelen metallerle korelasyonları, bitkilerde biriken metallerin substrat toprağından ziyade atmosferik birikimden kaynaklandığını göstermiştir. Trafik emisyonları gibi antropojenik faktörlerin, atmosferdeki metal kirleticilerdeki değişimlerden birincil olarak sorumlu olduğu ve yosunlarda metal birikimini etkilediği belirlenmiştir.

Arıcak vd., (2019), sarıçam'ın (*P. sylvestris*) trafikle ilgili ağır metal konsantrasyonunun izlenmesinde kullanılabilirlik potansiyelini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında Ankara-İstanbul güzergahında Türkiye'nin en işlek karayollarından birisinde, yol ortasından, yol kenarlarından ve yola 3 m, 10 m, 30 m, 50 m ve 100 m mesafelerdeki sarıçam bireylerinden örnekler almışlardır. Çalışma sonucunda bu ağır metallerin konsantrasyonlarının yola uzaklık, organel ve yıkama koşullarına bağlı olarak değişmesi, sarıçamın özellikle değişimi izlemek için kullanılabilir iyi bir biyomonitör olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Arıcak vd., (2020) Türkiye'nin en işlek karayollarından birinde (Ankara-İstanbul güzergahı boyunca) yol ortasından, yol kenarlarından ve yola 3 m, 10 m, 30 m, 50 m ve 100 m mesafelerdeki *P. sylvestris* bireylerinden örnekler almışlardır. Dal ve ibre numunelerin bir kısmında yıkama işlemleri yapılmış ve bu numunelerde Ni, Cr ve Zn konsantrasyonlarındaki değişimler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda *P. sylvestris*'in özellikle Cr konsantrasyonlarındaki değişiklikleri izlemek için iyi bir biyomonitör olduğu belirtilmiştir.

Alaqouri vd., (2020a) Rusya'da faaliyet gösteren bir magnezit madenine 1 km, 3 km, 10 km ve 25 km mesafelerde yetişen sarıçam (*P. sylvestris* L.)'ların 1 ve 2 yaş ibrelerinden alınan örneklerde analizler yaparak Zn, Ba, Cd, Se, K ve Na konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda genellikle çalışmaya konu ağır metallerin konsantrasyonlarının mesafeye bağlı olarak arttığı, bu artışın bazı elementlerde çok belirgin olduğu, ayrıca birçok noktada 2 yaşındaki ibrelerde belirlenen konsantrasyonların 1 yaşındaki ibrelerden daha yüksek düzeylerde olduğu belirlenmiştir.

Alaouri vd., (2020b) bir magnezit madeninin çevresinde 1, 3, 10 ve 25 km mesafelerde yetişen sarıçamların 1 ve 2 yaş ibrelerinden aldıkları örneklerde analizler yaparak Mg, Al, Fe, Mn ve Ca konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda genellikle çalışmaya konu ağır metallerin konsantrasyonlarının mesafeye bağlı olarak değiştiği, özellikle Mg konsantrasyonunda mesafeye bağlı belirgin bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda ayrıca, neredeyse bütün noktalarda 2 yaşındaki ibrelerde belirlenen konsantrasyonların 1 yaşındaki ibrelerden yüksek düzeyde olduğu hatta bu farkın birkaç katı aşabildiği belirlenmiştir.

Alzahran vd. (2019) çalışmalarında; *Aerva javanica*, *A. pannosum*, *Senna italic*, *Conocarpus lancifolia* ve *Calotropis procerra* yapraklarındaki ağır metal içeriğini değerlendirmişlerdir. Yaprak örneklerinde Cd, Cr, Cu, Ni ve Pb analizleri yapılmıştır. Kirlenmiş sahada yetişen bitki türlerinde yapraklardaki Cd, Cr, Cu, Ni ve Pb içeriği kirlenmemiş olanlara göre önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Kirlenmiş alanda, en yüksek Cd ve Pb içeriği *C. lancifolia* yapraklarında gözlenmiş ancak, en yüksek Cr içeriği *C. procerra* ve *S. italic* yapraklarında elde edilmiştir. En yüksek Cu içeriği *A. javanica* yapraklarında, en yüksek Ni içeriği *S. italic* yapraklarında elde edilmiştir.

Santos vd., (2019) yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde toplanan *Nerium oleander* yapraklarında 13 elementin (S, K, Cl, Mn, Ca, Cu, Fe, Br, Zn, Sr, Rb, Ba ve Pb) konsantrasyonunu belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda Cl, K, Ca, Cu, Rb ve Sr elementleri toprak, Fe, Cu, Zn ve Pb elementleri ise araç ve endüstri emisyon kaynakları ile ilişkilendirilmiştir. Çalışma sonucunda, *N. oleander* yapraklarına uygulanan XRF tekniğinin, zaman içinde kirlilik seviyelerinin izlenmesine izin vermesinin yanı sıra, kesin, hızlı ve düşük maliyetli olması nedeniyle Metropolitan Bölgelerindeki çevre kirliliği analizinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Bozdoğan Sert vd., (2019) Adana'yı İskenderun'a (Hatay) bağlayan karayolu üzerinde yaptıkları çalışmalarında *Rosmarinus officinalis*'de trafiğe bağlı ağır metallerin (Al, Cd, Cu, Cr, Mn, Fe, Zn, Pb ve Ni) birikimini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda *R. officinalis*'in her iki yaprakta ve gövdede Al, Cr, Cd, Fe, Cu, Mn, Pb ve Zn biriktirme kapasitesine sahip olabileceği sonucuna varılmıştır.

Amadi vd., (2022) yaptıkları çalışmada pek çok şeyi ortaya koymuşlardır. Nijerya'nın ormanlarını ve tarımını doyurmak için bol miktarda yıllık yağış aldığını, geniş bir nehir drenaj sistemine ve hem ticari hem de esnaf madencilik faaliyetlerini teşvik eden değerli maden yataklarına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu özelliklerin birleşiminin Nijerya'nın nüfusunu desteklemek için yeterli miktarda sağlıklı gıda üretme çabalarını güçleştirdiğini; kurşun, kadmiyum ve cıva gibi zehirli ağır metallerin ve arsenik gibi zehirli metaloitlerin de maden yataklarında bulunduğunu ve doğal yollarla yavaş yavaş Nijerya topraklarına ve sularına geçtiğini ifade etmişlerdir. Bununla beraber madencilik faaliyetlerinin, Nijerya ekosistemlerini ve besin zincirlerini olumsuz yönde etkileyen daha yüksek seviyelerde toksik metalleri serbest bırakabileceğini tespit etmişlerdir. Bu yüzden, antropojenik faaliyetlerden çıkan çevre kirliliği Nijerya'da ciddi bir halk sağlığı sorunudur. Bu derlemenin, ağır metalleri çevresel stres faktörleri olarak değerlendirmek için besicilik türleri olarak yerel Nijerya ve Afrika yabani ve kültür bitkilerinin yanında çiftlik hayvanları ve vahşi hayvanların önemini ve gıda güvenliğinin izlenmesi ve insan sağlığına yönelik potansiyel risklerin tahmin edilmesi için koruyucu türlerin kullanımının önemini ele aldığını belirtmişlerdir.

Anagha vd., (2022) yaptıkları çalışmada Güney Hindistan'daki Kerala ve Mannar Körfezi'nden toplanan yumuşakça ve ekinoderm türlerinde beş ağır metalin (Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn) dağılımının sunulduğunu ve metal konsantrasyonlarını belirlemek için atomik absorpsiyon spektrometresinin kullanıldığını belirtmişlerdir. Metallerin konsantrasyonları, $Zn > Cu > Pb > Cd > Cr$ şeklinde azalan bir düzen gösterdiğini, Zn ve Cu'nun hem doğal hem de insan yapımı kaynaklardan kaynaklanmış olabileceğini ifade etmişlerdir. Bununla beraber, Cd, Cr ve Pb'nin liman faaliyetleri ve işlenmemiş endüstriyel ve tarımsal akış gibi güçlü antropojenik etkilere sahip olabileceğini ve Munambam'dan elde edilen iki yenilebilir çift kabukluda Cd'nin biyo birikim faktörü (BAF) değerinin birden biraz daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Cd yüklü kabuklu deniz hayvanlarının düzenli tüketiminin, insanlar için ciddi sağlık tehlikelerine ve endişelerine neden olabileceğini; BAF sonuçlarının, Zn, Cu, Pb ve Cd'nin belirli türlerde daha fazla biyobirikimli olduğunu ve eşik limitlerinin üzerinde olduğunu gösterdiği bulunmuştur. Kerala kıyı sularından gelen kabuklu deniz hayvanlarının tüketiminin tüketiciler üzerinde olumsuz sağlık etkileri olabileceğini vurgulamışlardır.

Arooj vd., (2023) yaptıkları çalışmada çevre kirliliği ve değişen iklim koşullarının biyoçeşitliliğe yalnızca organizma düzeyinde değil, moleküler düzeyde de zarar vermesi muhtemel olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın amacının, ağır metallerin toprak, su, yem, tüy ve kandaki konsantrasyonunu ve ağır metallerin *P. cristatus*'un DNA hasarı ile ilişkisini bulmak olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçlar ise kurşunun (Pb) toprakta önemli ölçüde ($P<0,01$) ve kadmiyumun (Cd) toprakta ve suda önemli ölçüde ($P<0,01$) yüksek olduğunu göstermiştir. Yemde krom (Cr), çinko (Zn), nikel (Ni) ve kobalt (Co) anlamlı düzeyde bulunmuştur ($P<0,01$). Manganez (Mn) yem ve toprakta (yüzey) anlamlı olarak ($P<0,01$) daha yüksekti. Ayrıca tüylerde Pb ve Cd konsantrasyonları anlamlı ($P<0,01$), dışkıda Cr ve Zn konsantrasyonları anlamlı olarak ($P<0,01$) yüksek bulunmuştur. Nikel, tüylerde ve yumurta kabuğunda anlamlı olarak ($P<0,01$), Mn ve Co konsantrasyonları ise kan ve dışkıda sırasıyla anlamlı olarak ($P<0,01$) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda kuyruk DNA'sı ile kandaki Pb ($r_s=0,75$; $P<0,05$) ve Cd ($r_s=0,67$; $P<0,05$) konsantrasyonları arasında anlamlı pozitif korelasyon bulunduğunu belirtmişlerdir. Tüm bunların sonucunda toprakta, suda, tüylerde ve kanda ağır metallerin bulunduğu ve *Pavo cristatus*'un DNA hasarı ile ilgili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Chung vd., (2023) çalışmalarında metal dozları ile ürotelyal karsinom (UC) riski arasındaki ilişkileri belirlemek için çoklu metallerin olası maruz kalma kaynaklarının açıklanmasının literatürde şu anda sınırlı olduğunu belirlemişlerdir. Temel bileşen analizi (PCA) kullanarak 10 metalin (Vanadyum, krom, manganez, kobalt, nikel, bakır, çinko, arsenik, kadmiyum ve kurşun) maruz kalma kaynaklarını belirlemeye çalıştıklarını ve ardından çeşitli ana bileşen (PC) puanlarını sigarayla ilgili bireyler de dahil olmak üzere çevresel özelliklerle ilişkilendirdiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca, UC riskleri ile birlikte idrar 8-hidroksi-2'-deoksiguanozin (8-OHdG) ve DNA hipometilasyon belirteçlerinin (5-metil-2'-deoksisitidin seviyeleri; %5-MedC) araştırıldığını, bu hastane temelli vaka kontrol çalışmasını histolojik olarak doğrulanmış hastalığı olan 359 UC hastasında ve 718 kontrolde gerçekleştirildiğini ve tüm verilerin yüz yüze görüşmelerden ve tıbbi kayıtlardan toplandığını belirtmişlerdir. Lökosit dna'sında çoklu ağır metal ve DNA metilasyonunun analizi için katılımcılardan yaklaşık 6 mL kan ve idrar kotinin ve 8-OHdG seviyelerini ölçmek için 20 ml'lik bir idrar örneği toplanmıştır. Ek olarak, hibrit kriging/arazi kullanımı

regresyon modeli kullanılarak, bireysel sakinler için ortalama PM2.5 değerleri hesaplanmıştır. UC hastalarında, kontrollerle karşılaştırıldığında kanda önemli ölçüde daha yüksek kobalt, nikel, bakır, arsenik ve kadmiyum ($\mu\text{g/L}$) seviyeleri gözlemlendiğini vurgulamışlardır.

Cortes-Eslava vd., (2023) alışmalarında birçok Şeyi ortaya koymuşlardır. Biyomonitörün ağır metaller (HM) gibi hava kirleticilerin varlığını ve etkilerini değerlendirmek için değerli bir araç olduğunu, toksisiteleri ve kararlılıkları nedeniyle bu bileşikler insan sağlığını ve ekosistemlerin dengesini etkileyebileceğini belirtmişlerdir. HM kirliliğinin koruyucu organizması olma potansiyelini ölçmek için, yabani bitki *Gnaphalium lavandulifolium*, Ekim ve Kasım 2019 arasında 2, 4 ve 8 hafta boyunca México Valley (MAMV) metropol bölgesinde dört bölgeye maruz bırakıldı: Kontrol bitkileri kontrollü koşullar altında kaldığını ve kimyasal analizin yapraklarda on iki ağır metal (Al, Cd, As, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Mn, Zn, V ve Pb) belirlediğini ifade etmişlerdir. Daha sonra ışık mikroskobu altında yarı ince kesitlerde belirlenen yapraklarda makroskopik hasar, daha ince bir analize yol açmıştır. Transmisyon elektron mikroskobu (TEM) kroma kalay yoğunlaşması, protoplast büzülmesi, sitoplazma vakuolizasyonu, hücre duvarı incelmesi, nişasta tanelerinin sayısında ve boyutunda azalma ve kloroplastlarda plastoglobüller gibi önemli yapısal değişiklikler göstermiştir. Strese bağlı programlanmış hücre ölümünün (pcd) tüm bu özellikleri, maruz kalan bitkilerin yapraklarındaki toksik ağır metallerin kontrole kıyasla önemli ölçüde artmasıyla ilişkili bulunmuştur ($p<0.05$). İmmünohistokimyanın, uzun maruz kalma süreleri boyunca ECA ve TLA numunelerinde kaspaz 3 benzeri aktiviteye sahip önemli miktarda proteaz ortaya çıkardığını belirtmişlerdir. Tespit edilen ultrastrüktürel değişiklikler ve spesifik özelliklerin, *G. lavandulifolium*'un ağır metal kontaminasyonunun iyi bir biyomonitörü olarak yararlılığını doğrulamıştır. Bitkilerde abiyotik stres koşullarının belirteçleri olarak hücre altı değişiklikleri dikkate alma olasılığını desteklediklerini vurgulamışlardır.

Di Fiore vd., (2023) yaptıkları bu çalışmada polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH'lar), ağır metallerin ve plastikleştirici kalıntıların sürekli olarak çevreye salındığını ifade etmişlerdir. *Apis mellifera* L. ve bal gibi canlı organizmaların

kullanımının, mekansal ve zamansal kirletici değişimlerini kaydetme yeteneğini gösteren geleneksel izleme yöntemleri yerine çevre sağlığı durumunun biyo göstergesi olarak kazançlı olduğunu belirtmişlerdir. PAH'lar ve ağır metal varlığı, Molise bölgesindeki (İtalya) beş farklı lokasyonda iki örnekleme yılında (2017 ve 2018) belirlendiğini ve farklı kirlilik seviyeleri ile karakterize edildiğini vurgulamışlardır. 2017 yılında tüm numunelerdeki PAH'ların çoğu tespit limitinin (LOD) altındayken, 2018'de ortalama konsantrasyonları arı ve bal numunelerinde sırasıyla 3 µg kg-1 ve 35 µg kg-1 olduğu belirlenmiştir. Ağır metaller için 2017'de daha düşük değerler tespit edilirken (LOD'nin altında Be, Cd ve V), 2018'de ortalama konsantrasyonlar daha yüksek, sırasıyla arılarda 138 µg kg-1 ve balda 69 µg kg-1 idi. Bal, çevrede ftalat esterleri ve bisfenol A varlığının göstergesi olarak kullanılmıştır. Tatmin edici sonuçlar hem arıların hem de balın çevresel izleme için önemli bir araç olduğunu doğrulamıştır. Kemometrik analiz, bu matrislerin biyoindikatörler olarak uygunluğunu değerlendirerek, diğer alanlardaki kirletici konsantrasyonu ve değerşkenlik açısından farklılıkları vurgulamıştır.

Gallego-Cartegena vd., (2022) çalışmalarında son yıllarda, özellikle kentsel alanlarda hava kirliliği ile ilgili endişeler önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir. Hava kirleticilerin aktif örneklemesinin tüm laboratuvarlarda her zaman mevcut olmayan özel enstrümantasyon gerektirdiğini; pasif örneklemenin ise aktif alternatiflere göre daha düşük maliyetli olduğunu ancak yine de geniş alanları kapsamak için çaba gerektirdiğini tespit etmişlerdir. Biyolojik sistemlerin pasif örnekleyciler olarak kullanılmasının, çevre sağlığı ve şehir planlamasında karar vericilere yardımcı olmak için hava kirliliği hakkında bilgi sağlayan bir çözüm olabileceğine değinmişlerdir. Bu çalışmanın amacının atmosferik ağır metal kirliliğinin doğal pasif biyomonitörleri olarak tarihi ve yeni yapıların cephelerinde doğal olarak büyüyen hava altı biyofilmlerini (SAB'ler) kullanmak olduğunu ifade etmişlerdir. Somut olarak, Barranquilla (Kolombiya) şehrindeki gibi tropikal bir iklimde yer alan yapılarda kendiliğinden büyüyen SAB'ler, laboratuvar koşullarında yetiştirilen SAB'lere bir alternatif olarak burada sunulan metodolojik yaklağımı geliştirmek için kullanılmıştır. Taksonomik ve morfolojik gözlemler yoluyla SAB'deki biyo-sömürgecilerin doğru bir şekilde tanımlanmasının ardından, beş yapıya ait SAB'lerde biriken parçacıklı maddenin incelenmesi, temel olarak mikro Enerji Dağıtıcı X-ışını flüoresanları ile

temel görüntüleme çalışmalarına dayanan çoklu analitik bir yaklaşım altında yürütüldüğü belirtilmiştir. Bu metodoloji, SAB'lerin orijinal yapısının bir kısmı olan metalleri antropojenik emisyonlardan gelenlerden ayırmaya izin vermiştir. Uygulanan tüm metodoloji, Zn, Fe, Mn, Ni ve Ti gibi yakındaki antropojenik emisyon kaynaklarıyla ilişkilendirilebilecek ana metalik parçacıkların SEM-ed'ler ve μ -EDXRF Ba, Sb, Sn, Cl ve Br tarafından diğerlerinden ayrılmasına yardımcı olmuş ve atmosferik ağır metal kirliliğinin hızlı bir şekilde taranması için iyi bir alternatif olarak kullanılabilmesini ortaya koymuştur.

Iqbal vd., (2023) çalışmalarında kentlerde yaşayan kuşlar, kentleşmenin hem halk hem de yaban hayatı sağlığı üzerindeki etkisini değerlendirmek için yararlı biyomonitörler olabileceğini ortaya koymuştur. Genel olarak dağılmış kentsel kuş türleri olan Ev kargası, Hint Okyanusu sınırındaki Güney Asya, Güneydoğu Asya ve Afrika'nın dokuz şehrinde ağır metal birikim seviyeleri açısından incelenmiştir. Tüyler, Pb, Zn, Ni, Mn, Cd, Cr, Fe, Li ve Cu gibi on ağır metalin birikmesi için spektroskopik olarak araştırılmış Fe ve Zn tüm bölgelerde en yaygın metaller olarak bulunmuştur. Çalışılan kimi bölgelerde genel olarak ölçülen Pb, Fe ve Cu konsantrasyonları, kuş toksikolojik çalışmalarında ölümcül olarak bildirilen toksisite seviyelerinin üzerindeydi. Çok değişkenli analiz ve doğrusal modeller, metallerin çoğunun seviyesi için önemli bir belirleyici olarak coğrafi konumu desteklemiştir. Genel olarak Zn ve Cu ve bazı bölgelerdeki Pb, Cd, Mn, Cr'nin çevredeki ortamlardan potansiyel biyolojik birikim sergilediği belirlenmiştir. Türler arası karşılaştırmalar, ev kargasının yerel kentsel çevre kirliliğinin niteliksel ölçülmesi için güvenilir bir biyogösterge türü olduğu ve bölgeler arası izleme programları için faydalı bir araç olabileceği düşüncesini güçlendirmektedir.

Isinkaralar (2022a) yaptığı çalışmada trafik emisyonları ve endüstriyel faaliyetlerin fosil yakıtlardan kaynaklanan atmosferik kirlenmeye neden olduğunu, hava kirleticilerinin potansiyel alımının ekosistemi etkilediğini ve hava kalitesini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Ağaçlarda iz metal birikiminin, yıllar içinde kök alımı, yaprak biriktirme yolları ve yapraktan emilim nedeniyle hücrelerinde toksisite gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ağaçların gerçekten de biriktirme miktarı için uzun süre veri sağlayabileceğini ve böylece kentsel peyzaj ağaçlarının, yeni bir araştırma alanı

başlatarak bölgesel atmosferik kirliliği değerlendirmek için bir biyomonitör olarak etkili bir şekilde izlenebileceğini vurgulamışlardır. Bu çalışmanın amacının Ankara'da bir bölgedeki peyzaj ağaçlarına motorlu taşıtlar, yerleşim yerleri ve küçük sanayiler ile Mn, Ni, Cr, Cu, Al, Zn, Fe ve Cd birikimini gerçekleştirmek olduğunu belirtmişlerdir. *A. altissima* (Mill.), yerel peyzaj ağacı türleri, istilacı bir sokak ağacı ve kentsel alanlarda aşırı gergin türler olarak seçilmiştir. Eser metallerin eğilimlerini belirlemek için bir biyomonitör olarak kullanılmış ve 1950 ile 2020 arasındaki uzun vadeli atmosferik birikimi ağaç halkaları aracılığıyla analiz etmiştir. Elde edilen sonuçlar yıllara göre odun < iç kabuk < dış kabuk olarak belirlenmiştir. Toksik metal birikimi aşağıdaki kaynakların emisyonları ile önemli ölçüde ilişkilendirilmiştir. *A. altissima*'nın (Mill.) sokak ağaç halkaları, metal kontaminasyon seviyelerini tahmin etmek için geriye dönük biyo-monitör olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Isinkaralar (2022b) yaptığı çalışmada kentsel çevre kirliliğinde iz metallerin biyolojik olarak izlenmesi için birkaç ağaç etkili bir şekilde kullanıldığını, eserin metallerin türleşmesi ve bitkide organlar arası geçişleri hakkında bilgi verdiğini belirtmişlerdir. Ağaçların odunlarında mevsimsel farklılıkların etkisiyle oluşan organlar yardımıyla hangi yılda hangi bölümün oluştuğu belirlenebilir. Hava kirleticilerin insanlara ve doğadaki diğer canlılara verdiği zararların genel olarak kirlilik belirtisi olarak anıldığını ve zamanla yakın türlerin vücutlarında biriken antropojenik kaynaklardan salındığını ifade etmişlerdir. Ahşap, iç kabuk ve dış kabukta birikme nedeniyle hava kirleticilerin tarihçesi hakkında bilgi verirler. Bu çalışmada *R. pseudoacacia* L., *C. arizonica* G. ve *Platanus orientalis* L.'nin organları, İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ile biyomonitör olarak analiz edilmiştir. Tüm numuneler oldukça geniş bir sanayi alanına sahip olan Kocaeli ili sanayi bölgesinden alınmıştır. Çalışmanın sonuçlarının, *R. pseudoacacia* L.'nin biyomonitör olarak Fe, Mg ve Zn konsantrasyon seviyeleri için en uygun tür olduğunu gösterdiğini vurgulamışlardır.

Isinkaralar (2022c) çalışmasında atmosferik ağır metal birikiminin, endüstriyel faaliyetler ve motorlu taşıtlar gibi antropojenik etkiler nedeniyle yaygın olarak meydana geldiğini ve bunun sonucunda önemli ölçüde artarak insan sağlığını ve çevreyi tehdit edecek düzeye ulaştığını ifade etmişlerdir. Bu biriktirme faktörleri arasında doğada kolayca parçalanmayan, biyolojik olarak birikme eğilimi gösteren ve

düşük konsantrasyon seviyelerinde bile toksik olabilen ağır metallerin atmosferik konsantrasyonlarının izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Biyomonitörleme, atmosferdeki ağır metal konsantrasyonlarının değişimini belirlemede en etkileyici pasif yöntemlerden biridir. Bu çalışmanın amacının, biyomonitör olarak ağaç halkalarını kullanarak kentsel alanlarda antropojenik emisyon kaynaklarının etkisini araştırmak olduğunu belirtmişlerdir. *Cedrus atlantica*, genellikle parklarda, yol kenarlarında ve peyzaj düzenlemelerinde tercih edildiği için seçilmiştir. Örnekler, Kastamonu ilinde yol kenarındaki, yoğun nüfuslu ve küçük ölçekli sanayiye yakın parklardan toplanmıştır. Kurşun (Pb) ve Kadmiyumun (Cd) organlarda atmosferik birikimi yıllara ve yönlere göre analiz edilmiş ve dış kabuktaki birikimlerinin diğer organlara göre oldukça yüksek (Cd değeri 2226,2 ppb ve Pb değeri 38201,1 ppb) olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, trafik yoğunluğu ve endüstriyel emisyonlar Pb ve Cd konsantrasyonlarını etkilediğini ve bu çalışmanın, peyzaj bitkilerinde atmosferik ağır metal birikimi için yararlı bilgiler sağlayacağını vurgulamışlardır.

Isinkaralar vd., (2022a) yaptıkları bu çalışmada günümüz kentlerinde endüstriyel faaliyetlerin yaygınlaşmasıyla birlikte kentsel nüfus ve yapı yoğunluğundaki artış sonucunda kent coğrafyasında kirlilik değerleri artmakta olduğunu ifade etmişlerdir. Çevresel kirleticilerin birikiminin, kentlerin yapılaşmasında dikkate alınması gereken en önemli sorunlardan biri olduğunu ve kentsel alanlarda çeşitli faaliyetlerden kaynaklanan ağır metal kirliliğinin, en riskli çevresel sorunlarından biri olduğunu ortaya koymuşlardır. Ağır metaller, insan etkinlikleri nedeniyle yoğunlaşmakta olup, izlenmesi ve birikim düzeylerinin belirlenmesi gerektiğini; belirli bir dozun üzerinde birikim yaşanmasının hayati sıkıntılara neden olabileceğinden nüfus yoğunluğunun olduğu bölge ve alanların ağır metal seviyelerinin tespiti ve azaltım çalışmalarının kritik öneme sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ağır metallerin birikimine ilişkin araştırmaların oldukça farklı boyutlarda parametrelerden etkilendiğini, düzeyin belirlenmesi ve kaynak tespiti oldukça karmaşık olduğunu vurgulamışlardır. Fakat bazı peyzaj alanlarında kirleticilerin türünün etkisiyle yüksek birikim sağlayabilmesi nedeniyle, bu bölgelerdeki kirleticilerin seyrini ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın amacının, ağır metallerin biyoizlenmesi yöntemiyle çeşitli peyzaj türlerinde yaprak, ağaç kabuğu ve odundaki Bakır (Cu) ve Demir (Fe) konsantrasyon değerlerini belirlemek olduğunu ifade etmişlerdir. Cu ve Fe konsantrasyonu kıyaslanarak

kullanılan türlerin ağır metal tutma kapasiteleri, bitki türleri ve aynı bitkinin çeşitli organlarında önemli ölçüde değişmiştir. Çalışma sonucunda *Schinus molle* L. türünün kentsel alanlarda tercih edilebileceği, Cu ve Fe birikiminde biyomonitör olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir.

Javanmardi vd., (2022) yaptıkları çalışmada pek çok bilgiyi ortaya koymuşlardır. Çimento üretiminin tüm ekonomik faydalarına rağmen, çimento üretim sürecinin yan ürünü olan ağır metallerin çevre ve insan sağlığı için ciddi tehditler oluşturabileceğine değinmişlerdir. İran'ın güneybatısındaki Şiraz çimento fabrikası 1979'dan beri faaliyet gösterdiğini ve bugüne kadar, bölgedeki ağır metal kirliliğinin boyutunu incelemek için hiçbir biyoizleme çalışması tamamlanmadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle dört yerli bitki türünün, yani *Platanus occidentalis* L. (çınar), *Salix babylonica* (söğüt), *Acer* (akçağaç) ve Okaliptüs (mersin) yapraklarında biriken ağır metal konsantrasyonlarını ölçmeye başlamışlardır. Numuneler, 2014 ilkbahar ve yaz aylarında fabrikadan 1.0–3.0 km'lik radyal mesafeler boyunca toplanmıştır. Bitki yapraklarındaki kurşun (Pb), krom (Cr), bakır (Cu), çinko (Zn), manganez (Mn) ve kadmiyum (Cd) konsantrasyonlarının ağır metaller için izin verilen limitleri aştığı bulunmuştur. Analiz, ağır metal konsantrasyonlarının ilkbahardan yaza arttığını ve fabrikadan uzaklaştıkça azaldığını; Pb ve Cr'ye rağmen, Mn, Cu, Zn ve Cd konsantrasyonlarının, yağış, rüzgâr hızı ve yönü, sıcaklık ve evapotranspirasyondaki değişikliklerle güçlü bağımlılıklar gösterdiği belirlenmiştir. *P. occidentalis* L. (çınar) ve *Eucalyptus* (mersin), *S. babylonica* (söğüt) ve *Acer* (akçağaç) ile kıyaslandığında en yüksek ağır metal biriktirme oranlarını göstermesine rağmen, bitkilerin kirliliği emme verimliliği büyük ölçüde hâkim rüzgâr yönüne ve fabrikadan uzaklığına bağlı olduğu tespit edilmiştir. Kuzeybatı ve batıdaki hâkim rüzgâr yönlerinde, absorpsiyon oranı hâkim olmayan rüzgâr yönleri kadar yüksek olmadığı ve ağır metallerin büyük olasılıkla 3,0 km'den daha uzağa gittiği belirtilmiştir. Mevcut araştırmanın, yaprak dökken ormanları biyolojik olarak izlemenin ve bir yıllık büyüme sırasında ağır metallerin uzun vadeli biyolojik birikimini incelemenin avantajlarını vurguladığını; benzer bitki türleri arasında maruz kalma süresi ve absorpsiyon koşulları sabit olduğundan, ağır metal konsantrasyonlarındaki değişiklikler mesafe ve rüzgâr yönünün etkisini yansıttığını ifade etmişlerdir. Bu, çevre yöneticilerinin, belirli ağaç türlerini, yalnızca kirlilik kaynağından uygun bir mesafe ve yönde dikerek endüstriyel

bölgelerdeki ağır metal kirliliğini kontrol etmek için sürdürülebilir önlemler geliştirmelerine yarar sağlamaktadır.

Liu vd., (2022) çalışmalarında ağaç dokularının çevreden ağır metal biriktirebileceği ifade etmişlerdir. Bu sebeple, Pekin, Çin'in karayolu kenarı boyunca dört sokak ağacı türü olan *A. altissima*, *Broussonetia papyrifera*, *Pinus tabuliformis* ve *Rhus typhina*'da Pb, Cr, Mn, Cu ve Zn metallerinin varlığını değerlendirmeyi amaçlamışlardır. 2021 yılı yazında ağaçların yaprak, gövde kabuğu ve dal yıllık segment kabuğundan numune almalar yapılmış ve ağır metal konsantrasyonları belirlenmiştir. Sonuçlar, *R. typhina* yapraklarında (23,724 mg/kg) ve kabuklarında (14,454 mg/kg) toplam ağır metallerin en yüksek ortalama konsantrasyonunu ortaya çıkarmıştır. *B. papyrifera* yapraklarında (0,36) ve *P. tabuliformis* kabuklarında (0,21) Zn için maksimum biyokonsantrasyon faktörü kaydedilmiştir; *B. papyrifera* yaprakları (0,225) ve *P. tabuliformis* kabuğu (0,108) için maksimum kapsamlı biyo-konsantrasyon indeksi gözlenmiştir; Maksimum metal birikim indeksi *R. typhina* yapraklarında (29,682) ve kabuğunda (12,407) ölçülmüştür. Hava kaynaklı metallere dayanarak, *P. tabuliformis* en yüksek toz toplama kapasitesini göstermiştir. Genellikle *B. papyrifera* ve *P. tabuliformis*, incelenen diğer türlere göre topraktan en yüksek emilim oranını sergilemiş ve *R. typhina*, havadaki ağır metal kirliliği için en güçlü fitoremediasyon yeteneğini göstermiştir. Bunun dışında, sonuçların, *P. tabuliformis*'in dal yıllık segment kabuğunun, kentsel bir alanda belirli bir süre boyunca ağır metal kirliliğini izlemek için kullanılabilir kusursuz bir kayıt taşıyıcı olduğunu tespit etmişlerdir.

Mao vd., (2022) yaptıkları bu çalışmada ağır metal hava kirliliğinin, Çin'in turistik şehirlerinde insan sağlığı ve çevre için ciddi bir tehdit oluşturduğuna değinmişlerdir. Bu çalışmada, Güneybatı Çin'de bir turizm merkezi olan Xichang'da yosun torbaları kullanarak atmosferik ağır metal kirliliğinin zamansal ve mekânsal değişimlerini araştırdıklarını ifade etmişlerdir. Biyolojik izleme araştırmasında, torbalara nakledilen yerel bir yosun (*Taxiphyllum taxirameum*) kullanıldığını, yosun torbalarının, 2019-2020'de dört farklı mevsimde endüstriyel, tarımsal, kentsel / konut, turistik ve yüksek trafikli alanlar dahil 22 alana maruz bırakıldığı belirtilmiştir. Sonuçlar, *T. taxirameum*'un Xichang'daki hava kirliliğinin iyi bir biyo-izleyicisi olduğunu göstermiştir. 22 Örnek nokta arasında G102 otoyolu boyunca hava kirliliği en kötüsü

olduğunu vurgulamışlardır. Ağır metal emisyonlarının farklı bölge ve yönlerde değişiklik gösterdiğini; zamansal değişimlerin, yosun torbalarında biriken ağır metalleri önemli ölçüde etkilediği ve çoğu elementin yaz aylarında neredeyse tüm örnekleme alanlarında düşük düzeyde biriktiği gözlemlenmiştir. Farklı mevsimler ve bölgelerin atmosferik ağır metal kirliliğini etkileyen önemli faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Korelasyon analizi ve pozitif metrik çarpanlara ayırma modeline dayanan sonuçlar, Xichang'daki yosun torbalarındaki ağır metallerin esas olarak antropojenik kaynaklardan ve atmosferik birikimden elde edildiğini ortaya koymuştur. Genel olarak, bu araştırmanın kentsel alanlarda hava kirliliğinin izlenmesi için önemli bir referans sağladığını tespit etmişlerdir.

Nekhoroshkov vd., (2022) yaptıkları bu çalışmada 2015 yılında Kırım Dağları topraklarında ağır metallerin ve diğer elementlerin atmosferik birikintilerinin, yosun biyoizleme tekniği kullanılarak değerlendirildiğini belirtmişlerdir. Yosunlardaki muhtemel element kaynaklarını belirlemek için faktör analizi, konsantrasyon faktörleri ve zenginleştirme faktörleri kullanılmıştır. Elementlerin yosunlar üzerinde birikmesine ana katkı, kaya malzemelerinin ayrışması olarak belirlenmiştir. Tarım ve deniz emisyon kaynaklarının sırasıyla atmosferik Br ve I'nin önemli faktörleri olduğu bulunmuştur. Ağır metallerin ve diğer elementlerin dağılımını temsil eden haritaların, Kırım'ın güney kıyılarında ve Simferopol şehri yakınlarında yüksek düzeyde elementler ortaya çıkardığı tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin diğer dağlık bölgeler için yapılan biyo-izleme çalışmalarının verileriyle karşılaştırılması, Bulgaristan, Makedonya ve Norveç'ten gelen yosunlara göre daha yüksek Al, V, Cr, Fe, Ni ve As seviyeleri gösterdiği, ancak Gürcistan, Türkiye, Romanya ve Kuzey Sırbistan'dan gelen yosunlardan daha düşük olduğu belirtilmiştir. Sunulan sonuçların gelecekteki izleme araştırmaları için bir temel oluşturabileceği ortaya konulmuştur.

Popova vd., (2022) çalışmanın atmosferik havadan sınır ötesi transfer sırasında bunlara giren ağır metallerin belirlenmesi için bir mikrodalga bozunma sistemi kullanılarak biyomonitör yosunların hazırlanmasına yönelik koşulların seçimi ile ilgilendiğini belirtmişlerdir. Mineralizasyonun eksiksizliğinin, termal oksidatif spektroskopi-oksitermografi yöntemi kullanılarak kontrol edildiğini ifade etmişlerdir. Metallerin endüktif olarak eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrometresi ile

belirlendiğini ve analizin doğruluğunun Standart Referans Malzeme M2 yosun referans numunesi kullanılarak kontrol edildiği vurgulanmıştır.

Ulah vd., (2022) bu çalışmada yabancı istilacı bir tür olan *Xanthium strumarium* L., Pakistan'ın Hayber Pakhtunkhwa bölgesinde seçilmiş ağır metallerin (Pb, Cd, Zn ve Cu) biyomonitörü olarak ilk kez kullanıldığına değinmişlerdir. Toprak ve bitki örneklerinin, kıyaslama için ağır metallerin kaynağına ve yoğunluğuna göre yollar, kentsel ve kırsal alanlar olarak kategorize edilen 15 lokasyondan toplandığını belirtmişlerdir. Tüm metal konsantrasyonları, doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşmak için atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) kullanılarak asitle sindirilmiş numunelerden ölçülmüştür. Beklendiği gibi, yollardan kırsal kontrol alanlarına (yol>kentsel>kırsal olarak sıralanmış) kadar topraklarda ve bitkilerde ağır metal konsantrasyonlarında bir azalma eğilimi bulduklarını ifade etmişlerdir. Pearson'ın korelasyon analizi, ağır metal kirleticilerin kaynağını araştırmak için gerçekleştirilmiştir. Karayolu trafik araçlarının ve ertime emisyonlarının temel etkenler olduğunu, ardından endüstriyel ve evsel atık su ve kırma tesisleri gibi antropojenik kaynakların geldiğini tespit etmişlerdir. Ağır metallerin çevresel toksisitesi göz önüne alındığında, Cd konsantrasyonu Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından önerilen izin verilen sınırın üzerinde olduğunu ve bölge sakinlerinin potansiyel sağlık riskleri konusunda önceden uyarılmasına izin verdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışma, *X. strumarium*'un güçlü metal biriktirme kapasitesine bağlı olarak elverişli bir biyoindikatör olarak görüldüğünü ortaya koymuştur. Benzer şekilde, diğer istilacı türlerin de bölgede çevrenin kalitesine ilişkin anlayışlarını daha verimli bir şekilde geliştirmek amacıyla biyoizleme için kullanılabileceği sonucuna varıldığını vurgulamışlardır.

Görüldüğü üzere özellikle farklı ortamlarda yetişen bitkilerin kimyasal yapısındaki değişimin belirlenmesi ve dolayısıyla ağır metal konsantrasyonlarının izlenmesinde bitkilerin kullanılabilirliği konusunda çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Özellikle ağır metal konusunun bu kadar gündemde olması, değişen çevre şartlarının yarattığı olumsuz etkilerin fark edilmesi ve bu konunun insan sağlığını ve konforunu önemli ölçüde etkileyebilecek olması dolayısıyladır (Cesur vd., 2021; Istanbulu vd., 2023).

Günümüzde bütün dünya genelinde en önemli sorunlar kentleşme (Dogan vd., 2022; Tekin vd., 2022; Zeren Cetin vd., 2022), küresel iklim değişikliği (Cantürk ve Kulaç, 2021; Cetin vd., 2023; Varol vd., 2021a,b; Varol vd., 2022a,b) ve çevre kirliliği zikredilmektedir (Arıcak vd., 2016; Aydogdu ve Sevik, 2015; Cetin vd., 2017a,b,c). Sanayi devrimiyle teknolojik gelişmeler sonucunda insanların istekleri ve ihtiyaçları çeşitlenerek artmış, bunların karşılanabilmesi için yapılan üretimlerse yeraltından mineral kaynakların çıkartılıp sanayi faaliyetlerinde hammadde olarak kullanılmasını zorunlu kılmıştır (Bayraktar, 2021; Kaplan vd., 2021; Shahid vd., 2017). Bu süreç, sanayide hammadde olarak kullanılan çeşitli kirleticilerin salınımına bağlı olarak hava (Cetin vd, 2019a,b; Isinkaralar vd., 2015; Sevik vd., 2017a; Sevik, 2020), su (Mutlu., 2019; Uzun Ozel vd., 2019; Uzun Ozel vd., 2020) ve toprak (Cetin vd., 2019c; Cetin vd., 2022a,b) kirlenmesine sebep olmuştur. Bu süreçte nüfus artışı ve kentleşme, kentsel alanlarda kirlilik seviyesinin daha da yüksek seviyelere çıkmasına sebep olmuştur (Kilicoglu vd., 2020; Sevik, 2021; Şen vd., 2018).

Çevre kirliliğinin bazı bölgelerde insan sağlığını tehdit edecek seviyede artması ve bu kirliliğin kentsel alanlarda yoğunlaşması küresel iklim değişikliğinin etkileri ile birleşince daha büyük sorunlara yol açmaya başlamıştır. Şöyle ki kentsel alanlarda insan faaliyetlerine bağlı olarak oluşan ısı adaları, insanların konfor şartlarını sağlayabilmek amacıyla iklimlendirme cihazlarını daha fazla kullanmalarına, bu kullanım enerji üretiminin, ısı adası etkisinin ve kirlilik düzeyinin daha da artmasına sebep olmuştur. Sonuç olarak da daha yüksek konfor ortamının sağlanması ve bu işlemin daha az enerji tüketimi ile gerçekleştirilebilmesi amacıyla konfor açısından uygun alanların belirlenmesi (Adiguzel vd., 2020; Cetin, 2016a; Cetin vd., 2018a; Cetin, 2019; Cetin, 2020; Gungor vd., 2020; Kaya vd., 2019; Kilicoglu vd., 2021; Ortakavak vd., 2020; Zeren Cetin ve Sevik, 2020), doğadan faydalanmayı gerektiren aktivitelerin planlanmasında sürdürülebilirlik ilkeleri (Cetin ve Sevik, 2016a; Cetin vd., 2017d; Cetin vd., 2018a,b,c; Yucedag vd., 2018), doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı azaltmak amacıyla geri dönüşümlü malzemelerin kullanımı (Altera vd., 2019; Bayraktar, 2019; Bayraktar, 2020a,b,c,d; Cetin vd., 2019), çevre ve özellikle hava kirliliğinin belirlenmesi, izlenmesi ve kirlilik düzeyinin azaltılabilmesi (Aydogdu ve Sevik, 2018; Cetin ve Sevik, 2016b,c; Cetin, 2016b; Cesur vd., 2022; Sert vd., 2019)

ve küresel iklim değışikliği (Çetin vd., 2018; Çetin, 2020) konularında çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmalar esnasında özellikle bitkileri konu alan çalışmalar ayrı bir önem taşımaktadır. Çünkü dünyadaki canlı yaşamı bir şekilde bitkilere bağımlıdır (Şevik, 2011; Yiğit vd., 2016). Bitkilerin en önemli fonksiyonu gün ışığını kullanarak besin üretmeleridir (Şevik vd., 2013a,b; Varol vd., 2019a,b). Ancak buna ek olarak bitkiler hava kirliliğinin her türlüşünü azaltır (Ozel vd., 2020) erozyonu önler, iklimi dengeler, insanlar üzerinde psikolojik olarak olumlu yönde etkiler yapar ve önemli birer ekonomik kaynaktırlar (Kesik vd., 2014; Sevik vd., 2011; Şevik, 2005; Turna vd., 2009). Dolayısıyla bitkiler pek çok ekonomik (Sevik, 2012; Yigit vd., 2016a,b), ekolojik (Sevik ve Topacoglu, 2015; Sevik ve Cetin, 2016a,b; Varol vd., 2020) ve sosyal (Cetin, 2015a,b; Ertugrul vd., 2019; Ozkazanc vd., 2019) fonksiyonu yerine getirirler.

Ancak, bitkilerin bu fonksiyonları yerine getirmeleri, büyüme performansları ile ilişkilidir. Çünkü bitkiler diğer canlıların yapamadığı fotosentezi yaparak, besin ve oksijen üretirler (Sevik vd 2012a; Yigit vd., 2018). Bu işlem esnasında da havadaki ve topraktaki çeşitli maddeleri kullanırlar (Kravkaz Kuscı vd., 2018a,b; Şevik vd., 2016). Dolayısıyla bitkilerin belirtilen fonksiyonları yerine getirmeleri fotosentez yapmalarına bağlı olup, bu süreç tamamen bitki genetik yapısı (Topacoglu vd., 2017; Turna vd., 2010) ile çevre şartlarının (Ertugrul vd., 2021; Sevik vd., 2017b) etkisi ile şekillenmektedir. Bu esnada bitki gelişimi gübreleme, hormon uygulamaları (Guney vd., 2016a,b; Topacoglu vd., 2016a,b; Zamani vd., 2020) veya kuraklık (Sevik ve Ertürk, 2015; Sevik ve Cetin, 2015; Topacoglu vd., 2016b) ve don (Sevik ve Karaca, 2016) gibi faktörlere de bağlı olarak değışmektedir. Bundan dolayı bitkilerin, istenilen amaç doğrultusunda etkin kullanılabilmeleri için öncelikle hangi bitkinin hangi şartlarda büyüme ve gelişimi ile morfolojik, anatomik, fizyolojik karakterlerinin ve kimyasal yapısının nasıl şekillendiğinin belirlenmesi gerekmektedir. Bundan dolayı bitkilerde bu karakterlerin nasıl değıştiği konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Cetin vd., 2018d,e; Sevik vd., 2019d; Yigit vd., 2019) ve bu çalışmalara her gün yenileri eklenmektedir.

2.2 Çalışmaya konu elementler hakkında genel bilgiler ve yapılan çalışmalar

Çalışmaya konu elementler hem insan ve canlı sağlığı hem ekosisteme etkileri hem de bazılarının besin elementi olması dolayısıyla, çok sayıda çalışmaya konu olmuş elementlerdir. Bundan dolayı bu elementler konusunda yapılmış çalışmaların tamamının sadece isim olarak dahi bir çalışmada verilmesi mümkün değildir. Bundan dolayı bu bölümde elementler hakkında kısa açıklamalar ve bu elementlerin konu edildiği çalışmalarda elde edilen bazı sayısal değerler örnek olarak verilmiştir.

2.2.1 Cr Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Cr en toksik ve zararlı elementlerdendir. Genel olarak paslanmaz çeliklerin, lehim ve pas engelleyicilerinin üretiminde, cilalar, boyalar, cam ve seramik malzemelerin yapımında, deri endüstrisinde kullanıldığı belirtilmektedir (Asri ve Sönmez, 2006). Aslında için mikro besin olarak gerekli olmasına rağmen, yüksek seviyelerde zararlı olabilmektedir (Shahid vd., 2015).

İnsanlarca solunum yoluyla alındığında burun akıntısı ve kanamalar, üst solunum yolları tahribatlarının yanı sıra alerjik durumlarda astım krizleri görülebilmektedir (Asri ve Sönmez, 2006). Cr kanserojen bir element olup yaşayan organizmalar için en toksik ağır metallere birisidir (Shahid vd., 2017). Bu sebepten dolayı çevresel riskler açısından çalışmalara en çok konu edilen ağır metallere dendir.

Tunçer (2020) en düşük Cr konsantrasyonunun 294,933 ppm ile trafik yoğunluğunun orta düzeyde olduğu yıkanmış domates meyvesinde, en yüksek Cr konsantrasyonunu ise 2472,267 ppm ile trafik yoğunluğunun az olduğu alanda yıkanmış domates yapraklarında belirlemiştir.

Pınar (2019) Cr konsantrasyonunun trafik yoğunluğu ile bağlantılı olarak arttığını, en düşük değer 443,3 ppb ile trafiğin olmadığı alanlarda at kestanesi tohumlarında, en yüksek değer 7046,6 ppb ile trafiğin yoğun olduğu alanlardaki at kestanesi yapraklarında elde edildiğini belirtmektedir.

2.2.2 Pb Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Pb, ayrı bir öneme sahiptir. Endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerde yaygın olarak kullanılmasına bağlı olarak atmosfere yayılmaktadır ve her hâlükârda toksik özellik taşımaktadır. Pb insan faaliyetleriyle ekolojik sistemde en zararlı veren ağır metallerin başında gelmektedir (Mossi, 2018). Atmosferdeki Pb'un %90'ının 1925 yılından itibaren kurşun içerikli benzin kullanımı sonucu oluştuğu belirtilmektedir (Çavuşoğlu ve Çakır Arıca, 2007; Yalçın ve Yalçın, 2013).

Bu sebeple Pb'un trafik yoğunluğuyla ilişkisi üzerine pek çok çalışma yapılmış ve yapılan çalışmalarda genellikle Pb kirliliğinin trafik kaynaklı olarak arttığı belirlenmiştir. Sevik vd., (2019a) *A. altissima* yapraklarında trafiğin olmadığı alanlarda 321 ppb olan Pb konsantrasyonunun trafiğin yoğun olduğu alanlarda 8181 ppb seviyesine yükseldiğini belirlemişlerdir. Batır (2019) çalışmasında yaprakta en düşük değerin 2,47 ppm ile elmada, dalda en düşük değerin 1,66 ppm ile gülde ve meyvede en düşük değerin 2,32 ppm ile vişnede olduğunu, en yüksek değerlerin ise 3,54 ppm ile ateş dikeni yaprağında, 2,01 ppm ile ateş dikeni dalında ve 4,34 ppm ile gül meyvesinde olduğunu belirlemiştir.

Gültekin (2020) Pb konsantrasyonunun genel olarak en düşük değerlerin köyden toplanan yıkanmayan organlarda, en yüksek değerlerin ise trafiğin yoğun olduğu kent merkezinden toplanan bitkilerden elde edildiğini belirlemiştir.

2.2.3 Ni Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Nikel kömür, petrol, çelik, alaşımların üretiminde, galvaniz ve elektronik endüstrisinde sıkça kullanılan elementlerdendir (Shahid vd., 2015). Ni insanlarda deriyi tahriş etmesine ek olarak kalp-damar sistemine oldukça zararlı ve kanserojen bir ağır metaldir. Ni yakıt yanması, madencilik faaliyetleri ve rafinasyon işlemleri ve kentsel atık küllleştirilmesiyle havaya yayılır (Kartal vd., 2004). Bundan dolayı trafik kaynaklı Ni kirliliği konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Akarsu, 2019; Saleh, 2018).

Saleh (2018) çalışmasında en düşük Ni konsantrasyonu değerinin 1,766 ppb ile trafiğin olmadığı alanlarda *A. hippocastanum* türünde en yüksek değer ise 23,346 ppb ile trafiğin yoğun olduğu alanlarda *P. cerasifera* türünde elde edildiğini belirtmektedir. Kececi (2019) genel olarak Ni konsantrasyonunun 1064 ppb (bir yaş yıkanmamış kabuk) ile 19,428 ppb (beş yaş yıkanmamış ibre) arasında değiştiğini belirtmektedir.

Akarsu (2019) yol tarafındaki numunelerde en yüksek Ni konsantrasyonlarının dış kabukta, en düşük Ni konsantrasyonlarının ise odunda elde edildiğini belirtmektedir. Alkharam (2019) Ni elementinin hem ibrelerde hem odunlarda hem de kabuklardaki değişiminin trafik yoğunluğuna bağlı değişimini incelemiştir. Cesur (2019) çalışmasında Ni elementinin organ bazında yöne bağlı olarak değişimini ve odunda yıla bağlı olarak değişimini incelemiştir. Ortalama değerlere göre en düşük değer odunda, en yüksek değer ise dış kabukta elde edilmiştir.

Mossi (2018) trafiğin olmadığı alanlarda en düşük Ni konsantrasyonunu yıkanmış *L. vulgare* dallarında (119 ppb) en yüksek yıkanmamış *B. orientalis* dallarında (1753 ppb) elde ederken trafiğin az yoğun olduğu alanlarda en düşük Ni konsantrasyonunu yıkanmış *B. orientalis* yapraklarında (134 ppb) en yüksek ise yıkanmamış *E. japonica* dallarında (5019 ppb) elde etmiştir.

2.2.4 Co Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Yeryüzünde en az bulunan elementlerden olan Co sanayide geniş bir kullanım alanına sahiptir. Co en fazla süper alaşım olarak jet motorlarının türbinlerinde kullanılmakta, malzemelere manyetiklik özelliği kazandırılması, korozyondan koruma ve mekanik özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla alaşımlarda ayrıca, yüksek hız çeliklerinde, elmas takımlarında ve kesici uçlarda alaşım elementi olarak kullanılmaktadır. Bileşikleri ise petrol ve seramik endüstrisinde kullanılmaktadır. Havada bulunan toz halindeki Co'nun solunması veya Co tuzlarına deri teması sonucunda Co zehirlenmesi gerçekleşmektedir (Kartal vd., 2004).

Tunçer (2020) çalışmasında en düşük Co konsantrasyonunun 99,800 ppm ile yıkanmış domates yaprağında, en yüksek değer ise 1453,600 ppm ile yıkanmış biber

yapraklarında elde edildiğini belirtmektedir. Batır (2019) Co konsantrasyonunun dal yaprak ve meyve şeklinde düşükten yükseğe doğru sıralandığını belirlemiştir.

Kececi (2019) Co elementinin organ yaşına bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini, genellikle en yüksek konsantrasyonların yıkanan kabuklarda elde edildiğini belirtmektedir.

2.2.5 Cd Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Endüstriyel faaliyetlere ek olarak tarımsal faaliyetler (özellikle fosforlu gübre kullanımı), yerleşim alanlarında lağım atıklarıyla ve atmosferik depositlerle yayılan Cd genel olarak Cd içeren partiküllerin çökmesiyle bitkiler ve topraklara ulaşır. Trafiğe bağlı olarak, yol kenarlarında üst topraklarda yılda 0,2-1,0 mg/m² Cd ilavesi olduğu belirlenmiştir (Asri ve Sönmez, 2006). Cd, geniş kullanım alanlarına ek olarak önemli ve oldukça zararlı bir kirleticidir ve son derece toksiktir. Cd'un karsinojen etkili olduğu 1976 yılında belirlenmiştir. 1993 yılında da IARC (International Agency for Cancer Research) tarafından Tip 1 karsinojen olarak sınıflandırılmıştır (Boğa, 2007).

Saleh (2018) çalışmasında Cd konsantrasyonunun tür bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini incelemiş ve en düşük değeri 1,553 ppm ile trafiğin olmadığı alanlarda *E. angustifolia* türünde en yüksek değeri ise 123,340 ppm ile trafiğin yoğun olduğu alanlarda *S. babylonica* türünde elde etmiştir. Kececi (2019) yaptığı çalışmada Cd elementinin organ yaşı ve türüne bağlı değişimini değerlendirmiş incelemiş ve dallarda yüksek oranda bulunduğunu belirtmiştir.

2.2.6 V Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Bazı çelik alaşımlarında, demir ve paslanmaz çelik ile Ni alaşımları V kaynaklarındandır. V, akut etkileri arasında; gözler, cilt ve solunum yollarının tahrişi, kronik etkileri arasında ise bronşit, retinitis, akciğerde sıvı birikimi ve pnömoni sayılabilen bir elementtir (Aksu, 2018). Yerkabuğunda en çok bulunan beşinci geçiş elementidir (Imtiaz, vd. 2015). Çevreye ağırlıklı olarak endüstri, madencilik, fosil yakıt yakma, gübreleme gibi antropojenik faaliyetler yoluyla girmekte (Altaf vd.,

2021) ve yüksek V konsantrasyonları mikroplar, bitkiler, hayvanlar ve insanlar için potansiyel sağlık riskleri oluşturabilir (Chen vd. 2021; Hao vd. 2021).

İnsanlarda ($V > 4500 \mu\text{g/g} \ddot{u}\text{n}$) V alımının iyi tanımlanmış eřik seviyesinin aşılması, vazokonstriksiyon, konjesyon, akciğerlerde ve adrenal kortekste fokal kanama, konjesyon, karaciğer yağlanması ve ishal, dehidrasyon, kardiyak rahatsızlıklar, gıda alımında azalma veya kilo kaybı gibi sorunlara neden olmaktadır (Altaf vd. 2022). V'ye uzun süreli maruz kalma, dalak, kemikler ve sinir sisteminde fonksiyonel lezyon riskini artmasına neden olmaktadır. (Yu ve Yang, 2019). Ayrıca solunum, sindirim organları, bōbrekleri, karaciğeri, derisi ve bağışıklık sistemi üzerinde (Hao vd. 2021; Jayawarda vd., 2015) ve pulmoner lezyonlar, bōbrek yetmezliği, nōrolojik rahatsızlıklar (Frank vd. 1996) gibi toksik etkilerde neden olmaktadır (Hao vd. 2021). V, toksitesi bitkilerde ise zayıf kōk bōyumesine (Olness vd. 2005), bitkilerin olūmüne neden olabilmektedir (Aihemaiti vd. 2019).

2.2.7 Al Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan alışmalar

Diđer zehirli ađır metallere kıyaslandığında daha az zararlı olarak kabul edilen Al, vūcudada yūkssek oranlarda alındığında toksik etki yaratmakta ve ciddi sađlık problemlerini de beraberinde getirmektedir (Key vd., 2022; Teyin ve Nizamlıođlu, 2020). Al, insanlarda alerjik etkilere sebep olmakta, nōrolojik sistemi de etkileyerek Alzheimer hastalıđına sebep olabilmektedir (elik, 2014). Ancak, bunun nasıl oluřtuđu konusunda iki farklı gōrūř bulunmaktadır. Birinci gōrūř, toksik etkisi dolayısıyla dođrudan hastalıđa neden olduđu, ikinci gōrūř ise hastalıđa bađlı olarak dūřen bađıřıklık sonucunda vūcudun Al'u atamaması ve buna bađlı olarak vūcutta Al birikimi meydana gelerek tahribata neden olduđu yōnūndedir (Teyin ve Nizamlıođlu, 2020).

Al, hakkında en çok çalıřma yapılan elementlerden birisidir. Hmeer (2020) farklı tūrlerde Al konsantrasyonunun tūr ve yetiřme ortamına bađlı olarak önemli olūde deđiřtiđini belirtmektedir.

2.2.8 Ba Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda çok fazla önemsenmeyen elementlerden birisi olan Ba bileşikleri endüstride maytap ve havai fişek yapımı, laboratuvarlarda sülfat tayini için, fare zehiri olarak, tıpta ve boya sanayiinde kullanılmaktadır. Ba'nın insan sağlığı üzerine etkileri suda çözünürlüğü ile ilişkili olup, suda çözünen Ba'nın az miktarlarda vücuda alınması sonucunda, nefes alıp verme zorluğu, kan basıncı artışı, kalp ritim değişiklikleri, kas güçsüzlüğü, mide tahrişi, beyinde ve karaciğerde şişkinlik, böbrek ve kalp rahatsızlıkları görülebilmekte, çok yüksek miktarlarda vücuda alınması durumunda ise; felç ve hatta ölümlere sebep olabilmektedir (Bakırcı, 2019). Ancak Ba'un bütün bileşikleri zehirlidir ve insanlar için en zararlı ağır metallerden birisidir (Cetin ve Jawed, 2022).

Hmeer (2020) çalışmasında Ba konsantrasyonunun trafiğin az yoğun olduğu alanlardaki *Catalpa* odunlarında 1,13 ppm düzeyinde, trafiğin olmadığı alanlardaki *Aesculus* odunlarında ise 25,75 ppm düzeyinde olduğunu belirtmektedir. Tunçer (2020) yaptığı çalışmada Ba elementinin tür ve organ bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin istatistiki olarak anlamlı olduğunu belirlemiştir. Çalışmada Ba konsantrasyonunun 1,230 ppm ile 157,917 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Batır (2019) ise çalışmasında Ba elementinin 0,40 ppm ile 46,80 ppm arasında değiştiğini, Ba konsantrasyonunun en düşük değerlerinin meyvede en yüksek değerlerinin ise yaprakta elde edildiğini belirlemiştir.

Erdem (2018) çalışmasında Ba elementinin yapraklar, tohumlar ve dallardaki değişimini trafik yoğunluğuyla ilişkili olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda Ba konsantrasyonunun 0,3 ppm ile 113,13 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Ozel vd., (2021a) *T. tomentosa*'da en düşük değer odunda, diğer türlerin tamamında en düşük değer tohumlarda elde edildiğini, en yüksek değer ise *Prunus cerasifera*'da kabuklarda, *Prunus cerasus*'da odunda, *Prunus avium* ve *T. tomentosa*'da ise dallarda elde edildiğini belirtmektedirler.

2.2.9 B Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Çalışmaya konu elementlerden birisi olan B, beyaz bir kaya şeklinde bir elementtir ve elmastan sonra en sert element olduğu belirtilmektedir. Yarı iletken olan ve doğada 200'den fazla çeşidi bulunan B doğada başka elementlerle birleşerek yer alır (Bozkır,1995; Büyükyıldız, 2007). Bir canlılar için mikro element olmasının yanı sıra toksik etkiler oluşturabilmektedir. İnsanlarda, mide bulantısına, şiddetli kusmaya, karın ağrısına ve ishale sebep olabilmektedir. Ayrıca osteoporoz, kalp rahatsızlığına, felçe, diyabete sebep olabilmekte, yaşlılığı da etkileyebilmektedir (Benderdour vd., 1998; Nielsen ve Stoecher, 2009). B çocuklarda 5-6 g, yetişkinlerdeyse 10-25 g aralığında ölümcüldür (Baykut vd., 1987). B, doğada 250'den fazla minerale bileşik halinde bulunmakta, sanayide ve atom reaktörlerinde de kullanılmaktadır (Bakırcı, 2019).

Akarsu (2019) çalışmasında içe dönük kısımda iç kabuk, yola dönük kısımda ise odun numunelerinde B elementinin konsantrasyonu belirlenebilir limitlerin altında kaldığını belirlemiştir.

2.2.10 Cu Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Cu, doğada oldukça yaygın bir element olup, endüstride ve tarımda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Birçok yiyecekte, suda ve havada bulunabildiği için her gün önemli bir miktar Cu insan vücuduna alınmaktadır. Cu, taşıtlardan, boya ve metal endüstrilerinden, fosil yakıtların yakılmasından ve tarımsal faaliyetler sonucunda havaya karışmaktadır. Tarımsal alanlarda havadaki ortalama Cu konsantrasyonu 5-50 ng/m³'dür (Seven vd., 2018).

Bunlara ek olarak ise Cu, oldukça zehirlidir. Bitkilerde Cu zehirlenmesi, doku hasarı, köklerde bozulma ve bitki renginde koyulaşma şeklinde kendini gösterir. Cu insan ve hayvanlar için mutlaka gerekli olan bir iz element olmasının yanı sıra, düşük dozlarda dahi, karaciğer sirozu, wilson hastalığı, sistematik romatizma hastalıkları, böbrek rahatsızlıkları; yüksek dozlardaysa kan kanserine sebep olabilir (Mossi, 2018).

Suzuki vd., (2009) *Rhododendron pulchrum* yapraklarında farklı lokasyonlarda Cu konsantrasyonu maksimum 22,22 mg kg⁻¹, Demirayak vd., (2011) ise Samsun'da *M. grandiflora*'da yapraklarında 35 ppm düzeyinde olduğunu belirtmişlerdir.

2.2.11 Fe Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Minör elementler arasında sayılan Fe, yer kabuğunda en fazla bulunan dördüncü elementtir. Bitkiler tarafından az miktarda alınmasına rağmen klorofilin oluşumu için gereklidir. Fe eksikliğinde klorofil iyi oluşamaz ve bitkilerde kloroz hastalığı belirir ve bitkilerin yaprakları açık sarı renk olur (Seven vd., 2018).

Fe insanlar için de çok önemli bir elementtir. İnsanlarda hemoglobin, miyoglobin ve çok sayıda enzim içermekte, Fe eksikliğinde doğrudan anemi görülmektedir. Vücuda alınmadığı zaman depolanmış demir kullanılmakta, vücut depo Fe tükenene kadar ihtiyacını karşılamaya devam etmekte, son evrede ise depo Fe de tükenmekte ve anemi başlamaktadır. Fe, vücuda fazla alınması durumunda ise toksik etkilere ve birtakım hastalıklara sebep olmakta, özellikle kalp, karaciğer rahatsızlıkları ve kanser riski artmaktadır (Teyin ve Nizamlıoğlu, 2020).

Ağız yoluyla alınan Fe'nin öldürücü dozu yaklaşık olarak vücut ağırlığının 200-250 mg/kg kadarı olup, akut zehirlenmenin belirtileri vücut ağırlığının 20-60 mg/kg değerinde ortaya çıkmaktadır. Altı yaş ve daha küçük çocuklarda ise, yanlışlıkla aşırı dozda alınmış Fe içeren ürünlerin ölüme neden olabildiği bildirilmektedir (Seven vd., 2018).

Üzerinde en çok çalışma yapılan elementlerden birisi olan Fe, hem toprak (Queiroz vd., 2018; Zhang vd., 2018) ve su (Ge vd., 2018; Uzun Ozel vd., 2019; Uzun Ozel vd., 2020; Wang vd., 2020a) gibi ortamlarda, hem de bitkilerde gübre olarak kullanımı (Chen vd., 2017; Kaptan ve Sarı, 2019; Sabet ve Mortazaeinezhad, 2018;) ve ağır metal kirliliği (Bai vd., 2018; Kharkan vd., 2019; Turkyilmaz vd., 2020) çalışmalarına sıklıkla konu olmaktadır. Hmeer (2020) yaptığı çalışmada Fe elementinin 5,57 ppm ile 366,63 ppm arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

2.2.12 Mn Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Mn bitkiler tarafından hem kök hem de yapraklardan alınabilen bir elementtir. Mn toksisitesi bitki türlerine göre değişmektedir. Besin zinciri yoluyla insanlara ulaşan Mn'in toksisite belirtileri ise halüsinasyonlar, bitkinlik, uykusuzluk, güçsüzlük, unutkanlık ve sinir hasarlarıdır. Mn ayrıca Parkinson, akciğer ambolisi ve bronşite, erkeklerde uzun süre Mn toksisitesine maruz kalma ise iktidarsızlığa sebep olabilir (Cetin ve Cobanoğlu, 2019; Cetin vd., 2019). Bundan dolayı bugüne kadar yapılan çalışmalarda Mn konsantrasyonunun farklı bitki türlerindeki değişimleri incelenmiştir. Mossi (2018) *L. vulgare*, *E. japonica*, *B. orientalis*, *J. sabina*, *B. thunbergii*, *M. aquifolium* ve *B. sempervirens*, Turkyılmaz vd., (2018a) *T. tomentosa*, *E. angustifolia*, *P. cerasifera* ve *A. altissima*'da, Savas vd., (2021) *C. atlantica*, Karacocuk vd., (2022) *R. pseudoacacia*, *P. orientalis*, *Acer negundo*, *Ulmus minor* ve *N. oleander*'de Mn konsantrasyonunun değişimini incelemişlerdir.

Ozel vd., (2021b) yaptıkları çalışmada yapraklarda en düşük Mn konsantrasyonu 24,36 ppm ile kirazda ve 25,20 ppm ile vişnede elde edilirken en yüksek değerler 197,60 ppm ile ateş dikeninde ve 146,26 ppm ile gülde elde edilmiştir. Dallarda en düşük Mn konsantrasyonları 1,83 ppm ile ıhlamur ve 3,60 ppm ile iğdede elde edilirken en yüksek değerler 56,16 ppm ile vişnede ve 32,96 ppm ile kirazda elde edilmiştir. Meyvelerde ise en düşük konsantrasyonlar 1,73 ppm ile ceviz ve 2,80 ppm ile iğdede, en yüksek konsantrasyonlar ise 33,13 ppm ile gül ve 23,26 ppm ile ateş dikeninde elde edilmiştir.

2.2.13 Zn Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Miktar olarak en çok üretilen 3. renkli metal olan Zn'nin yeryüzündeki ortalama konsantrasyonu 70 ppm'dir (Kartal vd., 2004). Çinko, insanlar, hayvanlar ve bitkiler için mutlak gerekli bir elementtir (Seven vd., 2018).

Ancak Zn, yüksek konsantrasyonlarda toksiktir (Mossi, 2018). Akut zehirlenmelerde sindirimde sıkıntılar, ishal, mide bulantıları ve karın ağrısı görülürken, aşırı dozlarda uyuşukluk, kas fonksiyonları düzensizliği, yazmada zorluk gibi semptomlar

gözlenmektedir. Çalışma alanlarında toz olarak havada izin verilen değerler; 5-10 mg/m³'dür (Kartal vd., 2004).

Zn, yine çalışmalara en çok konu edilen elementlerdendir. Pınar (2019) yapmış olduğu çalışmada Zn konsantrasyonunun trafiğin yoğunluğuna bağlı değişimini belirlemiştir. Çalışma sonucunda Zn konsantrasyonunun 0,5 ppm ile 131,6 ppm arasında değiştiğini belirlemiştir. Saleh (2018) Zn konsantrasyonunun trafiğin olmadığı alanlarda 1,080 ppm (*A. hippocastanum*) ile 5,913 ppm (*S. babylonica*) arasında, trafiğin az yoğun olduğu alanlarda 1,140 ppm (*A. hippocastanum*) ile 17,066 ppm (*S. babylonica*) arasında ve trafiğin yoğun olduğu alanlarda 2,400 (*A. hippocastanum*) ile 19,273 ppm (*S. babylonica*) arasında değiştiğini belirlemiştir. Kececi (2019) çalışmasında Zn elementinin *P. pungens*'de organ ve organ yaşına bağlı olarak değişimini incelemiş ve 10 ppm ile 184 ppm arasında değerler elde etmiştir.

2.2.14 Na hakkında genel bilgiler ve yapılan çalışmalar

Özellikle toprakta önemli besin elementlerinden birisi olan Na hakkındaki çalışmalar genellikle bitki besin elementi olması ile ilişkilidir (Melek, 2020; Özgövcikli, 2020; Temizel ve Tok, 2020). Ancak Na'nın ağır metal olarak değerlendirildiği ve bitkilerdeki konsantrasyonlarının belirlendiği çalışmalar da mevcuttur.

Hmeer (2020) Na konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak türler ve organlar arasındaki değişimini incelemiş ve 22,93 ppm ile 917,06 ppm arasında değiştiğini belirlemiştir. Tunçer (2020) çalışmasında Na elementinin biber, domates ve hıyarın yaprak ve meyvelerindeki trafik yoğunluğuna bağlı değişimini incelemiş ve en düşük değer 38,0 ppm ile trafik yoğunluğunun az olduğu alanlardaki yıkanmış biber yaraklarında, en yüksek değer ise 5507,4 ppm ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanlarda yıkanmış biber yaprağında tespit etmiştir.

Batır (2019) çalışmasında 8 türün organ bazında Na konsantrasyonu değişimini incelemiş ve yapraklarda en düşük değer 51,20 ppm ile elmada en yüksek değer 596,30 ppm ile iğdede olduğu, dalda en düşük değer 140,30 ppm ile kirazda en yüksek değer 1024,90 ppm ile gülde olduğunu belirlemiştir. Meyvede ise en düşük değer 52,66 ppm ile elmada en yüksek değer 813,67 ppm ile ateş dikeninde olduğu tespit

edilmiştir. Cobanoğlu (2019) çalışmasında Na elementinin konsantrasyonunun organ ve organ yaşına bağlı olarak değişimini incelemiştir. Çalışmada genel olarak en düşük değerler yıkanmamış kabukta, en yüksek değerler yıkanmamış ibre numunelerinde elde edilmiştir.

2.2.15 K Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

K, özellikle bitki gelişimi için mutlaka gerekli olan makro elementlerdendir (Melek, 2020). Bundan dolayı daha çok toprakta olmak üzere K miktarının belirlenmesi ve özellikle gübreleme konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Freitas vd., 2017; Lima vd., 2018; Zamani vd., 2020).

Ancak özellikle son yıllarda bitkilerde K konsantrasyonunun belirlenmesi ve bu konsantrasyonun özellikle trafik yoğunluğu ile ilişkilendirilmesi konusunda da çok sayıda çalışma yapılmıştır. Hmeer (2020) yapmış olduğu çalışmasında K konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimini incelemiş ve en yüksek değer 11.160,00 ppm ile trafiğin olmadığı alanlarda yıkanmış *T. tomentosa* bireylerinde kabukta, en düşük değer ise 778,66 ppm ile trafiğin yoğun olduğu alanlarda yıkanmış *C. bignoides* bireylerinde kabukta elde etmiştir.

Tunçer (2020) çalışmasında üç adet türde K konsantrasyonunun trafik yoğunluğunun farklı düzeyde olduğu alanlarda yetişen bireylerde değişimini incelemiştir. Çalışma sonucunda K konsantrasyonunun yıkanmış biber yapraklarında trafik yoğunluğuna paralel olarak arttığını belirlemiştir. Cobanoğlu (2019) çalışmasında K elementinin organ ve organ yaşına bağlı olarak değişimini incelemiştir. Çalışma kapsamında genel olarak en düşük değerleri yıkanmış kabukta elde etmiştir. Çalışmada ibre ve kabuk numunelerinde yıkanmamış numunelerde elde edilen konsantrasyonların genel olarak yıkanmış numunelerde elde edilen konsantrasyonlardan daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Erdem (2018) yaptığı çalışmasında K konsantrasyonunun çalışmaya konu dört türün organlarında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini incelemiş ve K konsantrasyonundaki değişimin trafik yoğunluğundan ziyade başka faktörlere bağlı olduğunu belirtmiştir. Akarsu (2019) çalışmasında K konsantrasyonunun, iç kabuk ve odundaki değerlerinin

belirlenebilir limitlerin altında kaldığını, dış kabuktaki konsantrasyonunun ise içe dönük bölümde 3399,067 ppm ve yola dönük bölümde 4074,933 ppm olduğunu belirtmiştir. Trafik yoğunluğuyla K element konsantrasyonları arasında ilişki başka çalışmalarla da ortaya konulmuştur (Koç vd., 2022a).

2.2.16 Ca Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Ca bitki büyümesi ve gelişimi için mutlaka gerekli makro elementlerden olup; hücre büyüme ve gelişmesinde, membran geçirgenliğinde, dokuların stabilizasyonu ve bitkilerin kalitesi için çok önemlidir. Ca, sadece bitkiler için değil aynı zamanda, mikroflora ve toprak için de vazgeçilmez öneme sahip bir elementtir. Ca noksanlığında bitkilerde verimin yanı sıra genellikle kalite de düşmektedir. Ca, bitkiler tarafından toprak çözeltilisinden alınmaktadır (Mossi, 2018).

Toprakların Ca içeriklerinin azalması, bitkilerde özellikle generatif devrede kendisini göstermekte ve gelişimi olumsuz etkilemektedir. Bundan dolayı Ca miktarı daha çok gübrelemeyle ilgili çalışmalara konu olmaktadır (Davarpanah vd., 2018; Huang vd., 2019; Mossi, 2018; Shi vd., 2018).

Bununla birlikte Ca konsantrasyonu ağır metaller ile ilgili bazı çalışmalara da konu olmuştur. Tunçer (2020) çalışmasında Ca elementinin biber, domates ve hıyar türlerinin yaprak ve meyvelerinde trafik yoğunluğuna bağlı değişimini ayrı ayrı incelemiştir. Çalışma sonucunda en düşük değer 581,867 ppm ile trafik yoğunluğuna uzak alanlarda yıkanmış biber yaprağında en yük değer ise 18.404,333 ppm ile trafik yoğunluğuna yakın alanlarda yıkanmış hıyar meyvesinde, en yüksek oransal farklılığın ise yıkanmış domates meyvesinde elde edildiğini belirtmiştir.

Saleh (2018) Ca Konsantrasyonunun tür bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimini incelemiş ve sonuçta en düşük değeri 1,044 ppm ile trafiğin olmadığı alanlarda *E. angustifolia*'da en yüksek değeri ise 4,650 ppm ile trafiğin yoğun olduğu alanlarda *A. altissima*'da elde etmiştir. Başka çalışmalarda, Ca element konsantrasyonlarının bitki kısımlarına (dal, ibre) ve yaşa bağlı olarak (Ateya vd., 2023) ve trafik yoğunluğuna göre değişimleri de ortaya konulmuştur (Çobanoğlu vd., 2022a).

Erdem (2018) çalışmasında en düşük Ca konsantrasyonunun 1465 ppm olduğunu ve trafiğin az yoğun olduğu alanlardan toplanan yapraklarda elde edildiğini, en yüksek değerin ise 6971 ppm olduğunu ve trafiğin yoğun olduğu alanlardan toplanan dallarda elde edildiğini belirtmiştir. Cesur (2019) çalışmasında Ca elementinin organ bazında yöne bağlı olarak değişimini ve odunda yıla bağlı olarak değişimini incelemiştir. Çalışma sonucunda iç kabuk ile dış kabuk arasında çok büyük bir fark bulunmadığını, odunda belirlenen değerin ise dış kabuk ve iç kabuktaki değerlerden çok daha düşük seviyelerde olduğunu belirlemiştir.

2.2.17 Mg Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Mg toprakta farklı bileşikler şeklinde bulunan, oldukça hafif, havada parlak bir ışıkla yanabilen, beyaz bir elementtir. Yeryüzü kabuğunda en fazla denizlerde bulunmakta olup, Ca, P, Na, K, Fe, Zn, Cu, Cr, I ve Se ile birlikte, hayati önem taşıyan 11 mineralden birisi, hatta belki de en önemlisidir. Vücudumuzda yaklaşık 20-28 gr kadar bulunan Mg'un %60 kadarı kemik ve dişlerde bulunmaktadır (Mossi, 2018).

Topraklardaki magnezyum bitkiler tarafından kullanılmakta olup bitki dünyasının demiri olarak nitelendirilebilir. İnsanlardaki demir-hemoglobin ilişkisine benzer şekilde, bitkilerde magnezyum klorofil yapısına girer. Hayvansal gübrelerdeki potasyum ve fosforun bitkiler tarafından kullanımı magnezyumu tüketir ve bu da bitkilerin magnezyum alım kabiliyetini değiştirir. Mg, klorofilin merkez atomudur ve fotosentezde hayati öneme sahiptir. Magnezyum fazlalığı ise potasyum alımını engellemekte ve ağaçların kök gelişmesini olumsuz etkilemektedir (Ozel vd., 2021c).

Mg eksikliğinde, klorofil miktarı düşer ve fotosentez geriler. Mg, fosforun alınmasını ve taşınmasını da destekler. Mg fazlalığı nadiren görülmektedir ve K alımını engeller. Ayrıca ağaçların kök gelişmesini olumsuz etkiler (Mossi, 2018). Mg'un öneminden dolayı, özellikle gübreleme konusunda yapılan çok sayıda çalışmaya konu olmuştur (Altarugio vd., 2017; El-Dissoky vd., 2017; George vd., 2018; Wang vd., 2020b).

Mg, ağır metal birikimi konusunda yapılan çalışmalara da konu olmaktadır. Tunçer (2020) biber, domates ve hıyar türlerinin yaprak ve meyvelerinde en düşük konsantrasyonun 54,983 ppm ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu

yıkanmamış hıyar meyvesinde en yüksek değerin ise 8877,867 ppm ile trafik yoğunluğunun yakın olduğu alanlardaki yıkanmamış hıyar yaprağında olduğunu belirlemiş ve en yüksek ile en düşük değer arasında 167,46 kat fark olduğu hesaplanmıştır. Mossi (2018) ise çalışması sonucunda Mg konsantrasyonunun 4009 ppm ile 6557,5 ppm arasında değiştiğini belirlemiştir.

2.2.18 P Hakkında Genel Bilgiler ve Yapılan Çalışmalar

Makro besin elementlerinden olan ve gübreleme uygulamalarında en çok önem verilen elementlerden birisi de P'dur (Melek, 2020; Özgövcikli, 2020). Kirlilik etmeni olarak ise daha çok sulardaki P miktarı çalışmalara konu edilmektedir. P'un en önemli kaynakları tarımsal alanlarda kullanılan gübreler ve deterjanlardır (Chu vd., 2018; Keleş, 2019).

Hem bitki besin maddesi olarak önemi, hem de gübre kaynaklı olarak su kirliliğine etkisinden dolayı P çok sayıda çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalar daha çok P gübrelemesi ve P'nin bitki gelişimine etkisi (Buczko vd., 2018; Kyei-Boahen vd., 2017; Schlegel ve Havlin, 2017; Taliman vd., 2019) ile su kirliliği (Bai vd., 2018; Hobbie vd., 2017; Mekonnen ve Hoekstra, 2018) konularında yoğunlaşmaktadır.

Bununla birlikte az sayıda da olsa P'da ağır metal ile ilgili çalışmalara konu olmaya başlamıştır. Bu çalışmalara örnek olarak verilebilecek bir çalışmada Turkyilmaz vd., (2019) P konsantrasyonunun ortalama olarak ağaç kabuğunda 669,233 ppb, odununda ise 68,326 ppb düzeyinde olduğunu, P konsantrasyonunun odununda en az 34,666 ppb, en çok 118,000 ppb düzeyinde olduğunu belirlemiştir.

Çalışma kapsamında, iç mekân bitkisi olarak sıklıkla kullanılan deve tabanı (DT), difenbahya (DB), drasena (DC), kauçuk (KC), şeflera (SF), spatifilyum (SP) ve yukka (YK) bitkilerinin farklı ortamlarda yetişen bireylerinin yapısının nasıl değiştiği belirlenmeye çalışılmıştır. Dolayısıyla çalışma materyalini, söz konusu bitkiler oluşturmaktadır.

2.3 Mimarlık ve İç Mekan Mimari Tasarımlarda Çalışmaya Konu Bitkilerin Kullanımları

Çalışmada kullanılan bitkiler, genellikle tropikal iklim kökenli bitkilerdir ve bundan dolayı ülkemiz ve Avrupa'da dış mekândan ziyade iç mekanlarda mimari tasarımlarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ülkemizde ve Avrupa'da hava sıcaklıklarının 0 C'nin altına düşmediği Akdeniz iklim tipinin görüldüğü bölgelerde, dış mekân mimari tasarımlarında da kullanılmaktadır. Bu bitkilerin peyzaj değeri, çiçekleri değil yaprak ve gövde şekilleri sebebiyle olduğundan dolayı çeşitli büyüklükteki saksılarda yetiştirilerek hem iç hem de iklim şartlarının uygun olduğu alanlarda dış mekân mimari tasarımlarında, özellikle iç ortamlarda estetik ve hava kalitesini artırma amaçlı olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Cetin ve Sevik, 2016; Chatakul ve Janpathompong, 2022; Ghoma vd., 2023; Samudro vd., 2022; Şevik vd., 2017).

2.3.1 Devetabanı (*Monstera deliciosa*)

Anavatanı Kuzey Amerika, Güney Amerika'nın tropik bölgeleri ve Meksika olan devetabanı, Araceae familyasına mensuptur. Herdem yeşil, yayılıcı-tırmanıcı formda, koyu yeşil renkli, iri, oldukça loplu, etli ve delikli yapraklara sahiptir. Optimum sıcaklık isteği 20-30°C, nem isteği ise %75-80'dir. Sıcaklık 10°C'nin altına düştüğünde yapraklar zarar görmektedir. Önemli bir iç mekân bitkisi olup yaklaşık 0,9 m genişliğindeki yaprakları aynı zamanda kesme yeşillik olarak buketlerde kullanılmakta, bu şekilde buketlere egzotik bir hava katmaktadır (Ergür vd., 2016).

Çiçekleri başak, mısır koçanı gibi, uzunca ve krem-sarı renklidir. İlkbaharda çiçek açar. Yarı gölge, aydınlık ve sıcak iklimlerde yetişir. Organik maddece zengin, verimli, drenajı iyi toprakları sever. Soğuklardan zarar görür. Orta derecede ve düzenli sulanmalıdır. Daha çok iç mekân bitkisi olarak kullanılmaktadır (Yücel, 2002).

2.3.2 Difenbahya (*Dieffenbachia anoen*)

Tropik Amerika kökenli, 3 m kadar boylanabilen, dikine büyüyen, çok yıllık herdemyeşil bir bitkidir. Yapraklar etli, geniş (6-23 cm) mızraksı, uzun saplı, koyu

yeşil renklidir. Ancak iç mekanlarda kullanılan kültivarlarının yaprakları yeşil üzerine krem sarı renkli lekelidir (Yücel, 2002).

Direkt güneş ışığı almayan yarı gölge yerlerde ve sıcak iklimlerde yetişir. Turba veya kompost ve kum karışımı topraklarda iyi gelişir. Yaz aylarında bol sulanmalıdır. Nemli ortamları ve püskürtme suyu tercih eder. Soğuktan zarar görür. Ağaçların altında, yapay şelale ve havuz kenarlarında, daha çok iç mekanlarda kullanılır. Yaprakları zehirli maddeler içermektedir (Yücel, 2002).

2.3.3 Drasena (*Dracena marginata*)

Çalışma kapsamında kullanılan drasena tropikal Afrika kökenli, 50-100 cm boyunda, çok yıllık bir bitkidir. Genç gövdeler yeşil, yaşlandıkça açık kahverengi-krem renginde, yukarı doğru dallı, odunsu yapıdadır. Yapraklar 20-30 cm, dar, şeritsi, sivri uçlu, kenarları çepeçevre kahverengimsi-koyu kahverengi renkli, orta kısmı parlak koyu yeşil renklidir (Yücel, 2002).

Çiçekler uzun bir sap üzerinde salkım şeklinde, sarımsı krem renklidir. Yaz aylarında çiçek açar. Çiçekleri gösterişsiz olduğundan, daha ziyade yaprakları için yetiştirilir. Ilıman iklimlerde ve güneşli, yarı gölge yerlerde yetişir. Organik maddece zengin, kumlu, geçirgen toprakları tercih eder. Orta derecede ve düzenli sulama ister. Şiddetli soğuklardan zarar görür. Kaya bahçelerinde, tek tek veya küçük gruplar halinde çiçek tarhlarında, teras, balkon ve daha çok iç mekanlarda kullanılır (Yücel, 2002). Yetiştirme ortamında 16-22 °C sıcaklık ve %80-85 nem ister. Gelişme döneminde bol sulanmalı, yapraklarına ılık su püskürtülmelidir (Yazgan vd., 2013).

2.3.4 Kauçuk (*Ficus elastica*)

Dünya genelinde Hindistan kauçuk ağacı olarak da bilinen *F. elastica*, kauçuk için yetiştirilen tropikal Asya kökenli, yaprak dökmeyen yani herdemyeşil bir bitkidir. Dünya çapında bir süs bitkisi olarak yetiştirilmekte olup, don olmayan bölgelerde dış ortamda yetiştirilebilmektedir (Ding vd., 2019).

Ülkemizde kauçuk ismiyle tanınan *F. elastica*, aydınlık ve yarı gölge ortamlarda iyi gelişmektedir. Doğrudan güneş ışığı almamasına dikkat edilmeli, kışın 16-18 °C sıcaklıkta bulundurulmalı, bulunduğu ortamda sıcaklık 10 °C nin altına düşürülmemelidir (Yazgan vd., 2013).

2.3.5 Şeflera (*Schefflera arboricola*)

S. arboricola, Araliaceae familyasına mensup, yaprak dökmeyen bir bitkidir. Doğal olarak Tayvan, Hainan ve Çin'de yetişmektedir. *Schefflera* cinsine mensup 150 kadar tür bulunmakla birlikte iç mekân bitkisi olarak en yaygın olarak kullanılan tür *S. arboricola*'dır (Sevik vd., 2015).

Çok yıllık, dallı, odunsu 7 m. kadar boylanabilen bir bitki olan *S. arboricola* yaprakları bileşik yaprak şeklinde 6-8 adet yaprakçıktan oluşan parlak yeşil renkli, bazı kültürlerinde üzeri sarı lekeli. Çiçekleri kırmızı renkli olup çiçekleri süs bitkisi olarak önemsizdir. Yaprakları dolayısıyla yetiştirilmektedir (Yücel, 2002).

Güneşli-yarı gölge yerlerde ve sıcak iklimlerde, vatanı dışında balkon ve teraslarda, çatı bahçelerinde ve iç mekanlarda sıklıkla yetiştirilmektedir. Organik maddece zengin, kumlu, gevşek, nemli ve geçirgen topraklarda güzel gelişmektedir. Sık ve düzenli sulanmalıdır (Yücel, 2002). Aydınlık, yarı güneşli ortamlarda yetiştirilmeli, gelişme döneminde 15-21 °C, kışın 10-13 °C sıcaklık sağlanmalı, sıcaklık 7 °C'nin altına düşmemelidir (Yazgan vd., 2013).

2.3.6 Spatifilyum (*Spathiphyllum wallisii*)

Beyaz yelken çiçeği, kaşık çiçeği gibi isimlerle de bilinen spatifilyum, çok yıllık, toprak altı gövdeli, herdem yeşil otsu bir bitkidir. Vatanı Kolombiya'dır. Yaprakları tabandan çıkan uzun saplı, parlak yeşil renklidir. Çiçekler uzun bir sap üzerinde mızraksı kaşık şeklinde, önce yeşil, sonra beyaz ve bir süre sonra yeniden yeşil renk alır. Dış ortamda ilkbahar ve yaz aylarında, iç mekânlarda her mevsim çiçek açar (Yücel, 2002).

Yarı gölge ortamlarda ve sıcak iklimlerde yetişir. Organik maddece zengin, havalanması iyi, balçıklı toprakları tercih eder. Bol ve düzenli su verilmelidir. Soğuktan zarar görür. Daha çok iç mekanlarda süs bitkisi olarak kullanılmaktadır (Yücel, 2002). Gelişme döneminde 18-20 C, kışın 15 C sıcaklığa gereksinim duyar. %75-80 nem ister (Yazgan vd., 2013).

2.3.7 Yukka (*Yucca massengana*)

Anavatanı Amerika Kıtası olan yukka bitkisi ülkemizde avize çiçeği ve hançer bitkisi olarak da tanınmaktadır. Dik formu yaprakları ve dayanıklılığı ile ofis ve özellikle evlerde salonlarında en çok kullanılan iç mekân bitkilerindedir. Yukka bitkisi güneş ve sıcaklara dayanıklı bir bitki olup, susuzluğu da tolere edebilir. Mümkünse içme suyu verilmeli klorlu sudan bitki korunmalıdır. Sulama yapılırken asla bitki kökünü çürütecek şekilde aşırı su verilmemelidir (Ghoma, 2021).

Güneş ışığını bol alan aydınlık alanlarda yetiştirilmeli ancak, direkt güneş ışığına maruz bırakılmamalıdır. İyi bir gelişim için 23-25 °C sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır. Ancak, dinlenme döneminde sıcaklık 12-15 °C olmalıdır (Yazgan vd., 2013).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışma kapsamında, iç mekân bitkisi olarak sıklıkla kullanılan deve tabanı (DT), difenbahya (DB), drasena (DC), kauçuk (KC), şeflere (SF), spatifilyum (SP) ve yukka (YK) bitkilerinin farklı ortamlarda yetişen bireylerinin yapısının nasıl değiştiği belirlenmeye çalışılmıştır. Dolayısıyla çalışma materyalini, söz konusu bitkiler oluşturmaktadır. Çalışmaya konu bitkilerin genel özellikleri önceki bölümde açıklanmıştır.

3.2 Yöntem

Çalışma kapsamında öncelikle, çalışma amacına uygun bitkiler temin edilmiştir. Bu bitkiler 30 cm çapında saksılarda normal gelişimine devam eden bitkilerden seçilmiştir. Çalışmaya konu bitkiler üç farklı ortama yerleştirilmiştir. Bu ortamlar;

- a) Kontrol ortamı; İç mekân bitkilerinin yetiştirilmesi için uygun, direkt güneş ışığı almayan ancak aydınlık bir ortam,
- b) Sigara ortamı; İç mekân bitkilerinin yetiştirilmesi için uygun ancak, günde en az 10 adet sigara içilen ortam,
- c) Trafik ortamı; Sürekli taşıt trafiğinin olduğu anayola yaklaşık 2 m mesafede kaldırım kenarındaki ortam olarak seçilmiş ve bitkiler Mayıs ayının son haftasında yerleştirilmiştir.

Bitkilerin haftalık düzenli sulama ve bakım işlemleri yapılarak, üç ay boyunca söz konusu ortamlarda yetiştirilmiştir. Daha sonra Eylül ayının ilk haftasında bitkilerden yaprak örnekleri alınmış ve laboratuvara getirilmiştir. Yaprak örnekleri laboratuvarında herhangi bir alet kullanılmadan el ile parçalanmış ve havlu kağıtlar üzerine serilerek bir ay oda şartlarında, güneş ışığı almayan, herhangi bir ısı kaynağına doğrudan temas etmeyen bir ortamda kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra yaprak örnekleri yine el ile

bir miktar daha parçalanarak cam petri kaplarına alınmış ve etiketlenmiştir. Etiketleme işlemi esnasında bitki isimleri kodlanarak yazılmıştır.

Etiketlenerek petri kaplarına alınan yaprak örnekleri etüvde 45 °C’de iki hafta boyunca kurutulmuştur. Kurutulan örnekler rutubet almayacak şekilde paketlenerek analiz için laboratuvara gönderilmiştir. Laboratuvarda yaprak örnekleri öğütülerek toz haline getirilmiş ve 0,5 g tartılarak mikrodalga için tasarlanmış özel tüplere konulmuştur. Yaprak örneklerin üzerine 10 mL %65’lik HNO₃ ilave edilmiş ve mikrodalga cihazında 280 PSI basınçta ve 180 °C’de 20 dakika boyunca yakılmıştır. Mikrodalgadan çıkartılan tüpler soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örnekler üzerine deiyonize su ilave edilerek 50 ml’ye tamamlanmıştır. Daha sonra filtre kağıdından süzülen örneklerde element konsantrasyonları ICP-OES cihazında uygun dalga boylarında okunmuş, elde edilen değerler seyreltme faktörü ile çarpılarak çalışmaya konu Cr, Pb, Ni, Co, Cd, V, Al, Ba, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Na, K, Ca, Mg ve P elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiştir.

Elde edilen veriler SPSS paket programı yardımıyla Varyans analizine tabi tutulmuş ve en az %95 güven düzeyinde ($p < 0,05$) anlamlı farklılık bulunan faktörler için Duncan testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar tablollaştırılıp sadeleştirilerek yorumlanmıştır. Verilerin yorumlanmasını ve görsel algılanmasını kolaylaştırabilmek amacıyla ayrıca grafikler oluşturulmuştur.

4. BULGULAR

Çalışma kapsamında toplam yedi adet bitki türü kontrol ortamında, sigara içilen ortamda ve yoğun bir trafiğe sahip ana cadde kenarında yetiştirilmiştir. Çalışma sonucunda bu ortamlarda yetiştirilen türlerin element içerikleri belirlenmiş ve her bir elementin tür bazında değişimi ile her bir türde elementlerin ortam bazında değişimi ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.1 Elementlerin Tür Bazında Değişimi

Çalışmaya konu bitkiler kontrol ortamında, sigara içilen bir ortamda ve trafiğin yoğun olduğu bir ana cadde kenarında yetiştirilerek, yapraklarında çeşitli element analizleri yapılmıştır. Daha sonra elde edilen değerler varyans analizi ile değerlendirilmiş, faktörler arasında en az %95 güven düzeyinde ($p < 0,05$) farklılık bulunan faktörler için Duncan testi uygulanmıştır. Böylece faktörlerin oluşturduğu gruplaşmalar tespit edilmiş, elde edilen veriler tablolastırılıp sadeleştirilerek yorumlanmıştır. Böylece her bir elementin, farklı ortamlarda yetiştirilen türlerde, tür bazında değişimi ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.1.1 Cr Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerin ilki Cr'dur. Cr konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo değerleri incelendiğinde Cr konsantrasyonunun bütün ortamlarda ve ayrıca ortalama değerlere bağlı olarak tür bazında değişiminin, varyans analizi sonucunda istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) değiştiği görülmektedir. Kontrol ortamında yetiştirilen türlerde en düşük değer 476,00 ppb ile DT türünde elde edilirken en yüksek değer 1126,00 ppb ile SC türünde elde edilmiştir. Diğer türlerde elde edilen değerlerin ise artan sırayla DC'de 693,10 ppb, KC'de 776,97 ppb, SP'de 794,20 ppb, DB'de 936,27 ppb ve YK'de 1069,67 ppb olduğu görülmektedir. Duncan testi

sonucunda KC ve SP aynı grupta yer alırken diğer türlerin her birisi ayrı bir grup oluşturmuştur.

Tablo 4.1 Cr konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	476,00 a	577,73 b	623,47 a	559,07 a
DB	936,27 d	1.118,73 f	1.227,00 d	1.094,00 b
DC	693,10 b	502,27 a	907,73 b	701,03 a
KC	776,97 c	1.495,40 g	1.017,43 c	1.096,60 b
SF	1.126,00 f	805,53 d	1.475,20 e	1.135,578 b
SP	794,20 c	1.010,33 e	1.041,00 c	948,511 b
YK	1.069,67 e	645,20 c	1.401,73 e	1.038,87 b
F Değeri	403,018	1.013,59	107,315	8,642
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

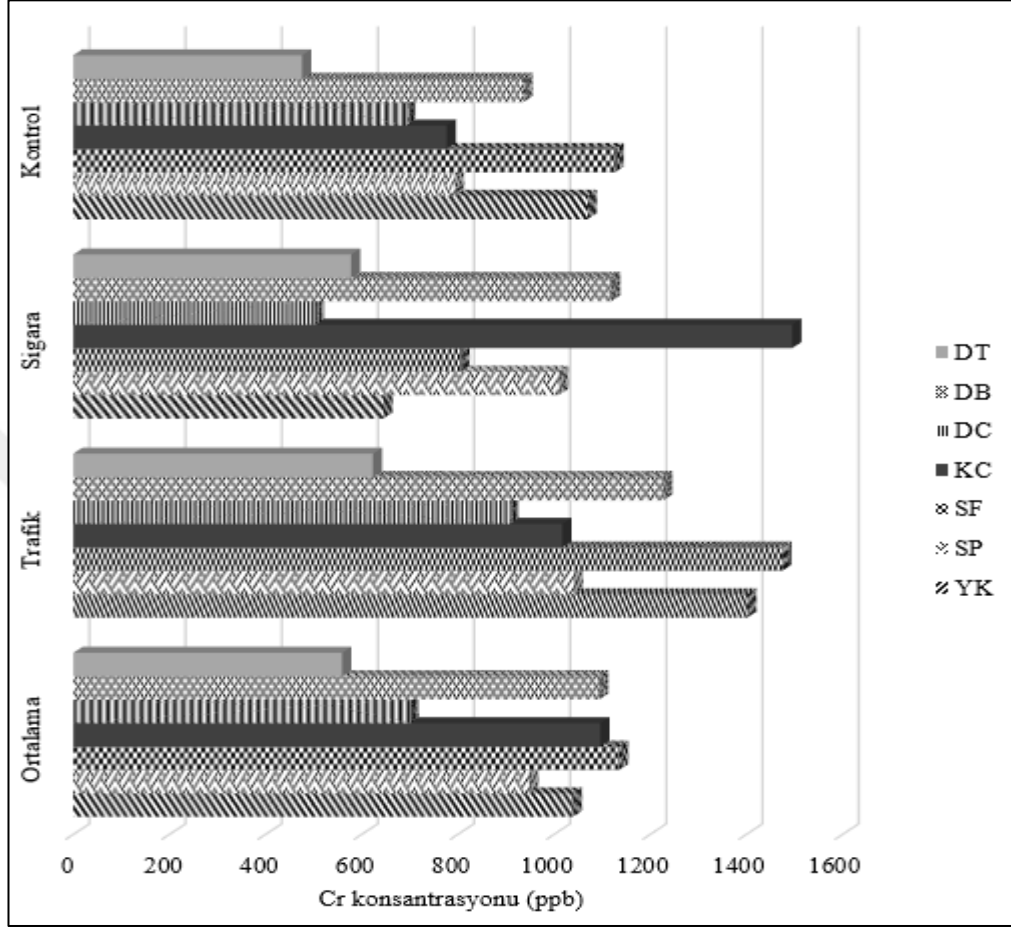
Sütunlardaki farklı harfler, her bir ortamda değerlendirilen elementinin türler arasındaki farklılığı göstermektedir. *** = $P \leq 0.001$. (Bu alt bilgi bundan sonraki tüm tablolar için geçerlidir).

Sigara içilen ortamda en düşük Cr konsantrasyonu 502,27 ppb ile DC türünde elde edilirken bunu sırasıyla 577,73 ppb ile DT, 645,20 ppb ile YK, 805,53 ppb ile SF, 1010,33 ppb ile SP ve 118,73 ppb ile de DB izlemektedir. Sigara içilen ortamlarda en yüksek Cr konsantrasyonu ise 1495,40 ppb ile KC’de elde edilmiştir. Sigara içilen ortamlarda yetiştirilen türlerin her birisi Duncan testi sonucunda ayrı bir grup oluşturmuştur.

Trafiğin olduğu ortamlarda yetiştirilen bitkilerde ise en düşük Cr konsantrasyonu 623,47 ppb ile DT türünde elde edilirken sonraki en düşük değerler sırasıyla 907,73 ppb ile DC, 1017,43 ppb ile KC, 1041,00 ppb ile SP ve 1227,00 ppb ile de DB türlerinde elde edilmiştir. Bu türlerden KC ve SP Duncan testi sonucunda aynı grupta yer almış diğer türlerin ise her birisi ayrı bir grup oluşturmuştur. En yüksek değerler ise 1475,20 ppb ile SF ve 1401,73 ppb ile YK türlerinde elde edilmiş olup bu iki tür Duncan testi sonucunda aynı grupta yer almıştır.

Her üç ortamdaki değerlerin ortalaması alındığında ise türlerin Duncan testi sonucunda sadece iki grupta toplandığı görülmektedir. Ortalama değerlere göre en düşük Cr konsantrasyonlarının elde edildiği DT (559,07 ppb) ve DC (701,03 ppb) ilk grubu

oluştururken diğer türlerin tamamı ikinci grubu oluşturmuştur. Farklı ortamlarda Cr konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Cr konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

4.1.2 Pb Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen en önemli elementlerden birisi de Pb'dur. Özellikle trafik kaynaklı kirlilik ile ilişkilendirilen Pb, insan ve çevre sağlığı açısından son derece önemli bir elementtir. Pb konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.2’de verilmiştir.

Pb konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir tablo değerleri incelendiğinde hem kontrol hem de sigara içilen ve trafiğin olduğu ortamlarda belirlenen Pb konsantrasyonlarının tür bazında değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde

($p < 0,001$) anlamlıdır. Ancak, ortalama değerlere bakıldığında, ortalama değerlerin tür bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı ($p > 0,05$) görülmektedir.

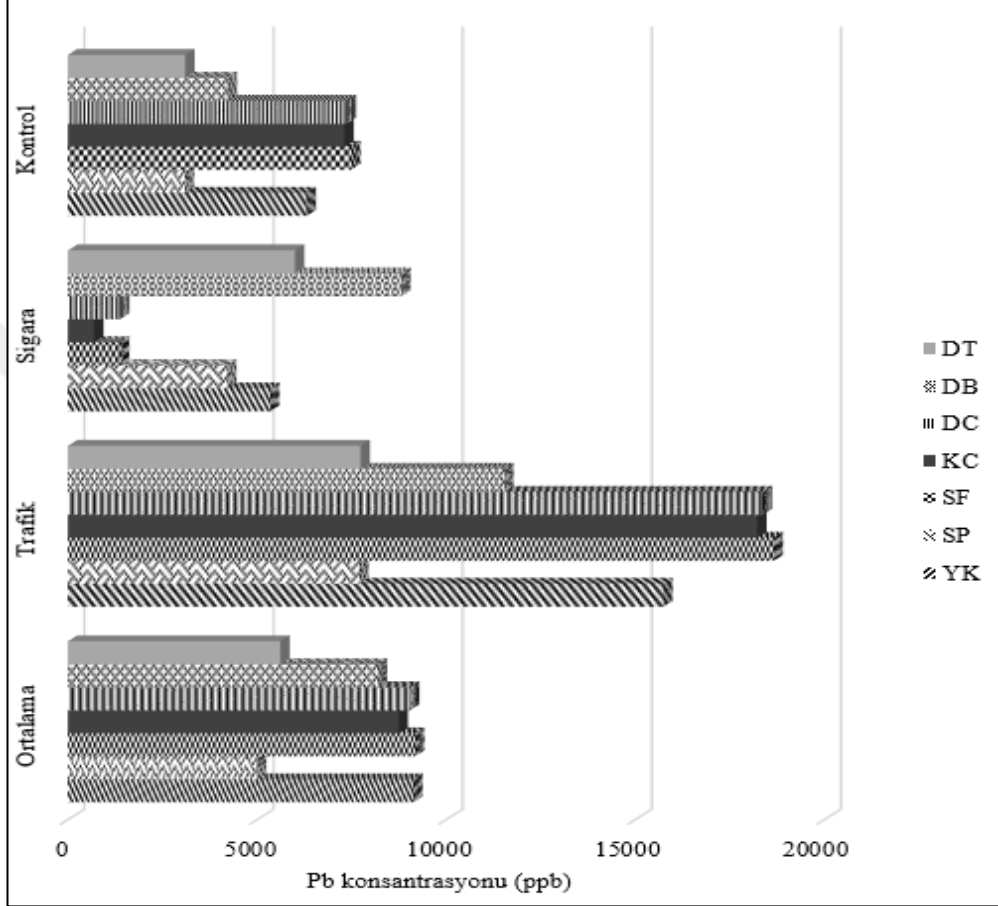
Tablo 4.2 Pb konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	3.102,73 a	6.000,10 e	7.734,83 a	5.612,55
DB	4.626,17 b	8.812,20 f	11.534,93 b	8.324,4
DC	7.368,53 e	1.373,13 b	18.371,10 de	9.037,58
KC	7.309,30 d	690,53 a	18.222,30 d	8.740,71
SF	7.483,73 e	1.376,70 b	18.657,73 e	9.172,72
SP	3.089,33 a	4.208,50 c	7.701,83 a	4.999,88
YK	6.310,70 c	5.340,47 d	15.732,97 c	9.128,04
F Değeri	1.579,565	1.980,007	1.469,084	0,927
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,483

Kontrol ortamında elde edilen değerler incelendiğinde en düşük değerlerin SP (3089,33 ppb) ve DT (3102,73 ppb) türlerinde elde edildiği ve bu iki türün Duncan testi sonucunda ilk grubu oluşturulduğu görülmektedir. Benzer şekilde en yüksek değerlerin elde edildiği SF (7483,73 ppb) ve DC'de (7368,53 ppb) aynı grupta yer almışlardır. Duncan testi sonucunda diğer türler DB (4626,17 ppb), YK (6310,70 ppb) ve KC (7309,30 ppb) ayrı birer grup oluşturmuşlardır. Sigara içilen ortamlarda en düşük Pb konsantrasyonu KC (690,3 ppb) türünde elde edilirken sonraki en düşük değerler olan DC türünde elde edilen 1373,13 ppb değeri ile SF türünde elde edilen 1376,70 ppb değeri birlikte ikinci grubu oluşturmuştur. Sonraki değerlerin ise her birisi ayrı bir grup oluşturmuş olup, bu ortamda en yüksek değerler DB (8812,20 ppb) ve DT (6000,10 ppb) türlerinde elde edilmiştir.

Trafiğin yoğun olduğu alanlardaki Pb konsantrasyonunun 7701,83 ppb (SP) ile 18.657,73 ppb (SF) arasında değiştiği belirlenmiştir. En düşük değerlerin elde edildiği SP (7701,83 ppb) ile DT (7734,83 ppb) Duncan testi sonucunda ilk grubu oluştururken en yüksek değerlerin elde edildiği SF (18.657,73 ppb) son grupta yer almıştır. En yüksek ikinci değerlerin elde edildiği DC'de (18.371,10 ppb) son grupta yer almıştır. Diğer türler ise ayrı birer grup oluşturmuşlardır. Ortalama değerler incelendiğinde ise Pb konsantrasyonunun 4999,88 ppb (SP) ile 9172,72 ppb (SF) arasında değiştiği

görülmektedir. Ancak, varyans analizi sonuçlarına göre ortalama değerler arasında tür bakımından istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Farklı ortamlarda Pb konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Pb konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

4.1.3 Ni Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi

İnsan ve çevre sağlığı açısından en önemli ve tehlikeli elementlerden birisi de Ni’dir. Çalışma kapsamında Ni konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.3’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda çalışmaya konu bütün ortamlarda ve ortalama değerlere göre Ni konsantrasyonunun tür bazında değişimi istatistiki olarak anlamlı

($p < 0,001$) düzeyde bulunmuştur. Kontrol ortamında yetiştirilen bireylerde ölçümlenen Ni konsantrasyonları incelendiğinde tür bazında elde edilen değerlerin sırasıyla SP (725,27 ppb), KC (777,87 ppb), DC (904,83 ppb), DT (911,27 ppb), DB (1144,00 ppb), SF (1177,07 ppb) ve YK (1317,83 ppb) türlerinde elde edildiği görülmektedir. Duncan testi sonucunda beş grup oluşmuş, DT ile DC üçüncü, DB ile SF’de dördüncü grubu oluştururken diğer türlerin her birisi ayrı bir grup oluşturmuştur.

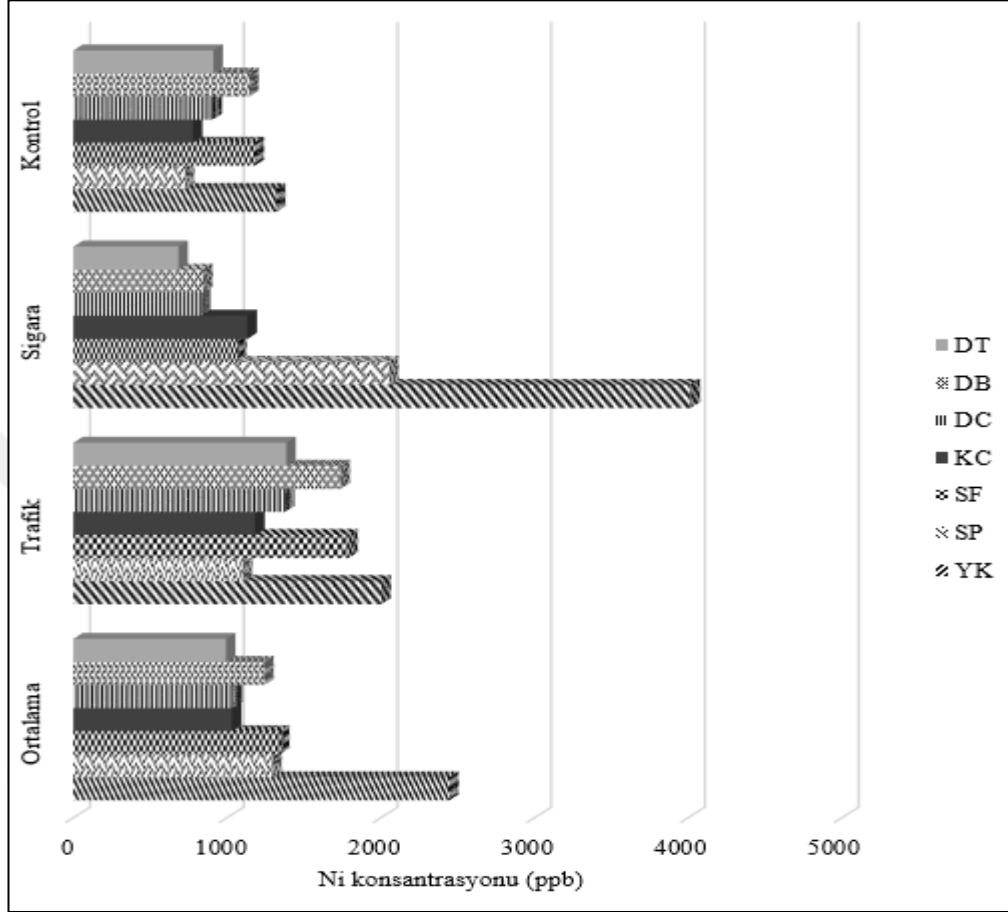
Tablo 4.3 Ni konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	911,27 c	682,60 a	1.484,87 c	992,911 a
DB	1.144,00 d	843,27 b	1.738,37 d	1.241,878 a
DC	904,83 c	828,33 b	1.375,03 c	1.036,07 a
KC	777,87 b	1.132,93 d	1.182,07 b	1.030,956 a
SF	1.177,07 d	1.064,23 c	1.788,77 d	1.343,356 a
SP	725,27 a	2.053,97 e	1.102,27 a	1.293,83 a
YK	1.317,83 e	4.014,60 f	2.002,60 e	2.445,011 b
F Değeri	357,556	5.991,979	353,271	7,045
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Sigara içilen ortamda yetiştirilen türlerde elde edilen değerler ise sırasıyla DT (682,60 ppb), DC (828,33 ppb), DB (843,27 ppb), SF (1064,23 ppb), KC (1132,93 ppb), SP (2053,97 ppb) ve YK (4014,60 ppb) şeklinde sıralanmıştır. Duncan testi sonucunda DB ve DC’de elde edilen değerler ikinci grubu oluştururken diğer değerlerin her birisi ayrı bir grup oluşturmuş, böylece veriler altı grupta toplanmıştır.

Trafiğin yoğun olduğu ortamda yetiştirilen türlerde belirlenen Ni konsantrasyonları ise 1102,27 ppb ile 2002,60 ppb arasında değişmektedir. Bu ortamdaki türlerde Ni konsantrasyonu tür bazında düşükten yükseğe doğru SP (1102,27 ppb), KC (1182,07 ppb), DC (1375,03 ppb), DT (1484,87 ppb), DB (1738,37 ppb), SF (1788,77 ppb) ve YK (2002,60 ppb) şeklinde sıralanmaktadır. Duncan testi sonucunda beş grup oluşmuş, DT ile DC üçüncü, DB ile SF ise dördüncü grubu oluşturmuş, diğer türlerin hepsi sadece bir grupta yer almışlardır. Ni konsantrasyonlarının farklı ortamlardaki ortalama değerleri kullanılarak yapılan Duncan testi sonucunda ise sadece iki grup oluşmuş, YK (2445,01) tek başına ikinci grubu oluştururken diğer türlerin tamamı ilk grubu oluşturmuştur. İlk grubu oluşturan türlerde Ni konsantrasyonu 992,91 ppb (DT)

ile 1343,36 ppb (SF) arasında değişmektedir. Farklı ortamlarda Ni konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3 Ni konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

4.1.4 Co Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi

Düşük konsantrasyonlarda bile toksik ve zehirli olabilmesi sebebiyle insan ve çevre sağlığı açısından en önemli ve tehlikeli elementlerden birisi olan Co konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.4’de verilmiştir.

Co konsantrasyonunun, tür bazında değişimi incelendiğinde, varyans analizi sonuçlarına göre bütün ortamlarda tür bazındaki değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) olduğu görülmektedir. Kontrol ortamında ve trafik ortamında

Duncan testi sonucunda altışar grup oluşurken sigara içilen ortamda beş, ortalama değerlere göre ise dört grup oluştuğu görülmektedir.

Tablo 4.4 Co konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	215,40 b	121,07 b	327,30 b	221,256 a
DB	632,67 f	349,73 d	961,43 f	647,944 d
DC	525,33 e	303,00 c	798,33 e	542,222 cd
KC	370,73 c	346,00 d	563,33 c	426,689 bc
SF	149,60 a	85,27 a	227,43 a	154,10 a
SP	213,03 b	378,77 e	323,80 b	305,20 ab
YK	486,57 d	285,33 c	739,37 d	503,756 cd
F Değeri	601,042	271,52	624,792	11,089
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Tür bazında Co konsantrasyonlarının kontrol ortamındaki değişimi incelendiğinde en düşük Co konsantrasyonunun 149,60 ppb ile SF’de elde edildiği, bu değerden sonraki en düşük değerlerin ise 213,03 ppb ile SP ve 215,40 ppb ile DT’de elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda DT ve SP birlikte ikinci grupta yer almıştır. En yüksek değer 632,67 ppb ile DB’de elde edilirken sonraki en yüksek değerler 525,33 ppb ile DC’de ve 486,57 ppb ile YK’de elde edilmiştir. KC’de ise 370,73 ppb’dir.

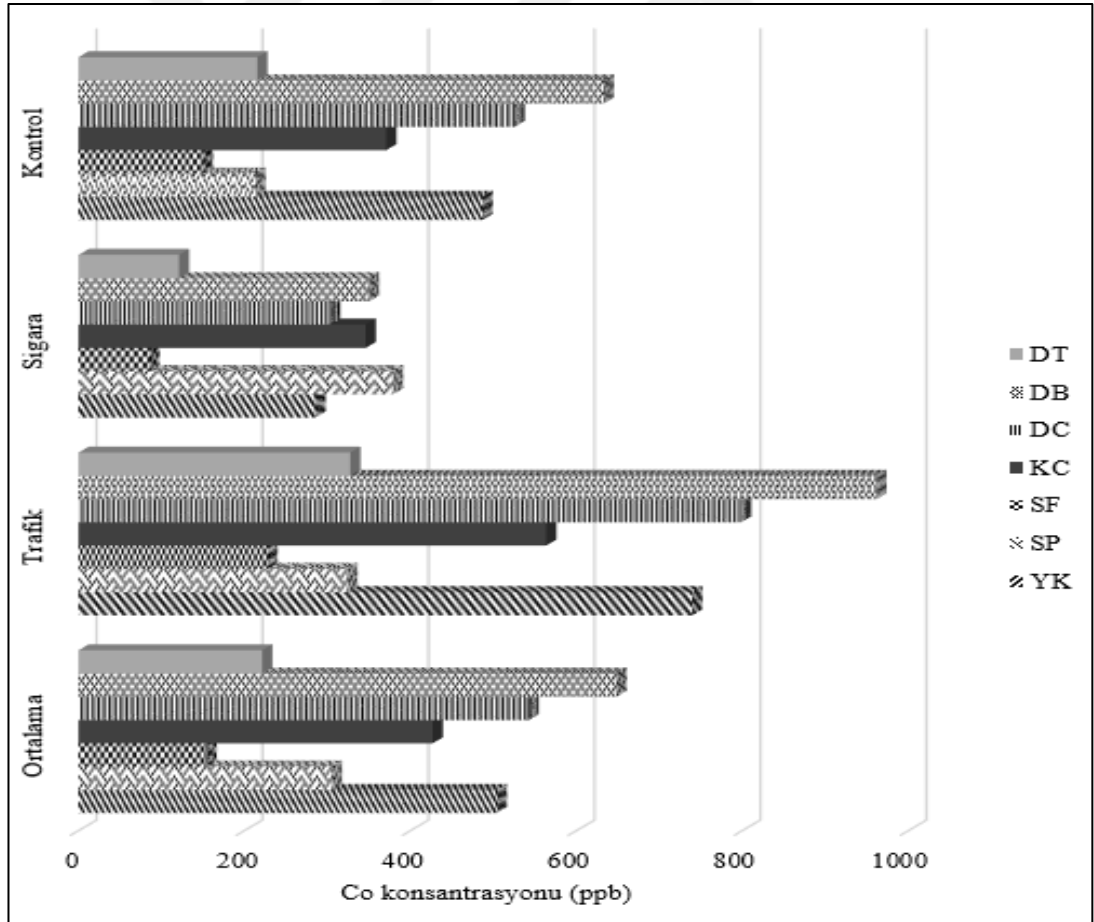
Ni konsantrasyonlarının sigara içilen ortamda türlere göre değişimi incelendiğinde en düşük değer 85,27 ppb ile SF’de, en yüksek sonraki değerlerin ise 121,07 ppb ile DT, 285,33 ppb ile YK ve 303,00 ppb ile DC’de elde edildiği görülmektedir. En yüksek değer 378,77 ppb ile SP’de elde edilirken sonraki en yüksek değerler 349,73 ppb ile DB ve 346,00 ppb ile de KC’de elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda DB ile KC, DC ile de YK aynı gruplarda yer almıştır.

Türlerin trafiğin yoğun olduğu alanda yetiştirilen bireylerinde ise en düşük Co konsantrasyonları 227,43 ppb ile SF, 323,80 ppb ile SP ve 327,30 ppb ile de DT türlerinde elde edilirken en yüksek Co konsantrasyonu 961,43 ppb ile DB türünde elde edilmiştir. Sonraki en yüksek konsantrasyonlar ise 798,33 ppb ile DC, 739,37 ppb ile YK ve 563,33 ppb ile de KC türlerinde elde edilmiştir. Bu alanlarda Duncan testi

sonucunda DT ile SP aynı grupta yer almış, diğer türlerin hepsi ayrı birer grup oluşturmuştur.

Her üç ortamda yetiştirilen bireylerin ortalamaları kullanılarak yapılan varyans analizi sonucunda türlerin istatistiki olarak %99,9 ($p < 0,001$) güven düzeyinde anlamlı olmak üzere farklılaştıkları belirlenmiştir. Yapılan Duncan testi sonucunda dört grup oluşmuş, DT (221,26 ppb) ve SF (154,10 ppb) ilk grupta yer alırken SP (305,20 ppb) ilk iki grupta yer almıştır. En yüksek değer elde edildiği DB (647,94 ppb) sadece son grupta yer alırken DC (542,22 ppb) ve YK (503,76 ppb) üçüncü grupta birlikte son grupta da yer almıştır. KC (426,69 ppb) ise ikinci ve üçüncü grupta yer almıştır.

Farklı ortamlarda Co konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4 Co konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

4.1.5 Cd Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi

Çalışmada değerlendirilen toksik ve zehirli elementlerden biri diğeri olan Cd konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyonları, varyans analizi sonucunda elde edilen F ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.5’de verilmiştir.

Cd konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir tabloda görüldüğü üzere kontrol, sigara içilen, trafiğin olduğu ortamlarda ve ortalama değerlere göre belirlenen Cd konsantrasyonlarının tür bazında değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlıdır.

Tablo 4.5 Cd konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	449,73 d	852,17 e	770,33 d	690,744 c
DB	279,80 b	522,27 d	479,33 b	427,13 ab
DC	316,80 c	64,33 a	542,70 c	307,944 a
KC	318,93 c	69,07 a	546,23 c	311,411 a
SF	314,80 c	63,07 a	539,23 c	305,70 a
SP	256,50 a	349,70 c	439,30 a	348,50 a
YK	550,67 e	314,73 b	943,50 e	602,97 bc
F Değeri	374,852	2050,22	219,706	6,066
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

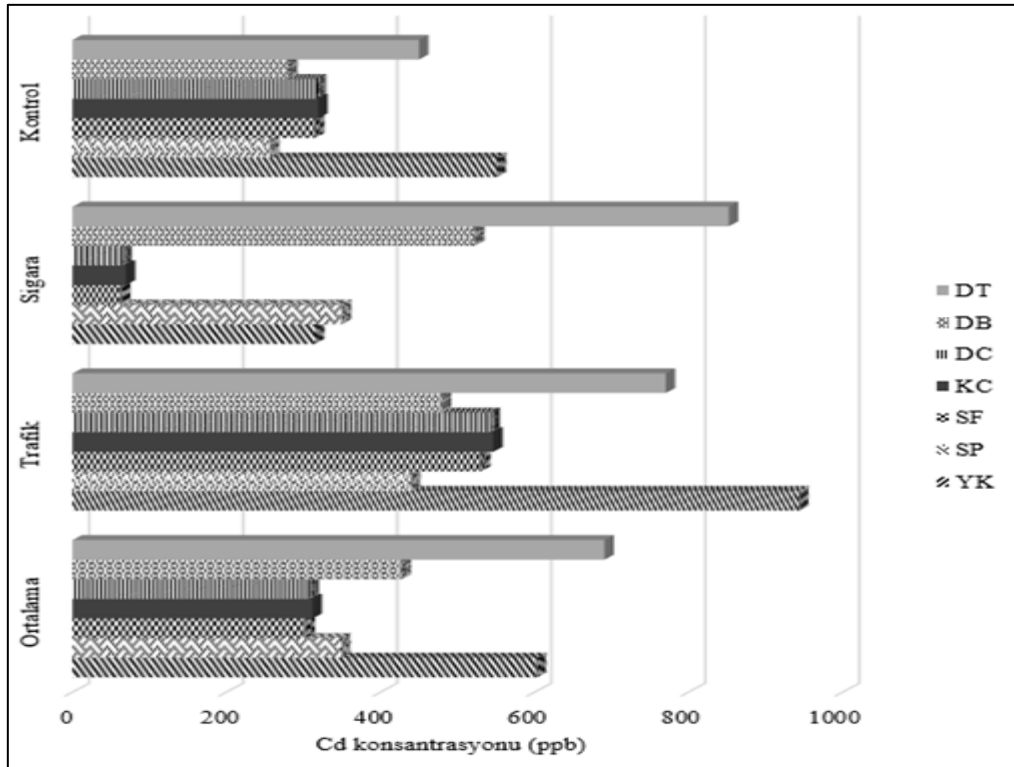
Kontrol ortamında elde edilen değerler incelendiğinde en düşük değerlerin SP (256,50 ppb) ve DB (279,80 ppb) türlerinde elde edildiği ve bu iki türün Duncan testi sonucunda ilk iki grubu oluşturulduğu görülmektedir. Sonraki üç değerinde elde edildiği SF (314,80 ppb), DC (316,80 ppb) ve KC (318,93 ppb) aynı grupta yer alarak üçüncü grubu oluşturmuştur. Duncan testi sonucunda en yüksek değerlerin elde edildiği YK (550,67 ppb) ve DT (449,73 ppb) ise ayrı gruplarda yer alarak son iki grubu oluşturmuş ve böylece kontrol ortamında toplam beş grup oluşmuştur.

Sigara içilen ortamlarda en düşük Cd konsantrasyonları SF (63,07 ppb), DC (64,33 ppb) ve KC’de (69,07 ppb) türleride elde edilmiş olup bu üç tür Duncan testi sonucunda aynı grupta yer alarak ilk grubu oluşturmuştur. Diğer değerlerin ise her

birisi ayrı bir grup oluşturmuş ve böylece YK (314,73 ppb) ikinci, SP (349,70 ppb) üçüncü, DB (522,27 ppb) dördüncü ve DT (852,17 ppb) son grubu oluşturmuştur.

Trafiğin yoğun olduğu alanlardaki Cd konsantrasyonunun 439,30 ppb (SP) ile 943,50 ppb (SF) arasında değiştiği belirlenmiştir. En düşük değerlerin elde edildiği SP'nin yanı sıra ikinci grubu oluşturan DB (479,33 ppb), dördüncü grubu oluşturan DT (770,33 ppb) ve en yüksek değerlerin elde edildiği YK (943,50 ppb) ayrı birer grup oluşturmuştur. Üçüncü grubu ise SF (539,23 ppb), DC (542,70 ppb) ve KC (546,23 ppb) birlikte oluşturmuşlardır.

Ortalama değerler incelendiğinde ise Cd konsantrasyonu bakımından türlerin Duncan testi sonucunda üç grup oluşturduğu görülmektedir. En düşük değerlerin elde edildiği SF (305,70 ppb), DC (307,94 ppb), KC (311,41 ppb) ve SP (348,50 ppb) sadece ilk grupta yer alırken DB (427,13 ppb) ilk iki grupta birden yer almıştır. En yüksek değerlerin elde edildiği DT (690,74 ppb) sadece son grupta, en yüksek ikinci değerlerin elde edildiği YK (602,97 ppb) ise ikinci ve üçüncü gruplarda birden yer almıştır. Farklı ortamlarda Cd'nin tür bazında değişimi Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.5 Cd konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

4.1.6 V Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında V konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.6’da verilmiştir.

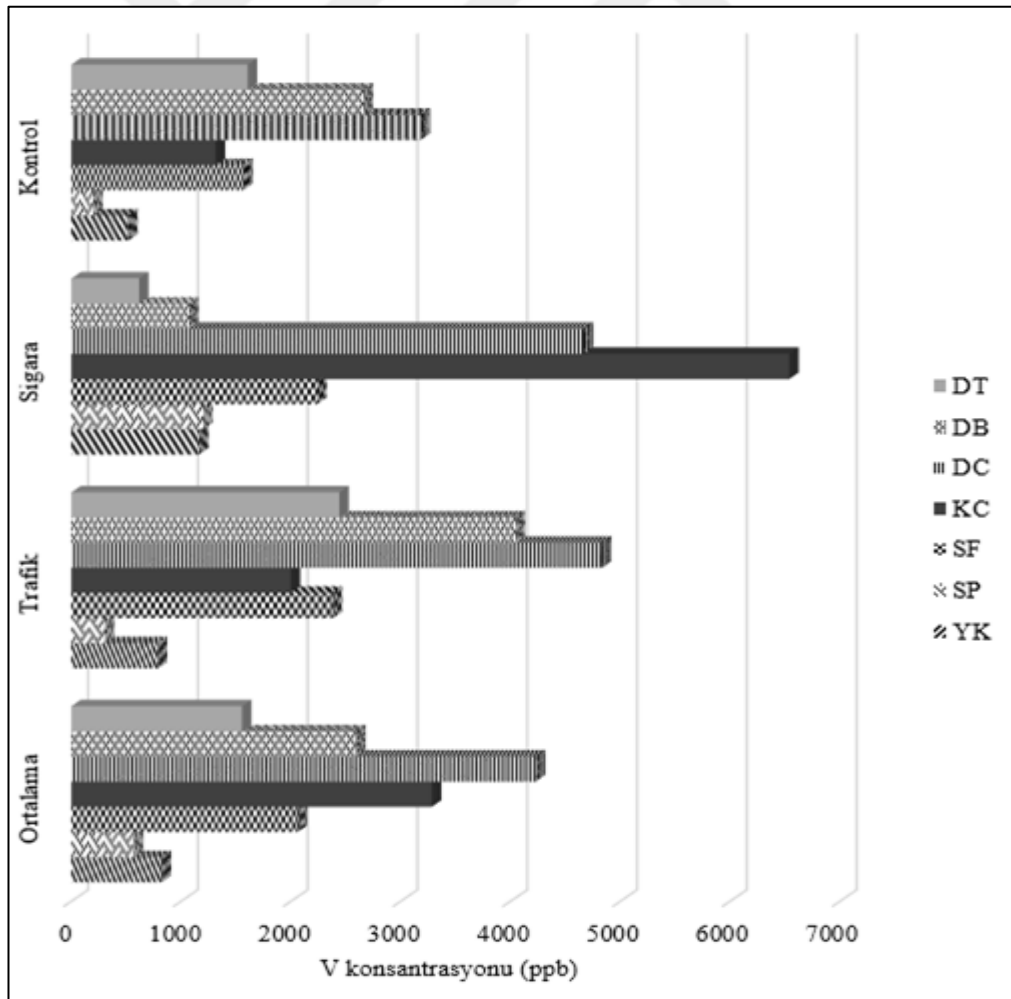
Tablo 4.6 V konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	1.605,33 b	616,70 a	2.440,93 b	1.554,322 ab
DB	2.660,50 c	1.073,20 a	4.043,80 c	2.592,50 bc
DC	3.179,80 d	4.665,13 c	4.832,27 d	4.225,73 d
KC	1.313,97 b	6.537,93 d	1.996,83 b	3.282,911 cd
SF	1.564,40 b	2.236,70 b	2.378,17 b	2.059,756 b
SP	200,07 a	1.200,50 a	303,67 a	568,078 a
YK	516,40 a	1.160,60 a	784,57 a	820,522 a
F Değeri	53,573	108,17	52,429	10,923
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Yapılan varyans analizi sonucunda çalışmaya konu bütün ortamlarda ve ortalama değerlere göre V konsantrasyonunun tür bazında değişimi istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde bulunmuştur. Kontrol ortamında yetiştirilen bireylerde ölçümlenen V konsantrasyonları incelendiğinde tür bazında elde edilen en düşük değerlerin sırasıyla SP (200,07 ppb), YK (516,40 ppb), KC (1313,97 ppb), SF (1564,40 ppb) ve DT’de (1605,33 ppb) elde edildiği görülmektedir. Duncan testi sonucunda bu beş tür iki grup oluşturmuş SP ile YK ilk grupta, DT, KC ve SF de ikinci grupta yer almıştır. En yüksek değerlerin elde edildiği DC (3179,80 ppb) ve DB (2660,50 ppb) ayrı birer grup oluşturmuştur.

Sigara içilen ortamda yetiştirilen türlerde elde edilen değerler incelendiğinde ise Duncan testi sonuçlarına göre sadece üç grubun oluştuğu görülmektedir. En düşük değerlerin elde edildiği DT (616,70 ppb), DB (1073,20 ppb), YK (1160,60 ppb) ve SP (1200,50 ppb) ilk grubu oluşturmuştur. En yüksek değerlerin elde edildiği KC (6537,93 ppb), DC (4665,13 ppb) ve SF (2236,70 ppb) ise ayrı birer grup oluşturmuştur.

Trafiğin yoğun olduğu ortamlarda yetiştirilen türlerde belirlenen V konsantrasyonları 303,67 ppb ile 4832,27 ppb arasında değişmektedir. Bu ortamdaki türlerde V konsantrasyonu tür bazında düşükten yükseğe doğru SP (303,67 ppb), YK (784,57 ppb), KC (1996,83 ppb), SF (2378,17 ppb), DT (2440,93 ppb), DB (4043,80 ppb) ve DC (4832,27 ppb) şeklinde sıralanmaktadır. Duncan testi sonucunda dört grup oluşmuş, SP ile YK ilk, DT, KC ve SF ise ikinci grubu oluşturmuş, DB tek başına üçüncü, DC’de tek başına son grubu oluşturmuştur. V konsantrasyonlarının farklı ortamlardaki ortalama değerleri kullanılarak yapılan Duncan testi sonucunda ise dört grup oluşmuş, SP (568,08 ppb) ve YK (820,52 ppb) sadece ilk grupta yer alırken DT (1554,32 ppb) ilk iki grupta birden yer almıştır. SF (2059,76 ppb) sadece ikinci grupta, DB (2592,50 ppb) ikinci ve üçüncü grupta, KC (3282,91 ppb) son iki grupta ve DC (4225,73 ppb) ise sadece son grupta yer almıştır. Farklı ortamlarda V konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6 V konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

4.1.7 Al Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında Al konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.7’de verilmiştir.

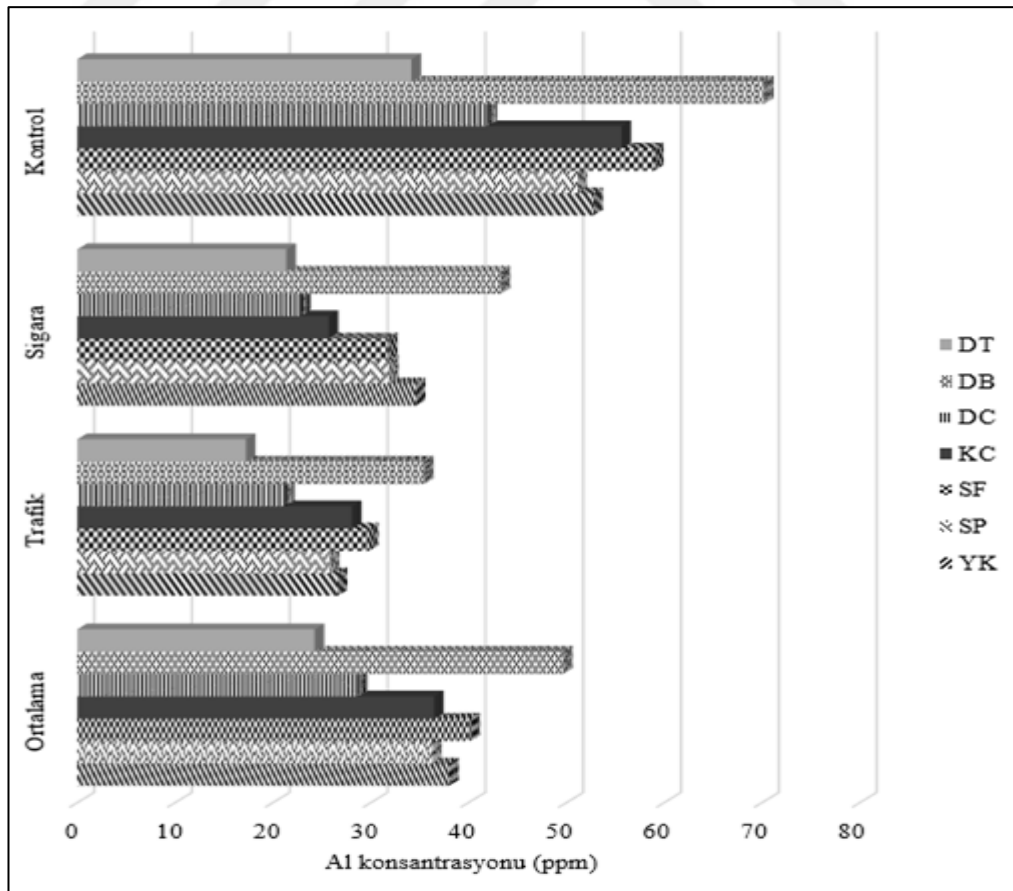
Tablo 4.7 Al konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	34,15 a	21,36 a	17,23 a	24,24 a
DB	70,20 g	43,27 e	35,45 d	49,64 c
DC	41,97 b	22,91 b	21,21 a	28,69 ab
KC	55,62 e	25,69 c	28,08 c	36,46 ab
SF	58,96 f	31,76 d	29,79 c	40,17 bc
SP	51,13 c	31,85 d	25,83 bc	36,27 ab
YK	52,73 d	34,61 e	26,62 bc	37,98 bc
F Değeri	2.479,012	956,313	8,414	3,802
P değeri	0,000	0,000	0,001	0,003

Tablo değerleri incelendiğinde Al konsantrasyonunun bütün ortamlarda tür bazında değişiminin, varyans analizi sonucunda istatistiki olarak anlamlı düzeyde (en az $p<0,01$) değiştiği görülmektedir. Kontrol ortamında yetiştirilen türlerde en düşük değer 34,15 ppm ile DT türünde elde edilirken en yüksek değer 70,20 ppm ile DB türünde elde edilmiştir. Diğer türlerde elde edilen değerlerin ise artan sırayla DC’de 41,97 ppm, SP’de 51,13 ppm, YK’de 52,73 ppm, KC’de 56,62 ppm ve SF’de 58,96 ppm olduğu görülmektedir. Duncan testi sonucunda türlerin her birisi ayrı bir grup oluşturmuştur. Sigara içilen ortamda en düşük Al konsantrasyonu 21,36 ppm ile yine DT türünde elde edilirken bunu sırasıyla 22,91 ppm ile DC, 25,69 ppm ile KC, 31,76 ppm ile SF ve 34,82 ppm ile SP izlemektedir. Sigara içilen ortamlarda en yüksek Al konsantrasyonları ise 43,27 ppm ile DB ve 34,61 ppm ile YK’de elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda sigara içilen ortamlarda yetiştirilen SF ve SP dördüncü grubu oluştururken diğer türlerin her birisi ayrı bir grup oluşturmuştur.

Trafiğin olduğu ortamlarda yetiştirilen bitkilerde ise en düşük Al konsantrasyonu 17,23 ppm ile yine DT türünde elde edilirken sonraki en düşük değerler sırasıyla 21,21

ppm ile DC, 25,83 ppm ile SP ve 26,62 ppm ile de YK türlerinde elde edilmiştir. Bu türlerden KC ve SP Duncan testi sonucunda hem aynı grupta hem de ikinci ve üçüncü grupta birden yer almış diğer türlerin ise her birisi ayrı bir grup oluşturmuştur. Trafik ortamında yetiştirilen bitkilerde en yüksek değerler ise 35,45 ppm ile DB, 29,79 ppm ile SF ve 28,08 ppm ile de KC türlerinde elde edilmiş olup, KC ve SF Duncan testi sonucunda aynı grupta yer almıştır. Her üç ortamdaki değerlerin ortalaması alındığında ise türlerin Duncan testi sonucunda sadece üç grupta toplandığı görülmektedir. Ortalama değerlere göre en düşük Al konsantrasyonlarının elde edildiği DT (24,24 ppm) sadece ilk grupta, en yüksek değerlerin elde edildiği DB ise sadece son grupta yer alırken DC (28,69 ppm), KC (36,46 ppm) ve SP (36,27 ppm) ilk iki grupta, SF (40,17 ppm) ve YK (37,98 ppm) ise son iki grupta yer almıştır. Bütün ortamlarda ve ortalama değerlere göre en düşük Al konsantrasyonlarının DT, en yüksek Al konsantrasyonlarının ise DB türlerinde elde edilmiş olması dikkat çekmektedir. Farklı ortamlarda Al konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7 Al konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

4.1.8 Ba Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde Ba konsantrasyonunun tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.8’de verilmiştir.

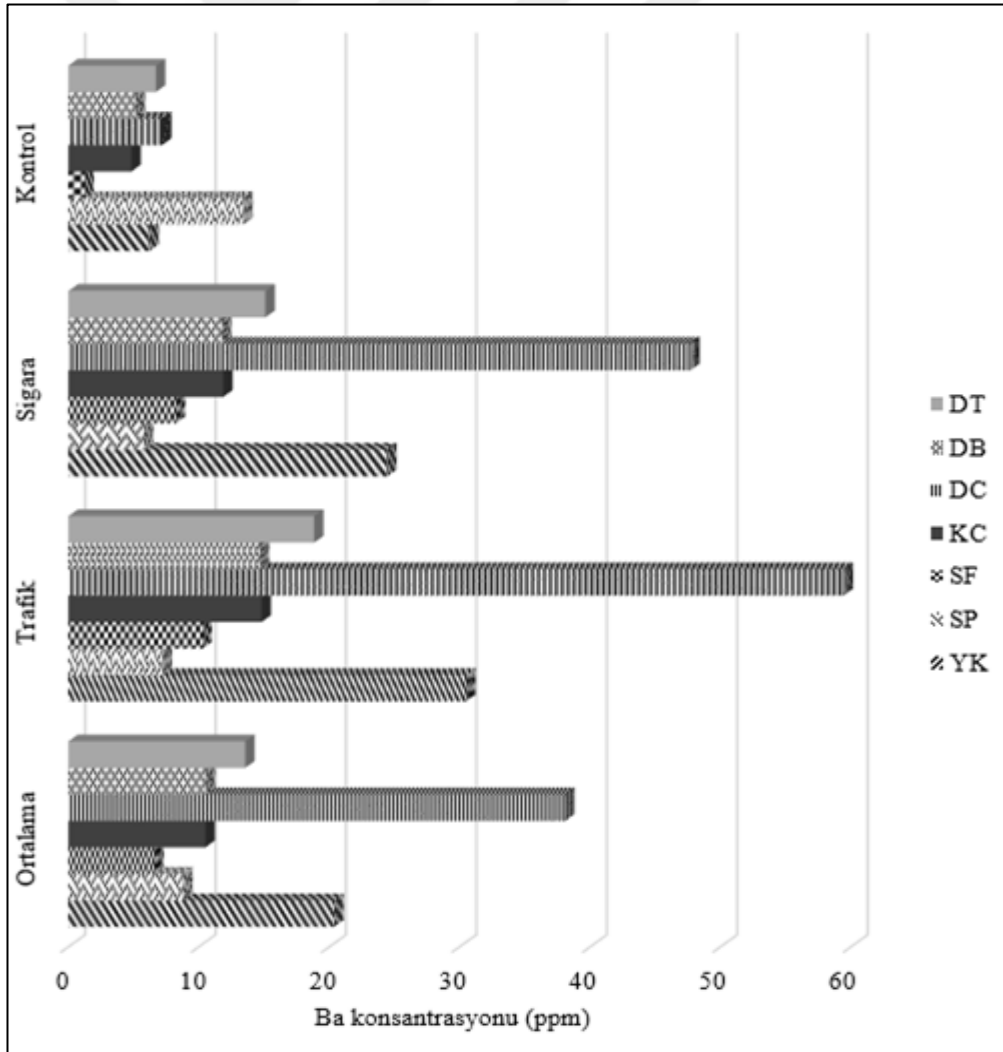
Tablo 4.8 . Ba konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	6,71 e	15,10 d	18,82 d	13,54 ab
DB	5,15 c	11,77 c	14,67 c	10,53 ab
DC	7,17 f	47,67 f	59,43 f	38,09 c
KC	4,82 b	11,87 c	14,80 c	10,49 ab
SF	1,22 a	8,22 b	10,25 b	6,56 a
SP	13,40 g	5,79 a	7,22 a	8,80 a
YK	6,20 d	24,44 e	30,47 e	20,37 b
F Değeri	11.772,51	36.609,664	7.985,869	9,596
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabloda görüldüğü üzere Ba konsantrasyonunun tür bazında değişimi, çalışmaya konu bütün ortamlarda ve ortalama değerlere göre istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p < 0,001$) anlamlıdır. Kontrol ortamında Ba konsantrasyonunun 1,22 ppm (SF) ile 13,40 ppm (SP) arasında değiştiği ve Duncan testi sonucunda her tür ayrı bir grup oluşturduğundan yedi grup oluştuğu belirlenmiştir. Kontrol ortamında Ba konsantrasyonunun DT’de 6,71 ppm, DB’de 5,15 ppm, DC’de 7,17 ppm, KC’de 4,82 ppm ve YK’de de 6,20 ppm olduğu hesaplanmıştır.

Sigara içilen ortamlarda tür bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde en düşük değer (5,79 ppm) elde edildiği SP’nin ilk, SF’nin (8,22 ppm) ise ikinci grubu oluşturduğu görülmektedir. DB (11,77 ppm) ve KC’de elde edilen (11,87 ppm) değerler ise birlikte üçüncü grubu oluştururken DT (15,10 ppm) dördüncü grubu, YK (24,44 ppm) ise beşinci grubu oluşturmuştur. En yüksek değer (47,67 ppm) elde edildiği DC ise son grupta yer almıştır. Kontrol ortamında en yüksek değer elde edildiği SP’de sigara içilen ortamda en düşük değer elde edilmesi dikkat çekicidir.

Trafiğin olduğu ortamda ise Ba konsantrasyonunun 7,22 ppm ile 59,43 ppm arasında değiştiği, en düşük değer SP, en yüksek değer ise DC türlerinde elde edildiği görülmektedir. Duncan testi sonucunda en düşük değer elde edildiği SP ilk, sonraki en düşük değer (10,25 ppm) elde edildiği SF ise ikinci grubu oluştururken DB (14,67 ppm) ve KC (14,80 ppm) üçüncü grubu oluşturmuştur. En yüksek değerlerin elde edildiği DC (59,43 ppm), YK (30,47 ppm) ve DT (18,82 ppm) ise ayrı birer grup oluşturmuştur. Ortalama değerler bakımından sadece üç grup oluşmuş olup en düşük değerlerin elde edildiği SF (6,56 ppm) ve SP (8,80 ppm) sadece ilk grupta yer alırken YK (20,37 ppm) sadece ikinci, DC (38,09 ppm) ise sadece üçüncü grupta yer almıştır. Diğer türler DT (13,54 ppm), DB (10,53 ppm) ve KC (10,49 ppm) ise ilk iki grupta birden yer almıştır. Farklı ortamlarda Ba konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8 Ba konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

4.1.9 B Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi

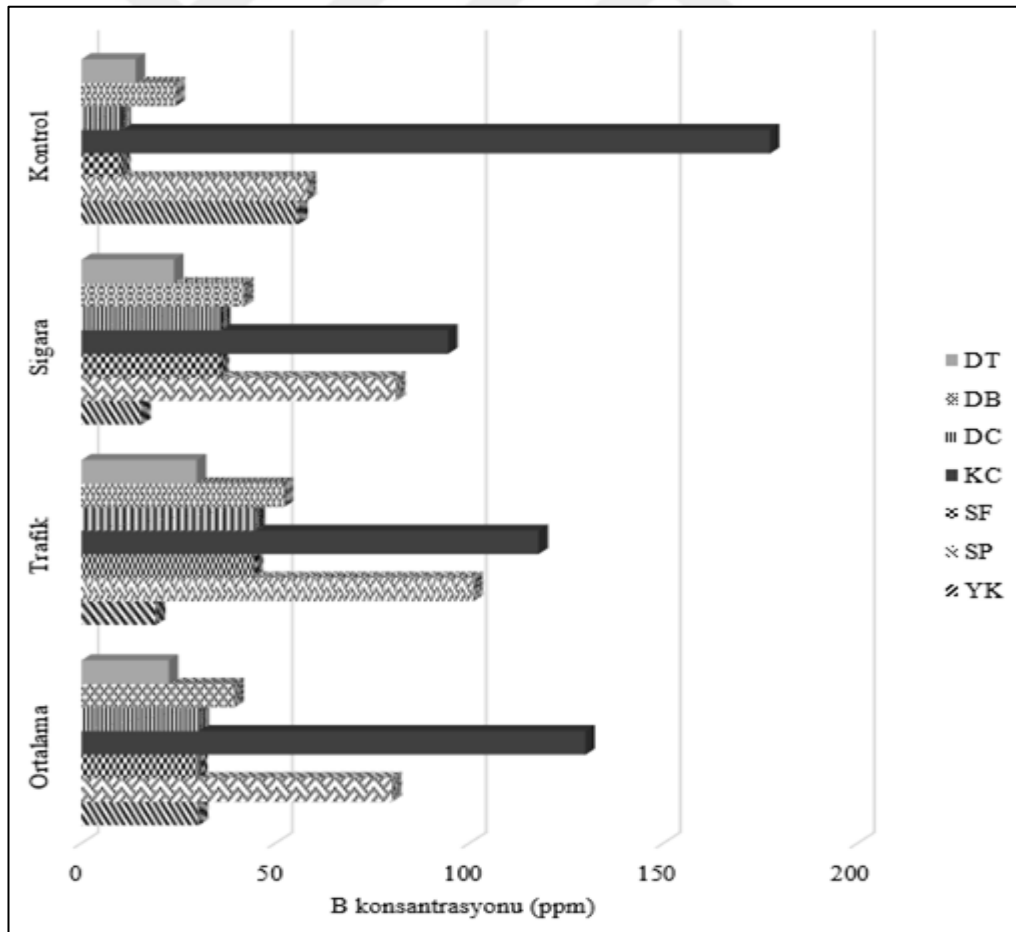
Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden B konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9 B konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	13,93 b	23,79 b	29,66 b	22,46 a
DB	24,12 c	41,82 d	52,13 d	39,36 a
DC	10,38 a	35,90 c	44,75 c	30,34 a
KC	177,43 f	94,44 f	117,73 f	129,86 c
SF	10,14 a	35,53 c	44,30 c	29,99 a
SP	58,08 e	80,98 e	100,95 e	80,00 b
YK	55,87 d	15,37 a	19,16 a	30,13 a
F Değeri	444.437,738	20.053,711	11.161,53	35,31
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Varyans analizi sonuçlarına göre B konsantrasyonunun tür bazında değişimi incelendiğinde, bütün ortamlarda B konsantrasyonunun tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde bütün ortamlarda her bir türün sadece bir grupta yer alması dikkat çekmektedir. Kontrol ortamında türler Duncan testi sonucunda altı grup oluşturmuş, en düşük değerlerin elde edildiği DC (10,38 ppm) ve SF (10,14 ppm) ilk grubu oluştururken, diğer türlerin her birisi ayrı bir grupta yer almıştır. DC ve SF’den sonra en düşük değerlerin elde edildiği DT (13,93 ppm) ikinci, DB (24,12 ppm) üçüncü ve YK (55,87 ppm) dördüncü grubu oluşturmuştur. En yüksek değerlerin elde edildiği KC (177,43 ppm) ile SP (58,08 ppm) ise son iki grubu oluşturmuştur. Sigara içilen ortamlarda ortalama değerler ve Duncan testi oluşan gruplar incelendiğinde en düşük değerlerin 15,37 ppm ile YK’de, en yüksek değerlerin ise 94,44 ppm ile KC’de elde edildiği görülmektedir. En düşük değerlerin elde edildiği YK (15,37 ppm) ve DT (23,79 ppm) ilk iki grubu oluştururken DC (35,90 ppm) ve SF (35,53 ppm) üçüncü grubu oluşturmuştur. En yüksek değerlerin elde edildiği KC (94,44 ppm), SP (80,98 ppm) ve DB (41,82 ppm) ise ayrı birer grup oluşturmuştur.

Trafik ortamında da yine kontrol ve sigara ortamlarında olduğu gibi Duncan testi sonucunda altı grup oluşmuştur. En düşük değerlerin elde edildiği YK (19,16 ppm) ile DT (29,66 ppm) ilk iki grubu oluştururken DC (44,75 ppm) ile SF (44,30 ppm) üçüncü grubu oluşturmuştur. En yüksek üç değer elde edildiği KC (117,73 ppm), SP (100,95 ppm) ve DB (52,13 ppm) ise son üç grubu oluşturmuştur. Duncan testi sonucunda ortalama değerler bakımından ise Al ve Ba'da olduğu gibi sadece üç grup oluşmuştur. En yüksek değerlerin elde edildiği KC (129,86 ppm) son grubu, SP (80,00 ppm) ise ikinci grubu oluştururken diğer türlerin hepsi ilk grupta yer almıştır. İlk grupta yer alan türlerin ortalama B konsantrasyonları 22,46 ppm (DT) ile 39,36 ppm (DB) arasında değişirken ikinci grupta elde edilen değerlerin birinci grupta elde edilen değerlerin iki katından, üçüncü grupta elde edilen değerlerin ise birinci grupta elde edilen değerlerin üç katından fazla olması dikkat çekmektedir. Farklı ortamlarda B konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9 B konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

4.1.10 Cu Konsantrasyonunun (ppb) Tür Bazında Değişimi

Çalışmaya konu elementlerden olan Cu konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.10'da verilmiştir.

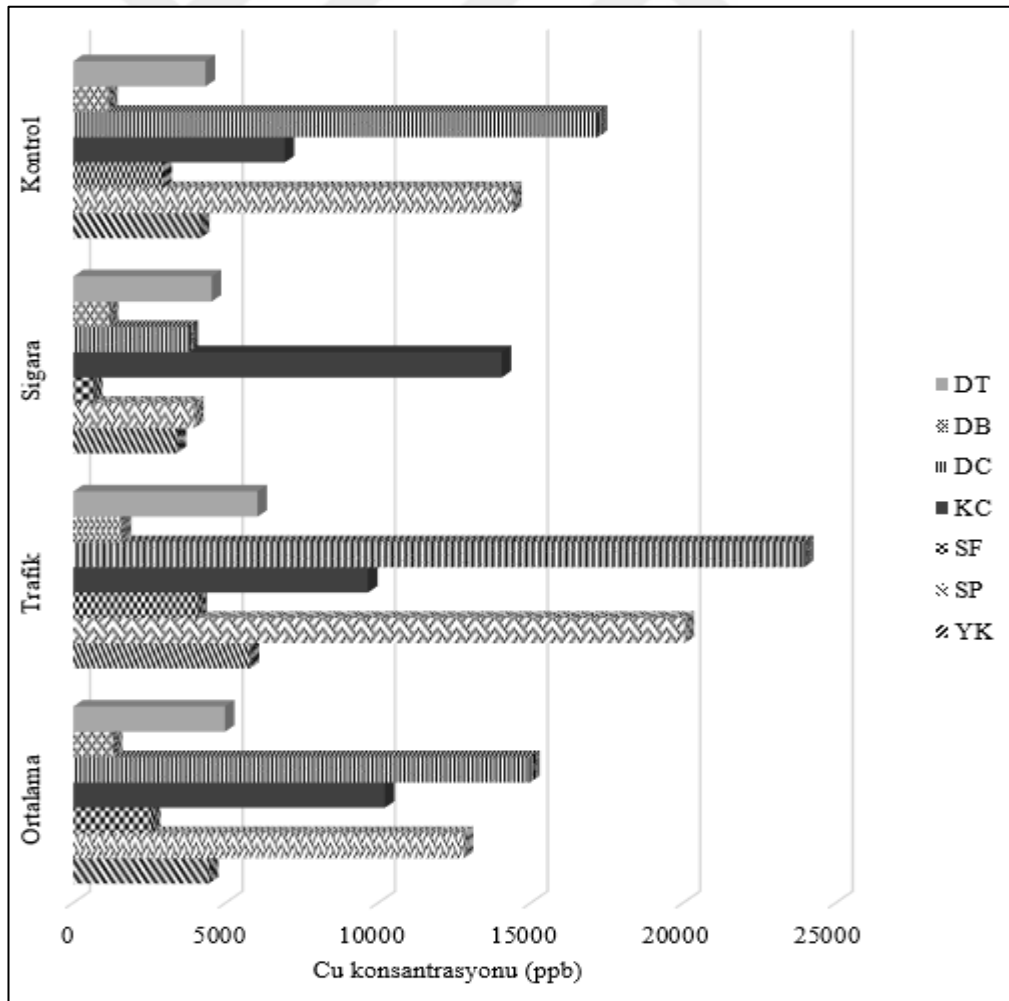
Tablo 4.10 Cu konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	4.331,33 c	4.529,70 c	6.034,70 c	4.965,244 a
DB	1.136,80 a	1.163,33 a	1.583,07 a	1.294,40 a
DC	17.193,53 f	3.770,00 bc	23.956,43 f	14.979,322 c
KC	6.930,63 d	14.043,33 d	9.656,03 d	10.210,00 b
SF	2.916,67 b	632,07 a	4.063,13 b	2.537,289 a
SP	14.389,23 e	3.961,33 bc	20.049,07 e	12.799,878 bc
YK	4.149,33 c	3.380,00 b	5.781,60 c	4.436,978 a
F Değeri	5.659,94	325,103	3.959,609	12,452
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Cu konsantrasyonunun tür bazında değişimi incelendiğinde varyans analizi sonuçlarına göre çalışmaya konu bütün ortamlarda ve ortalama değerlere göre tür bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde kontrol grubunda her bir türün sadece bir grupta yer aldığı ve toplamda yedi grup oluştuğu görülmektedir. Kontrol ortamında en düşük değerler DB (1136,80 ppb), SF (2916,67 ppb), YK (4149,33 ppb) ve DT (4331,33 ppb) türlerinde elde edilirken DB ve SF ilk iki grubu oluşturmuş, DT ve YK ise birlikte üçüncü grubu oluşturmuşlardır. Kontrol ortamında en yüksek değerler DC (17.193,53 ppb), SP (14.389,23 ppb) ve KC (6930,63 ppb) türlerinde elde edilmiş olup bu türlerin her birisi ayrı bir grupta yer almıştır. Kontrol grubunda en düşük ve en yüksek değerler arasında altı kata yakın fark olması dikkate çekicidir.

Sigara ortamında en düşük değerler SF (632,07 ppb) ile DB (1163,33 ppb) türlerinde elde edilmiş olup bu iki tür Duncan testi sonucunda ilk grubu oluşturmuş, YK (3380,00 ppb) sadece ikinci grupta yer almıştır. En yüksek değerlerin elde edildiği KC

(14.043,33 ppb) sadece son grupta, DT (4529,70 ppb) ise sadece üçüncü grupta yer alırken DC (3770,00 ppb) ve SP (3961,33 ppb) ikinci ve üçüncü gruplarda yer almıştır. Trafik ortamında da kontrol ortamında olduğu gibi her tür sadece bir grupta yer almıştır. Bu ortamda DB (1583,07 ppb) ilk grubu, SF (4063,13 ppb) ikinci grubu oluştururken üçüncü grubu DT (6034,70 ppb) ve YK (5781,60 ppb) birlikte oluşturmuştur. En yüksek değerlerin elde edildiği DC (23.956,43 ppb), SP (20.049,07 ppb) ve KC (9656,03 ppb) ise ayrı birer grup oluşturmuştur. Çalışmaya konu üç ortamda elde edilen ortalama değerlere göre ise Duncan testi sonucunda 3 grup oluşmuştur. DT (4965,24 ppb), DB (1294,40 ppb), SF (2537,29 ppb) ve YK (4436,98 ppb) ilk grubu oluşturmuştur. KC (10.210,00 ppb) ikinci, DC (14.979,32 ppb) son grupta yer alırken SP (12.799,88 ppb) son iki grupta birden yer almıştır. Farklı ortamlarda Cu konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10 Cu konsantrasyonunun (ppb) tür bazında değişimi

4.1.11 Fe Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi

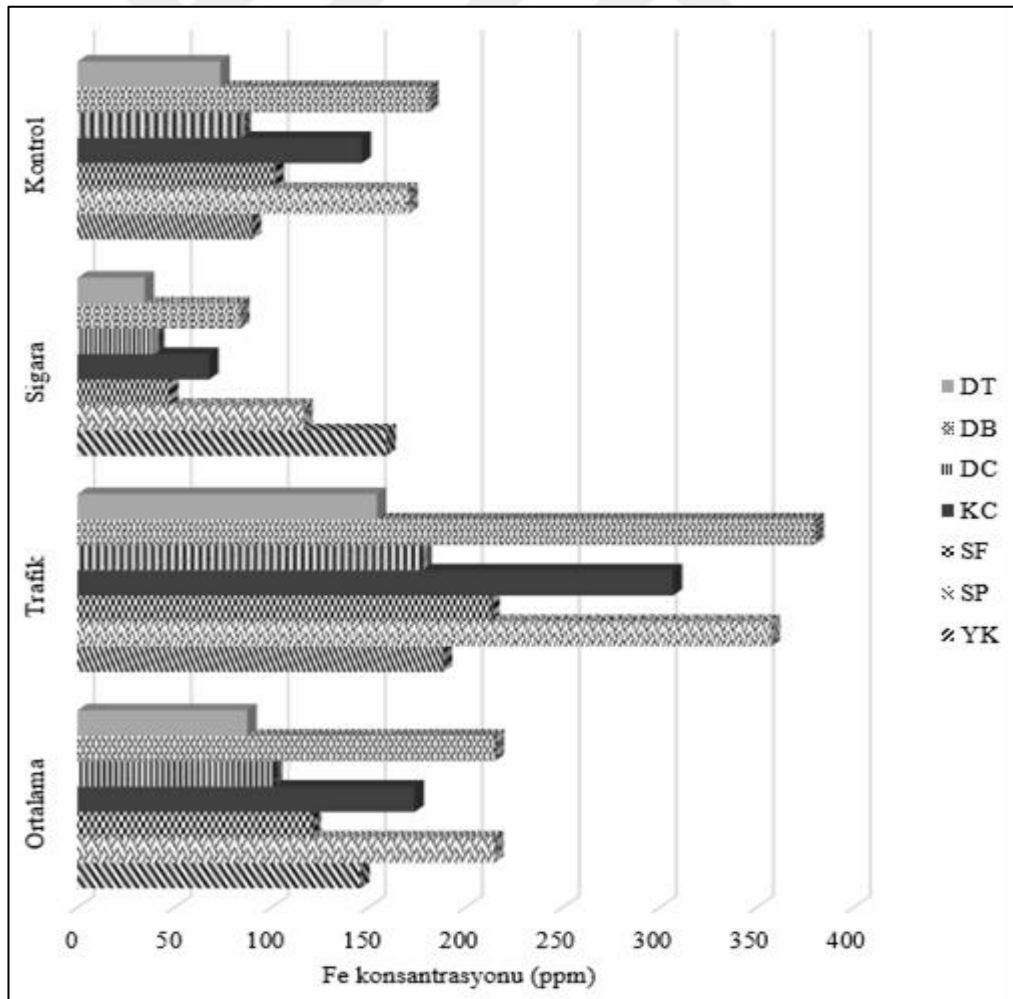
Çalışma kapsamında değerlendirilen ağır metallere Fe konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11 Fe konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	73,57 a	34,55 a	154,22 a	87,45 a
DB	181,23 g	83,83 e	379,83 g	214,96 b
DC	84,68 b	39,83 b	177,49 b	100,67 a
KC	146,32 e	67,74 d	306,68 e	173,58 ab
SF	101,59 d	47,16 c	212,93 d	120,56 a
SP	170,46 f	116,31 f	357,27 f	210,68 b
YK	89,77 c	159,14 g	188,17 c	145,69 ab
F Değeri	3.028,23	50.867,517	3.514,173	3,149
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,01

Fe konsantrasyonunun farklı ortamlarda tür bazında değişimi incelendiğinde, varyans analizi sonucunda bütün ortamlarda Fe konsantrasyonunun değişiminin istatistik olarak %99,9 güven düzeyinde ($p < 0,001$), ortalama değerlere göre değişiminin ise %99 güven düzeyinde ($p < 0,01$) anlamlı olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçlarına göre çalışmaya konu ortamların her birisinde, her tür ayrı bir grup oluşturmuş ve bundan dolayı bu ortamlarda yedişer grup oluşmuştur. Ayrıca her değer sadece bir grupta yer almıştır. Kontrol ortamında en düşük değer (73,57 ppm) DT’de, en yüksek değer (181,23 ppm) ise DB’de elde edilmiştir. Bunun dışındaki değerler ise artan sırayla DC (84,68 ppm), YK (89,77 ppm), SF (101,59 ppm), KC (146,32 ppm) ve SP (170,46 ppm) türlerinde elde edilmiştir. Sigara ortamında elde edilen değerler incelendiğinde ise en düşük değer (34,55 ppm) DT, en yüksek değer (159,14 ppm) ise YK türlerinde elde edildiği görülmektedir. Diğer türlerde elde edilen değerler ise yine artan sırayla DC (39,83 ppm), SF (47,16 ppm), KC (67,74 ppm), DB (83,83 ppm) ve SP (116,31 ppm) türlerinde elde edilmiştir.

Trafik ortamında da en düşük değer kontrol ve sigara ortamlarında olduğu gibi DT (154,22 ppm) türünde elde edilmiş olmasına rağmen bu değer diğer ortamlarda elde edilen en yüksek değerlere yakın seviyede olması dikkat çekmektedir. Trafik ortamında elde edilen değerler tür bazında düşükten yükseğe doğru DC (177,49 ppm), YK (188,17 ppm), SF (212,93 ppm), KC (306,68 ppm) ve SP (357,27 ppm) şeklinde sıralanmaktadır. Bu ortamda elde edilen en yüksek değer ise DB (379,83 ppm) türünde elde edilmiştir. Ortalama değerler bakımından ise Duncan testi sonucunda sadece iki grup oluşmuştur. En düşük değerlerin elde edildiği DT (87,45 ppm), DC (100,67 ppm) ve SF (120,56 ppm) türleri sadece ilk grupta yer alırken en yüksek değerlerin elde edildiği DB (214,96 ppm) ve SP (210,68 ppm) sadece ikinci grupta yer almıştır. KC (173,58 ppm) ve YK (145,69 ppm) türleri ise her iki grupta birden yer almıştır. Farklı ortamlarda Fe konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11 Fe konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

4.1.12 Mn Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi

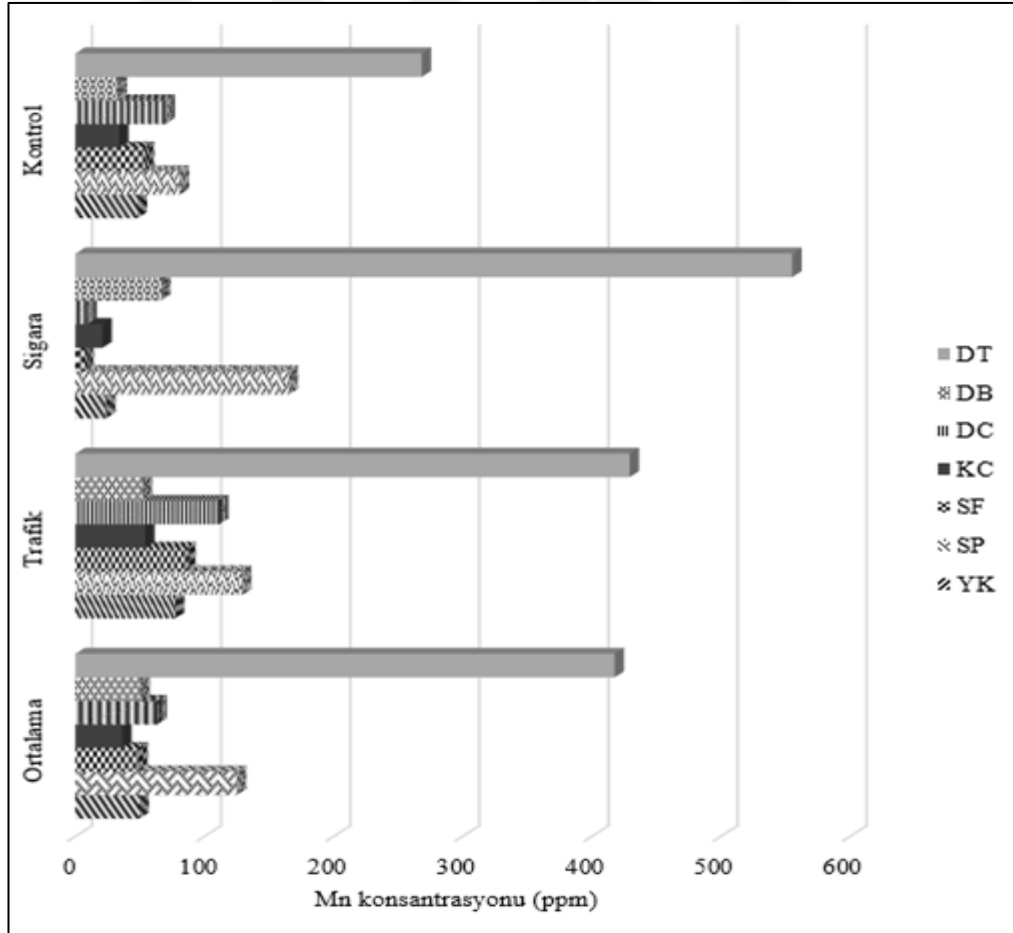
Çalışmada değerlendirilen elementlerden Mn konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12 Mn konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	268,27 f	555,20 e	429,21 f	417,56 c
DB	32,51 a	66,30 c	52,03 a	50,28 a
DC	69,45 d	9,00 a	111,13 d	63,19 a
KC	33,79 a	20,89 b	54,07 a	36,25 a
SF	53,61 c	6,86 a	85,78 c	48,75 a
SP	80,69 e	165,04 d	129,10 e	124,94 b
YK	48,11 b	23,77 b	76,98 b	49,62 a
F Değeri	26.238,001	14.496,378	17.426,397	56,69
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Farklı ortamlarda tür bazında Mn konsantrasyonunun değişimi incelendiğinde, varyans analizi sonucunda bütün ortamlarda ve ortalama değerlere göre Mn konsantrasyonunun değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p < 0,001$), anlamlı olduğu görülmektedir. Mn konsantrasyonunun kontrol ortamındaki değişimi incelendiğinde değerlerin 32,51 ppm (DB) ile 268,27 ppm (DT) arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda kontrol ortamındaki diğer türlerde Mn konsantrasyonunun DC’de 69,45 ppm, KC’de 33,79 ppm, SF’de 53,61 ppm, SP’de 80,69 ppm ve YK’de 48,11 ppm oluşu belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda sadece en düşük değerlerin elde edildiği DB ve KC ilk grupta yer alırken diğer türlerin her birisi ayrı bir grup oluşturmuş ve sadece birer grupta yer almışlardır. Böylece kontrol grubunda toplam altı grup oluşmuştur. Sigara ortamında Mn konsantrasyonları DT’de 555,20 ppm, DB’de 66,30 ppm, DC’de 9,00 ppm, KC’de 20,89 ppm, SF’de 6,86 ppm, SP’de 165,04 ppm ve YK’de 23,77 ppm olarak hesaplanmıştır. Sigara ortamında en düşük değer olan 6,86 ppm (SF) ile en yüksek değer olan 555,20 ppm (DT) arasında seksen kattan fazla fark olması dikkat çekmektedir. Duncan testi sonucunda sigara ortamında DC ve SF’nin ilk grubu, KC ve YK’nin ikinci grubu

oluşturduğu, diğer türlerinin her birisinin ayrı bir grupta yer aldığı belirlenmiştir. Trafik ortamında ise Mn konsantrasyonları DT’de 429,21 ppm, DB’de 52,03 ppm, DC’de 111,13 ppm, KC’de 54,07 ppm, SF’de 85,78 ppm, SP’de 129,10 ppm ve YK’de 76,98 ppm olarak hesaplanmıştır. Trafik ortamında en düşük değer olan 54,07 ppm KC türünde, en yüksek değer olan 429,21 ppm ise yine DT türünde elde edilmiştir. Bu ortamda da Duncan testi sonucunda altı grup oluşmuş, her bir tür sadece bir grupta yer almış ve sadece en düşük değerlerin elde edildiği DB ile KC ilk grupta yer alırken diğer türlerin her birisi ayrı gruplar oluşturmuştur. Ortalama değerler bakımından ise türler sadece üç grup oluşturmuş, en yüksek değere (417,56 ppm) sahip DT ile sonraki en yüksek değere (124,94 ppm) sahip SP son iki grubu oluştururken diğer türlerin hepsi ilk grupta yer almıştır. Duncan testi sonucunda oluşan ilk gruptaki türlerin ortalama Mn konsantrasyonları 36,25 ppm (KC) ile 63,19 ppm (DC) arasında değişmektedir. Farklı ortamlarda Mn konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12 Mn konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

4.1.13 Zn Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi

Çalışmada değerlendirilen elementlerden Zn konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.13’de verilmiştir.

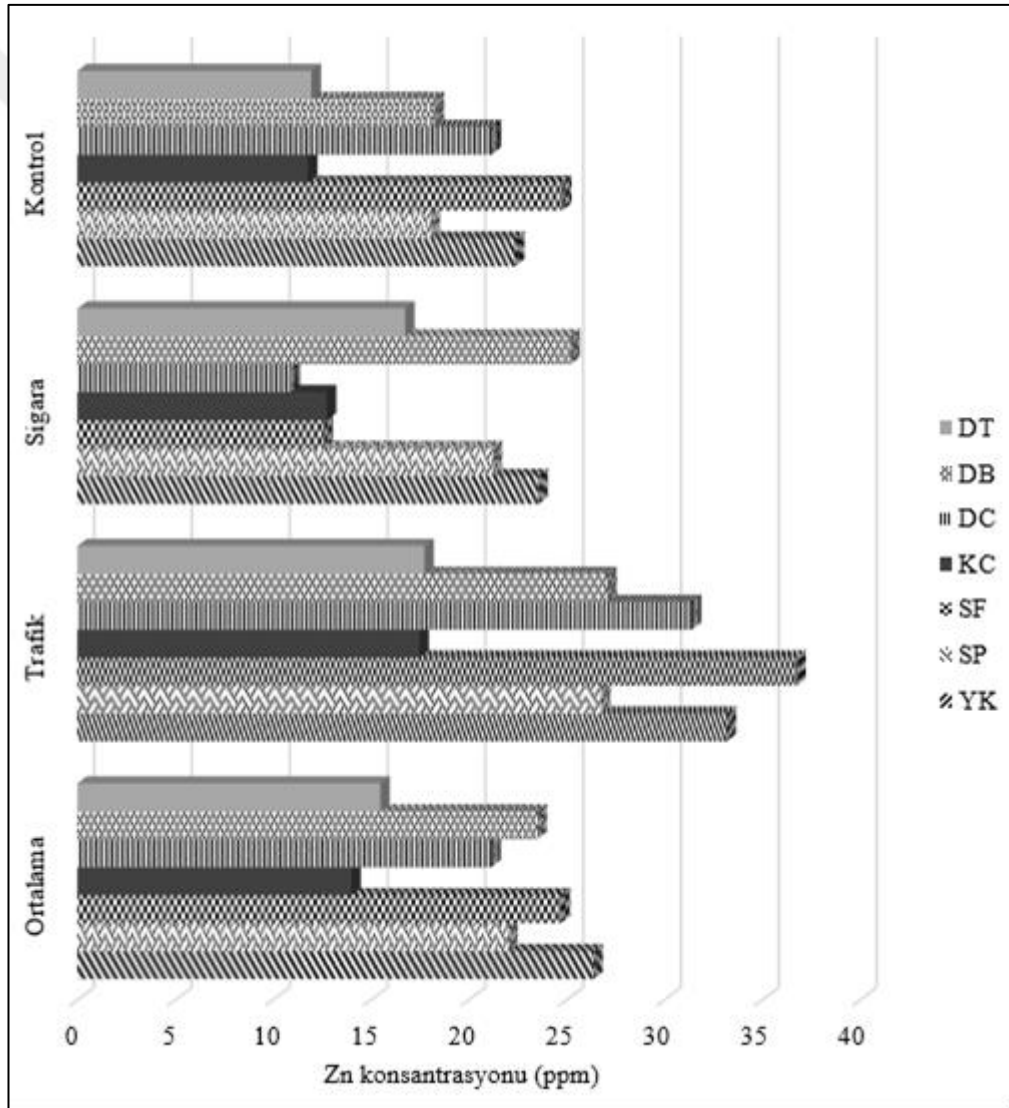
Tablo 4.13 Zn konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	11,96 a	16,75 c	17,74 a	15,48 ab
DB	18,26 b	25,20 f	27,09 b	23,52 c
DC	21,16 c	10,89 a	31,39 c	21,15 bc
KC	11,78 a	12,74 b	17,48 a	14,00 a
SF	24,77 e	12,58 b	36,74 e	24,70 c
SP	18,05 b	21,23 d	26,77 b	22,01 c
YK	22,36 d	23,57 e	33,18 d	26,37 c
F Değeri	1.881,783	5.484,106	2.098,284	5,23
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Varyans analizi sonucunda bütün ortamlarda ve ortalama değerlere göre Zn konsantrasyonunun tür bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ($p<0,001$) düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir. Tablo değerleri incelendiğinde kontrol ortamında en düşük değerlerin 11,78 ppm ile KC ve 11,96 ppm ile DT türlerinde elde edildiği görülmektedir. Duncan testi sonucunda bu türler ilk grubu oluşturmuştur. Duncan testi sonucunda ikinci grubu ise 18,05 ppm ile SP ve 18,26 ppm ile DB türleri oluşturmuştur. En yüksek değerler olan 21,16 ppm ile DC üçüncü grubu oluştururken 22,36 ppm ile YK dördüncü ve 24,77 ppm ile de SF son grubu oluşturmuştur. Sigara ortamında elde edilen en düşük değer olan 10,89 ppm ile DC, Duncan testi sonucunda ilk grubu oluştururken sonraki en düşük değerler olan 12,58 ppm ile SF ve 12,74 ppm ile KC ikinci grubu oluşturmuştur. Bu ortamda diğer türlerden DT (16,75 ppm), DB (25,20 ppm), SP (21,23 ppm) ve YK (23,75 ppm) ise ayrı birer grup oluşturmuşlardır.

Trafik ortamında da veriler Duncan testi sonucunda beş grupta toplanmış, en düşük değerler olan 17,48 ppm (KC) ile 17,74 ppm (DT) ilk grubu oluşturmuştur. Sonraki en düşük değerler olan 26,77 ppm (SP) ile 27,09 ppm (DB) ise ikinci grubu oluştururken

31,39 ppm ile DC üçüncü, 33,18 ppm ile YK dördüncü ve 36,74 ppm ile de SF son grubu oluşturmuştur. Zn konsantrasyonu bakımından, ortalama değerlere göre değerlendirme yapıldığında verilerin üç grup oluşturduğu görülmektedir. En düşük değer olan 14,00 ppm (KC) sadece ilk grupta yer alırken sonraki en düşük değer olan 15,48 ppm (DT) ilk iki grupta birden yer almıştır. 21,15 ppm ile DC ikinci ve üçüncü grupta yer alırken diğer türlerin hepsi üçüncü grupta yer almıştır. Üçüncü grupta yer alan türler arasında en düşük Zn konsantrasyonu 22,01 ppm ile SP ve en yüksek Zn konsantrasyonu da 26,37 ppm ile YK türlerinde elde edilmiştir. Farklı ortamlarda Zn konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13 Zn konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

4.1.14 Na konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

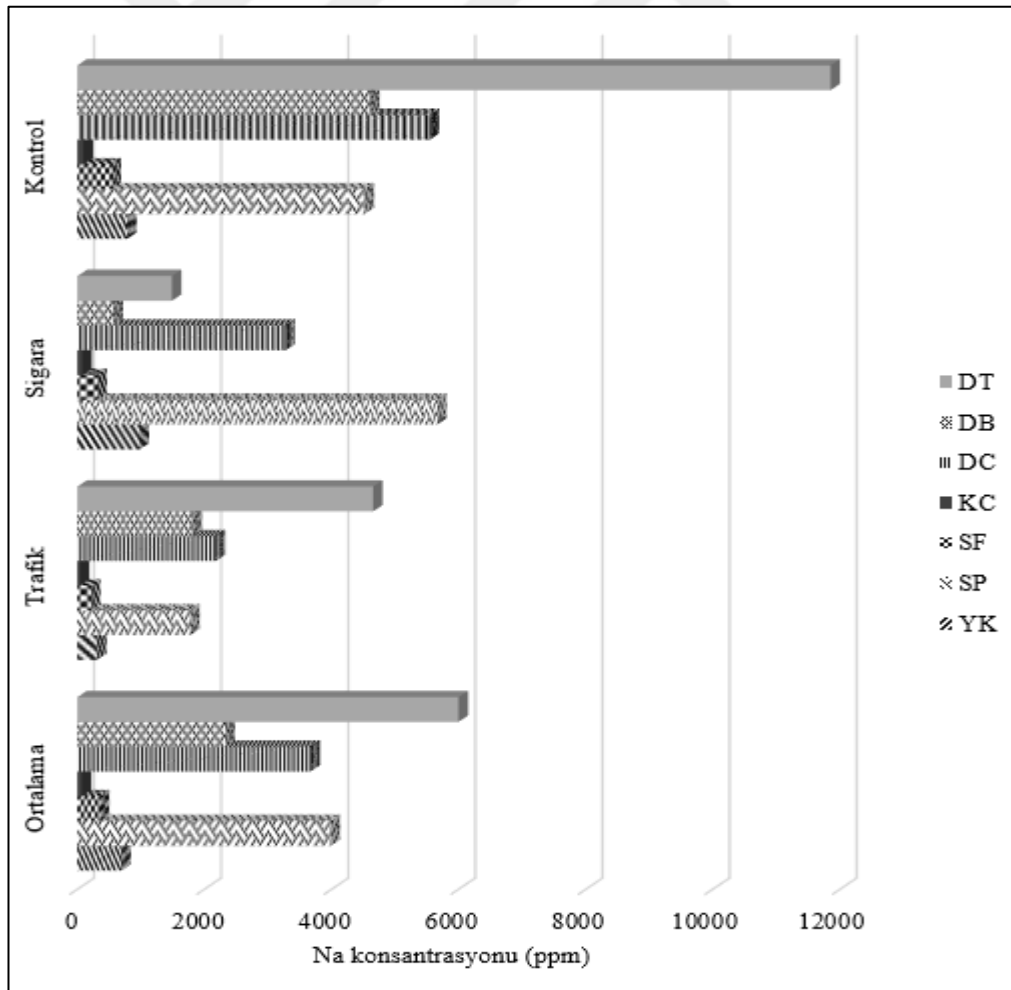
Çalışmaya konu elementlerden olan Na konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.14’de verilmiştir.

Tablo 4.14 Na konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	11.851,67 g	1.487,33 e	4.653,77 f	5997,59 d
DB	4.606,67 e	569,53 c	1.808,93 d	2.328,38 bc
DC	5.545,97 f	3.278,13 f	2.177,70 e	3667,27 c
KC	94,40 a	78,47 a	37,07 a	69,98 a
SF	536,67 b	313,10 b	210,77 b	353,51 ab
SP	4.517,20 d	5.660,03 g	1.773,83 d	3983,69 c
YK	782,07 c	979,93 d	307,07 c	689,69 ab
F Değeri	51.585,599	27.317,87	4.586,335	10,47
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Na konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün ortamlarda ve ortalama değerlere göre Na konsantrasyonunun tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p < 0,001$) anlamlı olduğu görülmektedir. Ortalama değerler incelendiğinde kontrol ortamında değerlerin 94,40 ppm (KC) ile 11.851,67 ppm (DT) arasında değiştiği görülmektedir. Bu ortamda ortalama değerler arasında oldukça fazla fark bulunmakta olup düşükten yükseğe doğru tür bazında değişimin KC (94,40 ppm), SF (536,67 ppm), YK (782,07 ppm), SP (4517,20 ppm), DB (4606,67 ppm), DC (5545,97 ppm) ve DT (11.851,67 ppm) olarak sıralanmaktadır. Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde her türün ayrı bir grup oluşturduğu ve her türün sadece bir grupta yer aldığı görülmektedir. Sigara ortamında da kontrol ortamındaki gibi her türün ayrı bir grup oluşturduğu ve her türün sadece bir grupta yer aldığı, dolayısıyla da yedi grup oluştuğu görülmektedir. Ortalama değerler incelendiğinde düşükten yükseğe doğru türlerin KC (78,47 ppm), SF (313,10 ppm), DB (569,53 ppm), YK (979,93 ppm), DT (1487,33 ppm), DC (3278,13 ppm) ve SP (5660,03 ppm) olarak sıralandığı görülmektedir.

Trafik ortamında ise ortalama değerler 37,07 ppm (KC) ile 4653,77 ppm (DT) arasında değişmektedir. En düşük değerlerin elde edildiği KC (37,07 ppm), SF (210,77 ppm) ve YK (307,07 ppm) Duncan testi sonucunda ayrı birer grup oluştururken DB (1808,93 ppm) ile SP (1773,83 ppm) aynı grupta yer almıştır. En yüksek değerlerin elde edildiği DT (4653,77 ppm) ve DC (2177,70 ppm) ise ayrı birer grup oluşturmuştur. Ortalama değerlere göre ise Na konsantrasyonu 69,98 ppm (KC) ile 5997,59 ppm (DT) arasında değişmektedir. Duncan testi sonuçlarına göre türler dört grup oluşturmuş, en düşük değerlerin elde edildiği KC sadece ilk grupta yer alırken SF (353,51 ppm) ile YK (689,69 ppm) ilk iki grupta yer almıştır. DB (2328,38 ppm) ikinci ve üçüncü grupta yer almış, DC (3667,27 ppm) ile SP (3983,69 ppm) sadece üçüncü grupta yer almıştır. En yüksek değerlerin (5997,59 ppm) elde edildiği DT ise tek başına son grubu oluşturmuştur. Farklı ortamlarda Na konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14 Na konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

4.1.15 K Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi

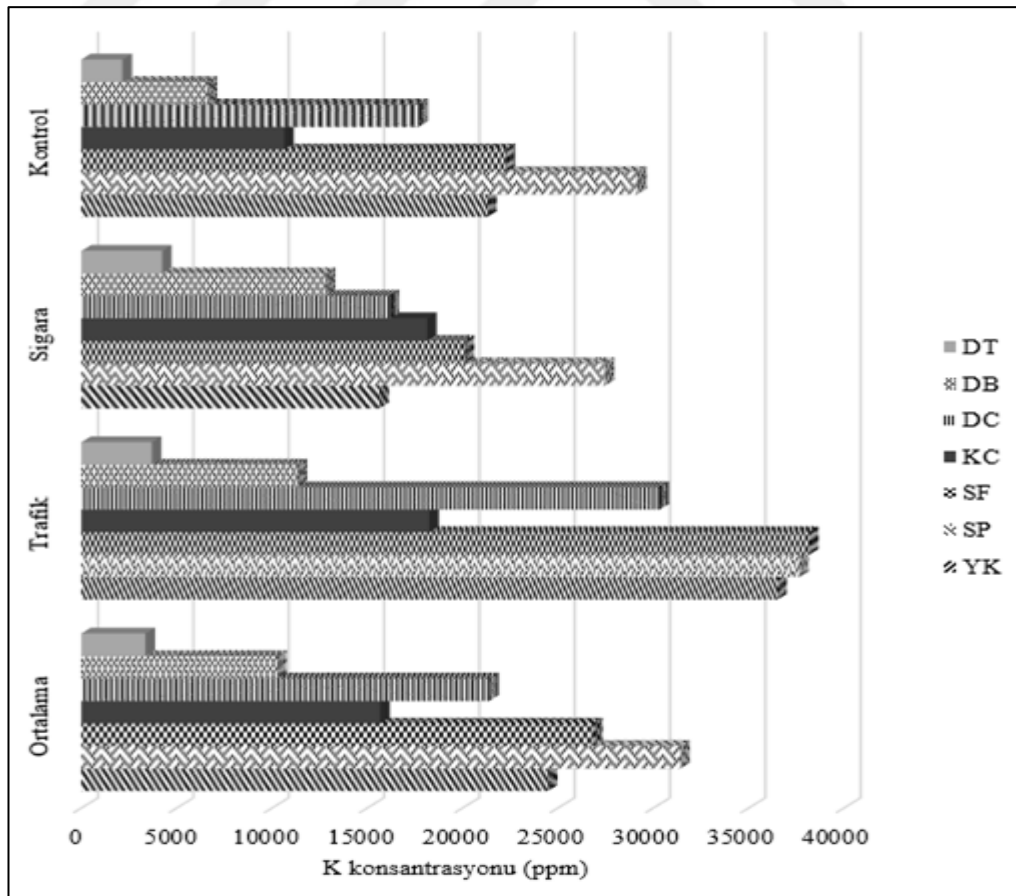
Çalışmada değerlendirilen elementlerden olan K konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.15’de verilmiştir.

Tablo 4.15 K konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	2.153,33 a	4.234,47 a	3.693,67 a	3.360,49 a
DB	6.618,83 b	12.823,20 b	11.348,80 b	10.263,61 b
DC	17.673,60 d	16.180,60 d	30.310,53 d	21.388,24 cd
KC	10.640,60 c	18.134,40 e	18.246,77 c	15.673,92 bc
SF	22.249,33 g	20.104,77 f	38.168,97 e	26.841,02 de
SP	21.950,20 f	27.452,37 g	37.646,00 e	29.016,19 e
YK	21.287,93 e	15.621,93 c	36.497,47 e	24.469,11 de
F Değeri	15.705,885	12.385,979	136,782	19,565
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Varyans analizi sonucunda diğer birçok elementte olduğu gibi K konsantrasyonunun da hem çalışmaya konu ortamlarda hem de ortalama değerlere göre tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p < 0,001$) anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde kontrol ortamında her bir türün sadece bir grupta yer aldığı ve her bir türün ayrı bir grubu oluşturduğu görülmektedir. Ortalama değerler incelendiğinde K konsantrasyonunun tür bazında düşükten yükseğe doğru DT (2153,33 ppm), DB (6618,83 ppm), KC (10.640,60 ppm), DC (17.673,60 ppm), YK (21.287,93 ppm), SP (21.950,20 ppm) ve SF (22.249,33 ppm) şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. En düşük değer ile en yüksek değer arasında on kata yakın fark olması dikkat çekmektedir. Kontrol ortamında olduğu gibi sigara içilen ortamlarda da Duncan testi sonuçları incelendiğinde her bir türün sadece bir grupta yer aldığı ve her bir türün ayrı bir grubu oluşturduğu görülmektedir. Ortalama değerler incelendiğinde K konsantrasyonunun tür bazında düşükten yükseğe doğru DT (4234,47 ppm), DB (12.823,20 ppm), YK (15.621,93 ppm), DC (16.180,60 ppm), KC (18.134,40 ppm), SF (20.104,77 ppm) ve SP (27.452,37 ppm) şeklinde sıralandığı görülmektedir.

Trafiğin olduğu ortamlarda elde edilen değerler incelendiğinde Duncan testi sonuçlarına göre beş grup olduğu görülmektedir. En düşük değerlerin elde edildiği DT (3693,67 ppm), DB (11.348,80 ppm), KC (18.246,77 ppm) ve DC (30.310,53 ppm) ayrı birer grup oluştururken en yüksek değerlerin elde edildiği SF (38.168,97 ppm), SP (37.646,00 ppm) ve YK (36.497,47 ppm) birlikte son grubu oluşturmuşlardır. Bu ortamda da kontrol ortamında olduğu gibi en düşük ve en yüksek değerler arasında yaklaşık on kat fark bulunmaktadır. K konsantrasyonunun ortalama değerlere göre değişimi incelendiğinde ise türlerin Duncan testi sonucunda beş grup oluşturduğu görülmektedir. En düşük değerlerin elde edildiği DT (3360,49 ppm) sadece ilk grupta, DB (10.263,61 ppm) sadece ikinci grupta yer alırken KC (15.673,92 ppm) ikinci ve üçüncü, DC (21.388,24 ppm) ise üçüncü ve dördüncü gruplarda yer almıştır. En yüksek değerlerin elde edildiği SP (29.016,19 ppm) sadece son grupta yer alırken SF (26.841,02 ppm) ve YK (24.469,11 ppm) son iki grupta birden yer almıştır. Farklı ortamlarda K konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15 K konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

4.1.16 Ca Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi

Çalışmada değerlendirilen elementlerden bir diğeri olan Ca konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.16’da verilmiştir.

Tablo 4.16 Ca konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	6.328,73 a	7.775,00 e	5.061,97 a	6.388,57 ab
DB	6.520,30 c	7.891,93 g	5.215,57 a	6.542,60 ab
DC	7.763,23 f	7.860,13 f	6.210,70 c	7.278,02 bc
KC	8.778,43 g	7.696,00 d	7.022,67 d	7.832,37 c
SF	6.449,53 b	6.445,17 a	5.159,53 a	6.018,08 a
SP	6.943,77 d	6.940,40 b	5.555,03 ab	6.479,73 ab
YK	7.201,57 e	7.629,73 c	5.761,47 bc	6.864,26 ab
F Değeri	2.141,662	4.115,686	18,502	4,121
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,002

Ca konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösteren tablo incelendiğinde çalışmaya konu kontrol, sigara ve trafik ortamlarında Ca konsantrasyonunun tür bazında değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlı iken ortalama değerlere göre %99 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlıdır.

Kontrol ortamında Ca konsantrasyonu 6328,73 ppm (DT) ile 8778,43 ppm (KC) arasında değişmektedir. En düşük ve en yüksek değerler arasında %40’ dan daha az bir fark olması dikkat çekmektedir. Kontrol ortamında yetişen bitkilerde tür bazında Ca konsantrasyonları DT’de 6328,73 ppm, DB’de 6520,30 ppm, DC’de 7763,23 ppm, KC’de 8778,43 ppm, SF’de 6449,53 ppm, SP’de 6943,77 ppm ve YK’de 7201,57 ppm olarak hesaplanmıştır. Duncan testi sonucunda her tür ayrı bir grup oluşturmuş ve her tür sadece bir grupta yer almıştır.

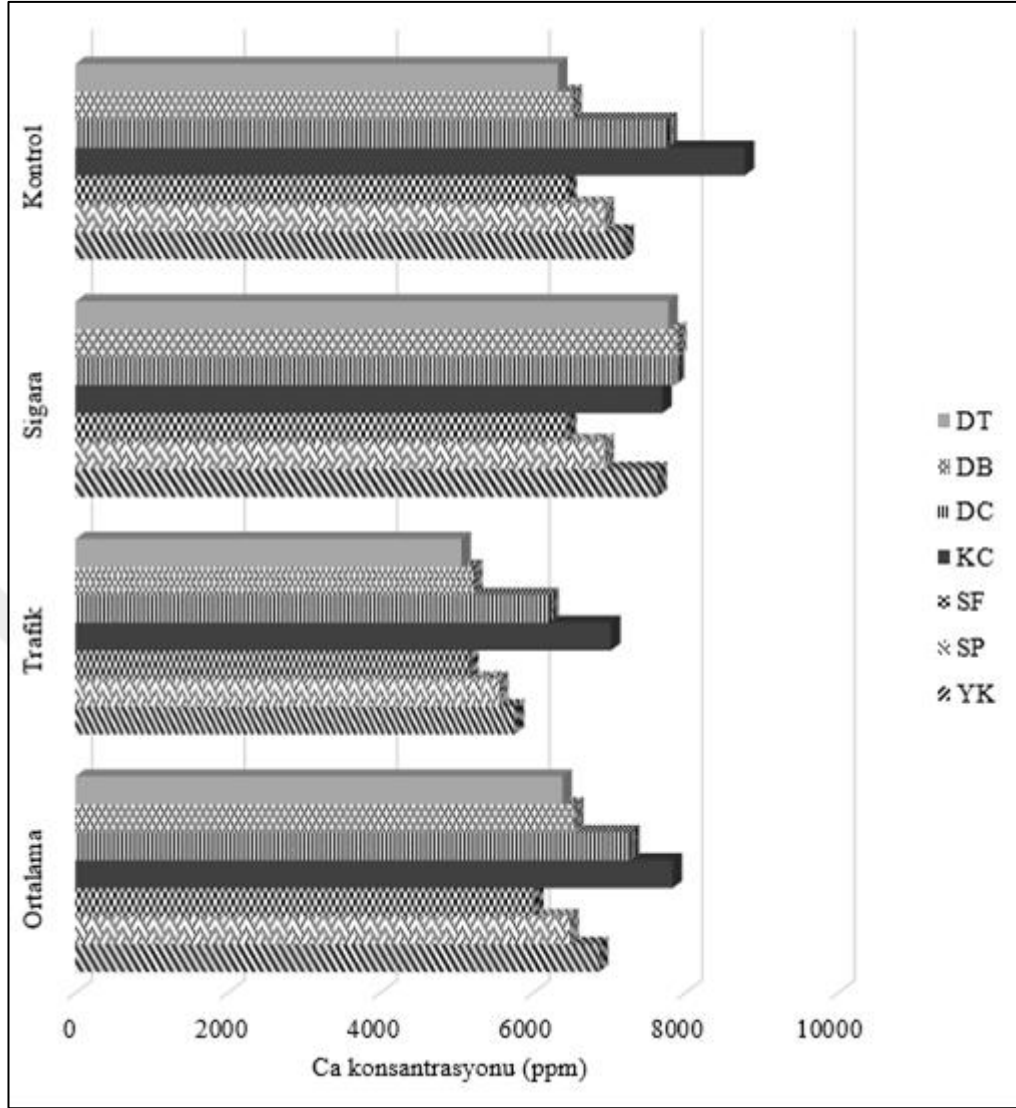
Sigara ortamında Ca konsantrasyonu 6445,17 ppm (SF) ile 7891,93 ppm (KC) arasında değişmektedir. En düşük ve en yüksek değerler arasındaki fark sigara ortamında daha düşük düzeyde olup %23’ den daha az bir fark bulunmaktadır. Sigara

ortamında yetişen bitkilerde tür bazında Ca konsantrasyonları DT'de 7775,00 ppm, DB'de 7891,93 ppm, DC'de 7860,13 ppm, KC'de 7696,00 ppm, SF'de 6445,17 ppm, SP'de 6940,40 ppm ve YK'de 7629,73 ppm olarak hesaplanmıştır. Duncan testi sonucunda kontrol grubunda olduğu gibi her tür ayrı bir grup oluşturmuş ve her tür sadece bir grupta yer almıştır.

Trafik ortamında ise Ca konsantrasyonu 5061,97 ppm (DT) ile 7022,67 ppm (KC) arasında değişmektedir. En düşük ve en yüksek değerler arasındaki fark yine %40'dan daha düşük düzeydedir. Trafik ortamında yetişen bitkilerde tür bazında Ca konsantrasyonları DT'de 5061,97 ppm, DB'de 5215,57 ppm, DC'de 6210,70 ppm, KC'de 7022,67 ppm, SF'de 5159,53 ppm, SP'de 5555,03 ppm ve YK'de 5761,47 ppm olarak hesaplanmıştır. Duncan testi sonucunda sadece dört grup oluşmuş, DT, DB ve SF sadece ilk grupta, SP ilk iki grupta, YK ikinci ve üçüncü grupta, DC üçüncü grupta ve KC son grupta yer almıştır.

Ortalama değerlere göre Ca konsantrasyonu 6018,08 ppm (DT) ile 7832,37 ppm (KC) arasında değişmekte olup en düşük ve en yüksek değerler arasında yaklaşık %30 fark bulunduğu hesaplanmıştır. Ortalama değerlere göre tür bazında Ca konsantrasyonları DT'de 6388,57 ppm, DB'de 6542,60 ppm, DC'de 7278,02 ppm, KC'de 7832,37 ppm, SF'de 6018,08 ppm, SP'de 6479,73 ppm ve YK'de 6864,26 ppm olarak hesaplanmıştır. Duncan testi sonucunda sadece üç grup oluşmuş, SF sadece ilk grupta, DT, DB, SP ve YK ilk iki grupta, DC ikinci ve üçüncü grupta, KC ise sadece son grupta yer almıştır.

Farklı ortamlarda Ca konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.16'de verilmiştir.



Şekil 4.16 Ca konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

4.1.17 Mg Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi

Mg konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.17’de verilmiştir.

Mg konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün ortamlarda ve ortalama değerlere göre Mg konsantrasyonunun tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p < 0,001$) anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.17 Mg konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

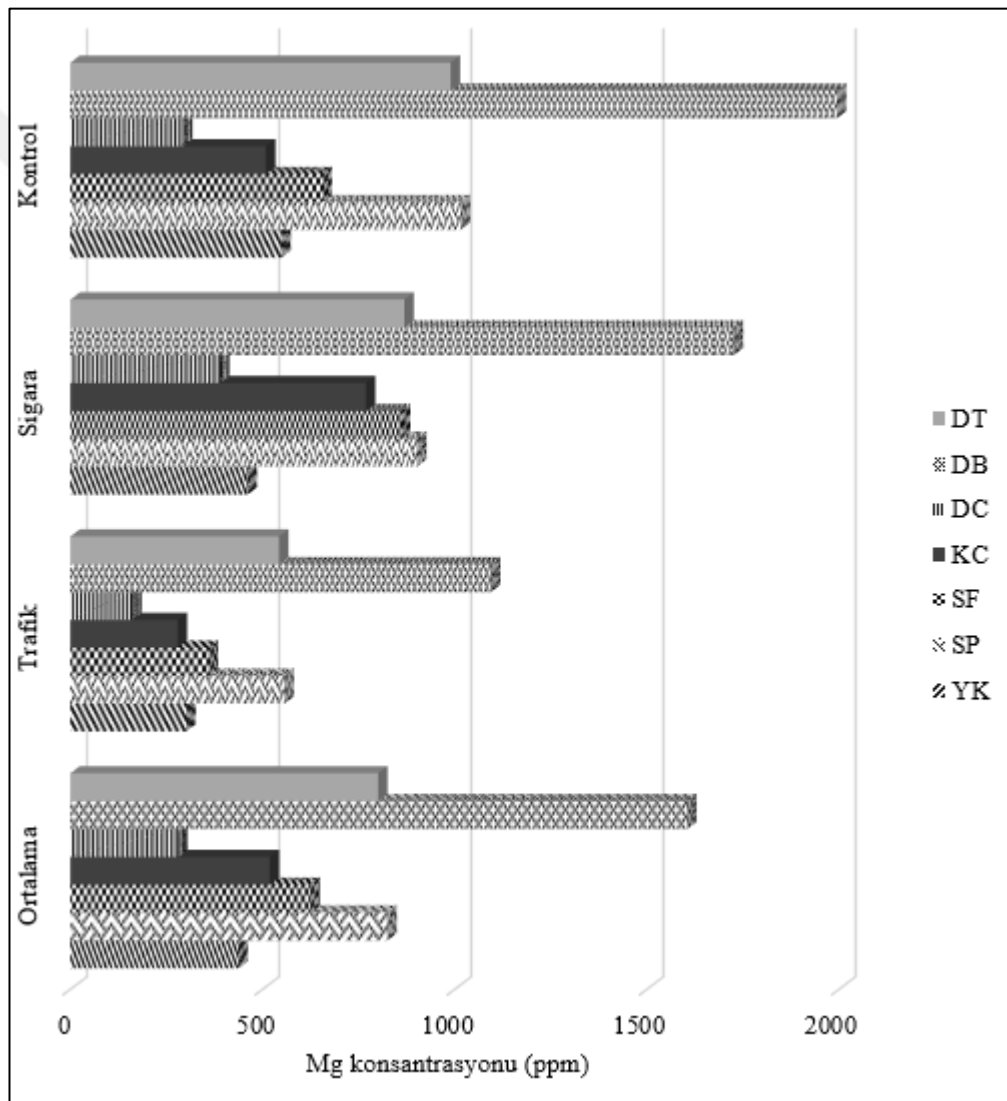
Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	989,33 e	869,17 d	542,83 e	800,44 c
DB	1.994,27 g	1.726,07 f	1.094,20 g	1.644,84 d
DC	292,97 a	389,33 a	160,73 a	281,01 a
KC	508,63 b	768,73 c	279,07 b	518,81 b
SF	655,27 d	859,70 d	359,53 d	624,83 bc
SP	1.015,60 f	901,90 e	557,23 f	824,91 c
YK	548,63 c	460,60 b	301,03 c	436,76 ab
F Değeri	16.736,15	5.541,526	10.054,762	32,979
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Ortalama değerler incelendiğinde kontrol ortamında değerlerin 292,97 ppm (DC) ile 1994,27 ppm (DB) arasında değiştiği görülmektedir. Bu ortamda Mg konsantrasyonu düşükten yükseğe doğru DC (292,97 ppm), KC (508,63 ppm), YK (548,63 ppm), SF (655,27 ppm), DT (989,33 ppm), SP (1015,60 ppm) ve DB (1994,27 ppm) olarak sıralanmaktadır. Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde her türün ayrı bir grup oluşturduğu ve her türün sadece bir grupta yer aldığı görülmektedir.

Sigara ortamında ortalama değerler incelendiğinde düşükten yükseğe doğru türlerin DC (389,33 ppm), YK (460,60 ppm), KC (768,73 ppm), SF (859,70 ppm), DT (869,17 ppm), SP (901,90 ppm) ve DB (1726,07 ppm) olarak sıralandığı görülmektedir. Duncan testi sonucunda sigara ortamında altı grup oluştuğu, DT ile SP'nin aynı grupta yer alırken diğer türlerin her birisinin ayrı bir grup oluşturduğu belirlenmiştir.

Trafik ortamında ortalama değerler 160,73 ppm (DC) ile 1094,20 ppm (DB) arasında değişmektedir. Trafik ortamında Mg konsantrasyonu düşükten yükseğe doğru DC (160,73 ppm), KC (279,07 ppm), YK (301,03 ppm), SF (359,53 ppm), DT (542,83 ppm), SP (557,23 ppm) ve DB (1094,20 ppm) olarak sıralanmaktadır. Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde her türün ayrı bir grup oluşturduğu ve her türün sadece bir grupta yer aldığı görülmektedir.

Ortalama değerlere göre ise Mg konsantrasyonu 281,01 ppm (DC) ile 1644,84 ppm (DB) arasında değişmektedir. Duncan testi sonuçlarına göre türler dört grup oluşturmuş, en düşük değer elde edildiği DC sadece ilk grupta yer alırken KC (518,81 ppm) ikinci, YK (436,76 ppm) ilk iki grupta yer almıştır. SF (624,83 ppm) ikinci ve üçüncü grupta yer almış, DT (800,44 ppm) ile SP (824,91 ppm) sadece üçüncü grupta yer almıştır. En yüksek değer (1644,84 ppm) elde edildiği DB ise tek başına son grubu oluşturmuştur. Farklı ortamlarda Mg konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17 Mg konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

4.1.18 P Konsantrasyonunun (ppm) Tür Bazında Değişimi

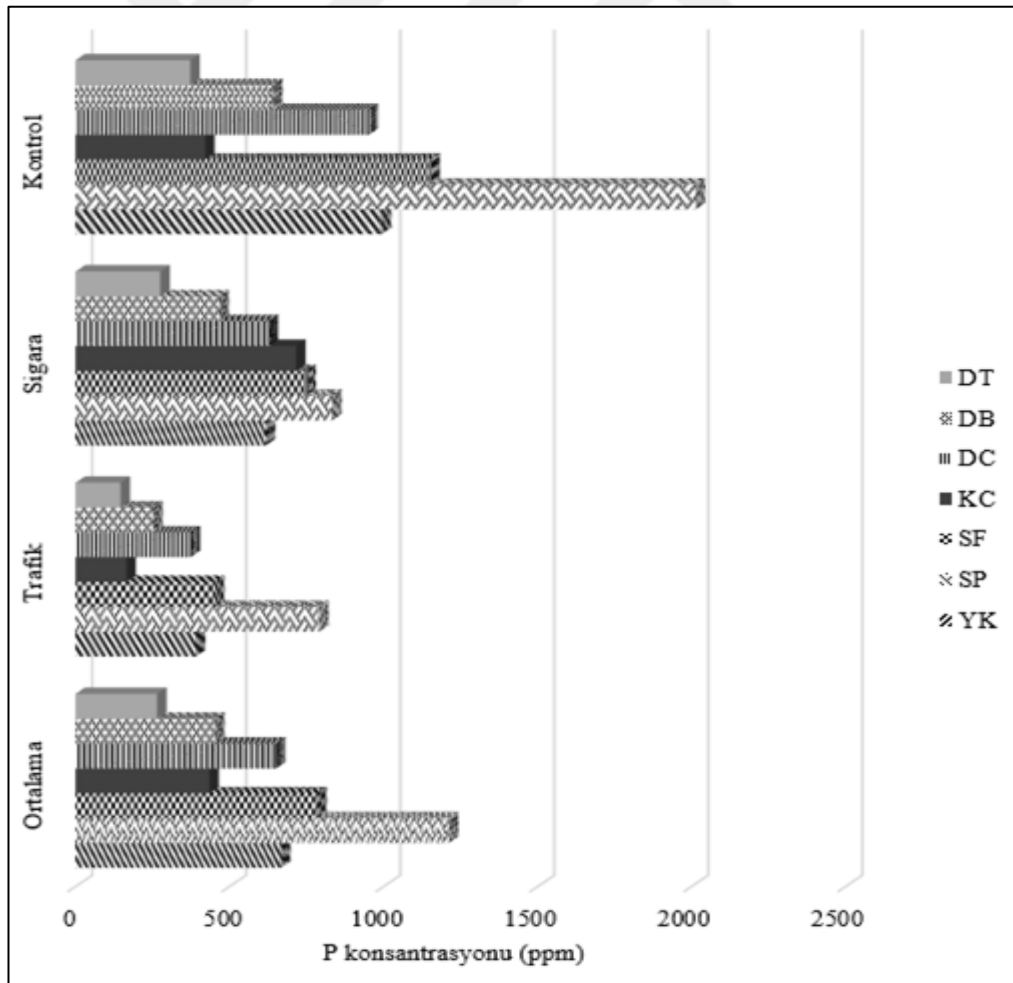
Çalışmada değerlendirilen elementlerden olan P konsantrasyonunun farklı ortamlarda yetiştirilen bitkilerde tür bazında değişimi belirlenerek ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18 P konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

Tür	Ortam			Ortalama
	Kontrol	Sigara	Trafik	
DT	372,33 a	275,13 a	146,17 a	264,54 a
DB	641,27 c	466,87 b	251,83 c	453,32 ab
DC	951,77 d	627,07 c	373,77 d	650,87 bc
KC	420,57 b	716,20 d	165,17 b	433,98 ab
SF	1.152,00 f	749,17 e	452,37 f	784,51 c
SP	2.013,17 g	832,73 f	790,47 g	1.212,12 d
YK	993,40 e	617,33 c	390,07 e	666,93 bc
F Değeri	44.325,185	3.164,454	2.794,006	8,737
P değeri	0,000	0,000	0,000	0,000

Varyans analizi sonucunda çalışmaya konu P konsantrasyonunun kontrol, sigara ve trafik ortamlarında, ayrıca ortalama değerlere göre tür bazında değişiminin istatistikî olarak %99,9 güven düzeyinde ($p < 0,001$) anlamlı olduğu belirlenmiştir. Kontrol ortamında P konsantrasyonu 372,33 ppm (DT) ile 2013,17 ppm (SP) arasında değişmektedir. Kontrol ortamında yetişen bitkilerde tür bazında P konsantrasyonları DT’de 372,33 ppm, DB’de 641,27 ppm, DC’de 951,77 ppm, KC’de 420,57 ppm, SF’de 1152,00 ppm, SP’de 2013,17 ppm ve YK’de 993,40 ppm olarak hesaplanmıştır. Duncan testi sonucunda her tür ayrı bir grup oluşturmuş ve her tür sadece bir grupta yer almıştır. Sigara ortamında P konsantrasyonu 275,13 ppm (DT) ile 832,73 ppm (SP) arasında değişmektedir. Sigara ortamında yetişen bitkilerde tür bazında P konsantrasyonları DT’de 275,13 ppm, DB’de 466,87 ppm, DC’de 627,07 ppm, KC’de 716,20 ppm, SF’de 749,17 ppm, SP’de 832,73 ppm ve YK’de 617,33 ppm olarak hesaplanmıştır. Duncan testi sonucunda DC ve YK birlikte üçüncü grubu oluştururken diğer türler ayrı birer grup oluşturmuş ve her tür sadece bir grupta yer almıştır.

Trafik ortamında ise P konsantrasyonu 146,17 ppm (DT) ile 790,47 ppm (SP) arasında değişmektedir. Trafik ortamında yetişen bitkilerde tür bazında P konsantrasyonları DT’de 146,17 ppm, DB’de 251,83 ppm, DC’de 373,77 ppm, KC’de 165,17 ppm, SF’de 452,37 ppm, SP’de 790,47 ppm ve YK’de 390,07 ppm olarak hesaplanmıştır. Duncan testi sonucunda her tür ayrı bir grup oluşturmuş ve her tür sadece bir grupta yer almıştır. Ortalama değerlere göre P konsantrasyonu 264,54 ppm (DT) ile 1212,12 ppm (SP) arasında değişmektedir. Ortalama değerlere göre tür bazında P konsantrasyonları DT’de 264,54 ppm, DB’de 453,32 ppm, DC’de 650,87 ppm, KC’de 433,98 ppm, SF’de 784,51 ppm, SP’de 1212,12 ppm ve YK’de 666,93 ppm olarak hesaplanmıştır. Duncan testi sonucunda sadece dört grup oluşmuş, DT sadece ilk grupta, DB ve DC ilk iki grupta, DC ve YK ikinci ve üçüncü grupta, SF sadece üçüncü grupta ve SP ise sadece son grupta yer almıştır. Farklı ortamlarda P konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18 P konsantrasyonunun (ppm) tür bazında değişimi

4.2 Elementlerin Ortam Bazında Değişimi

Çalışmaya konu bitkilerin kontrol ortamında, sigara içilen bir ortamda ve trafiğin yoğun olduğu ortamda yetiştirilen bireylerinden alınan yapraklarında element analizleri yapılmıştır. Elde edilen değerler varyans analizi ile değerlendirilmiş, faktörler yani ortamlar arasında en az %95 güven düzeyinde ($p<0,05$) farklılık bulunan veriler için Duncan testi uygulanmıştır. Elde edilen veriler tablollaştırılıp sadeleştirilerek yorumlanmıştır. Böylece her bir elementin, farklı ortamlarda yetiştirilen türlerde, ortam bazında değişimi ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.2.1 Cr Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi

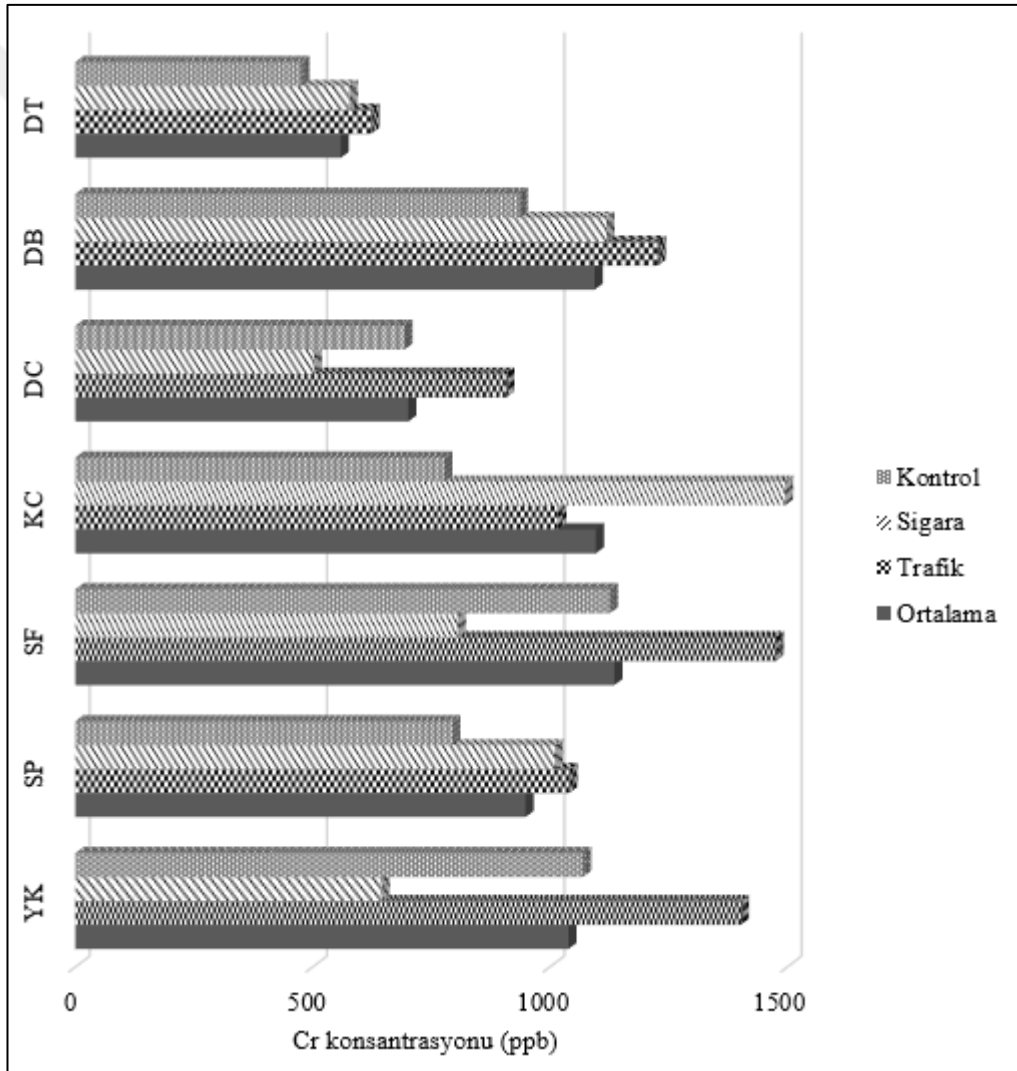
Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Cr konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.19’da verilmiştir.

Tablo 4.19 Cr konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	476,00 a	577,73 b	623,47 b	21,51	0,002
DB	936,27 a	1.118,73 b	1.227,00 c	48,275	0,000
DC	793,10 b	502,27 a	907,73 c	745,005	0,000
KC	776,97 a	1.495,40 c	1.017,43 b	1098,2	0,000
SF	1.126,00 b	805,53 a	1.474,20 c	235,27	0,000
SP	794,20 a	1.010,33 b	1.041,00 b	32,127	0,001
YK	1.069,67 b	645,20 a	1.401,73 c	264,538	0,000
Ortalama	838,886 a	879,314 a	1.099,081 b	5,184	0,008

Cr konsantrasyonunun çalışmaya konu ortamlardaki değişimi incelendiğinde bütün türlerde ve ayrıca ortalama değerlere göre ortam bazında değişimlerinin istatistikî olarak anlamlı düzeyde (en az $p<0,01$) olduğu görülmektedir. Cr konsantrasyonunun ortam bazında değişimi DT ve SP türleri ile ortalama değerler bakımından %99 güven düzeyinde ($p<0,01$) anlamlı iken diğer türlerde %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlıdır.

Ortalama değerler incelendiğinde DT, DB ve SP türleri ile ortalama değerler bakımından en düşük konsantrasyonlar kontrol ortamında, en yüksek konsantrasyonlar ise trafik ortamında elde edildiği görülmektedir. DC, SF ve YK türlerinde en düşük Cr konsantrasyonları sigara ortamında elde edilirken en yüksek konsantrasyonlar yine trafik ortamında elde edilmiştir. KC’de ise en düşük değer sigara ortamında, en yüksek değer ise trafik ortamında elde edilmiştir. Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde ise DB, DC, KC, SF ve YK’de her ortam ayrı bir grup oluştururken DT ve SP’de iki grup oluşmuş ve sigara ile trafik aynı gruplarda yer almıştır. Cr konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.19 Cr konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

4.2.2 Pb Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi

Çalışmaya konu elementlerin en önemlilerinden birisi olan Pb konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20 Pb konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

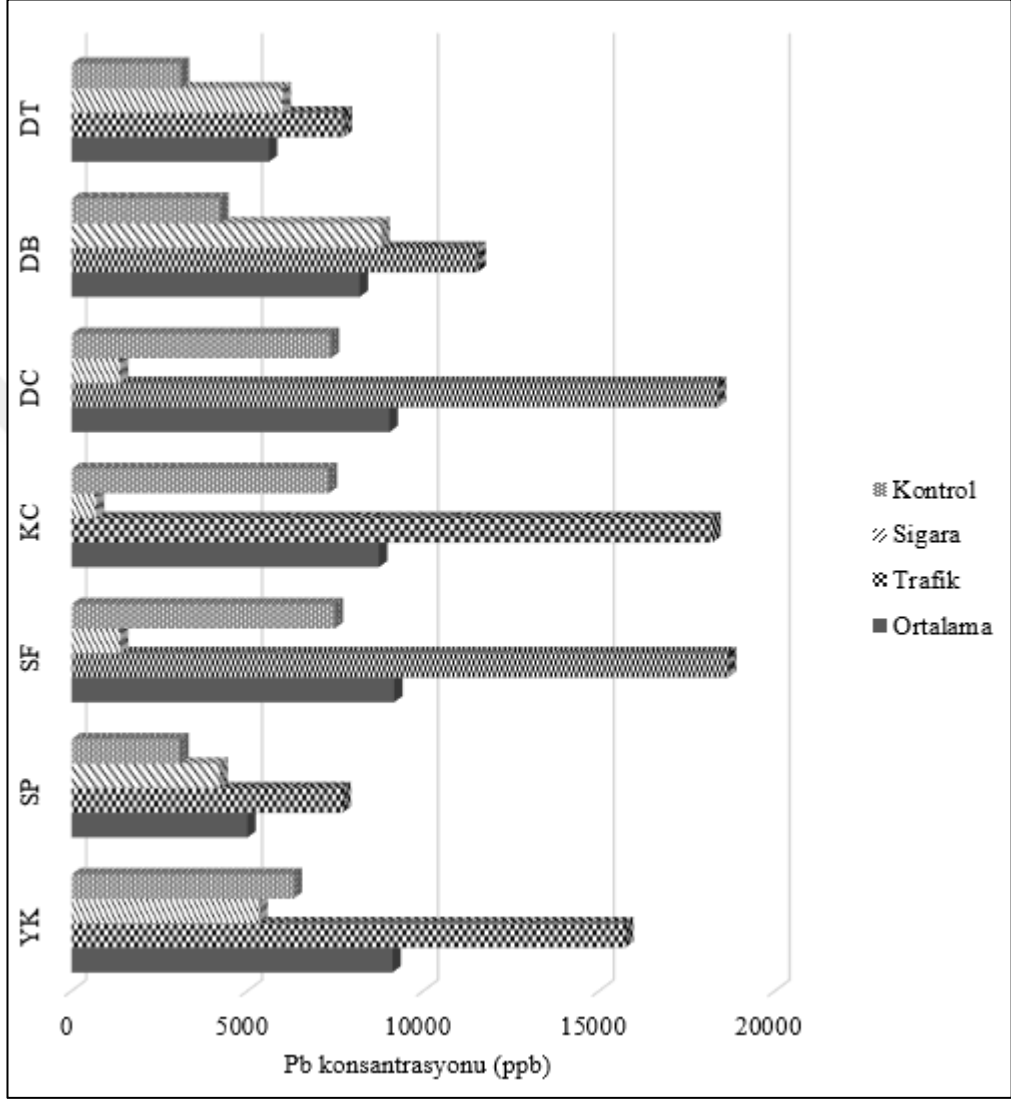
Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	3.102,73 a	6.000,10 b	7.734,83 c	1.144,788	0,000
DB	4.226,16 a	8.812,19 b	11.534,93 c	947,903	0,000
DC	7.368,53 b	1.373,13 a	18.371,10 c	7.235,944	0,000
KC	7.309,30 b	690,53 a	18.222,30 c	17.709,7	0,000
SF	7.483,73 b	1.376,70 a	18.657,73 c	29.769,956	0,000
SP	3.089,33 a	4.208,50 b	7.701,83 c	342,829	0,000
YK	6.310,70 b	5.340,47 a	15.732,97 c	9.544,382	0,000
Ortalama	5.612,929 a	3.971,662 a	13.993,671 b	54,112	0,000

Pb konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir tablo değerleri incelendiğinde bütün elementlerde ve ortalama değerlere göre Pb konsantrasyonlarının ortam bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlı olduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde bütün türlerde en yüksek değerlerin trafik ortamında elde edilmiş olması dikkat çekmektedir. Duncan testi sonucunda bütün türlerde ortamlar üç grup oluşturmuş ve bütün türlerde trafik ortamında elde edilen değerler son gruplarda yer almıştır. Duncan testi sonuçları ve ortalama değerler incelendiğinde en düşük Pb konsantrasyonlarının DT, DB ve SP’de kontrol ortamında, DC, KC, SF ve YK türlerinde ise sigara ortamında elde edildiği görülmektedir. Özellikle DT ve DB’de sigara ortamında elde edilen değerlerin kontrol ortamında elde edilen değerlerin yaklaşık iki katı, trafik ortamında elde edilen değerlerin ise kontrol ortamında elde edilen değerlerin 2,5 katından fazla olması dikkat çekmektedir.

Ortalama değerlere göre ise en düşük Pb konsantrasyonları sigara ortamında elde edilirken Duncan testi sonucunda kontrol ortamı ile sigara ortamı aynı grupta yer

almıştır. Ortalama değerlere göre trafik ortamında elde edilen Pb konsantrasyonu kontrol ortamında elde edilen Pb konsantrasyonunun iki katından fazladır. Pb konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.20 Pb konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

4.2.3 Ni Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi

Çalışmaya konu elementlerin en önemlilerinden bir diğeri olan, pek çok canlı için toksik ve düşük konsantrasyonlarda bile zararlı olan elementlerden Ni konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.21’de verilmiştir.

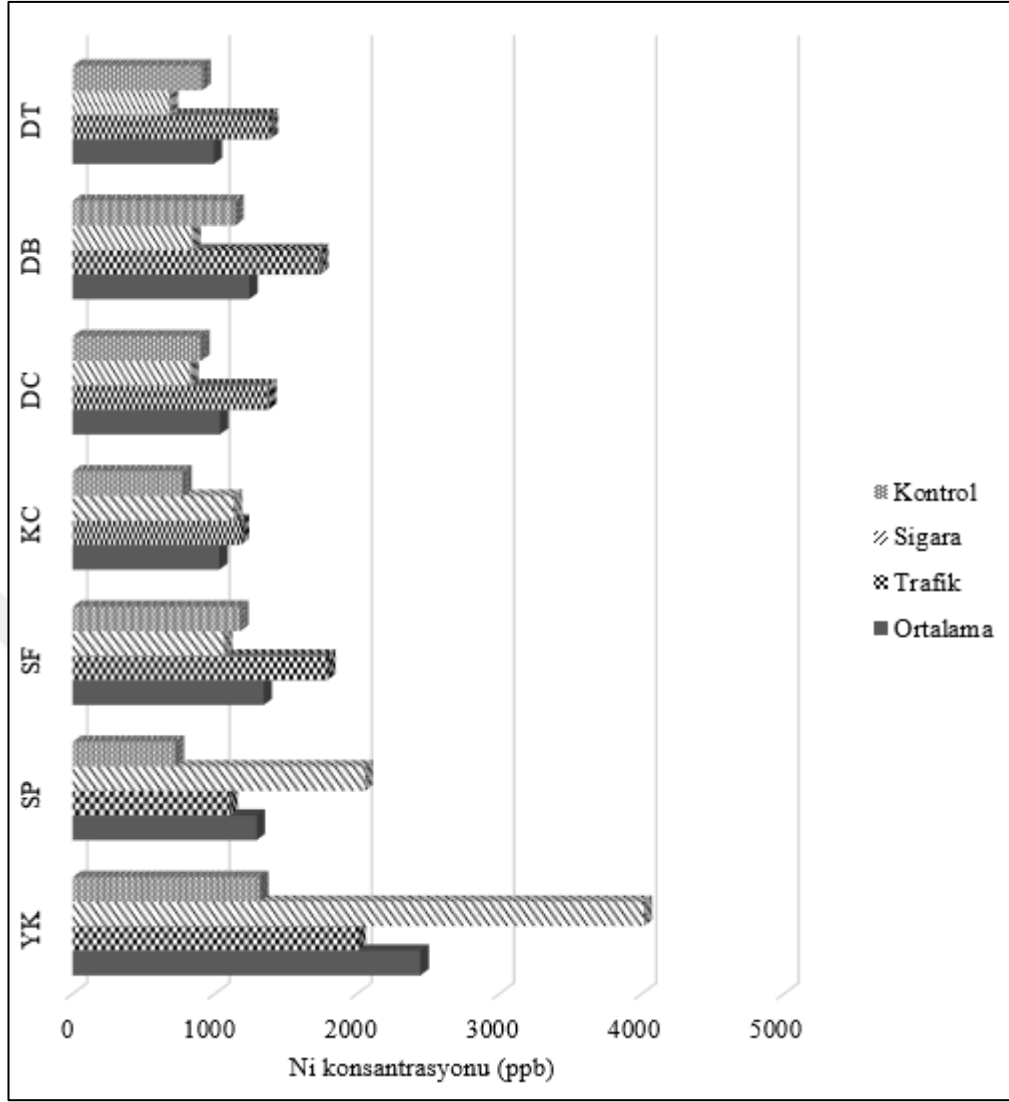
Tablo 4.21 Ni konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	911,27 b	682,60 a	1.384,87 c	346,886	0,000
DB	1.144,00 b	843,27 a	1.738,37 c	915,009	0,000
DC	904,83 b	828,33 a	1.375,03 c	382,008	0,000
KC	777,87 a	1.132,93 b	1.182,07 c	423,327	0,000
SF	1.177,07 b	1.064,23 a	1.788,77 c	771,696	0,000
SP	725,27 a	2.053,95 c	1.102,27 b	1.698,822	0,000
YK	1.317,83 a	4.014,60 c	2.002,60 b	9.484,015	0,000
Ortalama	994,02 a	1517,13 b	1.510,57 b	3,988	0,024

Tablo değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucunda bütün türlerde Ni konsantrasyonlarının ortam bazında değişimlerinin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p<0,001$) olduğu görölmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde bütün türlerde ortamların Duncan testi sonuçlarına göre üç grup oluşturduğu dikkat çekmektedir. En düşük Ni konsantrasyonları DT, DB, DC ve SF’de sigara ortamında, KC, SP ve YK’de ise kontrol ortamında elde edilmiştir. En yüksek değerler SP ve YK’de sigara ortamında elde edilirken diğer bütün türlerde trafik ortamında elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde en çok dikkat çeken hususlardan birisi de çalışmada elde edilen en yüksek iki değerin sigara ortamında elde edilmiş olmasıdır. Kontrol ortamında elde edilen en yüksek Ni konsantrasyonu 1317,83 ppb iken trafik ortamında 2002,60 ppb değeri elde edilmiştir. Oysa sigara ortamında YK’de elde edilen Ni konsantrasyonu 4014,60 ppb, SP’de elde edilen Ni konsantrasyonu ise 2053,95 ppb’dir.

Varyans analizi sonuçlarına göre ortalama değerler arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p<0,05$) fark bulunduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda iki grup oluşmuş, en düşük değerin (994,02 ppb) elde edildiği kontrol ortamı ilk grubu oluştururken sigara (1517,13 ppb) ve trafik (1510,57 ppb) ortamları ikinci grupta yer almıştır. Ni konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.21’de verilmiştir.



Şekil 4.21 Ni konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

4.2.4 Co Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi

Yine pek çok canlı için toksik ve düşük konsantrasyonlarda bile zararlı olabilen elementlerden birisi olan Co konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.22’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda Co konsantrasyonunun bütün türlerde ve ortalama değerlere göre ortam bazında değişiminin istatistik olarak anlamlı düzeyde olduğu

belirlenmiştir. Bu değişim SF’de %99 ($p<0,01$), diğer türlerde ve ortalama değerlere göre ise %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlıdır.

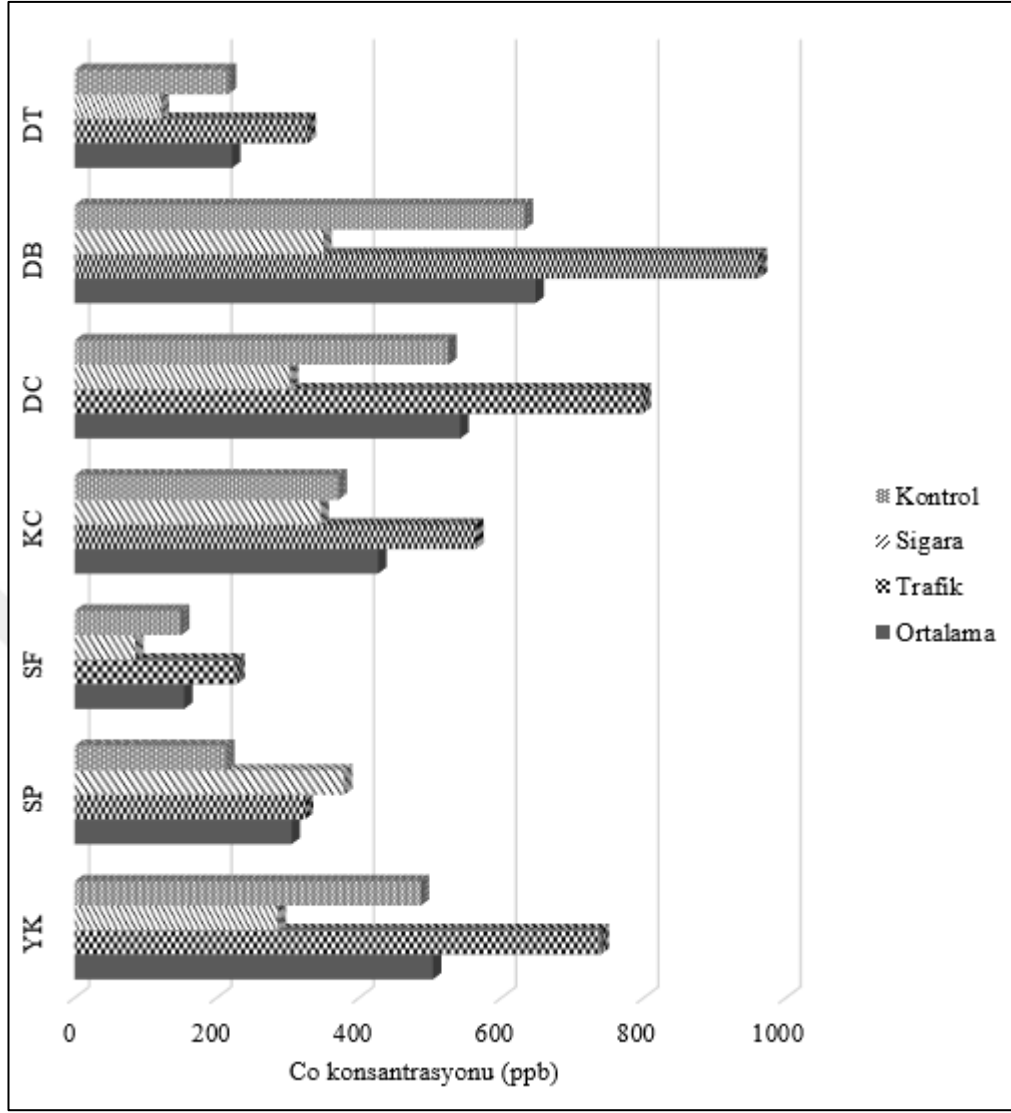
Tablo 4.22 Co konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	215,40 b	121,07 a	327,30 c	116,918	0,000
DB	632,67 b	349,73 a	961,43 c	3.554,461	0,000
DC	525,33 b	303,00 a	798,33 c	577,113	0,000
KC	370,73 a	346,00 a	563,33 b	180,799	0,000
SF	149,60 b	85,27 a	227,43 c	32,305	0,001
SP	213,03 a	378,77 c	323,80 b	171,537	0,000
YK	486,57 b	285,33 a	739,37 c	1.272,707	0,000
Ortalama	370,476 a	267,024 a	563,00 b	12,481	0,000

Ortalama değerler ve Duncan testi oluşan gruplar incelendiğinde en düşük değerlerin SP dışındaki bütün türlerde sigara ortamında, en yüksek değerlerin ise yine SP dışındaki bütün türlerde trafik ortamında elde edildiği görülmektedir. DT, DB, DC, SF, SP ve YK türlerinde Duncan testi sonucunda üç grup oluşmuş ve her ortam ayrı bir grupta yer almıştır.

Duncan testi sonucunda KC’de, sigara ile kontrol ortamında elde edilen değerlerin aynı gruplarda olduğu belirlenmiştir. Aynı durum ortalama değerler açısından da geçerlidir. SP türünde ise en düşük değer kontrol ortamında, en yüksek değer ise sigara ortamında elde edilmiştir.

Co konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22 Co konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

4.2.5 Cd Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen yine pek çok canlı için toksik ve düşük konsantrasyonlarda bile zararlı olabilen elementlerden birisi olan Cd konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.23’de verilmiştir.

Cd konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir tablo sonuçları incelendiğinde bütün ortamlarda ve ayrıca ortalama değerlere göre Cd

konsantrasyonunun ortam bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı ($p < 0,001$) olduğu görülmektedir.

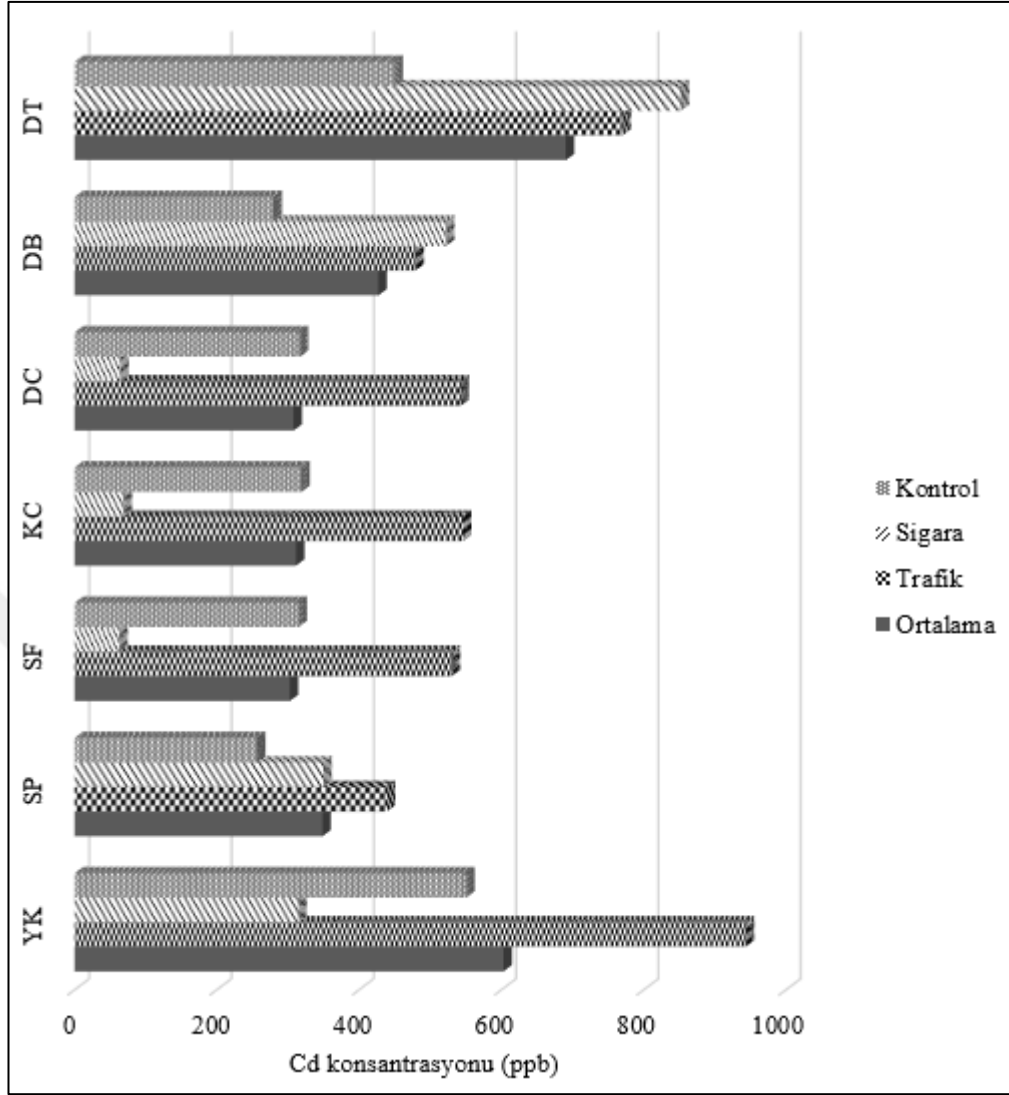
Tablo 4.23 Cd konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	449,73 a	852,17 c	770,33 b	287,217	0,000
DB	279,80 a	522,27 c	479,33 b	746,164	0,000
DC	316,80 b	64,33 a	542,70 c	1764,771	0,000
KC	318,93 b	69,07 a	546,23 c	17.533,516	0,000
SF	314,80 b	63,07 a	530,23 c	5792,575	0,000
SP	256,50 a	349,70 b	439,30 c	481,466	0,000
YK	550,67 b	314,73 a	943,50 c	368,95	0,000
Ortalama	355,319 a	319,33 a	608,662 b	13,283	0,000

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde bütün türlerde üç grup oluştuğu görülmektedir. En düşük Cd konsantrasyonları DT, DB ve SP türlerinde kontrol ortamında, diğer türlerde ise sigara ortamında elde edilmiştir. DT ve DB türlerinde en yüksek Cd konsantrasyonları sigara ortamında elde edilirken diğer bütün türlerde en yüksek Cd konsantrasyonları trafik ortamında elde edilmiştir.

Dikkat çeken önemli hususlardan birisi de en yüksek Cd konsantrasyonunun (943,50 ppb) trafik ortamında elde edilmesine rağmen en yüksek ikinci değerin (852,17 ppb) sigara ortamında elde edilmiş olmasıdır. Ortalama değerlere göre de değerler iki grupta toplanmış, kontrol ortamı ile sigara ortamı ilk grubu, trafik ortamı ise ikinci grubu oluşturmuştur.

Cd konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, şekil 4.23'de verilmiştir.



Şekil 4.23 Cd konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

4.2.6 V Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen bir başka element olan V konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.24’de verilmiştir.

Varyans analizi sonucunda V konsantrasyonunun ortam bazında değişiminin SF ve YK türlerinde istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Benzer şekilde V konsantrasyonunun ortalama değerlere göre ortam bazında değişimi de istatistiki olarak anlamlı düzeyde değildir ($p>0,05$). V konsantrasyonunun ortam

bazında değişimi istatistiki olarak SP’de %95 ($p<0,05$), DT, DB ve DC’de %99 ($p<0,01$), KC’de ise %99,9 ($p<0,001$) güven düzeyinde anlamlıdır.

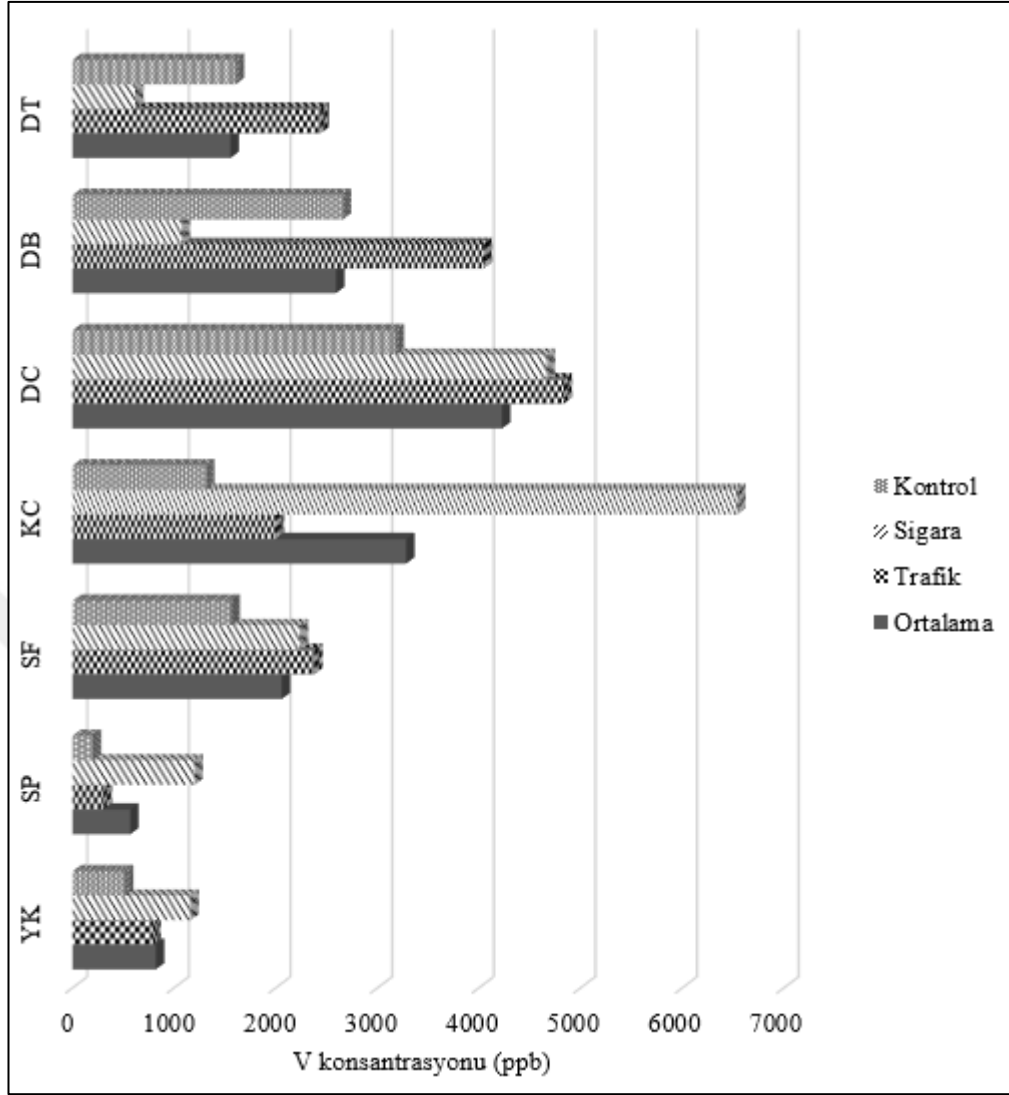
Tablo 4.24 V konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

Tr	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	1.605,33 b	616,70 a	2.440,93 c	16,2	0,004
DB	2.660,50 b	1.073,20 a	4.043,80 c	27,437	0,001
DC	3.179,80 a	4.665,13 b	4.832,27 b	32,197	0,001
KC	1.313,97 a	6.537,93 c	1.996,83 b	765,271	0,000
SF	1.564,40	2.236,70	2.378,17	3,481	0,099
SP	200,07 a	1.200,50 b	303,67 a	10,344	0,011
YK	516,40	1.160,60	784,57	4,511	0,064
Ortalama	1.577,21	2.498,68	2.397,17	1,971	0,148

Duncan testi oluşan gruplar incelendiğinde ise en düşük V konsantrasyonlarının DT ve DB’de sigara, DC, KC ve SP’de ise kontrol ortamında elde edildiği grlmektedir. Ancak Duncan testi sonucunda SP’de kontrol ortamı ile trafik ortamı aynı grupta yer almıştır.

En yüksek konsantrasyonlar ise DT ve DB’de trafik ortamında, KC ve SP’de ise sigara ortamında elde edilirken Duncan testi sonucunda DC’de sigara ve trafik ortamında elde edilen değerler aynı grupta yer almıştır. Çalışma kapsamında belirlenen en yüksek V konsantrasyonunun (6537,93 ppb) sigara ortamında elde edilmiş olması dikkat çekmektedir.

V konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.24’de verilmiştir.



Şekil 4.24 V konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

4.2.7 Al Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi

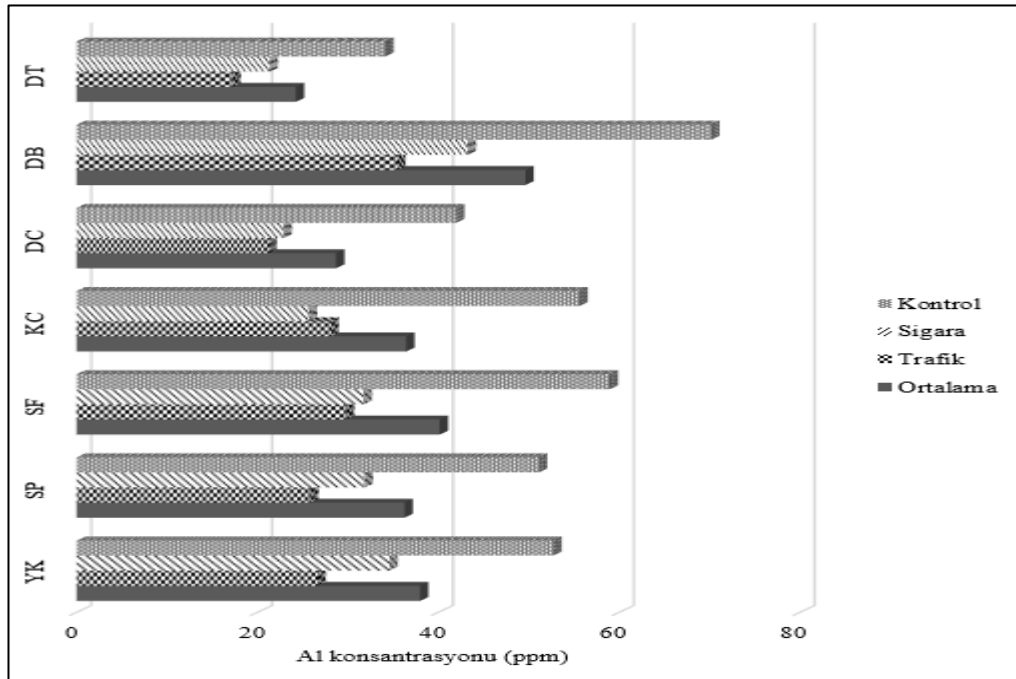
Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Al elementinin konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.25’de verilmiştir.

Al konsantrasyonunun ortam bazında değişimi incelendiğinde hem bütün türlerde hem de ortalama değerlere göre ortam bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.25 Al konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	34,15 c	21,36 b	17,23 a	153,598	0,000
DB	70,20 c	43,27 b	35,45 a	139,110	0,000
DC	41,97 b	22,91 a	21,21 a	134,359	0,000
KC	55,62 b	25,69 a	28,08 a	189,351	0,000
SF	58,96 b	31,76 a	29,79 a	142,660	0,000
SP	51,13 c	31,85 b	25,83 a	134,043	0,000
YK	52,73 c	34,61 b	26,62 a	133,005	0,000
Ortalama	52,11 b	30,21 a	26,31 a	56,900	0,000

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde trafik ortamında elde edilen bütün değerlerin Duncan testi sonucunda ilk grupta yer alması dikkat çekmektedir. DC, KC ve SF türlerinde sigara ortamında elde edilen değerler de Duncan testi sonucunda ilk grupta yer almıştır. Bütün türlerde en yüksek değerler ise kontrol ortamında yer almıştır. Ortalama değerlere göre de Duncan testi sonucunda iki grup oluşmuş, ortalama 26,31 ppm değeri ile trafik ve 30,21 ppm değeri ile sigara ortamları ilk grubu oluştururken kontrol ortamında elde edilen 52,11 ppm değeri ikinci grubu oluşturmuştur. Al konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.25’de verilmiştir.



Şekil 4.25 Al konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

4.2.8 Ba Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi

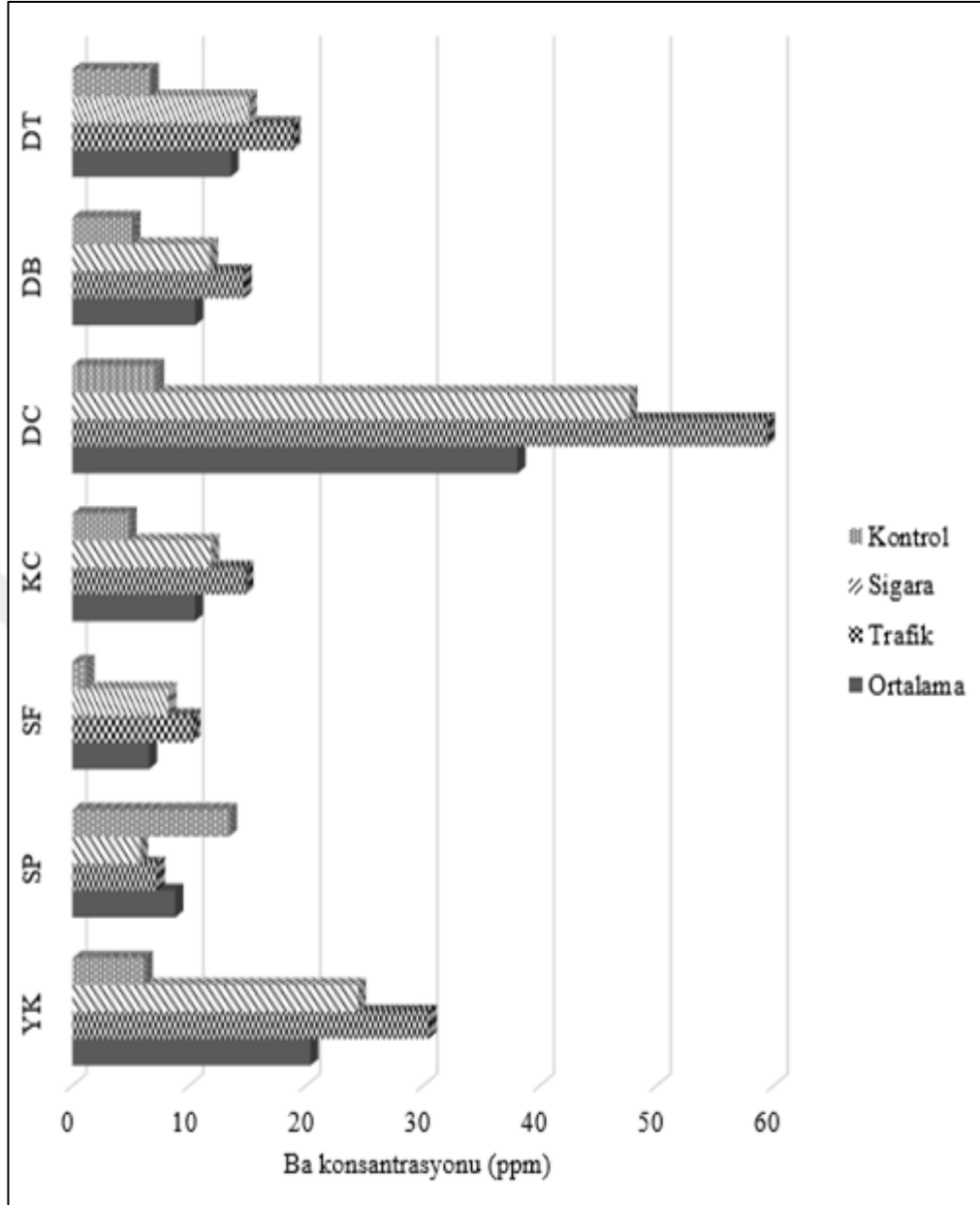
Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Ba elementinin konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.26’da verilmiştir.

Tablo 4.26 Ba konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	6,71 a	15,10 b	18,83 c	2.454,089	0,000
DB	5,15 a	11,77 b	14,67 c	11.969,834	0,000
DC	7,17 a	47,67 b	59,43 c	17.634,21	0,000
KC	4,82 a	11,87 b	14,80 c	4.736,634	0,000
SF	1,22 a	8,22 b	10,25 c	8.602,257	0,000
SP	13,40 c	5,79 a	7,22 b	10.070,298	0,000
YK	6,20 a	24,44 b	30,47 c	3.937,276	0,000
Ortalama	6,38 a	17,83 b	22,24 b	8,588	0,001

Ba konsantrasyonunun farklı ortamlarda ortalama değerleri baz alınarak yapılan varyans analizi sonucunda, bütün ortamlardaki değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre ise Ba konsantrasyonunun ortam bazında değişimi istatistiki olarak %99 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlıdır.

Ortalama değerler incelendiğinde SP dışındaki bütün türlerde en yüksek Ba konsantrasyonlarının trafik ortamında, en düşük Ba konsantrasyonlarının ise kontrol ortamında elde edildiği görülmektedir. SP türünde ise en düşük değer sigara ortamında en yüksek değer ise kontrol ortamında elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda bütün türlerde üç grup oluşmuş, her tür ayrı bir grup oluşturmuştur. Ortalama değerler bakımından ise Duncan testi sonucunda iki grup oluşmuş, kontrol ortamı ilk grupta, sigara ve trafik ortamı ise ikinci grupta yer almıştır. Ba konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.26’da verilmiştir.



Şekil 4.26 Ba konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

4.2.9 B Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi

Çalışmaya konu elementlerden B elementinin konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.27’de verilmiştir.

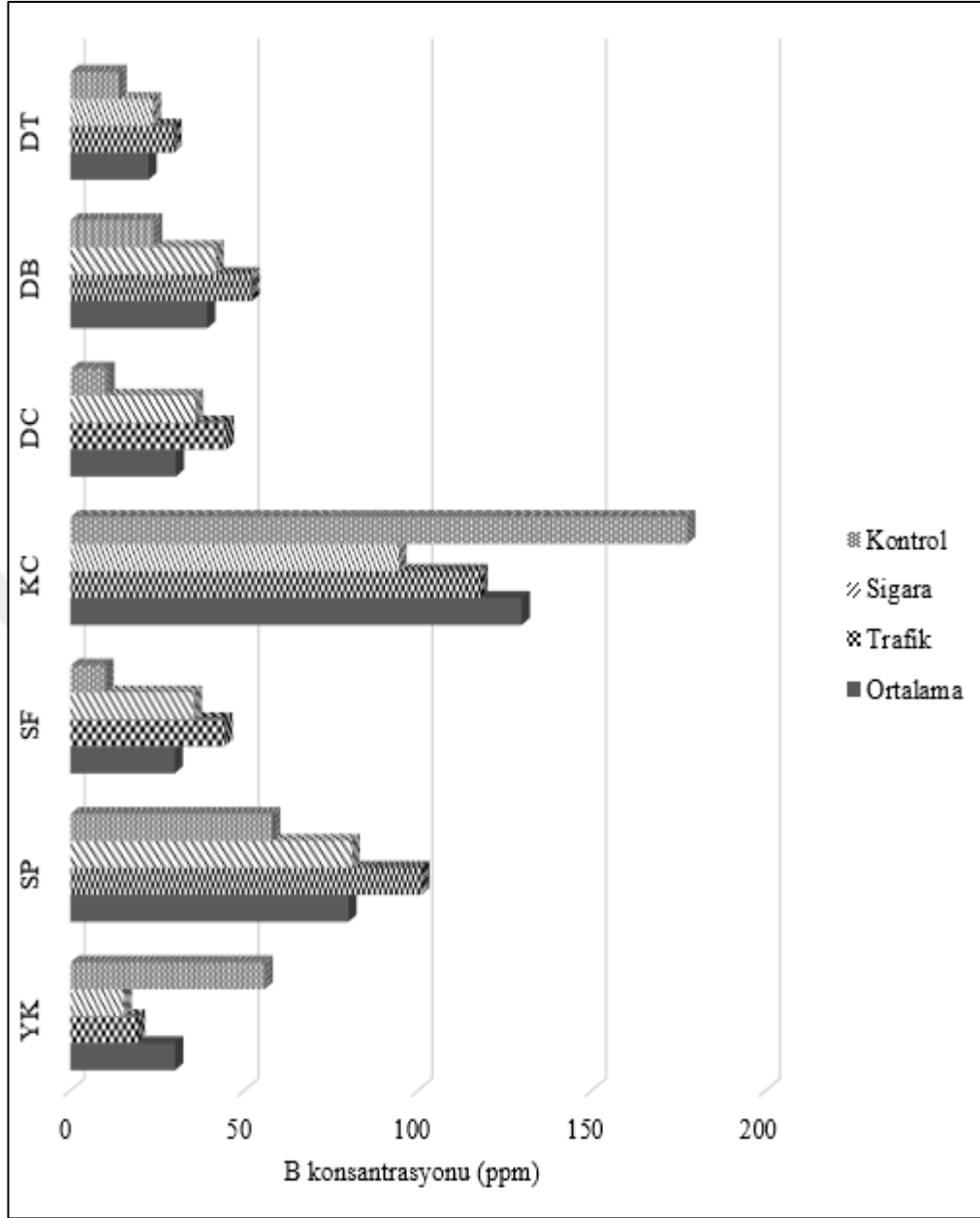
Tablo 4.27 B konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	13,93 a	23,79 b	29,66 c	2.104,254	0,000
DB	24,12 a	41,82 b	52,13 c	3.704,003	0,000
DC	10,38 a	35,90 b	44,75 c	9.901,336	0,000
KC	177,4 c	94,44 a	117,73 b	10.924,163	0,000
SF	10,14 a	35,53 b	44,30 c	9.185,254	0,000
SP	58,08 a	80,98 b	100,95 c	6.384,775	0,000
YK	55,87 c	15,37 a	19,16 b	39.890,935	0,000
Ortalama	49,99 a	46,83 a	58,38 a	0,43	0,653

B elementinin konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir tablo sonuçları incelendiğinde bütün ortamlarda B konsantrasyonunun ortam bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı ($p < 0,001$) olduğu görülmektedir. Ortalama değerler bakımından ise B konsantrasyonunun ortam bazında değişimi istatistiki olarak anlamlı düzeyde değildir ($p > 0,05$).

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde bütün türlerde üç grup oluştuğu görülmektedir. En düşük B konsantrasyonları KC ve YK dışındaki türlerde kontrol ortamında, KC ve YK'de ise sigara ortamında elde edilmiştir. KC ve YK türlerinde en yüksek B konsantrasyonları kontrol ortamında elde edilirken diğer bütün türlerde en yüksek B konsantrasyonları trafik ortamında elde edilmiştir. KC ve YK türleri dışındaki türlerde B konsantrasyonunun kontrol<sigara<trafik şeklinde değiştiği belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre ise ortamlar arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamaktadır.

B konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, şekil 4.27'de verilmiştir.



Şekil 4.27 B konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

4.2.10 Cu Konsantrasyonunun (ppb) Ortam Bazında Değişimi

Çalışmaya konu bir başka element olan Cu elementinin konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.28’de verilmiştir.

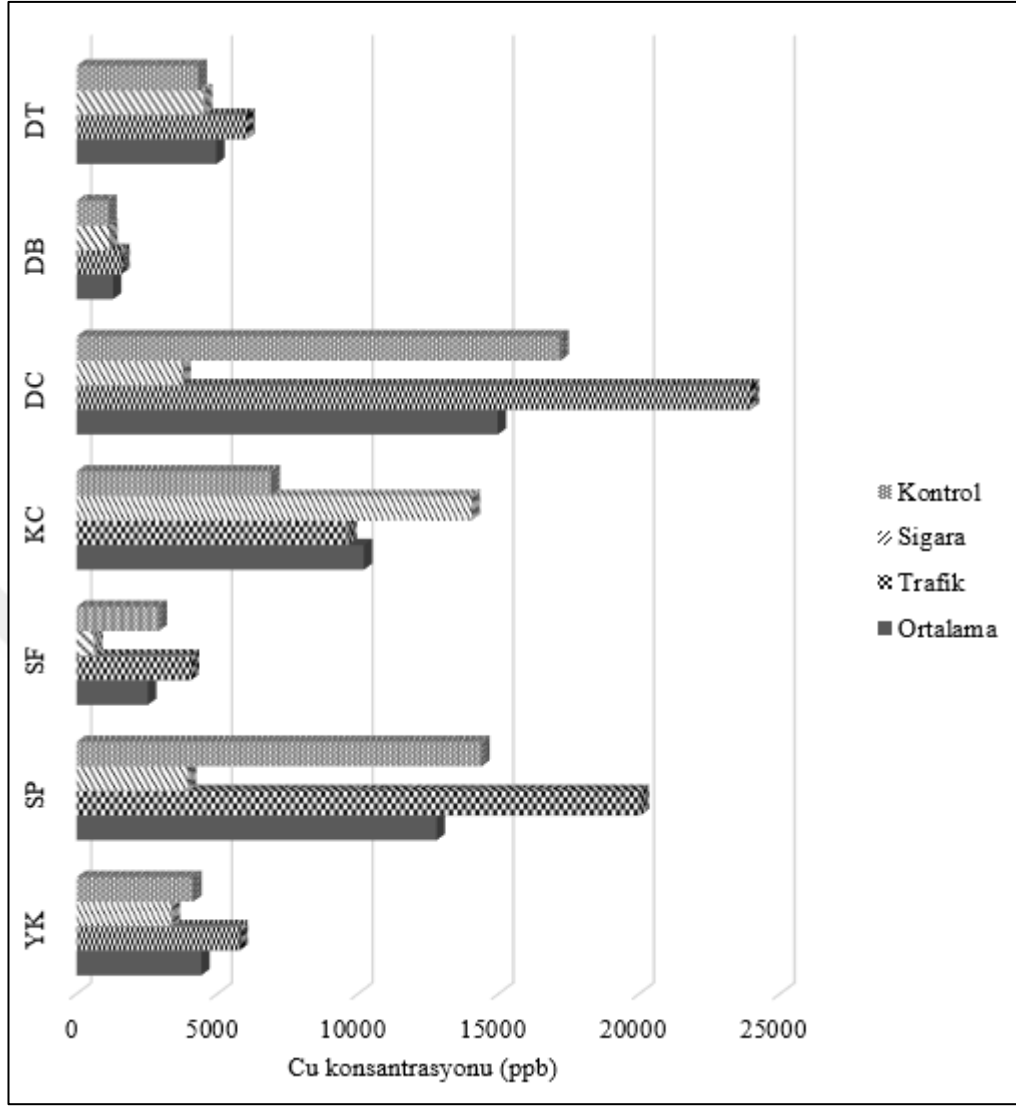
Tablo 4.28 Cu konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	4.331,33 a	4.529,70 a	6.034,70 b	6,906	0,028
DB	1.136,80 a	1.163,33 a	1.583,07 b	7,248	0,025
DC	17.193,53 b	3.770,00 a	23.956,43 c	2.995,222	0,000
KC	6.930,63 a	14.043,33 c	9.656,03 b	1.398,12	0,000
SF	2.916,67 b	632,07 a	4.063,13 c	1.758,09	0,000
SP	14.389,23 b	3.961,33 a	20.040,07 c	5.072,763	0,000
YK	4.149,33 b	3.380,00 a	5.781,60 c	208,771	0,000
Ortalama	7.292,50 ab	4.497,11 a	10.160,57 b	4,318	0,018

Tablo değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucunda bütün türlerde ve ortalama değerlere göre Cu konsantrasyonunun ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu görölmektedir. Bu farklılık DT ve DB türleri ile ortalama değerler bakımından %95 ($p < 0,05$), diğer türlerde ise %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Duncan testi sonuçları incelendiğinde KC dışındaki bütün türlerde sigara ortamında elde edilen değerlerin ilk grupta yer aldığı görölmektedir. Kontrol ortamında ise DT, DB ve KC türlerinde elde edilen değerler ilk grupta, diğer türlerde elde edilen değerler ise ikinci grupta yer almaktadır. KC dışındaki bütün türlerde en yüksek değerler trafik ortamında elde edilmiştir. KC türünde ise en düşük değer kontrol ortamında, en yüksek değer ise sigara ortamında elde edilmiştir. Ortalama değerler bakımından ise Duncan testi sonucunda iki grup oluşmuş, sigara ortamı ilk grupta, trafik ortamı ise ikinci grupta yer alırken kontrol ortamı her iki grupta birden yer almıştır.

Cu konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.28'de verilmiştir.



Şekil 4.28 Cu konsantrasyonunun (ppb) ortam bazında değişimi

4.2.11 Fe Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen hem ağır metal hem de bitki besin elementi olan elementlerden Fe konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.29'da verilmiştir.

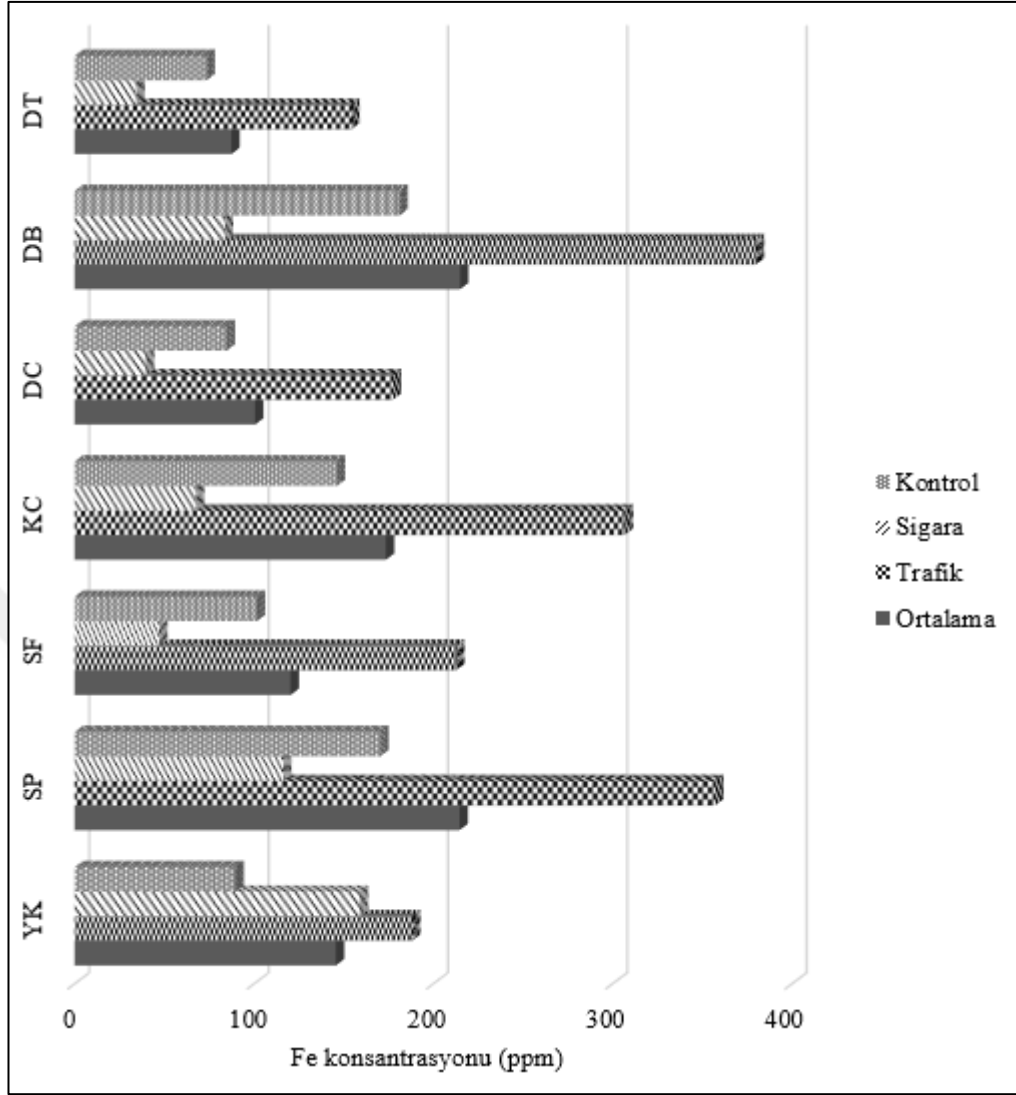
Tablo 4.29 Fe konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	73,577b	34,55 a	154,22 c	16.962,696	0,000
DB	181,23 b	83,83 a	379,83 c	3.902,995	0,000
DC	84,68 b	39,83 a	177,49 c	40.357,561	0,000
KC	146,32 b	67,74 a	306,68 c	101.681,502	0,000
SF	101,59 b	47,16 a	212,63 c	19.416,369	0,000
SP	170,46 b	116,31 a	357,27 c	82.200,854	0,000
YK	89,77 a	159,14 b	188,17 c	7.019,081	0,000
Ortalama	121,09 b	78,36 a	253,85 c	46,700	0,000

Fe konsantrasyonunun farklı ortamlarda ortalama değerleri baz alınarak yapılan varyans analizi sonucunda, bütün ortamlardaki değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre de Fe konsantrasyonunun ortam bazında değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlıdır.

Ortalama değerler incelendiğinde YK dışındaki bütün türlerde en yüksek Fe konsantrasyonlarının trafik ortamında, en düşük Fe konsantrasyonlarının ise sigara ortamında elde edildiği görölmektedir. YK türünde ise en düşük değer kontrol ortamında en yüksek değer ise yine trafik ortamında elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda bütün türlerde üç grup oluşmuş, her tür ayrı bir grup oluşturmuştur. Ortalama değerler bakımından da Duncan testi sonucunda üç grup oluşmuş, sigara ortamı ilk grupta, kontrol ortamı ikinci grupta ve trafik ortamı da son grupta yer almıştır.

Fe konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.29'da verilmiştir.



Şekil 4.29 Fe konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

4.2.12 Mn konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

Çalışmaya konu elementlerden Mn elementinin konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.30’da verilmiştir.

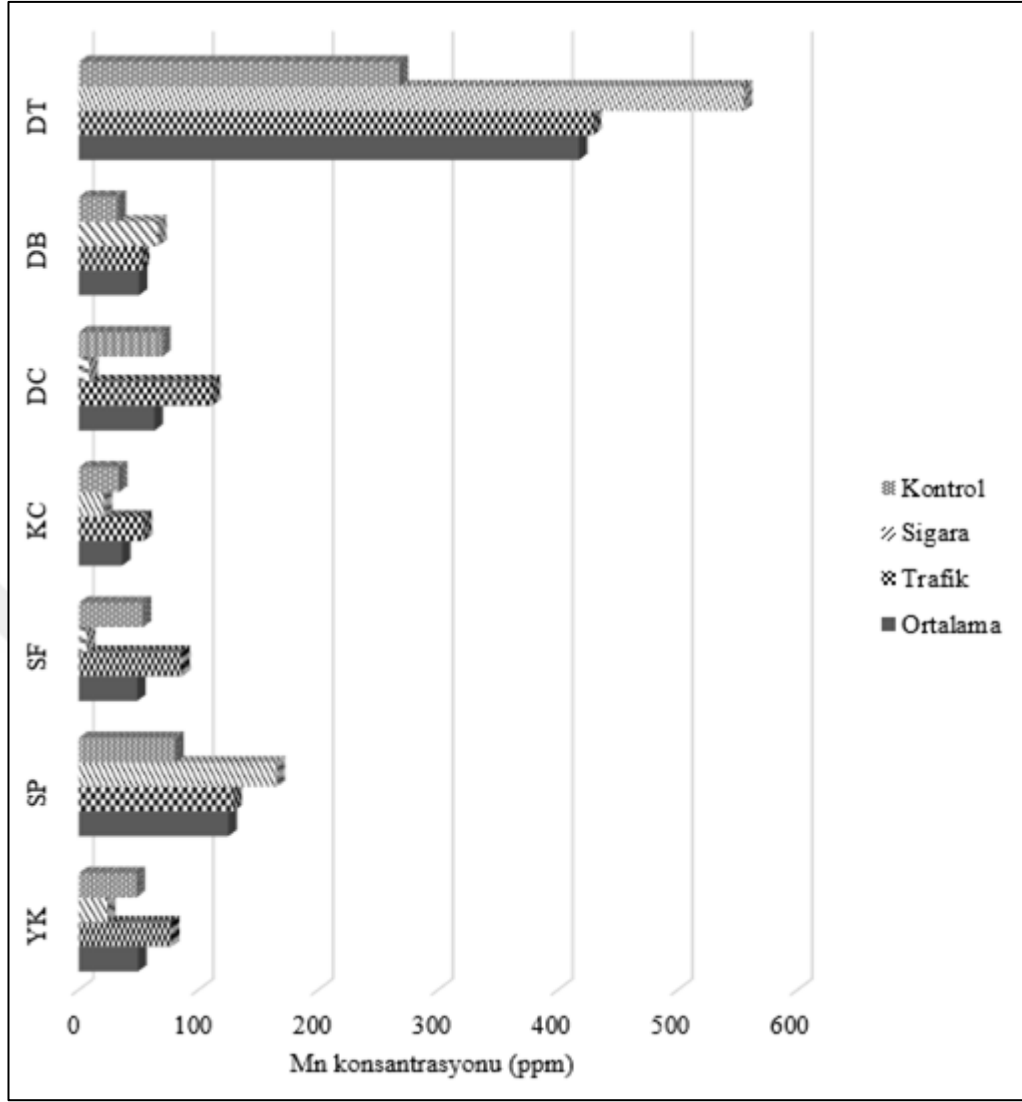
Tablo 4.30 Mn konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	268,27 a	555,20 c	429,21 b	2.615,185	0,000
DB	32,51 a	66,30 c	52,03 b	4.671,394	0,000
DC	69,45 b	9,00 a	111,13 c	6.086,041	0,000
KC	33,79 b	20,89 a	54,07 c	3.530,641	0,000
SF	53,61 b	6,86 a	85,78 c	13.627,835	0,000
SP	80,69 a	165,04 c	129,10 b	2.567,094	0,000
YK	48,11 b	23,77 a	76,98 c	7.750,36	0,000
Ortalama	83,77	121,01	134,04	0,739	0,482

Mn elementinin konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir tablo sonuçları incelendiğinde bütün ortamlarda Mn konsantrasyonunun ortam bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı ($p < 0,001$) olduğu görölmektedir. Ortalama değerler bakımından ise Mn konsantrasyonunun ortam bazında değişimi istatistiki olarak anlamlı düzeyde değildir ($p > 0,05$).

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde bütün türlerde üç grup oluştuğu görölmektedir. En düşük Mn konsantrasyonları DC, KC, SF ve YK'de sigara ortamında, diğer türlerde ise kontrol ortamında elde edilmiştir. En yüksek Mn konsantrasyonları ise DT, DB ve SP türlerinde sigara ortamında, diğer türlerde ise trafik ortamında elde edilmiştir.

Mn konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4.30 Mn konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

4.2.13 Zn Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi

Çalışmaya konu bir başka element olan Zn elementinin konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.31’de verilmiştir.

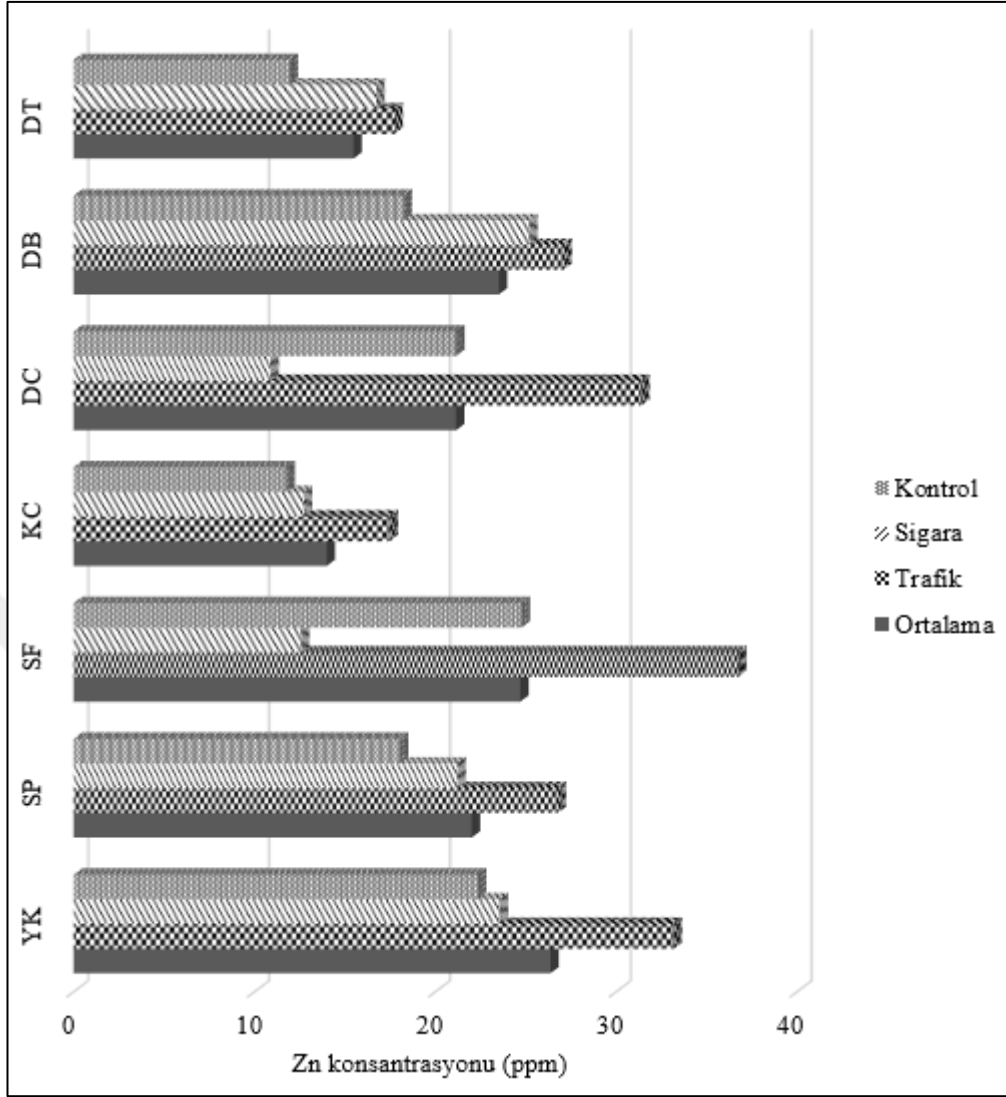
Tablo 4.31 Zn konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	11,96 a	16,75 b	17,74 c	1.861,571	0,000
DB	18,26 a	25,2 b	27,09 c	1.958,776	0,000
DC	21,16 b	10,89 a	31,39 c	15.970,966	0,000
KC	11,78 a	12,74 b	17,48 c	251,813	0,000
SF	24,77 b	12,58 a	36,74 c	8.197,763	0,000
SP	18,05 a	21,23 b	26,77 c	1.259,801	0,000
YK	22,36 a	23,57 b	33,18 c	2.691,676	0,000
Ortalama	18,33 a	17,56 a	27,20 b	17,715	0,000

Zn konsantrasyonunun ortam bazında değişimi incelendiğinde hem bütün türlerde hem de ortalama değerlere göre ortam bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görölmektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde trafik ortamında elde edilen bütün değerlerin en yüksek değerler olması ve Duncan testi sonucunda son grupta yer alması dikkat çekmektedir. DC ve SF türlerinde en düşük değerler sigara ortamında elde edilirken diğer türlerde en düşük değerler kontrol ortamında elde edilmiş ve en düşük değerlerin tamamı Duncan testi sonucunda ilk grupları oluşturmuştur. Ortalama değerler ise Duncan testi sonucunda iki grupta toplanmış, kontrol ve sigara ortamı ilk grubu oluştururken trafik ortamı ikinci grupta yer almıştır.

Zn konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.31'de verilmiştir.



Şekil 4.31 Zn konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

4.2.14 Na Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen bir diğer element olan Na elementinin konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.32’de verilmiştir.

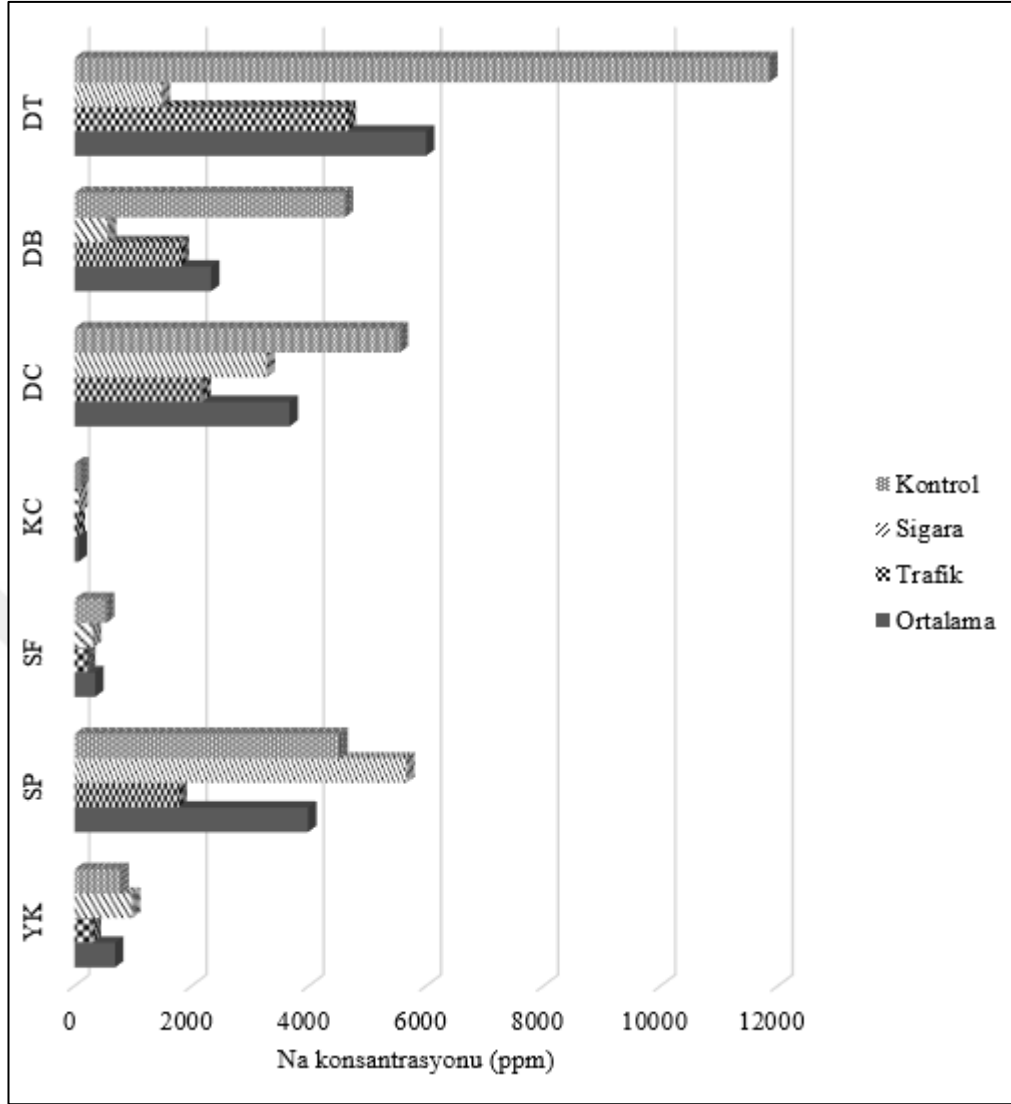
Tablo 4.32 Na konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	11.851,67 c	1.487,33 a	4.653,77 b	19.647,453	0,000
DB	4.606,67 c	569,53 a	1.808,93 b	17.665,759	0,000
DC	5.545,97 c	3.278,13 b	2.177,70 a	15.209,483	0,000
KC	94,40 c	78,47 b	37,07 a	1.764,719	0,000
SF	536,67 c	313,10 b	210,77 a	6.985,771	0,000
SP	4.517,20 b	5.660,03 c	1.773,83 a	7.174,070	0,000
YK	782,07 b	979,93 c	307,07 a	4.754,555	0,000
Ortalama	3.990,66 b	1.766,64 a	1.567,01 a	5,331	0,007

Tablo değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucunda bütün türlerde ve ortalama değerlere göre Na konsantrasyonunun ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu görölmektedir.

Bu farklılık ortalama değerler bakımından %99 ($p<0,01$), türler bakımından ise %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlıdır. Duncan testi sonuçları incelendiğinde bütün türlerde ortamların üç grup oluşturduğu görölmektedir. En düşük değerler DT ve DB'de sigara ortamında, diğer türlerde ise trafik ortamında elde edilmiştir. En yüksek değerler ise SP ve YK türlerinde sigara ortamında, diğer türlerin tamamında ise kontrol ortamında elde edilmiştir. Ortalama değerler bakımından ise Duncan testi sonucunda iki grup oluşmuş, sigara ortamı ile trafik ortamı ilk grupta, kontrol ortamı ise ikinci grupta yer almıştır.

Na konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.32'de verilmiştir.



Şekil 4.32 Na konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

4.2.15 K konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen ve önemli besin elementlerinden olan K konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.33’de verilmiştir.

Tablo 4.33 K konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

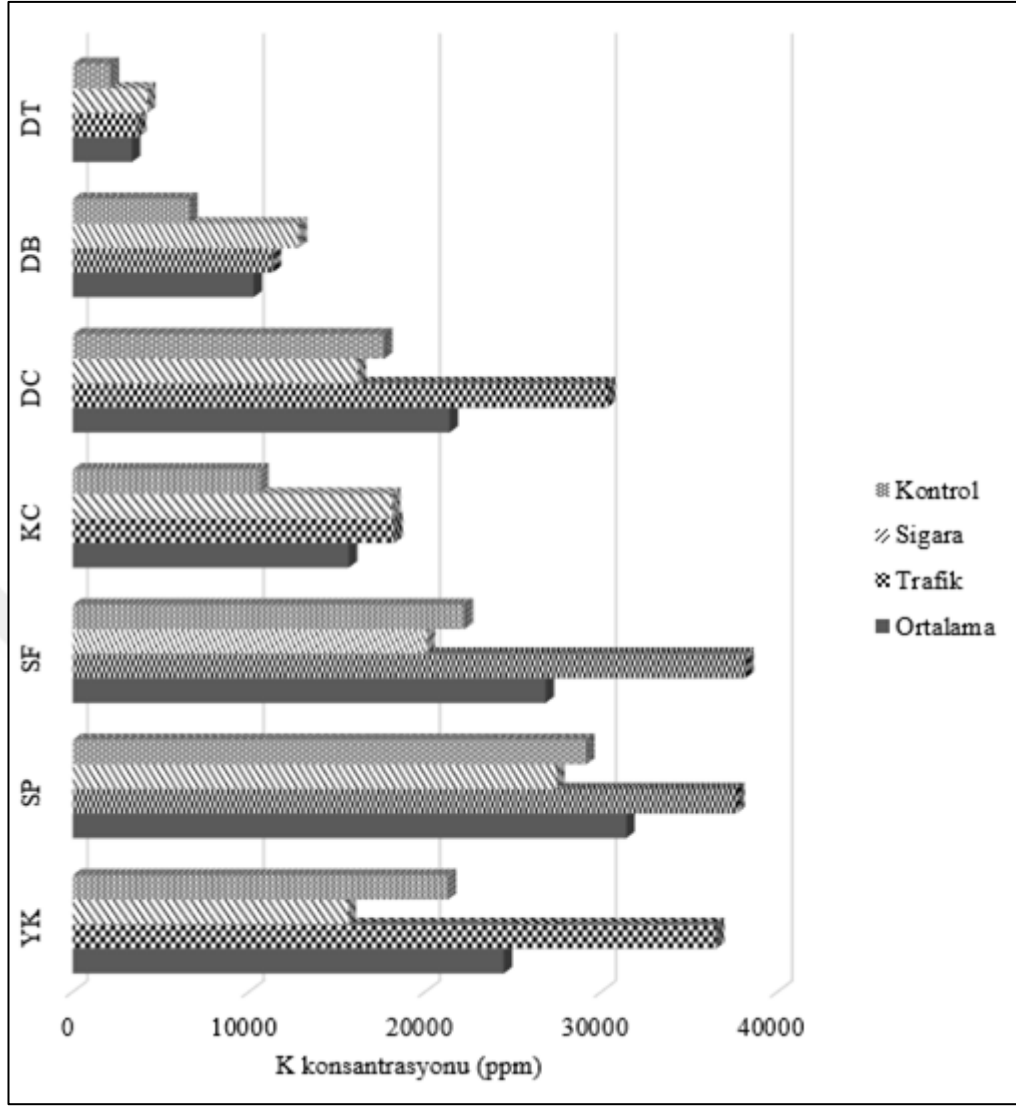
Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	2.153,33 a	4.234,47 c	3.693,67 b	128,4	0,000
DB	6.618,83 a	12.823,20 c	11.348,80 b	156,783	0,000
DC	17.673,60 a	16.180,60 a	30.310,53 b	109,775	0,000
KC	10.640,60 a	18.134,39 b	18.246,76 b	99,236	0,000
SF	22.249,33 a	20.104,77 a	38.168,97 b	95,239	0,000
SP	29.150,20 a	27.452,37 b	37.646,00 c	72,502	0,000
YK	21.287,93 b	15.621,93 a	36.497,47 c	4.754,555	0,000
Ortalama	14.653,40 a	16.364,53 a	25.130,31 b	6,979	0,002

K konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucunda bütün türlerde ve ortalama değerlere göre K konsantrasyonunun ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Bu farklılık ortalama değerler bakımından %99 ($p < 0,01$), bütün türler bakımından ise %99,9 güven düzeyinde ($p < 0,001$) anlamlıdır. Duncan testi sonuçları incelendiğinde DC, KC ve SF türleri ile ortalama değerler bakımından ikişer grup, diğer türlerde ise üçer grup olduğu görülmektedir.

Değerler ve Duncan testi sonuçları oluşan gruplar incelendiğinde YK dışındaki bütün türlerde kontrol ortamında elde edilen değerlerin ilk gruplarda olduğu görülmektedir. DC, SF ve YK türlerinde de sigara ortamında elde edilen değerler ilk gruplarda iken sigara ortamında DT ve DC türlerinde elde edilen değerler son gruptadır. DT ve DC dışında en yüksek değerler trafik ortamında elde edilmiştir.

Ortalama değerler bakımından ise Duncan testi sonucunda iki grup oluşmuş, kontrol ortamı ile sigara ortamı ilk grupta, trafik ortamı ise ikinci grupta yer almıştır.

K konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.33'de verilmiştir.



Şekil 4.33 K konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

4.2.16 Ca Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen ve önemli besin elementlerinden olan Ca konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.34’de verilmiştir.

Tablo 4.34 Ca konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

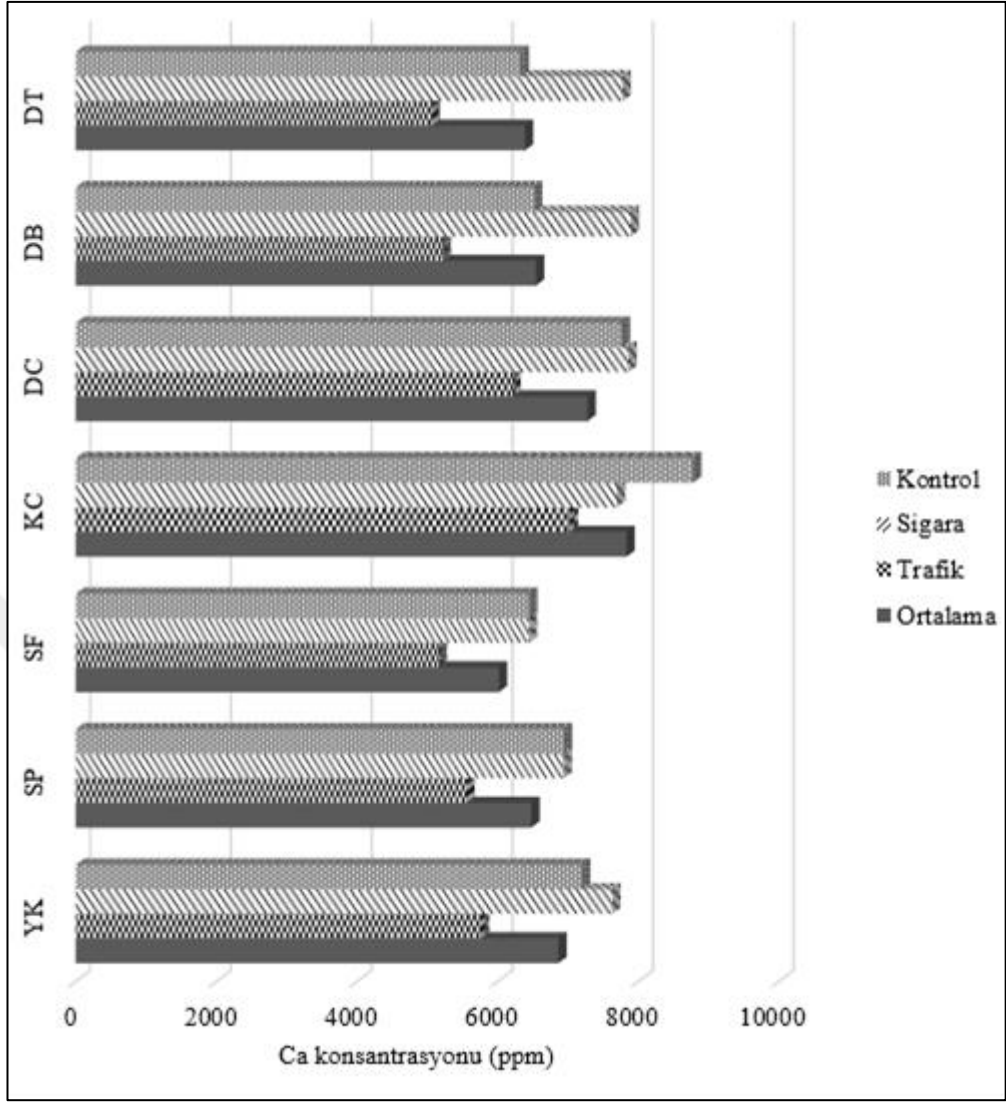
Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	6.328,73 b	7.775,00 c	5.061,97 a	302,864	0,000
DB	6.520,30 b	7.891,93 c	5.215,57 a	251,03	0,000
DC	7.763,23 b	7.860,13 b	6.210,70 a	78,306	0,000
KC	8.778,43 c	7.696,00 b	7.022,67 a	57,374	0,000
SF	6.449,53 b	6.445,17 b	5.159,53 a	76,179	0,000
SP	6.943,77 b	6.940,40 b	5.555,03 a	74,249	0,000
YK	7.201,57 b	7.629,73 c	5.761,47 a	99,134	0,000
Ortalama	7.140,79 b	7.462,62 b	5.712,41 a	37,146	0,000

Ca konsantrasyonunun farklı ortamlardaki konsantrasyon değerleri baz alınarak yapılan varyans analizi sonucunda, bütün ortamlardaki değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ca konsantrasyonunun ortalama değerlere göre de ortam bazında değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlıdır.

Ortalama değerler incelendiğinde bütün türlerde en düşük Ca konsantrasyonlarının trafik ortamında elde edildiği görülmektedir. En yüksek değerler ise DT, DB ve YK türlerinde sigara ortamında, KC türünde ise kontrol ortamında elde edilmiştir. Bu türlerde Duncan testi sonucunda üç grup oluşurken her ortam ayrı bir grupta yer almıştır. DC, SF ve SP türlerinde ise Duncan testi sonucunda iki grup oluşmuş, kontrol ortamı ile sigara ortamı aynı grupta yer almıştır.

Ortalama değerler bakımından da Duncan testi sonucunda iki grup oluşmuş, trafik ortamı ilk grupta, kontrol ortamı ile sigara ortamı ikinci grupta yer almıştır.

Ca konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.34'de verilmiştir.



Şekil 4.34 Ca konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

4.2.17 Mg Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi

Çalışmaya konu elementlerden Mg elementinin konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.35’de verilmiştir.

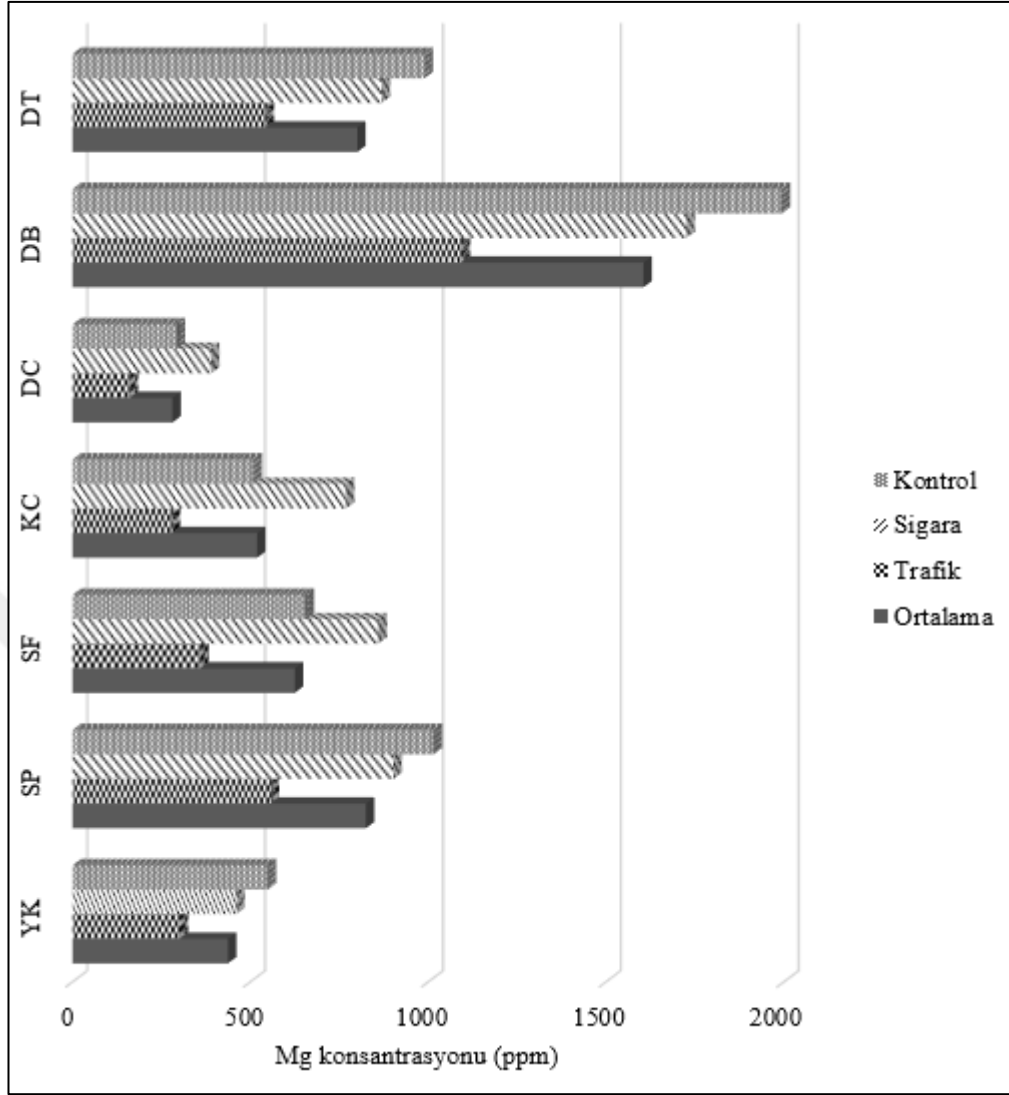
Tablo 4.35 Mg konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	989,33 c	869,17 b	542,83 a	4.104,601	0,000
DB	1.994,27 c	1.726,07 b	1.094,20 a	3.903,677	0,000
DC	292,97 b	389,33 c	160,73 a	2.911,228	0,000
KC	508,633 b	768,73 c	279,07 a	6.503,605	0,000
SF	655,27 b	859,70 c	359,53 a	1.276,68	0,000
SP	1.015,60 c	901,900 b	557,23 a	5.930,763	0,000
YK	548,633 c	460,60 b	301,03 a	2.566,696	0,000
Ortalama	857,814 b	853,643 b	470,662 a	5,721	0,005

Yapılan varyans analizi sonucunda bütün türlerde ve ortalama değerlere göre Mg konsantrasyonunun ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu görölmektedir. Bu farklılık ortalama değerler bakımından %99 ($p<0,01$), türler bakımından ise %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlıdır.

Duncan testi sonuçları incelendiğinde bütün türlerde ortamların üç grup oluşturduğu görölmektedir. En düşük değerler bütün türlerde trafik ortamında elde edilmiştir. En yüksek değerler ise DC, KC ve SF türlerinde sigara ortamında, diğer türlerin tamamında ise kontrol ortamında elde edilmiştir. Ortalama değerler bakımından ise Duncan testi sonucunda iki grup oluşmuş, trafik ortamı ilk grupta, kontrol ortamı ile sigara ortamı ise ikinci grupta yer almıştır.

Mg konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.35'de verilmiştir.



Şekil 4.35 Mg konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

4.2.18 P Konsantrasyonunun (ppm) Ortam Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen ve önemli besin elementlerinden bir diğeri olan P konsantrasyonlarının her bir türde ortam bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenmiş, ortalama konsantrasyon değerleri, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile P değeri ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar Tablo 4.36'da verilmiştir.

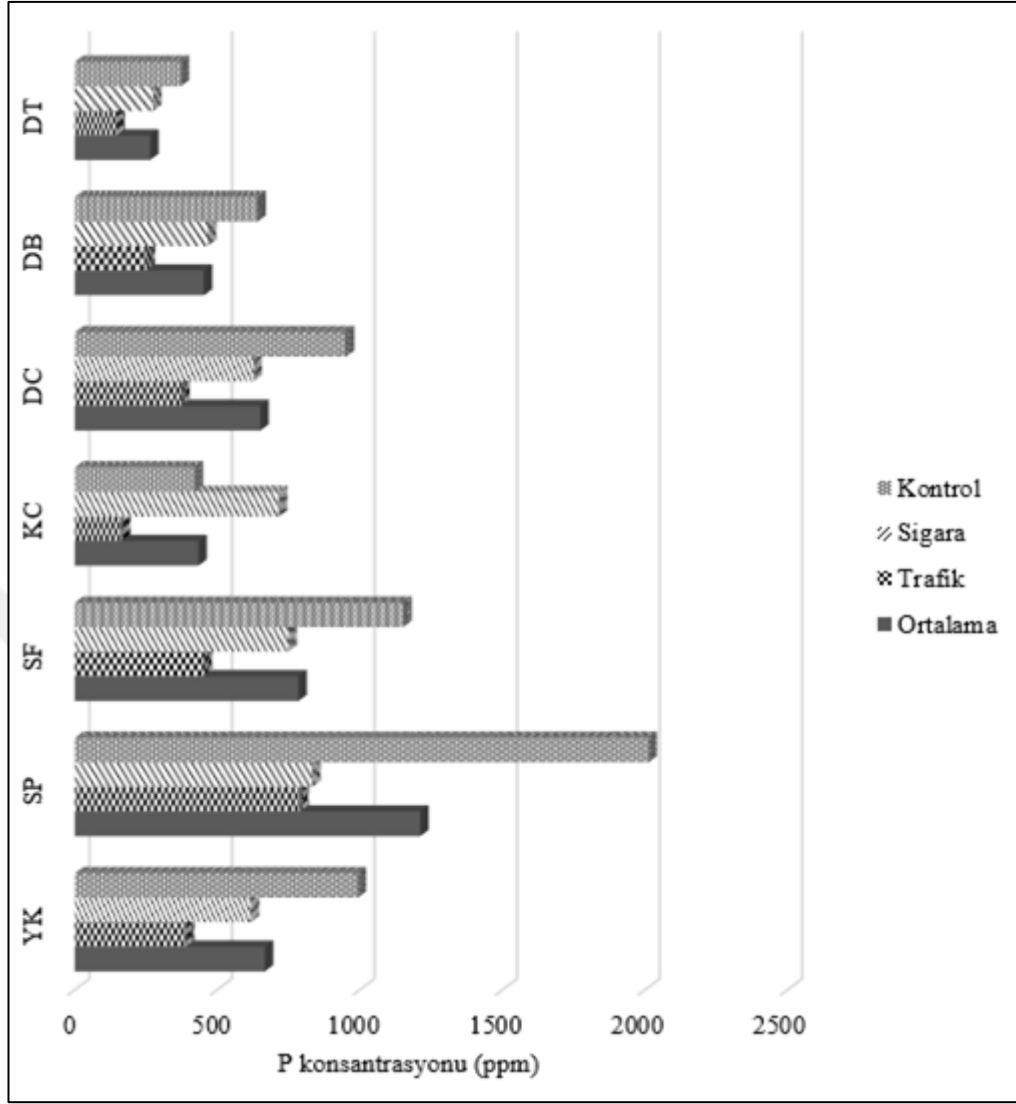
Tablo 4.36 P konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

Tür	Ortam			F Değeri	P değeri
	Kontrol	Sigara	Trafik		
DT	372,33 c	275,13 b	146,17 a	7.355,391	0,000
DB	641,27 c	466,87 b	251,83 a	9.776,464	0,000
DC	951,77 c	627,061 b	373,77 a	3.997,632	0,000
KC	420,57 b	716,20 c	165,17 a	75.485,178	0,000
SF	1.152,00 c	749,17 b	452,37 a	5.199,32	0,000
SP	2.013,17 c	832,73 b	790,47 a	22.692,002	0,000
YK	993,40 c	617,33 b	390,07 a	8.871,132	0,000
Ortalama	934,929 c	612,071 b	367,119 a	14,287	0,000

K konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir tablo değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucunda, bütün ortamlardaki değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlı olduğu belirlenmiştir. K konsantrasyonunun ortalama değerlere göre de ortam bazında değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlıdır.

Ortalama değerler incelendiğinde bütün türlerde en düşük Ca konsantrasyonlarının trafik ortamında elde edildiği görölmektedir. En yüksek değerler ise KC dışındaki bütün türlerde kontrol ortamında, KC’de ise sigara ortamında elde edilmiştir. Bütün türlerde Duncan testi sonucunda üç grup oluşurken her ortam ayrı bir grupta yer almıştır. Ortalama değerler bakımından da Duncan testi sonucunda üç grup oluşmuş, trafik ortamı ilk grupta, sigara ortamı ikinci grupta ve kontrol ortamı da son grupta yer almıştır.

K konsantrasyonunun ortam bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.36’da verilmiştir.



Şekil 4.36 K konsantrasyonunun (ppm) ortam bazında değişimi

4.3 Elementlerin Birbirleri ile İlişki Düzeyleri

Çalışmaya konu elementlerin birbirleri ile ilişki düzeylerini belirleyebilmek amacıyla verilere korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.37’de verilmiştir.

Tablo 4.37 Elementlerin birbirleri ile ilişki düzeyleri

	Na	K	Ca	Mg	P	Cd	Cr	Pb	Ni	Co	V	Al	Ba	B	Cu	Fe	Mn
K	-0,385**																
Ca	-0,117	-0,338**															
Mg	0,227	-0,458**	0,058														
P	0,098	0,257*	0,175	0,113													
Cd	-0,061	0,054	-0,373**	-0,166	-0,469**												
Cr	-0,546**	0,593**	-0,323**	0,017	-0,002	0,115											
Pb	-0,346**	0,452**	-0,417**	-0,400**	-0,435**	0,605**	0,435**										
Ni	-0,162	0,227	-0,175	-0,217	-0,141	0,097	0,139	0,176									
Co	-0,071	0,122	-0,251*	-0,035	-0,317*	0,277*	0,334**	0,523**	0,164								
V	-0,029	-0,082	-0,005	-0,116	-0,246	-0,396**	0,165	-0,011	-0,079	0,327**							
Al	0,028	-0,187	0,276*	0,503**	0,481**	-0,306*	0,054	-0,222	-0,144	0,015	-0,273*						
Ba	0,169	0,22	-0,126	-0,440**	-0,141	0,327**	-0,021	0,497**	0,009	0,609**	0,244	-0,13					
B	-0,236	0,148	0,163	-0,099	0,101	-0,309*	0,381**	-0,002	-0,008	0,067	0,286*	-0,04	-0,183				
Cu	0,041	0,397**	-0,016	-0,452**	0,212	-0,018	0,025	0,228	-0,189	0,21	0,226	-0,267*	0,558**	0,470**			
Fe	-0,186	0,328**	-0,552**	-0,086	-0,181	0,243	0,371**	0,567**	0,234	0,551**	-0,068	-0,06	0,065	0,357**	0,24		
Mn	0,346**	-0,386**	-0,172	0,013	-0,323**	0,610**	-0,401**	-0,027	-0,177	-0,268*	-0,245	-0,421**	0,012	-0,261*	-0,016	-0,172	
Zn	-0,311*	0,674**	-0,541**	-0,202	-0,077	0,500**	0,585**	0,742**	0,414**	0,411**	-0,141	-0,09	0,386**	-0,16	0,159	0,483**	-0,109

*= $P \leq 0,05$; **= $P \leq 0,01$

Elementlerin birbirleri ile ilişki düzeylerini gösteren tablo incelendiğinde birçok elementin birbiri ile istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,05$) düzeyde ilişki içerisinde bulunduğu g r lmektedir. İlişki düzeyleri incelendiğinde birbiri ile en kuvvetli ilişki içerisinde bulunan elementlerin; Pb ile Zn (0,742), K ile Zn (0,674), Mn ile Cd (0,610), Co ile Ba (0,609) ve Cd ile Pb (0,605) olduğu belirlenmiştir.

Tablo değerleri incelendiğinde birçok elementin de birbiri ile istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,05$) ve negatif ilişki içerisinde olduğu g r lmektedir. Birbirleri ile en kuvvetli negatif ilişki içinde bulunan elementler; Ca ile Fe (-0,552), Na ile Cr (-0,546), Ca ile Zn (-0,541), P ile Cd (-0,496) ve K ile Mg (-0,458) olarak belirlenmiştir.



5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında bütün elementlerinin konsantrasyonlarının bütün ortamlarda, tür bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde (en az $p < 0,05$) olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler bakımından ise sadece Pb konsantrasyonunun tür bazında değişimi anlamlı düzeyde değildir ($p > 0,05$). Diğer bütün elementlerde ortalama değerlerin de tür bazında değişimi istatistiki olarak anlamlı düzeydedir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda genellikle bitkilerdeki element düzeyini en fazla etkileyen faktörün bitki türü olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma ile benzer konularda yapılan çalışmalarda da bu durum net bir şekilde ortaya konulmuştur. Örneğin Mossi (2018) tür bazında en çok değişim gösteren elementlerden birisi olan Cr konsantrasyonunun *E. japonica*'da 846,2 ppb iken *J. sabina*'da 2330,9 ppb olduğunu hesaplanmıştır.

Benzer sonuçlar farklı elementler konusunda yapılan çok sayıda çalışmada da elde edilmiş ve aynı ortamda yetişen bireyler arasındaki farkın yüzlerce kat olabildiği belirtilmiştir. Sevik vd., (2019a) trafiğin yoğun olduğu alanlarda yetişen ıhlamur yapraklarında 138,0 ppb olarak hesaplanan Ni konsantrasyonunun aynı ortamda yetişen akçaağaç dallarında 10.694,6 ppb düzeyinde olduğunu hesaplamışlardır. Ozyigit vd., (2017) *Camellia sinensis*'da B konsantrasyonunun $0,065 \text{ mg kg}^{-1}$ ile $0,072 \text{ mg kg}^{-1}$. arasında, *Capsella bursa-pastoris*'da ise $15,698 \text{ mg kg}^{-1}$ ile $16,137 \text{ mg kg}^{-1}$. arasında değiştiğini belirlemiştir. Benzer çalışmalar çok sayıda başka çalışmada da elde edilmiştir (Karacocuk vd., 2022).

Çalışma sonucunda elementlerin ortam bazında değişimi incelendiğinde ise, V'da SF ve YK dışındaki türler hariç bütün elementlerde ve bütün türlerde, elementlerin ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde (en az $p < 0,05$) olduğu belirlenmiştir.

Canlıların bütün morfolojik, anatomik, fizyolojik ve kimyasal yapıları temelde genetik çeşitlilik ile çevre faktörlerinin (Kurz vd., 2023; Özel vd., 2021d,e; Tandogan vd., 2023) etkisi ile şekillenmektedir. Dolayısıyla bütün elementlerin konsantrasyonlarının

hem tür hem de ortam bazında değişim göstermesi normaldir. Çünkü türlerin genetik yapıları, hatta aynı tür içerisindeki bireylerin genetik yapıları da farklılık göstermektedir (Hrivnak vd., 2017).

Dolayısıyla çalışma sonucunda belirlendiği şekilde element konsantrasyonlarının hem tür hem de ortam bazında değişim göstermesi normaldir ve bugüne kadar yapılan çok sayıda çalışmada da benzer sonuçlar alınmıştır (Karacocuk vd., 2022). Örneğin Popek vd., (2017) Polonya’da yaptıkları çalışmada farklı bölgelerden topladıkları *T. cordata* yapraklarında element konsantrasyonlarının önemli ölçüde değiştiğini, mesela Warsaw bölgesindeki örneklerde 543 ppm düzeyinde olan Fe konsantrasyonunun Krakow bölgesindeki örneklerde 1365 ppm düzeyinde olduğunu belirtmişlerdir.

Farklı çevre koşullarının bulunduğu bölgelerde yetiştirilen bireylerde, ortamdaki ağır metallerin toprak veya yaprak yoluyla bitkilerin çeşitli organlarında birikim yaptığı bilinmektedir (Cetin vd., 2019; Sevik vd., 2018). Çevre şartları sadece bitkilerin kimyasal yapısını değil aynı zamanda morfolojik, anatomik ve fizyolojik yapılarını da etkilemektedir (Koç ve Nzokou, 2022; Sevik vd., 2020d; Yigit vd., 2019). Çünkü bitkilerin gelişimleri ve fenotipik karakterleri genetik yapı (Koç, 2021a,b,c) ile toprak besin içeriği, toprak yapısı gibi edafik (Cetin vd., 2022a,b; Shults vd., 2020) ve ışık, sıcaklık, yağış gibi iklimik (Koç, 2021d,e; Koç, 2022a,b) faktörlerin etkisiyle şekillenmektedir. Bundan dolayı toprak veya havada bulunan ağır metaller bitki gelişimini de önemli ölçüde şekillendirmektedir. Havadaki veya topraktaki ağır metal konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olması bitki için bir stres sebebidir (Turkyilmaz vd., 2018). Bitkilerde kuraklık (Koç, 2022c; Koç vd., 2022b; Koc ve Nzokou, 2018; Koç ve Nzokou, 2023), don (Sevik ve Karaca, 2016; Yıldız vd., 2014), radyasyon (Ozel vd., 2021f,g) ve kirlilik (Sulhan vd., 2022) gibi stres faktörleri bitki yapısını etkilemektedir. Dolayısıyla ağır metal konsantrasyonunun yüksek düzeyde olması bitkilerde strese sebep olurken aynı zamanda bitki su, toprak ve havadaki ağır metalleri bünyesinde biriktirebilmektedir (Isinkaralar vd., 202b,c; 2023; Shahid vd., 2017). Dolayısıyla aynı bitkilerin farklı ortamlarında yetiştirilen bireylerin de kimyasal yapıları ve element miktarları farklı olabilmekte hatta bu fark çok yüksek düzeylerde olabilmektedir (Mossi, 2018; Saleh, 2018).

Hatta bu farklılık, zamansal olarak da değişim gösterebilmektedir. Santos vd., (2019) *N. oleander*'de yaptıkları çalışmada yazın $437 \mu\text{g.g}^{-1}$ düzeyinde olan Fe konsantrasyonunun kışın $980 \mu\text{g.g}^{-1}$ düzeyinde olduğunu belirlemişlerdir. Hatta aynı birey üzerinde farklı yıllarda oluşan ibre (Cetin vd., 2020; Keçeci, 2019) ve odun (Akarsu, 2019; Cesur, 2019) organlarında da aynı elementler arasında onlarca kat fark olabildiği belirtilmektedir.

Ortam bazında değişimlere göre bütün türlerde en yüksek Pb, Fe ve Zn konsantrasyonları trafik ortamında elde edilmiştir. Bunun dışında Ni'de SP ve YK, Co'da KC ve SP, Cd'da DT ve DB, Ba'da SP, B'de KC ve YK, Cu'da KC, K'da DT ve DB dışındaki bütün türlerde yine en yüksek konsantrasyonlar trafik ortamında elde edilmiştir. Ayrıca Cr'da DT, DB ve SP, V'da DT ve DB, Mn'de de DT, DB ve SP türlerinde yine en yüksek konsantrasyonlar trafik ortamında elde edilmiştir.

Ağır metaller, bazıları kanserojen ve toksik elementler olmaları yanı sıra canlı organizmalar açısından büyük tehdit oluşturabilen elementlerdir (Kuzmina vd., 2023; Yayla vd., 2023). Ayrıca, bazıları, yüksek konsantrasyonlarda canlı organizmalar için toksik olmaları nedeniyle "Agency for Toxic Substances and Disease Registry" ATSDR'nin (Toksik Maddeler ve Hastalık Kayıt Ajansı) öncelikli kirletici listesine toplam 23 element dahil edilmiştir. Gümüş (Ag), alüminyum (Al), arsenik (As), baryum (Ba), berilyum (Be), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), krom (Cr), bakır (Cu), kurşun (Pb), manganez (Mn), civa (Hg), nikel (Ni), paladyum (Pd), plütonyum (Pu), antimon (Sb), selenyum (Se), stronsiyum (Sr), talyum (Tl), toryum (Th), uranyum (U), vanadyum (V) ve çinko (Zn) bu elementlerdendir (Badea vd., 2018).

Bu listede yer alan, ağır metal olarak isimlendirilen ve insan sağlığı yanında diğer canlılar ve çevre sağlığı açısından da ciddi tehdit olduğu belirtilen Pb, Cr, Cd, Ni gibi birçok elementin, trafik faaliyetlerine bağlı olarak havadaki konsantrasyonunun arttığı birçok çalışmada dile getirilmiştir (Isinkaralar vd., 2022a; Koç, 2021f; Sevik vd., 2023; Sulhan vd., 2022). Tunçer (2020) trafiğin yoğun olduğu alanlarda yetiştirilen sebzelerdeki Cr konsantrasyonunun daha yüksek düzeyde olduğunu, Pınar (2019), Cr ve Ni konsantrasyonlarının trafik yoğunluğu ile bağlantılı olarak arttığını belirlemişlerdir.

Bu artışlar bazı türlerde oldukça yüksek oranlarda olabilmektedir. Akarsu (2019) aynı ağacın trafiğın olmadığı tarafında dış kabukta 116,6 ppb düzeyinde olan Cd konsantrasyonunun, trafiğın yoğun olduğu tarafındaki dış kabukta 2601,2 ppb düzeyinde olduğunu, benzer şekilde trafiğın olmadığı tarafta dış kabukta 458,4 ppb düzeyinde olan Cr konsantrasyonunun, trafiğın yoğun olduğu taraftaki dış kabukta 7838,8 ppb düzeyinde olduğunu belirlemiştir.

Benzer şekilde Gültekin (2020) köyde yetiştirilen biber yapraklarında yıkanmayan numunelerde 989,2 ppb, yıkanan numunelerde 1877,7 ppb olan Pb konsantrasyonunun, kent merkezinde yetiştirilen ve yıkanmayan numunelerde 13.240,4 ppb, yıkanan numunelerde ise 2565,2 ppb düzeyinde olduğunu belirlemiştir. Daha pek çok çalışmada Pb, Cr, Cd, Ni gibi birçok elementin trafik faaliyetlerine bağlı olarak konsantrasyonunun arttığı belirlenmiştir (Arıcak vd., 2020; Cobanoğlu vd., 2023; Turkyılmaz vd., 2020).

Cr'de KC, Ni'de SP ve YK, Co'da SP, Cd'da DT ve DB, V'de KC ve SP, Cu'da KC, Mn'da DT, DB ve SP, Na'da SP ve YK, K'da DT ve DB, Ca'da DT, DB ve YK, Mg'de DC, KC ve SF, P'de KC türlerinde en yüksek konsantrasyonlar sigara ortamında elde edilmiştir. Ayrıca Pb'da DT ve DB'de en düşük konsantrasyonlar kontrol ortamında elde edilirken sigara ortamındaki Pb konsantrasyonu kontrol ortamındakinin yaklaşık iki katı, trafik ortamındaki Pb konsantrasyonu 'da kontrol ortamındakinin yaklaşık 2,5 katı olarak hesaplanmıştır.

Sigara, bileşiminde Ni, Cd, Pb, Cr, As, Se ve Hg gibi ağır metalleri barındırmaktadır (Li vd., 2016). Badea vd., (2018), çalışmaları sonucunda tütün dumanının bakır, çinko, antimon, stronsiyum veya vanadyum gibi toksik elementler için bir kaynak olduğunu belirlemişlerdir. Özcan vd., (2019), farklı sigaralar üzerinde yaptıkları analizlerde sigaraların Cd içeriklerinin 0,44-1,55 mg/kg arasında, Co içeriklerinin 0,26-2,19 mg/kg arasında, Cr içeriklerinin 0,88-1,72 mg/kg arasında, Mo içeriklerinin 0,39-1,13 mg/kg arasında, Cu içeriklerinin 10,36-30,47 mg/kg arasında, Fe içeriklerinin 306,03-595,42 mg/kg arasında, Ni içeriklerinin 1,00-3,17 mg/kg arasında, Pb içeriklerinin ise 0,16-7,37 mg/kg arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ayrıca sigara örneklerinin Ca, K, Mg, P ve S bakımından zengin olduğunu belirtmişlerdir (Özcan vd., 2019). Hatta

uyapılan çalışmalar sigara kağıtlarının dahi yüksek oranda Ba, Co, Pb, Sb, Se, Tl ve V içerdiğini ortaya koymaktadır (Zumbado vd., 2019). Dolayısıyla bu elementlerin, sigara içilen ortamda bitkilerde birikim yapması da olağıandır.

Ghoma (2021) alışmasında iç mekân bitkisi olarak sıklıkla kullanılan difenbahya, drasena, kauçuk, spatifilyum ve yukka bitkilerinin sigara içilen ve içilmeyen ortamlarda yetişen bireylerinden yaprak örnekleri karşılaştırmıştır. Yıkama işlemi de yapılan yapraklarda Cd, Cr, Pb, Ni, Co, Ba, Cu, Fe, Mn, Zn, V, Al, Na, K, Ca, Mg, P ve B elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş, yapılan istatistiki analizler ile de bu elementlerin bitki türü, ortam ve yıkama işlemine bağılı olarak değışimi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek konsantrasyonlar Cd, Pb, Ni ve Zn'de yukka, Cr, V ve Ba'da drasena, Cu ve B'de kauçuk, Fe, Al, Mn, Na, K ve P'de spatifilyum, Mg'de ise difenbahya türlerinde elde edilmiştir. Ayrıca genel olarak bitkilerdeki Cd, Cr, V ve Ni konsantrasyonlarının sigara içilen ortamlarda daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Al'de bütün türler ile Na'da SP ve YK, Ca'da DT, DB ve YK, Mg'de DC, KC ve SF, P'de ise KC dışındaki bütün türlerde en yüksek değerler kontrol ortamında elde edilmiştir. Bu türler temel bitki besin elementlerindedir (Melek, 2020; Özgövercikli, 2020). Dolayısıyla bu elementlerin kontrol ortamında yüksek konsantrasyonlarda bulunması, bu ortamdaki bitkilerin gelişiminin daha sağılıklı olduğu şeklinde yorumlanabilir.

6. ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında 7 adet bitkide bazı ağır metal konsantrasyonlarının değişimi belirlenmiştir. Çalışmaya konu bitkiler, iç mekân mimari tasarımlarında sıklıkla kullanılan, saksı içerisinde de kolaylıkla yetiştirilebilen, yetiştirilmeleri ve çoğaltılmaları oldukça kolay, gelişimleri de hızlı olan bitkilerdir. Bundan dolayı özellikle iç ortamlardaki ağır metal kirliliğinin azaltılmasında etkin olarak kullanılabilirler.

Çalışma kapsamında bitkilerin çoğunda sigara içilen ortamlarda belirlenen ağır metal konsantrasyonları trafiğin yoğun olduğu alanlarda yetiştirilen bitkilerdeki konsantrasyonlardan daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç insan sağlığı açısından son derece tehlikeli Pb, Co, Cd gibi ağır metallerin de sigara kaynaklı olarak yüksek konsantrasyonlarda birikebileceğini göstermektedir. Bundan dolayı özellikle iç ortamlarda ve sigaraya bağlı ağır metal birikimi konusunda kapsamlı çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Havadaki ağır metaller bitki bünyesine büyük oranda yapraklar vasıtasıyla girmektedir. Bundan dolayı yaprakların hava kirliliğinin izlenmesi amacıyla kullanılacak en uygun organlar olduğu belirtilmektedir. Ayrıca yapraklar havadaki ağır metal kirliliğini azaltmak amacıyla da kullanılacak en uygun organlardır. Bundan dolayı konu ile ilgili çalışmaların özellikle geniş yapraklı türler üzerinde yoğunlaştırılması tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adiguzel, F., Cetin, M., Kaya, E., Simsek, M., Gungor, S., & Sert, E. B. (2020). Defining suitable areas for bioclimatic comfort for landscape planning and landscape management in Hatay, Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 139(3-4), 1493-1503.
- Aihemaiti, A., Jiang, J., Gao, Y., Meng, Y., Zou, Q., Yang, M., ... & Tuerhong, T. (2019). The effect of vanadium on essential element uptake of *Setaria viridis* seedlings. *Journal of Environmental Management*, 237, 399-407.
- Akarsu, H. (2019). Determination of Heavy Metal Accumulation in Atmosphere by Being Aid of Annual Rings, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MSc Thesis, 71 pages
- Aksu, İ. (2018). Kaynak İşçilerinde Mesleki Maruziyete Bağlı Olası Toksik Etkilerin Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmasötik Toksikoloji Programı Doktora Tezi, 92 sayfa
- Al Mutairi, A. A., Cavagnaro, T. R., Khor, S. F., Neumann, K., Burton, R. A., & Watts-Williams, S. J. (2020). The effect of zinc fertilisation and arbuscular mycorrhizal fungi on grain quality and yield of contrasting barley cultivars. *Functional Plant Biology*, 47(2), 122-133.
- Alaqouri, H. A. A., Genc, C. O., Aricak, B., Kuzmina, N., Menshikov, S., & Cetin, M. (2020a). The possibility of using Scots pine needles as biomonitor in determination of heavy metal accumulation. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 20273-20280.
- Alaqouri, H. A. A., Ozer Genc, C., Aricak, B., Kuzmina, N., Menshikov, & S., Cetin, M. (2020b). The possibility of using Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles as biomonitor in the determination of heavy metal accumulation. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(2), 3713-3727.
- Alkharam, A.S.A. (2019). The Opportunities of *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen Species for Usability as Biomonitor in Monitoring the Change of Heavy Metal Concentrations in Recent Past, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Biology, MSc Thesis, 61 pages
- Altaf, M. A., Shu, H., Hao, Y., Zhou, Y., Mumtaz, M. A., & Wang, Z. (2022). Vanadium toxicity induced changes in growth, antioxidant profiling, and vanadium uptake in pepper (*Capsicum annum* L.) seedlings. *Horticulturae*, 8(1), 28.
- Altaf, M. M., Diao, X. P., Shakoor, A., Imtiaz, M., Altaf, M. A., & Khan, L. U. (2021). Delineating vanadium (V) ecological distribution, its toxicant potential, and

- effective remediation strategies from contaminated soils. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-19.
- Altarugio, L. M., Loman, M. H., Nirschl, M. G., Silvano, R. G., Zavaschi, E., Vitti, G. C., ... & Otto, R. (2017). Yield performance of soybean and corn subjected to magnesium foliar spray. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(12), 1185-1191.
- Alterra, A. Z. A., Bayraktar, O. Y., & Soylemez, H. (2019). Investigation of the effects of modified bitumen on asphalt concrete performance by industrial waste. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 5(2), 93-100.
- Alzahrani, A. J. A., Al Toukhy, A. A., Al-hajar, A. S., Hasan, M. M., & Ali, M. A. (2019). Comparative study of heavy metals content in leaves of five selective plant species growing in makkah al-mukarramah region, Saudi Arabia. *Int. J. Sustain. Agril. Tech*, 15(3), 01-08.
- Amadi, C. N., Frazzoli, C., & Orisakwe, O. E. (2022). Sentinel species for biomonitoring and biosurveillance of environmental heavy metals in Nigeria. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 38(1), 21-60.
- Anagha, B., Athira, P. S., Anisha, P., Charles, P. E., Anandkumar, A., & Rajaram, R. (2022). Biomonitoring of heavy metals accumulation in molluscs and echinoderms collected from southern coastal India. *Marine Pollution Bulletin*, 184, 114169.
- Aricak, B., Cetin, M., Erdem, R., Sevik, H., & Cometen, H. (2019). The change of some heavy metal concentrations in Scotch pine (*Pinus sylvestris*) depending on traffic density, organelle and washing. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 6723-6734.
- Aricak, B., Cetin, M., Erdem, R., Sevik, H., & Cometen, H. (2020). The usability of Scotch pine (*Pinus sylvestris*) as a biomonitor for traffic-originated heavy metal concentrations in Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(2), 1051-1057.
- Aricak, B., Enez, K., Özer Genc, C., & Sevik, H. (2016). A method study to determine buffering effect of the forest cover on particulate matter and noise isolation. In *1st International Symposium of Forest Engineering and Technologies (FETEC 2016)*: 177-185.
- Arooj, S., Naz, S., Jabeen, F., & Sultana, T. (2022). Biomonitoring of heavy metals and their association with DNA damage in Indian peafowl (*Pavo cristatus*) under captivity. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-13.
- Asri, F.Ö., & Sönmez, S. (2006). Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. *Derim, Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü, Dergisi*, 23(2), 36- 45.
- Ateya, T.A.A. (2020). The Availability of *Picea pungens* Engelm. Installation in Monitoring The Change of Heavy Metal Pollution in Urban Planning Studies, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Engineering Management, MsC Thesis, 79 pages

- Ateya, T. A. A., Bayraktar, O. Y., & Koç, İ. (2023). Havadaki metal kirliliğinin (Ca, M, Mn) tespitinde kent merkezindeki Mavi ladin (*Picea pungens*) ağacının yaprak ve dallarının biyomonitör olarak kullanılabilirliği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. (In press).
- Aydogdu, A., Sevik, & H. (2015). Indoor Air Quality: The Samples of Ilgarini and Mantar Cave. *I. Eurasia International Tourism Congress: Current Issues, Trends, and Indicators* (EITOC-2015), 95-104
- Aydogdu, A., & Sevik, H. (2018). Indoor Air Quality: The Samples Of Ilgarini And Mantar Caves. *Social Sciences Studies Journal*, 4(16), 1165-1176
- Badea, M., Luzardo, O. P., González-Antuña, A., Zumbado, M., Rogozea, L., Floroian, L., Alexandrescu, D., Moga, M., Gaman, L., Radoi, M., Boada, L.D. & Henríquez-Hernández, L. A. (2018). Body burden of toxic metals and rare earth elements in non-smokers, cigarette smokers and electronic cigarette users. *Environmental Research*, 166, 269-275.
- Bai, L., Liu, X. L., Hu, J., Li, J., Wang, Z. L., Han, G., ... & Liu, C. Q. (2018). Heavy metal accumulation in common aquatic plants in rivers and lakes in the Taihu Basin. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2857.
- Bakırcı, B. (2019). Aydın İlinde Üretimi Yapılan Bazı Arı Ürünlerindeki Ağır Metal Düzeylerinin Karşılaştırılması, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyokimya (Veteriner) Yüksek Lisans Programı Yüksek Lisans Tezi, 108 sayfa
- Batır, D. (2019). Heavy Metal Accumulation in Some Edible Landscape Plants Breeding in Eskişehir, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Landscape Architecture, MsC Thesis, 60 pages
- Baykut F, Aydın A, & Baykut S (1987). Çevre Sorunları ve Korunm. *İstanbul Teknik Üniversitesi*, 3449, 419.
- Bayraktar, O. Y. (2020c). Use of geosynthetics in road construction. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 6(2), 107-113
- Bayraktar, O. Y. (2020d). The use of rice husk waste in foam concrete production. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(12), 2716-272.
- Bayraktar, O.Y. (2019). The possibility of fly ash and blast furnace slag disposal by using these environmental wastes as substitutes in portland cement. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(9), 560.
- Bayraktar, O.Y. (2020a). Durability performance of concrete structures exposed to fire, *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 9(11), 70-81.
- Bayraktar, O.Y. (2020b). Risk management in construction sector. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 8(2), 237-243.

- Bayraktar, O.Y. (2021). Possibilities of disposing silica fume and waste glass powder, which are environmental wastes, by using as a substitute for portland cement. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(13), 16843-16854.
- Becker, V. I., Goessling, J. W., Duarte, B., Caçador, I., Liu, F., Rosenqvist, E., & Jacobsen, S. E. (2017). Combined effects of soil salinity and high temperature on photosynthesis and growth of quinoa plants (*Chenopodium quinoa*). *Functional Plant Biology*, 44(7), 665-678.
- Benderdour M, Bui-Van T, Dicko A & Belleville F. (1998). In vivo and in vitro effects of boron and boronated compounds. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 12(1), 2-7.
- Boğa, A., (2007). Ağır Metallerin Özellikleri ve Etki Yolları, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Adana. 16: 218.
- Bozdoğan Sert, E., Turkmen, M., & Cetin, M. (2019). Heavy metal accumulation in rosemary leaves and stems exposed to traffic-related pollution near Adana-İskenderun Highway (Hatay, Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, 1-12.
- Bozkır S. M.(1995). Bor Ekonomisi, Raskill Information Services LTD. 2 Clampham Road London SW9 (Çev) Oja – England, 145.
- Buczko, U., van Laak, M., Eichler-Löbermann, B., Gans, W., Merbach, I., Panten, K., ... & von Tucher, S. (2018). Re-evaluation of the yield response to phosphorus fertilization based on meta-analyses of long-term field experiments. *Ambio*, 47(1), 50-61.
- Büyükyıldız E. Emet Borik Asit Fabrikası Atıklarından Bor'un Kazanılması. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya 2007, 64
- Canturk, U., & Kulaç, Ş. (2021). The effects of climate change scenarios on *Tilia* ssp. in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(12), 1-15.
- Cesur, A. (2019). Determination of Heavy Metal Accumulation in Air Through Annual Rings: The Case of *Cupressus arizonica* Species. Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MSc Thesis, 63 pages
- Cesur, A, Zeren Cetin, I., Abo Aisha A. E. S., Alrabiti O. B. M., Aljama A. M. O., Jawed A. A., Cetin M., Sevik H., & Ozel H. B. (2021). The usability of *Cupressus arizonica* annual rings in monitoring the changes in heavy metal concentration in air. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27), 35642-35648.
- Cesur, A., Zeren Cetin, I., Cetin, M., Sevik, H., & Ozel, H. B. (2022). The use of *Cupressus arizonica* as a biomonitor of Li, Fe, and Cr pollution in Kastamonu. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(6), 193.

- Cetin, M., Onac, A. K., Sevik, H., & Sen, B. (2019). Temporal and regional change of some air pollution parameters in Bursa. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(3), 311-316.
- Cetin, M. (2016a). Determination of bioclimatic comfort areas in landscape planning: A case study of Cide Coastline. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 4(9), 800-804
- Cetin, M., Aljama, A. M. O., Alrabiti, O. B. M., Adiguzel, F., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022a). Determination and mapping of regional change of Pb and Cr pollution in Ankara city center. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(5), 1-10.
- Cetin, M., Aljama, A. M. O., Alrabiti, O. B. M., Adiguzel, F., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022b). Using topsoil analysis to determine and map changes in Ni Co pollution. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233, 293 (2022).
- Cetin, M., Sevik, H., Koc, I., & Cetin, I. Z. (2023). The change in biocomfort zones in the area of Muğla province in near future due to the global climate change scenarios. *Journal of Thermal Biology*, 112, 103434.
- Cetin, M., & Çobanoğlu, O. (2019). The possibilities of using blue spruce (*Picea Pungens Engelm*) as a biomonitor by measuring the recent accumulation of Mn in its leaves. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 5(1), 43-50.
- Cetin, M., & Jawed, A. A. (2022). Variation of Ba concentrations in some plants grown in Pakistan depending on traffic density. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-7.
- Cetin, M. (2015a). Determining the bioclimatic comfort in Kastamonu city. *Environmental Monitoring & Assessment*, 187(10), 640.
- Cetin, M. (2015b). Using GIS analysis to assess urban green space in terms of accessibility: case study in Kutahya. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 22(5), 420-424.
- Cetin, M. (2016b). A Change in the amount of CO₂ at the center of the examination halls: Case study of Turkey. *Studies on Ethno-Medicine*, 10(2), 146-155.
- Cetin, M. (2019). The effect of urban planning on urban formations determining bioclimatic comfort area's effect using satellitia imagines on air quality: a case study of Bursa city. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(10), 1237-1249.
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016a). Evaluating the recreation potential of Ilgaz Mountain National Park in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(1), 52.
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016b). Measuring the impact of selected plants on indoor CO₂ concentrations. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(3), 973-979.

- Cetin, M., & Sevik, H. (2016c). Indoor quality analysis of CO₂ for Kastamonu University. In *Conference of the International Journal of Arts & Sciences*, 9(3), 71-76.
- Cetin, M., Ahmaida, E. A., Mossi, M. M. M., & Sevik, H. (2017b). The effect of the amount of CO₂ on *Sansevieria trifasciata* in indoor environment. The 3rd *International Symposium on EuroAsian Biodiversity* 05-08 July 2017, Minsk – BELARUS, p:280
- Cetin, M., Altera, A. Z. A., & Bayraktar, O. Y. (2019c). Advanced road materials highway infrastructure and features. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 5(1), 36-42.
- Cetin, M., Onac, A. K., Sevik, H., & Sen, B. (2019a). Temporal and regional change of some air pollution parameters in Bursa. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(3), 311-316.
- Cetin, M., Onac, A. K., Sevik, H., Canturk, U., & Akpınar, H. (2018c). Chronicles and geoheritage of the ancient Roman city of Pompeiopolis: a landscape plan. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(24), 798.
- Cetin, M., Sevik, H., & Cobanoğlu, O. (2020). Ca, Cu, and Li in washed and unwashed specimens of needles, bark, and branches of the blue spruce (*Picea pungens*) in the city of Ankara. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(17), 21816-21825.
- Cetin, M., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2017a). Changes in the particulate matter and CO₂ concentrations based on the time and weather conditions: the case of Kastamonu. *Oxidation Communications*, 40(1-II), 477-485.
- Cetin, M., Sevik, H., & Saat, A. (2017c). Indoor air quality: the samples of Safranbolu Bulak Mencilis cave. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(10), 5965-5970.
- Cetin, M., Sevik, H., & Yigit, N. (2018e). Climate type-related changes in the leaf micromorphological characters of certain landscape plants. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(7), 404.
- Cetin, M., Sevik, H., & Zeren, I. (2017d). Coastal biocomfort mapping for Doganyurt planning: a case study of the Yesilyuva Nature Park. *The effects of environmental policies on sustainability: theory and methods*, 43.
- Cetin, M., Sevik, H., Arıcak, B., Ozturk, A., Genc, C. O., Aisha, A. E. S. A., Jawed, A.A., Aljama, A.M.O. & Alrabiti, O. B. M. (2019b). The investigation of the changing in concentration of some heavy metals in seeds, leaves, and branches because of traffic density: a case study of *Acer Platanoides*. *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 83-92.
- Cetin, M., Sevik, H., Canturk, U., & Cakir, C. (2018b). Evaluation of the recreational potential of Kutahya Urban Forest. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 2629-2634.

- Cetin, M., Sevik, H., Yigit, N., Ozel H.B., Aricak, B., & Varol, T. (2018d). The variable of leaf micromorphological characters on grown in distinct climate conditions in some landscape plants. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 3206-3211.
- Çetin, M. (2016). Peyzaj çalışmalarında kullanılan bazı bitkilerde klorofil miktarının değişimi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1), 239-245
- Çetin, M. (2020). The changing of important factors in the landscape planning occur due to global climate change in temperature, rain and climate types: A case study of Mersin city. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(12): 2695-2701
- Çetin, N., Mansuroğlu, S., & Önaç, A. K. (2018). Xeriscaping feasibility as an urban adaptation method for global warming: a case study from Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(3), 1009-1018
- Cetin, M., Zeren, I., Sevik, H., Cakir, C., & Akpınar, H. (2018a). A study on the determination of the natural park's sustainable tourism potential. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(3), 167.
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016). Measuring the impact of selected plants on indoor CO2 concentrations. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(3).
- Chatakul, P., & Janpathompong, S. (2022). Interior plants: Trends, species, and their benefits. *Building and Environment*, 222, 109325.
- Chen, L., Liu, J., Hu, W., Gao, J., & Yang, J. (2021). Vanadium in soil-plant system: Source, fate, toxicity, and bioremediation. *Journal of Hazardous Materials*, 405, 124200.
- Chen, Z., Tang, Y. T., Yao, A. J., Cao, J., Wu, Z. H., Peng, Z. R., ... & Qiu, R. L. (2017). Mitigation of Cd accumulation in paddy rice (*Oryza sativa* L.) by Fe fertilization. *Environmental Pollution*, 231, 549-559.
- Christe, C., Stölting, K. N., Bresadola, L., Fussi, B., Heinze, B., Wegmann, D., & Lexer, C. (2016). Selection against recombinant hybrids maintains reproductive isolation in hybridizing *Populus* species despite F1 fertility and recurrent gene flow. *Molecular Ecology*, 25(11), 2482-2498.
- Chu, Y. B., Li, M., Liu, J. W., Xu, W., Cheng, S. H., & Zhao, H. Z. (2018). Molecular insights into the mechanism and the efficiency-structure relationship of phosphorus removal by coagulation. *Water Research*, 147, 195-203.
- Chung, C. J., Lee, H. L., Chang, C. H., Wu, C. D., Liu, C. S., Chung, M. C., & Hsu, H. T. (2023). Determination of potential sources of heavy metals in patients with urothelial carcinoma in central Taiwan: a biomonitoring case-control study. *Environmental Geochemistry and Health*, 1-14.

- Çobanoğlu, H., Şevik, H., & Koç, İ. (2022). Havadaki Ca konsantrasyonunun tespitinde ve trafik yoğunluğu ile ilişkisinde yıllık halkaların kullanılabilirliği. *ICONTECH International Journal*, 6(3), 94-106.
- Cobanoglu, H., Sevik, H., & Koç, İ. (2023). Do annual rings really reveal Cd, Ni, and Zn pollution in the air related to traffic density? An example of the Cedar tree. *Water, Air, & Soil Pollution*, 234(2), 65.
- Cortés-Eslava, J., Gómez-Arroyo, S., Cortés, P. A. M., Jiménez-García, L. F., Lara-Martínez, R., Arenas-Huertero, F., ... & Testillano, P. S. (2023). The wild plant *Gnaphalium lavandulifolium* as a sentinel for biomonitoring the effects of environmental heavy metals in the metropolitan area of México Valley. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(1), 195.
- Çavuşoğlu, K., & Çakır Arıca, Ş. (2007). *Pinus nigra* (Arnold) subsp. *nigra* var. *caramanica* (Loudon) rehder türünün yapraklarında kurşun birikiminin araştırılması. *SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1): 42-46.
- Çelik, İ. (2014) Metalik biyomalzemelerde iyon salınımı problemi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 2(3), 167-169.
- Çobanoğlu, O. (2019). The Possibilities of Using Blue Spruce (*Picea pungens* Engelm) As a Bio-Monitor by Measuring The Recent Accumulation of Heavy Metals in its Leaves, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MsC Thesis, 62 pages
- Davarpanah, S., Tehranifar, A., Abadía, J., Val, J., Davarynejad, G., Aran, M., & Khorassani, R. (2018). Foliar calcium fertilization reduces fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani). *Scientia Horticulturae*, 230, 86-91.
- Demirayak, A., Kutbay, H.G., Kilic, D., Bilgin, A. & Huseyinova, R. (2011). Heavy metal accumulation in some natural and exotic plants in Samsun city. *Ekoloji*, 20(79), 1-11.
- Di Fiore, C., De Cristofaro, A., Nuzzo, A., Notardonato, I., Ganassi, S., Iafigliola, L., ... & Avino, P. (2023). Biomonitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons, heavy metals, and plasticizers residues: role of bees and honey as bioindicators of environmental contamination. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-17.
- Ding, Z., Tao, T., Wang, L., Zhao, Y., Huang, H., Zhang, D., ... & Han, J. (2019). Bioprospecting of novel and bioactive metabolites from endophytic fungi isolated from rubber tree *Ficus elastica* leaves. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 731-738.
- Dogan, S., Kilicoglu, C., Akinci, H., Sevik, H., & Cetin, M. (2022). Determining the suitable settlement areas in Alanya with GIS based site selection analyses. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(11), 29180-29189.

- Elajail, I. S. I., Sevik, H., Ozel, H. B., & Isik, B. (2022). Examining the chemical compositions of mineral concrete agents in terms of their environmental effects. *Fresenius Environmental Bulletin*, 31(9), 9784-9790.
- Elajail, I. S. I., & Sevik, H. (2022). Assessing the Co, Bi, and Mg contents of some mineral concrete additives in terms of environmental effects. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 8(2), 128-134.
- El-Dissoky, R. A., Al-Kamar, F. A., & Derar, R. M. (2017). Impact of magnesium fertilization on yield and nutrients uptake by maize grown on two different soils. *Egyptian Journal of Soil Science*, 57(4), 455-466.
- Erdem, T. (2018). Changes In Heavy Metal Concentrations Due To Species, Organelle And Traffic Density In Some Plants, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Forest Engineering, MsC Thesis, 59 pages
- Erdem, R., Çetin, M., Arıçak, B., & Sevik, H. (2023a). The change of the concentrations of boron and sodium in some forest soils depending on plant species. *Forestist*, 73(2), 207-212.
- Erdem, R., Arıçak, B., Çetin, M., & Sevik, H. (2023b). Change in some heavy metal concentrations in forest trees by species, organ, and soil depth. *Forestist*. (InPress).
- Ergür, E. G., Kazaz, S., & Kılıç, T. (2016). Buket ve çiçek düzenlemelerinin vazgeçilmezi: Kesme yeşillikler. *VI. Süs Bitkileri Kongresi*, 19-22 Nisan 2016, Bildiriler kitabı sayfa 346-357
- Ertugrul, M., Ozel, H. B., Varol, T., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). Investigation of the relationship between burned areas and climate factors in large forest fires in the Canakkale region. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(12), 737.
- Ertugrul, M., Varol, T., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2021). Influence of climatic factor of changes in forest fire danger and fire season length in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1), 1-17.
- Frank, A., Madej, A., Galgan, V., & Petersson, L. R. (1996). Vanadium poisoning of cattle with basic slag. Concentrations in tissues from poisoned animals and from a reference, slaughter-house material. *Science of the Total Environment*, 181(1), 73-92.
- Freitas, E. M. D., Giovanelli, L. B., Delazari, F. T., Santos, M. L. D., Pereira, S. B., & da Silva, D. J. (2017). Arugula production as a function of irrigation depths and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(3), 197-202.
- Gajbhiye, T., Pandey, S. K., Kim, K. H., Szulejko, J. E., & Prasad, S. (2016). Airborne foliar transfer of PM bound heavy metals in *Cassia siamea*: a less common route of heavy metal accumulation. *Science of the Total Environment*, 573, 123-130.

- Gallego-Cartagena, E., Morillas, H., Morgado-Gamero, W., Fuentes-Gandara, F., Vacca-Jimeno, V., Salcedo, I., ... & Maguregui, M. (2022). Elemental imaging approach to assess the ability of subaerial biofilms growing on constructions located in tropical climates as potential biomonitors of atmospheric heavy metals pollution. *Chemosphere*, 309, 136743.
- Ge, L., Wang, W., Peng, Z., Tan, F., Wang, X., Chen, J., & Qiao, X. (2018). Facile fabrication of Fe@ MgO magnetic nanocomposites for efficient removal of heavy metal ion and dye from water. *Powder Technology*, 326, 393-401.
- George, D., Girirajdevi, L., & RAJ, K. (2018). Magnesium sulphate fertilization for yield enhancement in direct seeded rice. *Journal of Crop and Weed*, 14(2), 195-198.
- Ghoma, W.E.O. (2021). Change Of Heavy Metal Concentrations In Some Indoor Plants Depends On Smoking, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Materials Science and Engineering, MsC Thesis, 82 pages
- Ghoma, W., Sevik, H. & Isinkaralar, K. (2022). Using indoor plants as biomonitors for detection of toxic metals by tobacco smoke. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 15, 415-424.
- Ghoma, W. E. O., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2023). Comparison of the rate of certain trace metals accumulation in indoor plants for smoking and non-smoking areas. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-9.
- Guney, K., Cetin, M., Sevik, H., & Guney, K. B. (2016b). Effects of some hormone applications on germination and morphological characters of endangered plant species *Lilium artvinense* L. seeds, New Challenges in Seed Biology-Basic and Translational Research Driving Seed Technology, Dr. Susana Araújo. *InTech*, 4, 97-112.
- Guney, K., Cetin, M., Sevik, H., & Guney K. B. (2016a). Influence of germination percentage and morphological properties of some hormones practice on *Lilium martagon* L. seeds. *Oxidation Communications*, 39 (1-II): 466-474
- Gungor, S., Cetin, M., & Adiguzel, F. (2020). Calculation of comfortable thermal conditions for Mersin urban city planning in Turkey. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-8.
- Gültekin, Y. (2020). Variation of Heavy Metal Concentrations in Some Cultivar Plants in The Ordu City Center. Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MsC Thesis, 54 pages
- Hao, L., Zhang, B., Feng, C., Zhang, Z., Lei, Z., & Shimizu, K. (2021). Human health risk of vanadium in farmland soils near various vanadium ore mining areas and bioremediation assessment. *Chemosphere*, 263, 128246.

- Hmeer, A. I. A. (2020) Variation of Heavy Metal Concentrations Depending On Growing Environment in Some Plants, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Environmental Engineering, MsC Thesis, 62 pages
- Hobbie, S. E., Finlay, J. C., Janke, B. D., Nidzgorski, D. A., Millet, D. B., & Baker, L. A. (2017). Contrasting nitrogen and phosphorus budgets in urban watersheds and implications for managing urban water pollution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(16), 4177-4182.
- Hrivnák, M., Paule, L., Krajmerová, D., Kulaç, Ş., Şevik, H., Turna, İ., Tvaauri, I. & Gömöry, D. (2017). Genetic variation in Tertiary relics: The case of eastern-Mediterranean *Abies* (Pinaceae). *Ecology and Evolution*, (23), 10018-10030.
- Huang, X., Jia, Z., Guo, J., Li, T., Sun, D., Meng, H., ... & Shen, Q. (2019). Ten-year long-term organic fertilization enhances carbon sequestration and calcium-mediated stabilization of aggregate-associated organic carbon in a reclaimed Cambisol. *Geoderma*, 355, 113880.
- Hübner, S., Bercovich, N., Todesco, M., Mandel, J. R., Odenheimer, J., Ziegler, E., ... & Ebert, D. P. (2019). Sunflower pan-genome analysis shows that hybridization altered gene content and disease resistance. *Nature Plants*, 5(1), 54-62.
- Iannucci, A., & Codianni, P. (2019). Phenotypic parent selection within a khorasan wheat collection and genetic variation in advanced breeding lines derived by hybridization with durum wheat. *Frontiers in plant Science*, 10, 1460.
- Ibrahim, M. I., Sapuan, S. M., Zainudin, E. S., & Zuhri, M. Y. M. (2019). Extraction, chemical composition, and characterization of potential lignocellulosic biomasses and polymers from corn plant parts. *BioResources*, 14(3), 6485-6500.
- Imtiaz, M., Tu, S., Xie, Z., Han, D., Ashraf, M., & Rizwan, M. S. (2015). Growth, V uptake, and antioxidant enzymes responses of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under vanadium stress. *Plant and Soil*, 390, 17-27.
- Iqbal, F., Wilson, R., Ayub, Q., Song, B. K., Krzeminska-Ahmedzai, U., Talei, A., ... & Rahman, S. (2022). Biomonitoring of heavy metals in the feathers of House crow (*Corvus splendens*) from some metropolitans of Asia and Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-12.
- Isinkaralar, K., Cetin, M., Icen, H. B. & Sevik, H. (2015). Indoor quality analysis of CO2 for student living areas. In: *The International Conference on Science, Ecology and Technology I (ICONSETE'2015 – Vienna)* August 25- 28, 2015, Vienna, Austria, 123.
- Isinkaralar, K. (2022a). Some atmospheric trace metals deposition in selected trees as a possible biomonitor. *Romanian Biotechnological Letters*, 27(1), 3227-3236.
- Isinkaralar, K. (2022b). The large-scale period of atmospheric trace metal deposition to urban landscape trees as a biomonitor. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-10.

- Isinkaralar, K. (2022c). Atmospheric deposition of Pb and Cd in the Cedrus atlantica for environmental biomonitoring. *Landscape and Ecological Engineering*, 18(3), 341-350.
- Istanbullu, S. N., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Isinkaralar, O. (2023). Spatial distribution of heavy metal contamination in road dust samples from an urban environment in Samsun, Türkiye. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 110(4), 78.
- Işınkaralar, K., Işınkaralar, Ö., & Şevik, H. (2022a). Usability of some landscape plants in biomonitoring technique: an analysis with special regard to heavy metals. *Kent Akademisi*, 15(3), 1413-1421.
- Isinkaralar, K., Koc, I., Erdem, R., & Sevik, H. (2022b). Atmospheric Cd, Cr, and Zn deposition in several landscape plants in Mersin, Türkiye. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(4), 65-76.
- Isinkaralar, K., Koç, İ., Kuzmina, N. A., Menshchikov, S. L., Erdem, R., & Arıcak, B. (2022c). Determination of heavy metal levels using *Betula pendula* Roth. under various soil contamination in Southern Urals, Russia. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19, 12593-12604.
- Isinkaralar, K., Isinkaralar, O., Koç, İ., Özel, H. B., & Sevik, H. (2023). Assessing the possibility of airborne bismuth accumulation and spatial distribution in an urban area by tree bark: A case study in Düzce, Türkiye. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s13399-023-04399-z>
- Javanmardi, E., Javanmardi, M., & Berton, R. (2022). Biomonitoring efforts to evaluate the extent of heavy metals pollution induced by cement industry in Shiraz, Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(12), 11711-11728.
- Jayawardana, D. T., Pitawala, H. M. T. G. A., & Ishiga, H. (2015). Geochemical evidence for the accumulation of vanadium in soils of chronic kidney disease areas in Sri Lanka. *Environmental Earth Sciences*, 73(9), 5415-5424.
- Jiang, Y., Fan, M., Hu, R., Zhao, J., & Wu, Y. (2018). Mosses are better than leaves of vascular plants in monitoring atmospheric heavy metal pollution in urban areas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(6), 1105.
- Kaplan, G., Gulcan, A., Cagdas, B., & Bayraktar, O. Y. (2021). The impact of recycled coarse aggregates obtained from waste concretes on the lightweight pervious concrete properties. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 17368-17394.
- Kaptan, M. A., & Sarı, H. (2019). Yapraktan farklı gübre uygulamalarının karnabahar (*Brassica Oleracea* L.) gelişimi üzerine etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(4), 512-516.

- Karacocuk, T., Sevik, H., Isinkaralar, K. Turkyilmaz, A., & Cetin, M. (2022). The change of Cr and Mn concentrations in selected plants in Samsun city center depending on traffic density. *Landscape and Ecological Engineering*, 18, 75-83.
- Kartal, G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Timur, S., & Metalurji, İ. (2004). Metallerin çevresel etkileri-II. *Metalurji Dergisi*, 137, 46-51.
- Kaya, E., Agca, M., Adiguzel, F., & Cetin, M. (2019). Spatial data analysis with R programming for environment. Human and ecological risk assessment: An *International Journal*, 25(6), 1521-1530.
- Keçeci, H. B. (2019). Usability of Blue Spruce (*Picea pungens* Engelm) as Biomonitor for Monitoring Some Heavy Metal. Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MsC Thesis, 75 pages
- Keleş, E. (2019). İndüktif Eşleştirlmiş Plazma - Kütle Spektrometresi Yöntemi ile İstanbul Bölgesi Kaynak Sularında Ağır Metal ve Fosfor Düzeylerinin Tayini. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 63 sayfa
- Kesik, H. I., Korkut, S., Hiziroğlu, S., & Sevik, H. (2014). An evaluation of properties of four heat treated wood species. *Industrial Crops and Products*, 60, 60-65.
- Key, K., Kulaç, Ş., Koç, İ., & Sevik, H. (2022). Determining the 180-year change of Cd, Fe, and Al concentrations in the air by using annual rings of *Corylus colurna* L. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(7), 1-13.
- Kharkan, J., Sayadi, M. H., & Rezaei, M. R. (2019). Investigation of heavy metals accumulation in the soil and pine trees. *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 6(1), 17-25.
- Kilicoglu, C., Cetin, M., Aricak, B., & Sevik, H. (2020). Site selection by using the multi-criteria technique-a case study of Bafra, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(9), 1-12.
- Kilicoglu, C., Cetin, M., Aricak, B., & Sevik, H. (2021) Integrating multicriteria decision-making analysis for a GIS-based settlement area in the district of Atakum, Samsun, Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 143(1-2), 379–388.
- Koc, I., & Nzokou, P. (2018). Effects of water stress and cold treatments on the germination of two conifers (*Pinus nigra* and *Pinus brutia*) species from Turkey. *Hortscience*, 53(9), 259-259.
- Koç, İ. (2021a). Examining of seed germination rate and seedlings gas exchange performances of Anatolian black pine under water stress. *International Karabakh Applied Science Conference*. Khazar Univeristy, June 17-19, 2021. (Conference paper).

- Koç, İ. (2021c). Examination of gas exchange parameters of *Abies balsamea* (L) Mill. and *Abies concolor* saplings, grown under various water regime, exposed to extreme drought stress at the end of the growing season. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 592-605
- Koç, İ. (2021b). Examining seed germination rate and seedlings gas exchange performances of some Turkish red pine provenances under water stress. *Düzce University Journal of Science and Technology*, 9(3), 48-60.
- Koç, İ. (2021d). Changes that may occur in temperature, rain, and climate types due to global climate change: The example of Düzce. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(8), 1545-1554.
- Koç, İ. (2021e). Küresel iklim değişikliğinin Bolu’da bazı iklim parametreleri ve iklim tiplerine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2), 706-719.
- Koç, İ. (2021f). Using *Cedrus atlantica*’s annual rings as a biomonitor in observing the changes of Ni and Co concentrations in the atmosphere. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27), 35880-35886.
- Koç, İ. (2022a). Determining the near-future biocomfort zones in Samsun province by the global climate change scenarios. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 22(2), 181-192.
- Koç, İ. (2022b). Determining the biocomfort zones in near future under global climate change scenarios in Antalya. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 8(1), 6-17.
- Koç, İ. (202c). Comparison of the gas exchange parameters of two maple species (*Acer negundo* and *Acer pseudoplatanus*) seedlings under drought stress. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 24(1), 65-76
- Koç, İ., Cantürk, U., & Çobanoğlu, H. (2022a). Changes of plant nutrients K and Mg in several plants based on traffic density and organs. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 8(1), 54-59.
- Koç, İ., & Nzokou, P. (2022). Do various conifers respond differently to water stress? A comparative study of white pine, concolor and balsam fir. *Kastamonu University Journal of Forest Faculty*, 22(1), 1-16.
- Koç, İ., & Nzokou, P. (2023). Combined effects of water stress and fertilization on the morphology and gas exchange parameters of 3-year-old *Abies fraseri* (Pursh) Poir. *Acta Physiologiae Plantarum*, 45(49), 1-12.
- Koç, İ., Nzokou, P., & Cregg, B. (2022b). Biomass allocation and nutrient use efficiency in response to water stress: insight from experimental manipulation of balsam fir, concolor fir and white pine transplants. *New Forests*, 53(5), 915-933.

- Kravkaz Kuscu, I. S., Cetin, M., Yigit, N., Savaci, G., & Sevik, H. (2018a). Relationship between enzyme activity (urease-catalase) and nutrient element in soil use. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(5), 2107-2112.
- Kravkaz-Kuscu, I. S., Sariyildiz, T., Cetin, M., Yigit, N., Sevik, H., & Savaci, G. (2018b). Evaluation of the soil properties and primary forest tree species in Taskopru (Kastamonu) district. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(3), 1613-1617.
- Kurz, M., Koelz, A., Gorges, J., Carmona, B. P., Brang, P., Vitasse, Y., ... & Csillery, K. (2023). Tracing the origin of Oriental beech stands across Western Europe and reporting hybridization with European beech—Implications for assisted gene flow. *Forest Ecology and Management*, 531, 120801.
- Kuscu, I. S. K. (2019). Changing of soil properties and urease–catalase enzyme activity depending on plant type and shading. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(3), 178.
- Kuzmina, N., Menshchikov, S., Mohnachev, P., Zavyalov, K., Petrova, I., Ozel, H. B., Aricak, B., Onat, S. M., & Sevik, H. (2023). Change of aluminum concentrations in specific plants by species, organ, washing, and traffic density, *BioResources* 18(1), 792-803.
- Kyei-Boahen, S., Savala, C. E., Chikoye, D., & Abaidoo, R. (2017). Growth and yield responses of cowpea to inoculation and phosphorus fertilization in different environments. *Frontiers in Plant Science*, 8, 646.
- Lan, Y., Zha, F., Peckrul, A., Hanson, B., Johnson, B., Rao, J., & Chen, B. (2019). Genotype x environmental effects on yielding ability and seed chemical composition of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties grown in North Dakota, USA. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(12), 1417-1425.
- Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M. R., & Wu, H. (2020). The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 148, 80-89.
- Liang, J., Fang, H. L., Zhang, T. L., Wang, X. X., & Liu, Y. D. (2017). Heavy metal in leaves of twelve plant species from seven different areas in Shanghai, China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 27, 390-398.
- Lima, G. S. D., Dias, A. S., Souza, L. D. P., Sá, F. V. D. S., Gheyi, H. R., & Soares, L. A. D. A. (2018). Effects of saline water and potassium fertilization on photosynthetic pigments, growth and production of West Indian Cherry. *Revista Ambiente & Água*, 13(3).
- Liu, Y., Zhao, X., Liu, R., Zhou, J., & Jiang, Z. (2022). Biomonitoring and phytoremediation potential of the leaves, bark, and branch bark of street trees for heavy metal pollution in urban areas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(5), 344.

- Mao, H. T., Wang, X. M., Wu, N., Chen, L. X., Yuan, M., Hu, J. C., & Chen, Y. E. (2022). Temporal and spatial biomonitoring of atmospheric heavy metal pollution using moss bags in Xichang. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 239, 113688.
- Matin, G., Kargar, N., & Buyukisik, H. B. (2016). Bio-monitoring of cadmium, lead, arsenic and mercury in industrial districts of Izmir, Turkey by using honey bees, propolis and pine tree leaves. *Ecological Engineering*, 90, 331-335.
- Matsunaga, T. M., Ogawa, D., Taguchi-Shiobara, F., Ishimoto, M., Matsunaga, S., & Habu, Y. (2017). Direct quantitative evaluation of disease symptoms on living plant leaves growing under natural light. *Breeding Science*, 16169.
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2018). Global anthropogenic phosphorus loads to freshwater and associated grey water footprints and water pollution levels: A high-resolution global study. *Water Resources Research*, 54(1), 345-358.
- Melek, T. (2020). Evaluation of Some Soil Characteristics in Devrekani Agricultural Soil With The Help of Geographical Information Systems, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MsC Thesis, 70 pages
- Mossi, M. M. M. (2018). Determination Of Heavy Metal Accumulation In Some Shrub Formed Landscape Plants, Kastamonu University Institute of Science Department of Forest Engineering, Phd Thesis, 141 pages
- Mutlu, E. (2019). Evaluation of spatio-temporal variations in water quality of Zerveli stream (northern Turkey) based on water quality index and multivariate statistical analyses. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(6), 335.
- Nekhoroshkov, P., Peshkova, A., Zinicovscaia, I., Vergel, K., & Kravtsova, A. (2022). Assessment of the atmospheric deposition of heavy metals and other elements in the mountain Crimea using moss biomonitoring technique. *Atmosphere*, 13(4), 573.
- Nielsen, F. H., & Stoecker, B. J. (2009). Boron and fish oil have different beneficial effects on strength and trabecular microarchitecture of bone. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 23(3), 195-203.
- Olness, A., Gesch, R., Forcella, F., Archer, D., & Rinke, J. (2005). Importance of vanadium and nutrient ionic ratios on the development of hydroponically grown cuphea. *Industrial Crops and Products*, 21(2), 165-171.
- Onofrei, V., Teliban, G. C., Burducea, M., Lobiuc, A., Sandu, C. B., Tocai, M., & Robu, T. (2017). Organic foliar fertilization increases polyphenol content of *Calendula officinalis* L. *Industrial Crops and Products*, 109, 509-513.
- Onwuka, B., & Mang, B. (2018). Effects of soil temperature on some soil properties and plant growth. *Adv. Plants Agric. Res*, 8(1), 34-37.

- Ortakavak, Z., Çabuk, S. N., Cetin, M., Kurkcuoglu, M. A. S., & Cabuk, A. (2020). Determination of the nighttime light imagery for urban city population using DMSP-OLS methods in Istanbul. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(12), 1-17.
- Osma, E., Elveren, M., & Karakoyun, G. (2017). Heavy metal accumulation affects growth of Scots pine by causing oxidative damage. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 10, 85-92.
- Ozel H.B., Varol, T., Emir, T., & Sevik, H. (2021e). Effects of extraction from compartment on soil enzymes. *American Journal of Engineering Research*, 10(2), 115-121.
- Ozel, H. B., Cetin, M., Sevik, H., Varol, T., Isik, B., & Yaman, B. (2021f). The effects of base station as an electromagnetic radiation source on flower and cone yield and germination percentage in *Pinus brutia* Ten. *Biologia Futura*, 72, 359-365.
- Ozel, H. B., Donduran, B., Cakmakli, E., & Sevik, H. (2020). Factors affecting success in natural regeneration works of cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) In Kas region of Antalya. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 6(2), 054-059.
- Ozel, H. B., Donduran, V., Şevik, H., Bilir, N., & Varol, T. (2021d). Investigation on sand-dune afforestation by Eucalyptus (*Eucalyptus grandis* W. Hill) in Patara-Antalya region. *Theoretical and Applied Forestry*, 1(1), 34-39.
- Ozel, H. B., Sen, M., & Sevik, H. (2021a). Change of Ba concentration by species and organ in several fruits grown in city centers, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 12(03), 143–150.
- Ozel, H. B., Varol, H. N., & Sevik, H. (2021c). Change of Mg concentration in several plants depending on plant species, washing status, and traffic density, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 12(01), 447–453.
- Ozel, H. B., Abo Aisha, A. E. S., Cetin, M. Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2021g). The effects of increased exposure time to UV-B radiation on germination and seedling development of Anatolian black pine seeds. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193, 388.
- Ozel, H. B., Varol, H. N., & Sevik, H. (2021b) The change of mn concentration by organ and species in several edible plants. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 29(2), 474-480
- Ozkazanc, N. K., Ozay, E., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). The habitat, ecological life conditions, and usage characteristics of the otter (*Lutra lutra* L. 1758) in the Balıkdami Wildlife Development Area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11), 645.
- Ozyigit, I. I., Yalcin, B., Turan, S., Saracoglu, I. A., Karadeniz, S., Yalcin, I. E., & Demir, G. (2018). Investigation of heavy metal level and mineral nutrient status in widely used medicinal plants' leaves in Turkey: Insights into health implications. *Biological Trace Element Research*, 182, 387-406.

- Özcan, M. M., Aljuhaimi, F., Uslu, N., Ghafloor, K., Ahmed, I. A. M., & Babiker, E. E. (2019). Distribution of heavy metal and macroelements of Indian and imported cigarette brands in Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(27), 28210-28215.
- Özel, S. (2019). The Variation of Heavy Metal Accumulation in Some Fruit Tree Organelles Due to Traffic Density. Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MSc Thesis, 51 pages
- Özgövcikli, F. (2020). Investigation of Soil Efficiency in Agricultural Areas of Kastamonu Province Devrekani District, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MSc Thesis, 65 pages
- Pınar, B. (2019). The Variation of Heavy Metal Accumulation in Some Landscape Plants Due to Traffic Density, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MSc Thesis, 56 pages
- Popek, R., Łukowski, A., Bates, C., & Oleksyn, J. (2017). Accumulation of particulate matter, heavy metals, and polycyclic aromatic hydrocarbons on the leaves of *Tilia cordata* Mill. in five Polish cities with different levels of air pollution. *International Journal of Phytoremediation*, 19(12), 1134-1141.
- Popova, E. S., Morzhukhina, S. V., Ilyushkina, A. S., Zuev, B. K., Morzhukhin, A. M., & Omarova, N. M. (2022). Control of the conditions of the completeness of the mineralization (sample preparation) of biomonitor moss samples in the determination of heavy metals entering them in transboundary transfer from atmospheric air. *Journal of Analytical Chemistry*, 77(11), 1474-1480.
- Prinsloo, G., & Nogemane, N. (2018). The effects of season and water availability on chemical composition, secondary metabolites and biological activity in plants. *Phytochemistry Reviews*, 17(4), 889-902.
- Queiroz, H. M., Nóbrega, G. N., Ferreira, T. O., Almeida, L. S., Romero, T. B., Santaella, S. T., ... & Otero, X. L. (2018). The Samarco mine tailing disaster: a possible time-bomb for heavy metals contamination?. *Science of the Total Environment*, 637, 498-506.
- Rasheed, M. N., Saeed, M., & Saeed, T. (2018). Environmental pollution in urban areas and its control through ornamental plants. *Journal of Agricultural Research* (03681157), 56(3).
- Sabet, H., & Mortazaeinezhad, F. (2018). Yield, growth and Fe uptake of cumin (*Cuminum cyminum* L.) affected by Fe-nano, Fe-chelated and Fe-siderophore fertilization in the calcareous soils. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 50, 154-160.

- Saleh, E.A.A. (2018). Determination of Heavy Metal Accumulation in Some Landscape Plants, Kastamonu University Institute of Science Department of Forest Engineering, Phd Thesis, 123 pages
- Samudro, H., Samudro, G., & Mangkoedihardjo, S. (2022). Overview of Indoor Plants: Phytoarchitecture as A Building Health Platform. *Journal of Design and Built Environment*, 22(3), 69-87.
- Santos, R. S., Sanches, F. A., Leitão, R. G., Leitão, C. C., Oliveira, D. F., Anjos, M. J., & Assis, J. T. (2019). Multielemental analysis in *Nerium Oleander* L. leaves as a way of assessing the levels of urban air pollution by heavy metals. *Applied Radiation and Isotopes*, 152, 18-24.
- Savas, D.S., Sevik, H., Isinkaralar, K. Turkyilmaz, A. & Cetin, M. (2021). The potential of using *Cedrus atlantica* as a biomonitor in the concentrations of Cr and Mn. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(39), 55446-55453.
- Savaştürk, (2008). Toprakta Ve Yapraktan Fosfor İle Birlikte Uygulanan Humik Asit Patlıcan Bitkisinin Beslenmesi Ve Gelişimi Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 145 sayfa
- Schlegel, A. J., & Havlin, J. L. (2017). Corn yield and grain nutrient uptake from 50 years of nitrogen and phosphorus fertilization. *Agronomy Journal*, 109(1), 335-342.
- Sert, E. B., Turkmen, M., & Cetin, M. (2019). Heavy metal accumulation in rosemary leaves and stems exposed to traffic-related pollution near Adana-İskenderun Highway (Hatay, Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(9), 553.
- Seven, T., Büşra, C. A. N., Darende, B. N., & Sevda, O. C. A. K. (2018). Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 91-103.
- Sevik, H., Ozel, H. B., & Ozdemir, M. (2023). Availability of *Cedrus atlantica* annual rings in monitoring the change in airborne sulfur pollution. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 18(1), 227-234.
- Sevik, H. (2012). Variation in seedling morphology of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf). *African Journal of Biotechnology*, 11(23), 6389-6395.
- Sevik, H. (2020). Change of Cu concentration in some edible landscape plants grown in Ankara city center. *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 6 (1), 1-7.
- Sevik, H. (2021). The variation of chrome concentration in some landscape plants due to species, organ and traffic density. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(3), 595-600.

- Sevik, H., & Cetin, M. (2015). Effects of water stress on seed germination for select landscape plants. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(2), 689-693.
- Sevik, H., & Cetin, M. (2016a). Effects of some hormone applications on germination and morphological characters of endangered plant species *Lilium artvinense* L. onion scales. *Bulgarian Chemical Communications*, 48(2), 256-260.
- Sevik, H., & Cetin, M. (2016b). Evaluation of topiary applications and problems: A case study of Kastamonu. *International Journal of Multidisciplinary Thought*, 5 (05), 45-50.
- Sevik, H., & Erturk, N. (2015). Effects of drought stress on germination in fourteen provenances of *Pinus brutia* Ten. seeds in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(5), 294-299.
- Sevik, H., & Karaca, U. (2016). Determining the resistances of some plant species to frost stress through ion leakage method. *Feb-Fresenius Environmental Bulletin*, 25(8), 2745-2750.
- Sevik, H., & Topacoglu, O. (2015). Variation and inheritance pattern in cone and seed characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) for evaluation of genetic diversity. *Journal of Environmental Biology*, 36(5), 1125.
- Sevik, H., Cetin, M., Kapucu, O., Aricak, B., & Canturk, U. (2017b). Effects of light on morphologic and stomatal characteristics of Turkish Fir needles (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(11), 6579-6587.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., & Pinar, B. (2019a). Determining toxic metal concentration changes in landscaping plants based on some factors. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(8), 983-991.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Akarsu, H., & Cetin, I. Z. (2020a). Analyzing of usability of tree-rings as biomonitors for monitoring heavy metal accumulation in the atmosphere in urban area: a case study of cedar tree (*Cedrus* sp.). *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(1), 23.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Erbek, A., & Cetin, I. Z. (2020d). The effect of climate on leaf micromorphological characteristics in some broad-leaved species. *Environment, Development and Sustainability*, 23(4), 6395-6407.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Ozel, S., & Cetin, I. Z. (2020b). Changes in heavy metal accumulation in some edible landscape plants depending on traffic density. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 78.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. U., Ozel, H. B., Mossi, M. M. M., & Cetin, I. Z. (2020c). Determination of Pb and Mg accumulation in some of the landscape plants in shrub forms. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(2), 2423-2431.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozturk, A., Ozel, H. B., & Pinar, B. (2019b). Changes in Pb, Cr and Cu concentrations in some bioindicators depending on traffic density on the

- basis of species and organs. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6), 12843-12857.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozturk, A., Yigit, N., & Karakus, O. (2019d). Changes in micromorphological characters of *Platanus orientalis* L. leaves in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 5909-5921.
- Sevik, H., Güney, K., Topaçoğlu, O., & Ünal, C. (2015). The influences of rooting media and hormone applications on rooting percentage and some root characters in *Schefflera arboricola*. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*, 4(2), 25-29.
- Sevik, H., Isinkaralar, K., Turkyilmaz, A., & Cetin, M. (2018). Determination of some heavy metal concentrations in *Acer negundo* leaves and branches in the atmosphere. *International Congress on Engineering and Life Science 2018 (ICELIS)*, 629.
- Sevik, H., Ozel, H. B., Cetin, M., Özel, H. U., & Erdem, T. (2019c). Determination of changes in heavy metal accumulation depending on plant species, plant organism, and traffic density in some landscape plants. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(2), 189-195.
- Sevik, H., Saleh, E. A. A., & Cetin, M. (2017a). Change of the air quality in the urban open and green spaces: Kastamonu sample. *Ecology, Planning*, 317-327.
- Sevik, H., Yahyaoglu, Z., & Turna, I. (2011). Analysis of seed characteristics from 17 different populations in *Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf. In *Proceedings of the 10th International Christmas Tree Research & Extension Conference* (pp. 18-24).
- Sevik, H., Yahyaoglu, Z., & Turna, I. (2012a). Determination of genetic variation between populations of *Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf according to some seed characteristics. *Genetic Diversity in Plants. Chapter, 12*, 231-248.
- Shahid, M., Khalid, S., Abbas, G., Shahid, N., Nadeem, M., Sabir, M., ... & Dumat, C. (2015). Heavy metal stress and crop productivity. *Crop Production and Global Environmental Issues*, 1-25.
- Shahid, M., Dumat, C., Khalid, S., Schreck, E., Xiong, T., & Niazi, N. K. (2017). Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake. *Journal of Hazardous Materials*, 325, 36-58.
- Shi, X. L., Zhang, Z. M., Dai, L. X., Zhang, G. C., Ci, D. W., Ding, H., & Tian, J. M. (2018). Effects of calcium fertilizer application on absorption and distribution of nutrients in peanut under salt stress. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 29(10), 3302-3310.
- Shults, P., Nzokou, P., & Koc, I. (2020). Nitrogen contributions of alley cropped *Trifolium pratense* may sustain short rotation woody crop yields on marginal lands. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 117(2), 261-272.

- Sulhan, O. F., Sevik, H. & Isinkaralar, K. (2022). Assessment of Cr and Zn deposition on *Picea pungens* Engelm. in urban air of Ankara, Türkiye. *Environment, Development and Sustainability*, 25(5), 4365-4384.
- Suzuki, K., Yabuki, T. & Ono, Y. (2009). Roadside *Rhododendron pulchrum* leaves as bioindicators of heavy metal pollution in traffic areas of Okayama. Japan, *Environmental Monitoring and Assessment*, 149, 133–141
- Şen, G., Güngör, E., & Şevik, H. (2018). Defining the effects of urban expansion on land use/cover change: a case study in Kastamonu, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(8), 454.
- Şevik, H., Topaçoğlu, O., Umur, R., & Çiftçioğlu, S. (2013b). Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.)’nda 2+1 yaşlı fidan morfolojik özellikleri bakımından populasyonlar arası farklılıklar. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(9), 91-102.
- Şevik, H. (2005). Batı Karadeniz Bölgesi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Tohum Meşcerelerinde Populasyonlar Arası Farklılıklar, G.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi
- Şevik, H. (2011). Dallanma karakterleri bakımından noel ağacı üretimine uygun uludağ göknarı populasyonlarının belirlenmesi. *Journal of Forestry Faculty of Kastamonu University*, 11(1).
- Şevik, H., Çetin, M., & Işınkaralar, K. (2016). Bazı iç mekan süs bitkilerinin kapalı mekanlarda karbondioksit miktarına etkisi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(2), 493-500
- Şevik, H., Karakaş, H., & Karaca, U (2013a). Color - Chlorophyll relationship of some indoor ornamental plant. *International Journal of Engineering Science & Research Technology*, 2(7), 1706-1712.
- Şevik, H., Çetin, M., Güney, K., & Belkayalı, N. (2017). Impact on the amount of CO₂ in indoor area depending on the temperature of Dieffenbachia. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science And Technology*, 5(8), 973-978.
- Taliman, N. A., Dong, Q., Echigo, K., Raboy, V., & Saneoka, H. (2019). Effect of phosphorus fertilization on the growth, photosynthesis, nitrogen fixation, mineral accumulation, seed yield, and seed quality of a soybean low-phytate line. *Plants*, 8(5), 119.
- Tandoğan, M., Özel, H. B., Gözet, F. T., & Şevik, H. (2023). Determining the taxol contents of yew tree populations in western Black Sea and Marmara regions and analyzing some forest stand characteristics. *BioResources*, 18(2), 3496-3508.
- Tekin, O., Cetin, M., Varol, T., Ozel, H. B., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022). Altitudinal migration of species of Fir (*Abies spp.*) in adaptation to climate change. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(9), 385.

- Temizel, K. E., & Tok, S (2020). Farklı sodyum değerlerine sahip sulama sularının kırmızı lahanaya (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) bitkisinde bazı toprak ve bitki özelliklerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(1), 84-90.
- Teyin, G., & Nizamlioğlu, H.F. (2020). Heavy metal contaminations in cuisine: cooking equipment. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 8(2), 1578-1591.
- Topacoglu, O., Sevik, H., & Akkuzu, E. (2016b). Effects of water stress on germination of *Pinus nigra* Arnold. seeds. *Pakistan Journal of Botany*, 48(2), 447-453.
- Topacoglu, O., Sevik, H., Guney, K., Unal, C., Akkuzu, E., & Sivacioglu, A. (2016a). Effect of rooting hormones on the rooting capability of *Ficus benjamina* L. cuttings. *Şumarski list*, 140(1-2), 39-44.
- Topacoglu, O., Şevik, H., Sivacioglu, A., & Ferhat, K. (2017). Genetic variations among and within the populations of Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) in Turkey. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(4), 691-702.
- Tunçer, B. (2020). Change of Heavy Metal Concentrations in Some One Year Plants. Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MSc Thesis, 92 pages
- Turkyilmaz, A., Cetin, M., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Saleh, E. A. A. (2020). Variation of heavy metal accumulation in certain landscaping plants due to traffic density. *Environment, Development and Sustainability*, 22(3), 2385-2398.
- Turkyilmaz, A., Sevik H., Isinkaralar K, & Cetin M. (2019). Use of tree rings as a bioindicator to observe atmospheric heavy metal deposition. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(5), 5122-5130.
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., & Cetin, M. (2018b). The use of perennial needles as bio-monitors for recently accumulated heavy metals. *Landscape and Ecological Engineering*, 14(1):115–120.
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., Cetin, M., & Ahmida Saleh, E. A. (2018c). Changes in heavy metal accumulation depending on traffic density in some landscape plants. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(5):2277–2284.
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Cetin, M. (2018a). Using *Acer platanoides* annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190, 578.
- Turna, İ., Şevik, H. & Yahyaoğlu, Z., (2009). Uludağ Göknaarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) Populasyonlarında Morfolojik Özelliklere Bağlı Genetik Çeşitlilik. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi I.Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı*, Özel Sayı, ISSN: 1302-0943, II, pp. 341-347

- Turna, İ., Şevik, H., & Yahyaoğlu, Z., (2010). Uludağ Gökarnı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.) Populasyonlarında Tohum Özelliklerine Bağlı Genetik Çeşitlilik. *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Bildiriler Kitabı, Cilt:II, s, 733-740, 20-22 Mayıs 2010, Artvin
- Türkyılmaz, A., Şevik, H., & Işınkaralar, K., (2018). Investigation of heavy metal accumulation in the black pine needles. *Ecology Symposium 2017*. p.196. 11-13 May, Kayseri Turkey
- Ucun Ozel, H., Gemici, B. T., Gemici, E., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2020). Application of artificial neural networks to predict the heavy metal contamination in the Bartın River. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 42495-42512.
- Ucun Ozel, H., Ozel, H. B., Cetin, M., Sevik, H., Gemici, B. T., & Varol, T. (2019). Base alteration of some heavy metal concentrations on local and seasonal in Bartın River. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(9), 594.
- Ullah, R., & Khan, N. (2022). *Xanthium strumarium* L. an alien invasive species in Khyber Pakhtunkhwa (Pakistan): a tool for biomonitoring and environmental risk assessment of heavy metal pollutants. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 47(1), 255-267.
- Varol, T., Gormus, S., Cengiz, S., Ozel, H. B., & Cetin, M. (2019a). Determining potential planting areas in urban regions. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(3), 1-14.
- Varol, T., Ertuğrul, M., Özel, H. B., Emir, T., & Çetin, M. (2019b). The effects of rill erosion on unpaved forest road. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(1), 825-839.
- Varol, T., Ozel, H. B., Ertugrul, M., Emir, T., Tunay, M., Cetin, M., & Sevik, H. (2021a). Prediction of soil-bearing capacity on forest roads by statistical approaches. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(8), 527.
- Varol, T., Canturk, U., Cetin, M., Ozel, H. B., & Sevik, H. (2021b) Impacts of climate change scenarios on European ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 491, 119199.
- Varol, T., Cetin, M., Ozel, H.B., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022a). the effects of climate change scenarios on *Carpinus betulus* and *Carpinus orientalis* in Europe. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(2), 45.
- Varol, T., Canturk, U., Cetin, M., Ozel, H. B., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022b) Identifying the suitable habitats for Anatolian boxwood (*Buxus sempervirens* L.) for the future regarding the climate change. *Theoretical and Applied Climatology*, 150(1-2), 637-647.
- Varol, T., Emir, T., Akgul, M., Ozel, H. B., Acar, H. H., & Cetin, M. (2020). Impacts of small-scale mechanized logging equipment on soil compaction in forests. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-11.

- Wang, J., Rhodes, G., Huang, Q., & Shen, Q. (2018). Plant growth stages and fertilization regimes drive soil fungal community compositions in a wheat-rice rotation system. *Biology and Fertility of Soils*, 54(6), 731-742.
- Wang, Q., Shaheen, S. M., Jiang, Y., Li, R., Slaný, M., Abdelrahman, H., ... & Zhang, Z. (2020a). Fe/Mn-and P-modified drinking water treatment residuals reduced Cu and Pb phytoavailability and uptake in a mining soil. *Journal of Hazardous Materials*, 403, 123628.
- Wang, Z., Hassan, M. U., Nadeem, F., Wu, L., Zhang, F., & Li, X. (2020b). Magnesium fertilization improves crop yield in most production systems: a meta-analysis. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1727.
- Wen, G., Cambouris, A. N., Ziadi, N., Bertrand, A., & Khelifi, M. (2020). Effects of nitrogen fertilization on the leaf chemical composition of two potato cultivars under controlled conditions. *American Journal of Potato Research*, 1-10.
- Yalçın, A. Z., & Yalçın, A. (2013). Potansiyel bir çevre vergisi olarak motorlu taşıtlar vergisi: avrupa birliği ve türkiye arasında karşılaştırmalı bir analiz. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(2), 141-158.
- Yang, L., Wen, K. S., Ruan, X., Zhao, Y. X., Wei, F., & Wang, Q. (2018). Response of plant secondary metabolites to environmental factors. *Molecules*, 23(4), 762.
- Yayla, E. E., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2022). Detection of landscape species as a low-cost biomonitoring study: Cr, Mn, and Zn pollution in an urban air quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(10), 1-10.
- Yazgan M.E., Uslu, A., & Özyavuz, M. (2013). İç Mekan Bitkileri ve Tasarımı, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1609, ISBN: 978-605-136-107-9, Ankara
- Yeo, L. B. (2021). Psychological and physiological benefits of plants in the indoor environment: A mini and in-depth review. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 8(1), 57-67.
- Yildiz, D., Nzokou, P., Deligoz, A., Koc, I., & Genc, M. (2014). Chemical and physiological responses of four Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) provenances to cold temperature treatments. *European Journal of Forest Research*, 133(5), 809-818.
- Yigit, N., Cetin, M., & Sevik, H. (2018). The change in some leaf micromorphological characters of *Prunus laurocerasus* L. species by their habitat. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(11), 1517-1521.
- Yigit, N., Cetin, M., Ozturk, A., Sevik, H., & Cetin, S. (2019). Variation of stomatal characteristics in broad leaved species based on habitat. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6), 12859-12868.
- Yigit, N., Sevik, H., Cetin, M., & Gul, L. (2016b). Clonal variation in chemical wood characteristics in Hanönü (Kastamonu) Günlüburun black pine (*Pinus nigra*

- Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) seed orchard. *Journal of Sustainable Forestry*, 35(7), 515-526.
- Yigit, N., Sevik, H., Cetin, M., & Kaya, N. (2016a). Determination of the effect of drought stress on the seed germination in some plant species. *Water Stress In Plants*, 43-62.
- Yu, Y. Q., & Yang, J. Y. (2019). Oral bioaccessibility and health risk assessment of vanadium (IV) and vanadium (V) in a vanadium titanomagnetite mining region by a whole digestive system in-vitro method (WDSM). *Chemosphere*, 215, 294-304.
- Yucedag, C., Kaya, L. G., & Cetin, M. (2018). Identifying and assessing environmental awareness of hotel and restaurant employees' attitudes in the Amasra District of Bartin. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190 (2), 60.
- Yücel, E. (2002). Çiçekler ve Yer Örtücüler. ETAM Matbaa Tesisleri, ISBN: 975-93746-1-7, Eskişehir
- Zamani, S., Naderi, M. R., Soleymani, A., & Nasiri, B. M. (2020). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) biochemical properties and seed components affected by potassium fertilization under drought conditions. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 190, 110017.
- Zeren Cetin, I., Varol, T., Ozel, H. B., & Sevik H. (2022). The effects of climate on land use/cover: a case study in Turkey by using remote sensing data. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 5688-5699.
- Zeren Cetin, I. & Sevik, H. (2020). Investigation of the relationship between bioclimatic comfort and land use by using GIS and RS techniques in Trabzon. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 71.
- Zhang, X., Yang, H., & Cui, Z. (2018). Evaluation and analysis of soil migration and distribution characteristics of heavy metals in iron tailings. *Journal of Cleaner Production*, 172, 475-480.
- Zhang, Y., Dai, X., Jia, D., Li, H., Wang, Y., Li, C., ... & He, M. (2016). Effects of plant density on grain yield, protein size distribution, and breadmaking quality of winter wheat grown under two nitrogen fertilisation rates. *European Journal of Agronomy*, 73, 1-10.
- Zhong, W., Schröder, T., & Bekkering, J. (2022). Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research*, 11(1), 114-141.
- Zumbado, M., Luzardo, O. P., Rodríguez-Hernández, Á., Boada, L. D., & Henríquez-Hernández, L. A. (2019). Differential exposure to 33 toxic elements through cigarette smoking, based on the type of tobacco and rolling paper used. *Environmental Research*, 169, 368-376.

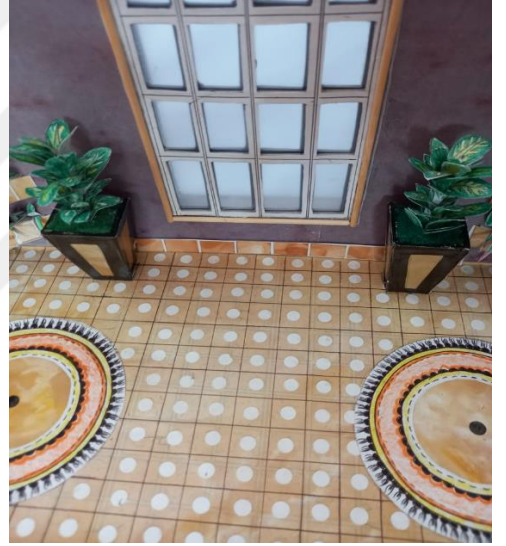


EKLER_i

EK A. Bitkilerin dış mekan mimari tasarımlarda kullanımı



EK B. Bitkilerin iç mekan mimari tasarımlarda kullanımı



EK C. Bitkilerin mimari tasarımlarda kullanılabilirliği

