

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



**BAZI İÇ MEKAN BİTKİLERİNDE AĞIR METAL  
KONSANTRASYONLARININ SİGARAYA BAĞLI DEĞİŞİMİ**

**WASEM ESMAEL OMER GHOMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DOÇ. DR. HAKAN ŞEVİK**

**MAYIS - 2021**  
**KASTAMONU**



## TAAHHÜTNAME

*Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca 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.*

**Wasem Esmael Omer GHOMA**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### BAZI İÇ MEKAN BİTKİLERİNDE AĞIR METAL KONSANTRASYONLARININ SİGARAYA BAĞLI DEĞİŞİMİ

WASEM ESMAEL OMER GHOMA

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

DANIŞMAN: DOÇ. DR. HAKAN ŞEVİK

Modern toplumun zamanının yaklaşık %90'ı kapalı mekanlarda geçmektedir. İç mekanlardaki hava, dış ortamdaki havadan 100 kat kadar daha kirlidir ve insanların zamanının çoğunun kapalı mekanlarda geçmesi nedeniyle, iç ortam havasının insan sağlığı üzerinde etkisi, dışarıdaki havadan çok daha fazladır. İç ortam hava kirliliği, küresel olarak en önemli çevresel ölüm nedeni olarak tanımlanmaktadır ve son on yılda her yıl tahminen 4 milyon civarında erken ölüme sebep olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle, iç mekân hava kalitesi, insanların sağlığını ve refahını etkileyen çok önemli bir faktördür.

İç ortam hava kirliliği pek çok faktöre bağlı olarak şekillenmektedir. Bu faktörlerin en önemlilerinden birisi de sigara kullanımıdır. Sigara küresel ölçekte bir sağlık sorunudur. Sigara aynı zamanda bünyesinde çeşitli ağır metalleri de barındıran bir kirleticidir. Ancak iç mekanlarda sigara kaynaklı ağır metal kirliliği konusunda bugüne kadar yapılmış kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma kapsamında, iç mekanlarda sigaraya bağlı ağır metal birikiminin bazı iç mekân süs bitkileri kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında iç mekân bitkisi olarak sıklıkla kullanılan *Dieffenbachia anoena*, *Dracena marginata*, *Ficus elastica*, *Spathiphyllum wallisii* ve *Yucca massengana* bitkilerinin sigara içilen ve içilmeyen ortamlarda yetişen bireylerinden yaprak örnekleri alınmıştır. 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 istatistiksel analizler ile de bu elementlerin bitki türü, ortam ve yıkama işlemine bağlı olarak değişimi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek konsantrasyonlar Cd, Pb, Ni ve Zn'de *Yucca massengana*, Cr, V ve Ba'da *Dracena marginata*, Cu ve B'de *Ficus elastica*, Fe, Al, Mn, Na, K ve P'de *Spathiphyllum wallisii*, Mg'de ise *Dieffenbachia anoena* türlerinde elde edilmiştir. Ayrıca genel olarak bitkilerdeki Cd, Cr, V ve Ni konsantrasyonlarının sigara içilen ortamlarda daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Sigara, Ağır Metal, İç Mekân, Bitki

Mayıs 2021, 82 Sayfa

## ABSTRACT

### MSC THESIS

#### CHANGE OF HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN SOME INDOOR PLANTS DUE TO SMOKING

WASEM ESMAEL OMER GHOMA

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
DEPARTMENT OF SUSTAINABLE AGRICULTURE AND NATURAL  
PLANT RESOURCES

SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. HAKAN ŞEVİK

About 90% of the time of modern society is spent indoors, and indoor air is up to 100 times more polluted than outdoor air. Because people spend most of their time indoors, indoor air has a more significant impact on human health than outdoor air. Indoor air pollution is defined as the most important environmental cause of death globally, and it is stated that it causes an estimated 4 million premature deaths each year in the last decade. Therefore, indoor air quality is a critical factor affecting people's health and well-being.

Many factors shape indoor air pollution. One of the most important of these factors is smoking. Smoking is a global health problem. The cigarette is also a pollutant that contains various heavy metals. However, there has not been a comprehensive study on heavy metal pollution caused by smoking indoors. This study aimed to determine the heavy metal accumulation due to smoking indoors by using some indoor ornamental plants. Within the scope of the study, leaf samples were collected from individuals of *Dieffenbachia anoena*, *Dracena marginata*, *Ficus elastica*, *Spathiphyllum wallisii* and *Yucca massengana* which are frequently used as indoor plants grown in smoking and non-smoking environments. The concentrations of Cd, Cr, Pb, Ni, Co, Ba, Cu, Fe, Mn, Zn, V, Al, Na, K, Ca, Mg, P, and B elements were determined in both washed and unwashed leaves. The change of these elements was evaluated using statistical analysis depending on the plant type, environment, and washing. The concentrations of Cd, Cr, Pb, Ni, Co, Ba, Cu, Fe, Mn, Zn, V, Al, Na, K, Ca, Mg, P, and B elements were determined in both washed and unwashed leaves. The change of these elements was evaluated using statistical analysis depending on the plant type, environment, and washing. As a result of the study, the highest concentrations of Cd, Pb, Ni, and Zn in *Yucca massengana*, Cr, V, and Ba in *Dracena marginata*; Cu and B in *Ficus elastica*, Fe, Al, Mn, Na, K, and P in *Spathiphyllum wallisii*, and Mg in *Dieffenbachia anoena* were detected. In addition, it was determined that the concentrations of Cd, Cr, V, and Ni in plants were generally higher in smoking environments.

**KEYWORDS:** Smoke, Heavy Metal, Indoor, Plant

May 2021, 82 Page

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında yardımını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Hakan ŞEVİK'e yürekten şükranlarımı sunarım. Çalışmamın laboratuvar aşamasındaki desteklerinden dolayı Dr. Öğr. Üyesi Aydın TÜRKYILMAZ ve Dr. Kaan IŞINKARALAR'a yazım aşamasındaki yardımlarından dolayı Doç. Dr. Mehmet ÇETİN'e, jürime iştirak ederek katkılarını sunan Doç. Dr. Nurcan YİĞİT ve Doç. Dr. Deniz GÜNEY'e teşekkür ederim. Çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma da ayrıca teşekkür eder, bu çalışmanın, bilim dünyasına yararlı olmasını temenni ederim.

**Wasem Esmael Omer GHOMA**

Kastamonu, 2021

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

TEZ ONAYI .....	ii
TAAHHÜTNAME .....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
TABLolar DİZİNİ .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI .....</b>	<b>4</b>
2.1 Sigara Konusunda Yapılmış Çalışmalar.....	4
2.2 Biyomonitorler Konusunda Yapılmış Çalışmalar .....	10
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>12</b>
3.1 Materyal.....	12
3.1.1 Difenbahya ( <i>Dieffenbachia anoena</i> ).....	12
3.1.2 Drasena ( <i>Dracena marginata</i> ) .....	13
3.1.3 Kauçuk ( <i>Ficus elastica</i> ) .....	14
3.1.4 Spatifilyum ( <i>Spathiphyllum wallisii</i> ) .....	15
3.1.5 Yukka ( <i>Yucca massengana</i> ).....	16
3.2 Yöntem .....	17
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>18</b>
4.1 Element Konsantrasyonlarının Türe Bağlı Değişimi .....	18
4.2 Element Konsantrasyonlarının Ortama Bağlı Değişimi.....	20
4.3 Element Konsantrasyonlarının Tür, Yıkama ve Sigaraya Bağlı Değişimi.....	21
4.3.1 Cd Konsantrasyonunun Değişimi .....	21
4.3.2 Cr Konsantrasyonunun Değişimi.....	23
4.3.3 Pb Konsantrasyonunun Değişimi.....	25
4.3.4 Ni Konsantrasyonunun Değişimi.....	28
4.3.5 Co Konsantrasyonunun Değişimi .....	30
4.3.6 Ba Konsantrasyonunun Değişimi .....	32
4.3.7 Cu Konsantrasyonunun Değişimi .....	35
4.3.8 Fe Konsantrasyonunun Değişimi.....	37
4.3.9 Mn Konsantrasyonunun Değişimi .....	40
4.3.10 Zn Konsantrasyonunun Değişimi .....	42
4.3.11 V Konsantrasyonunun Değişimi .....	44
4.3.12 Al Konsantrasyonunun Değişimi.....	47
4.3.13 Na Konsantrasyonunun Değişimi .....	49
4.3.14 K Konsantrasyonunun Değişimi .....	51
4.3.15 Ca Konsantrasyonunun Değişimi .....	53
4.3.16 Mg Konsantrasyonunun Değişimi .....	56
4.3.17 P Konsantrasyonunun Değişimi.....	58
4.3.18 B Konsantrasyonunun Değişimi .....	60

<b>5. SONUÇ VE TARTIŞMA.....</b>	<b>64</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>70</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>82</b>

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 4.1 Cd, Cr, Pb, Ni, Co ve Ba konsantrasyonlarının tür bazında değişimi .....	18
Tablo 4.2 Cu, Fe, Mn, Zn, V ve Al konsantrasyonlarının tür bazında değişimi .....	19
Tablo 4.3 Na, K, Ca, Mg, P ve B konsantrasyonlarının tür bazında değişimi .....	19
Tablo 4.4 Elementlerin ortam bazında değişimi .....	20
Tablo 4.5 Cd (ppb) konsantrasyonunun değişimi .....	21
Tablo 4.6 Cr (ppb) konsantrasyonunun değişimi .....	24
Tablo 4.7 Pb (ppb) konsantrasyonunun değişimi .....	26
Tablo 4.8 Ni (ppb) konsantrasyonunun değişimi .....	28
Tablo 4.9 Co (ppb) konsantrasyonunun değişimi .....	30
Tablo 4.10 Ba (ppm) konsantrasyonunun değişimi .....	33
Tablo 4.11 Cu (ppb) konsantrasyonunun değişimi .....	35
Tablo 4.12 Fe (ppm) konsantrasyonunun değişimi .....	38
Tablo 4.13 Mn (ppb) konsantrasyonunun değişimi .....	40
Tablo 4.14 Zn (ppm) konsantrasyonunun değişimi .....	42
Tablo 4.15 V (ppb) konsantrasyonunun değişimi .....	45
Tablo 4.16 Al (ppm) konsantrasyonunun değişimi .....	47
Tablo 4.17 Na (ppm) konsantrasyonunun değişimi .....	49
Tablo 4.18 K (ppm) konsantrasyonunun değişimi .....	52
Tablo 4.19 Ca (ppm) konsantrasyonunun değişimi .....	54
Tablo 4.20 Mg (ppm) konsantrasyonunun değişimi .....	56
Tablo 4.21 P (ppm) konsantrasyonunun değişimi .....	59
Tablo 4.22 B (ppm) konsantrasyonunun değişimi .....	61

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 3.1 Dieffenbachia anoena yaprakları .....	12
Şekil 3.2 Dracena marginata'nın genel görünümü.....	13
Şekil 3.3 Ficus elastica'nın genel görünümü .....	14
Şekil 3.4 Spathiphyllum wallisii çiçekleri .....	15
Şekil 3.5 Yucca massengana'nın genel görünümü .....	16
Şekil 4.1 Cd konsantrasyonunun tür bazında değişimi .....	22
Şekil 4.2 Cd konsantrasyonunun ortam bazında değişimi .....	23
Şekil 4.3 Cr konsantrasyonunun tür bazında değişimi.....	24
Şekil 4.4 Cr konsantrasyonunun ortam bazında değişimi.....	25
Şekil 4.5 Pb konsantrasyonunun tür bazında değişimi.....	27
Şekil 4.6 Pb konsantrasyonunun ortam bazında değişimi.....	27
Şekil 4.7 Ni konsantrasyonunun tür bazında değişimi.....	29
Şekil 4.8 Ni konsantrasyonunun ortam bazında değişimi.....	30
Şekil 4.9 Co konsantrasyonunun tür bazında değişimi .....	31
Şekil 4.10 Co konsantrasyonunun ortam bazında değişimi .....	32
Şekil 4.11 Ba konsantrasyonunun tür bazında değişimi .....	34
Şekil 4.12 Ba konsantrasyonunun ortam bazında değişimi .....	35
Şekil 4.13 Cu konsantrasyonunun tür bazında değişimi .....	36
Şekil 4.14 Cu konsantrasyonunun ortam bazında değişimi .....	37
Şekil 4.15 Fe konsantrasyonunun tür bazında değişimi.....	38
Şekil 4.16 Fe konsantrasyonunun ortam bazında değişimi.....	39
Şekil 4.17 Mn konsantrasyonunun tür bazında değişimi .....	41
Şekil 4.18 Mn konsantrasyonunun ortam bazında değişimi .....	42
Şekil 4.19 Zn konsantrasyonunun tür bazında değişimi .....	43
Şekil 4.20 Zn konsantrasyonunun ortam bazında değişimi .....	44
Şekil 4.21 V konsantrasyonunun tür bazında değişimi.....	45
Şekil 4.22 V konsantrasyonunun ortam bazında değişimi.....	46
Şekil 4.23 Al konsantrasyonunun tür bazında değişimi.....	48
Şekil 4.24 Al konsantrasyonunun ortam bazında değişimi.....	49
Şekil 4.25 Na konsantrasyonunun tür bazında değişimi .....	50
Şekil 4.26 Na konsantrasyonunun ortam bazında değişimi .....	51
Şekil 4.27 K konsantrasyonunun tür bazında değişimi.....	52
Şekil 4.28 K konsantrasyonunun ortam bazında değişimi.....	53
Şekil 4.29 Ca konsantrasyonunun tür bazında değişimi .....	55
Şekil 4.30 Ca konsantrasyonunun ortam bazında değişimi .....	56
Şekil 4.31 Mg konsantrasyonunun tür bazında değişimi .....	57
Şekil 4.32 Mg konsantrasyonunun ortam bazında değişimi .....	58
Şekil 4.33 P konsantrasyonunun tür bazında değişimi.....	59
Şekil 4.34 P konsantrasyonunun ortam bazında değişimi.....	60
Şekil 4.35 B konsantrasyonunun tür bazında değişimi .....	62
Şekil 4.36 B konsantrasyonunun ortam bazında değişimi .....	63

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

<b>N</b>	: Azot
<b>P</b>	: Fosfor
<b>K</b>	: Potasyum
<b>Mg</b>	: Magnezyum
<b>Na</b>	: Sodyum
<b>%</b>	: Yüzdelerik Oran
<b>mS/cm<sup>-1</sup></b>	: Sulama sularında bulunan toplam erimiş katı maddelerin (tuzlar) ifade edilmesinde kullanılan elektriksel iletkenlik değeriştir.
<b>Ha</b>	: Hektar
<b>Da</b>	: Dekametre
<b>Cm</b>	: Santimetre
<b>Fe</b>	: Demir
<b>Cu</b>	: Bakır
<b>Zn</b>	: Çinko
<b>Mn</b>	: Mangan
<b>Ca</b>	: Kalsiyum
<b>B</b>	: Bor
<b>Kg</b>	: Kilogram
<b>pH</b>	: Toprak Reaksiyonu

### Kısaltmalar

<b>EC</b>	: Elektriksel İletkenlik
<b>FAO</b>	: Gıda ve Tarım Örgütü
<b>OM</b>	: Organik Madde

## 1. GİRİŞ

Modern dünyada endüstriler ve otomobiller başta olmak üzere çeşitli kaynaklara bağlı olarak oluşan kirlilik nedeniyle atmosferik koşullar her yıl bozulmaya devam etmektedir (Alkharam, 2019; Cetin vd., 2021; Koc, 2021). Hava yaşam için vazgeçilmez bir kaynak olmasına rağmen, birçok insan hava kirliliğinin ciddiyetine kayıtsızdır veya sorunu yakın zamanda fark etmiştir. Su, toprak, termal ve gürültü gibi çeşitli kirleticiler arasında hava kirliliği en tehlikeli ve ciddi olanıdır. Hava kirliliği iklim değişikliğine ve yaşamı tehdit eden hastalıklara neden olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, nüfusun yüzde 90'ı artık kirli hava solumaktadır ve hava kirliliği her yıl yaklaşık 7 milyon insanın ölüm nedenidir. Kirliliğin sağlık üzerindeki etkileri çok şiddetli olup felç, akciğer kanseri ve kalp hastalığına neden olmaktadır. Dahası, ozon tabakasının incilmesi gibi son küresel hava kirliliği sorunlarında gözlemlendiği gibi, hava kirleticileri insanlar ve dünyanın ekosistemi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir (Jo vd., 2020; Varol vd., 2021).

Modern toplumun zamanının yaklaşık %90'ı kapalı mekanlarda geçmektedir (Cetin vd., 2017a,b; Yao vd., 2020). Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'na (EPA) göre, iç mekanlardaki hava, dışarıdaki havadan 100 kat kadar daha kirlidir. İnsanların zamanının çoğunun kapalı mekanlarda geçmesi nedeniyle, iç ortam havasının insan sağlığı üzerinde etkisi, dışarıdaki havadan çok daha fazladır. Dahası, atmosfer kirliliğinin aksine, iç mekân kirleticilerinin akciğerlere bulaşma olasılığı yaklaşık 1000 kat daha fazladır ve bu da hastalıklı bina sendromu, çoklu kimyasal hassasiyetler ve baş dönmesi gibi hastalıklara neden olmaktadır (Jo vd., 2020).

İç ortam hava kirliliği, küresel olarak en önemli çevresel ölüm nedeni olarak tanımlanmaktadır ve son on yılda her yıl tahmini 3,8–4,3 milyon erken ölüme sebep olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle, iç mekân hava kalitesi, bina sakinlerinin sağlığını ve refahını etkileyen çok önemli bir faktördür. Özellikle kapalı alanda geçirilen sürenin daha fazla olması nedeniyle iç ortam hava kirliliği ile ilişkili erken ölümlerin tahmini %60'ını beş yaşın altındaki çocuklar ve kadınlar oluşturmaktadır (Lueker vd., 2020).

İç ortam hava kirliliği pek çok faktöre bağlı olarak şekillenmektedir. Bu faktörlerin en önemlilerinden birisi de sigara kullanımınıdır. Sigara küresel ölçekte bir sağlık sorunudur. Dünya’da her 10 ölümden biri tütün kullanıma bağlı nedenlerden gerçekleşmekte ve yılda 8 milyondan fazla insan tütün bağımlılığı nedeniyle hayatını kaybetmektedir ve sigara tüketimi en büyük sağlık sorunu olarak kabul edilmektedir. Tütün ürünleri kullanımının dünya ekonomisine yıllık maliyeti ise 1 trilyon 400 milyar dolardan fazladır (Taş, 2019; Reis, 2020).

Sigara dumanında, tamamen tanımlanmamış 5.600'den fazla bileşen olabileceği öne sürülen, binlerce kimyasal madde içeren bir aerosoldür. Toksikolojik açıdan bakıldığında, birçok lipofilik toksik madde, mutajen ve kanserojen ile nikotin ve ağır metaller gibi birçok kimyasal bileşik açısından zengin olan sigara dumanı içeriği ölümcül sonuçlar doğurmaktadır. Sigara içerisinde yer alan nikotin, periferik sinir sistemi, merkezi sinir sistemi, kardiyovasküler sistem, gastrointestinal sistem ve ekzokrin bezleri dahil olmak üzere çok sayıda fizyolojik sistemi etkilemektedir (Reis, 2020; Gevenkiriş, 2020).

Dahası, tütün dumanına hem pasif hem de doğrudan maruz kalma, sadece hedef organlarda değil, aynı zamanda çok çeşitli hayati organlarda da birçok hastalığın ilerlemesini tetikleyebilmektedir. Sigara içmeyenler de pasif veya ikinci el dumanın solunması nedeniyle risk altındadır. Pasif dumana maruz kalma, genel popülasyonda vasküler homeostaz, solunum yetmezliği, kalp hastalığı, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAHA) üzerinde zararlı etkilere neden olabilir ve özellikle çocuklar için son derece zararlıdır (Reis, 2020). Kanser de dahil olmak üzere kronik akciğer ve kardiyovasküler sistem hastalıkları açısından en önemli risk faktörlerinden biri sigaradır. Sigara içmek hem morbidite hem de mortaliteyi artırmaktadır. Sigara içenlerin içmeyenlere kıyasla yaşam sürelerinin 10 yıl kadar kısaldığı belirtilmektedir (Güden, 2020).

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre dünyada 1,4 milyar tütün ürünü kullanıcısı bulunmakta olup bu kullanıcılarının yaklaşık %80’i düşük ve orta gelirli ülkelerde yaşamaktadır (Karaca, 2020). Mevcut sigara içme alışkanlıkları devam ederse, bu yüzyılda tütün kullanımı sonucunda 1 milyar ölüm olacağı tahmin edilmektedir (Yang vd., 2019). Ülkemizde genç nesiller arasında sigara içme oranının giderek arttığı

bildirilmektedir. Son zamanlarda Türkiye, sigara tüketiminde Avrupa'da üçüncü, dünyada yedinci sırada yer almıştır (Reis, 2020).

Cinsiyete bağlı farklılıklar nedeniyle kadınlar, ölü doğum yapma, rahim ağzı kanseri ve gebelik sırasında fetal hastalıklar gibi başka sağlık riskleri ile sigara dumanından daha fazla etkilenmektedir. Dahası, DSÖ'nün raporlarına göre, 1 milyondan fazla sigara içmeyen kişinin, tütün dumanından etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle sigara hem aktif sigara içenler hem de sigara dumanına maruz kalan bireyler için dünya çapında çok ciddi bir sağlık sorunudur (Reis, 2020).

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1 Sigara Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Sigara, tütün ile birlikte diğer katkı maddelerinin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Tütün, patlıcangiller (solanaceae) familyasından “*Nicotiana*” cinsine mensup bir bitki olup keyif verici bitkiler arasında yer alır. Tütün dumanı binlerce kimyasal bileşenden oluşan partiküller ve gazların karışımından oluşmaktadır. Sigara dumanı gaz veya partiküler fazında, farmakolojik olarak aktif, antijenik, sitotoksik, mutajenik ve kanserojen olmak üzere 7.000'den fazla kimyasal madde içerdiği, bu maddelerin 70'den fazlasının kanserojen ve yüzlercesinin zehirli olduğu belirtilmektedir (Taş, 2019; Reis, 2020; Gevenkiriş, 2020; Kesler, 2020).

Sigara dumanı, binlerce kimyasal madde içeren bir aerosoldür. Ana akım dumanın %92-95'i gaz fazındadır ve 1 mL'de 0,3–3,3 milyar partikül içermektedir. Ortalama partikül çapı 0,2-0,5 mm. Olup bu boyut da solunabilir düzeydedir. Gaz halindeki faz, hidrosiyamik asit ve hidrazin, siliotoksinler gibi kanserojenleri, hidroksiyamik asit, asetaldehit, amonyak ve formaldehit gibi tahriş edici maddeleri ve karbon monoksiti içermektedir. Parçacıklı fazda ana toksik bileşen nikotin olmakla birlikte, katran ve polinükleer aromatik hidrokarbonlar gibi kanserojenleri de içermektedir (Gevenkiriş, 2020).

Sigara kullanımı, küresel çapta önemli sağlık sorunlarını da beraberinde getirmekte olup, Dünya'da her 10 ölümden birinin tütün kullanıma bağlı nedenlerden gerçekleştiği ve yılda 8 milyondan fazla insanın tütün bağımlılığı nedeniyle hayatını kaybettiği, sigara kullanımına bağlı olarak bu yüzyılda 1 milyar insanın hayatını kaybedebileceği belirtilmektedir (Yang, 2019; Reis, 2020). Sigara içmek ABD'de yılda 480.000'den fazla ölüme ve ikinci elle sigaraya maruz kalmadan kaynaklanan 41.000'den fazla ölüme sebep olmaktadır ki bu da her gün 1.300 ölüm ve her 5 ölümden birisi anlamına gelmektedir. Akciğer kanserinin %90'ı sigara içilmesinden veya sigara dumanına maruz kalmasından kaynaklanmaktadır. Sigara içmek koroner kalp hastalığı ve inme riskini 2 ila 4 kat, erkeklerde akciğer kanserini 25 kat

arttırmaktadır. Ortalama olarak, sigara içenlerin sigara içmeyenlerden 10 yıl önce öldüğü belirtilmektedir (Taş, 2019).

Sigaranın ölümcül etkisi, sigara içenleri olduğu kadar, sigara içmediği halde sigara içilen ortamda bulunan kişileri de etkilemektedir. Pasif içicilik olarak adlandırılan bu olay hem çocuklarda hem de yetişkinlerde birçok hastalığa ve erken ölümlere yol açmaktadır. Pasif içici çocuklarda ani bebek ölümü sendromu, akut solunumsal enfeksiyonlar, kulak problemleri, ciddi astımlı olma riski ve akciğer gelişimlerinde yavaşlama tespit edilmiştir. Pasif içici olan erişkinlerde kardiyovasküler sistem hemen olumsuz etkilenmekte ve bu da koroner kalp hastalığı ve akciğer kanseriyle sonuçlanmaktadır. 2008 yılı kasım ayında yapılan bir çalışmada, kapalı alanlarda çalışmakta olan 5 milyonu erkek ve 1 milyonu kadın olmak üzere 6 milyondan fazla yetişkinin sigara dumanına maruz kalarak pasif olarak etkilendiği tahmin edilmektedir. İşyerlerinde 2.6 milyonun üzerinde sigara içmeyen kişinin sigara dumanından pasif olarak etkilendiği belirtilmektedir (Taş, 2019).

Bu durumun sebebi sigaradan kaynaklanan zehirli maddelerin ortama yayılarak sonrasında sigara içmeyenlerin solunum sistemine dahil olmasıdır. Sigaranın söz konusu etkilerinden dolayı konu ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda sigaranın insan sağlığına etkileri (Sanders-Jackson vd., 2018; Perikleous vd., 2018; Bhatta ve Glantz, 2019; Polosa vd., 2019; Almeida da Silva vd., 2020; Song vd., 2020), sigara bağımlılığı (Curtin ve Matthew, 2016; Buturak vd., 2016; Méndez vd., 2017; Halpern vd., 2018), sigara ile hastalıkların ilişkileri (Zafeiridou vd., 2018; Kim vd., 2018; Praud vd., 2018), sigaranın etkilerinin biyomonitörler yardımıyla izlenmesi (Hoseini vd., 2016; Rajfur vd., 2018; Palazzi vd., 2019; Johnson vd., 2019) gibi konular ele alınmıştır. Sigara konusunda yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Ashraf vd., (2012) Suudi Arabistan da satılan veya tüketilen farklı markalardaki sigaraların ağır metal içeriklerini, bunların arasında önemli bir fark olup olmadığını incelemiş ve çalışma sonuçlarını dünyanın diğer yerlerinde yapılan araştırmalarla karşılaştırmışlardır. Birbirinden farklı sigara markalarında kadmiyum ve kurşun konsantrasyonları sırasıyla  $1,81 \mu\text{gg}^{-1}$  ve  $2,46 \mu\text{gg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Ayrıca sonuçlara bakıldığında bir paket sigara içildiğinde Cd miktarının  $0,22-0,78 \mu\text{g}$

aralığında, Pb konsantrasyonu da 0,97-2,64 µg aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu konsantrasyonlar bakımından test edilen farklı sigara markaları arasında önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir.

Badea vd., (2018) sigara içmeyenler, sigara içenler ve elektronik sigara içenler olmak üzere üç gruba bölünmüş 150 kişiden aldığı kan örnekleri ile toplam 42 element konsantrasyonlarını incelemiştir. Çalışma sonuçları sigara içmenin esas olarak bir ağır metal kaynağı olduğunu, elektronik sigaranın bunu değiştirmedeğini göstermiştir. Sigara içenlerde en yüksek düzeyde bakır, molibden, çinko, antimon ve stronsiyum görülmüştür. Elektronik sigara kullanıcılarında da en yüksek selenyum, gümüş ve vanadyum konsantrasyonları tespit edilmiştir. Ayrıyeten berilyum, öropiyum ve lantanitler e-sigara kullanıcıları arasında sigara içenlere göre daha sık görülmektedir. Serum seryum ve erbiyum seviyeleri de e-sigara kullanım süresine oranla artmıştır.

Cabar vd., (2020) tarafından gerçekleştirilen ve 40 kız öğrencinin katıldığı çalışmada ağır metal ve sigara içme durumlarının etkileşimi belirlenmiştir. Her öğrenciden 0,5 gr saç örneği toplanarak analiz edilmiş ve sigara içen kızların Mg, Cr, Co ve Zn elementlerinin normal aralıktan biraz daha yüksek olduğu görülmüştür. Sonuç olarak sigara içmeyi bırakmaya yönelik eğitimlerin son derece önemli olduğu vurgulanmıştır.

Cogun ve Fırat (2013) sigara içen ve içmeyen toplam 40 kişinin saç ve tırnak örneklerinde Cd konsantrasyonunu incelemiştir. Sigara içen 10 erkek ve 10 kadın, sigara içmeyen 10 erkek ve 10 kadın olmak üzere gruplandırma yapılmış ve her birinden ayrı ayrı saç ve tırnak örneği alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda hem sigara içen ve içmeyen gruplar arasında hem de bu gruplar arasındaki cinsiyetler arasında Cd konsantrasyonu bakımından önemli farklar olduğu görülmüştür. Sigara içenlerin içmeyenlere göre Cd konsantrasyon düzeyleri daha yüksek bulunmuştur.

Engida ve Chandravanshi (2017) Etiyopya'da yaygın olarak kullanılan 11 tane sigara markasındaki Cd, Pb, Cu ve Zn konsantrasyonlarını incelemiştir. Sonuç olarak sigara içilmesi ve sigara dumanına maruz kalınmasının insanlarda ciddi sorunlara yol açacağı vurgulanmıştır.

Ghaderi vd., (2018) sigara içen kişilerde idrar talyum düzeylerini ve diğer değişkenleri incelemiştir. Sigara içen 56 kişi ve bu kişilerin yakın çevresinden 53 kişi üzerinden

ölçümler yapılmış ve sigara içme süresi ile talyum düzeyleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür. Ayrıca hastalık belirtileri olan sigara içenlerde sigara içmeyenlere göre talyum seviyeleri daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonucunda sigara kontrol politikalarına duyulan ihtiyaç vurgulanmıştır.

Janaydeh vd., (2019) Malezya da yaptıkları çalışmada Selangor eyaletinde tüketilen 15 farklı sigara markasındaki Pb ve Cd element konsantrasyonlarını incelemiştir. Ölçümler sonucu bir paket sigaradaki Pb değerinin 1,55-3,51 µg aralığında, Cd konsantrasyonu ise 0,04-0,36 µg aralığında olduğu görülmüştür. Sonuç olarak farklı markalardaki sigara türleri arasında ucuzdan pahalıya doğru bakıldığında Pb ve Cd konsantrasyonları arasında önemli farklar olduğu belirtilmiştir.

Karaca, (2020) çalışmasında tütün kontrol politikasını incelemiştir. Türkiye’de ki 13-15 yaşındaki gençleri dikkate alarak sistem yaklaşımı kullanılmış ve sigara kullanımları tespit edilmiştir. Sigara kullanımı bu yaş grubundaki gençlerde kısa vadede kalp atışının zayıflamasına, koku ve tat duyusunda azalmaya, akciğerin fonksiyonunu tam olarak yerine getirememesine, halsizlik, güç kaybı ve nefes darlığı gibi sağlık sorunlarına neden olurken uzun vadede kullanımı da mide ve akciğer kanseri gibi birçok kronik hastalığa neden olmaktadır. Gençlerin sigaraya başlama nedeni olarak da psikolojik durum ve yaşadıkları çevre etkili olarak görülmüştür. Bunların önüne geçmek içinde tütün kontrol politikasının zaman içindeki değişiminin takip edilmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

Khelifi ve Hamza-Chaffai, (2010) sigara kullanımı ve sigara dumanına maruz kalanların vücutlarındaki ağır metal konsantrasyonlarının baş ve boyun kanseri ile ilgisini incelemiştir. Yapılan incelemeler sonucu sigara içmenin sağlık için tehlikeli olduğu, ağır metallerin vücuttaki miktarını arttırdığı tespit edilmiş, Ni, Cr ve Cd gibi ağır metallerin kesinlikle kanserojen olduğu görülmüştür.

Li vd., (2017) sigara dumanına maruz kalan çocuklardaki ağır metal birikimini incelemiştir. Çin’in Henan Eyaletindeki okullardan 433 erkek 388 kız olmak üzere toplam 821 öğrencinin saçlarındaki ağır metal birikimi Ağustos 2015’ten Aralık 2015’e kadar incelenmiştir. Krom, nikel, arsenik ve kurşun kızlarda erkeklere göre

daha yüksek derede tespit edilmiştir. Sonuç olarak bakıldığında sigara dumanına maruz kalan çocuklarda kurşun ve kadmiyum birikimlerinin arttığı görülmüştür.

Ozcan vd., 2019 Türkiye'deki bazı sigara markalarının ağır metal ve makro elementleri bakımından dağılımını incelemişlerdir. Sigaraların Cd konsantrasyonları 0,44-1,55 mg/kg arasında, Co konsantrasyonları 0,26-2,19 mg/kg arasında, Cu konsantrasyonları 10,36-30,47 mg/kg arasından değişirken Fe konsantrasyonlarının 306,03-595,42 mg/kg arasında, Ni konsantrasyonlarının 1,00-3,17 mg/kg arasında ve Pb konsantrasyonlarının da 0,16-7,37 mg/kg arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Özden vd., (2007) İstanbul'da okul çağındaki 760 çocuğun kadmiyum ve kurşun değerlerini incelemişlerdir. Çocuklardan alınan saç örnekleri analiz edilmiş ve sonuç olarak sigara dumanlarına ve kirliliğe maruz kalan çocuklarda kadmiyum ve kurşun konsantrasyonlarının önemli derecede yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle çocukların yollarında ve çocukların kendilerinin sigara içmemesi, okulların ana caddelere yakın yerlerde olmaması ve otomobillerde kurşunsuz benzin kullanılması bakımından halkı bilinçlendirmesi gerektiği önerilmiştir.

Pappas vd., (2006) tütün dumanlarındaki kadmiyum, kurşun ve talyum konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Yapılan analizler her üç metalin seviyesinin katran dağılımı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Sigara içenlerin nikotin alımındaki farklılıkları düzelttikleri zaman ultra, hafif, hafif ve aromalı sigaralar yüzünden ağır metallerle maruz kaldıkları belirlenmiştir.

Pelit vd., (2013) çalışmasında Türkiye'deki tütünlerin yapraklarını, sigara izmaritlerini, küllerini ve dumanını inceleyip içerisindeki ağır metalleri araştırmışlardır. Toplanan örnekler analiz edilmiş ve çıkan değerlerin standart değerlerle uyumlu olduğu belirtilmiştir. Böylece yapılan çalışma sonucunda sigaranın yapısı ve bileşimi ile tütün bitkisi arasında önemli düzeyde ilişki bulunduğu belirtilmiştir.

Saha vd., (2016) Bangladeş'in Kushtia bölgesinde bulunan tütün bitkilerinde ve çevresindeki topraklarda Cu, Ni, Cd, Pb, Cr ve Zn konsantrasyonlarını incelemiştir. Yapılan incelemeler sonucu Shempur, Kharara, Taragunia ve Shantidanga metal

konsantrasyonları bakımından sıcak nokta olarak belirlenmiştir. Bu bölgelerdeki toprakların orta derecede kirliliğe sahip olduğu ancak Cd konsantrasyonunun varlığına en çok katkıda bulunduğu görülmüştür. Bu kirliliklerin tütün bitkilerine topraktan taşındığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak tütünle ilgili zararlı sağlık sorunlarını azaltmak için tarım ürünlerinin uygunsuz kullanılmasının önüne geçilmesi önerilmiştir.

Theobaldo vd., (2018) sigara dumanının ve pH döngüsünün diş minesindeki etkisini incelemiştir. Alınan örnekler sigara dumanına maruz kalma, pH döngüsüne maruz kalma ve hem sigara dumanına hem pH döngüsüne maruz kalma olarak üç gruba ayrılmış ve analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak sigara dumanına maruz kalmanın diş minesinde ağır metal birikimini artırdığı görülmüştür. Yüzeyde ve mine dentinde sigara dumanından dolayı ağır metallerin önemli ölçüde biyolojik olarak biriktiği anlaşılmıştır.

Tsai vd., (2017) çalışmalarında 25 ile 44 yaş aralığındaki erkeklerde görülen kanserin ağır metal bakımından incelemesini yapmışlardır. 2000 ile 2014 yılları arasında belirli hastalıkların tanısı konmuş 2.725 yetişkin erkek hasta üzerinden çalışmalar yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda yüksek nikel konsantrasyonuna maruz kalmanın kanser gelişiminde etkili olduğu belirlenmiştir.

Wiroonudompho vd., (2016) aktif ve pasif sigara içiminin ağır metal bakımından etkisini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında 50 endüstriyel sigara içicisi, 50 pasif sigara içicisi, 50 yerel tütün içicisi ve 50 sigara içmeyen kişi olmak üzere toplam 200 kişi üstünde incelemeler yapılmıştır. Sigara içenlerde Pb ve Cd konsantrasyonları sigara içmeyenlere göre çok daha yüksek, Cr, Se ve Zn konsantrasyonları daha düşük olarak gözlenmiştir. Ayrıca her iki grup arasında da Hg ve Cu konsantrasyonları bakımından önemli bir fark tespit edilmemiştir. Çalışma sonucunda halk sağlığının sadece sigara konusunda endişelenmemesi gerektiği aynı zamanda vitamin kullanımında ve diyet konusunda da bilgilenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Yang vd., (2019) sigara içme alışkanlıklarının Asya toplumlarındaki ölüm oranlarına etkisini inceledikleri çalışmada 1 Eylül 2017 ile 31 Mart 2018 tarihleri arasında 35 yaş ve üzere toplam 1.002.258 Asyalı birey üzerinde çalışmışlardır. Japonya, Kore, Singapur, Tayvan, Hindistan ve Çin'i kapsayan bu çalışmada değerlendirilen kişilerin

%51,1'i kadın, %48,9'u ise erkektir. 144.366 ölümün akciğer kanserinden olduğu gözlenmiştir. Erkekler için sigara içme yaygınlığının Çin ve Hindistan da istikrarlı bir şekilde artış yaparken diğer yerlerde düz bir seyir izlediği tespit edilmiştir.

Zazoli vd., (2020) çalışmasında İran da yaygın olarak tüketilen farklı sigara ve nargile markalarının tütünündeki 11 ağır metal konsantrasyonunu incelemiştir. 9 farklı sigara ve 4 farklı nargile tütünü konsantrasyonları analiz edilmiştir. Sigara türlerine kendi aralarında bakıldığında magnezyum, baryum ve antimon konsantrasyonlarında önemli ölçüde farklılık olduğu görülmüştür. Sonuç olarak ise İran pazarında sigara nargile tütününde yüksek oranda ağır metal bulunmuştur.

Zumbado vd., (2019) tütün ve tütün sarma kâğıdı türüne bağlı olarak insanların sigara içme yoluyla 33 farklı elemente maruz kalma durumlarını incelemişlerdir. Hem tütünde hem de kâğıtta çoğu elementin seviyesinde önemli farklar tespit edilmiştir. Özellikle siyah tütün sigaralarının maksimum seviyelerde olması dikkat çekmiştir. Tütün ve kâğıt dikkate alınarak ağır metallerle maruz kalınmasının yanında günde tüketilen sigara sayısının da önemli derecede etkisi olduğu ve tütün kâğıdının da toksik elementlere maruz kalmanın önemli bir kaynağı olduğu belirlenmiştir.

## **2.2 Biyomonitörler Konusunda Yapılmış Çalışmalar**

Özellikle ağır metal konsantrasyonlarının izlenmesinde biyomonitörler uzun yıllardır kullanılmaktadır. Ancak, sigara kaynaklı ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi konusunda yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bu konuda yapılan çalışmalara örnek olarak Rajfur vd., (2018) sigara dumanından kaynaklı hava kirliliğinin izlenmesi için biyomonitör olarak yosunların kullanılabilirliğini incelemiştir. Günlük ortalama 10 sigara içilen ortamlardan alınan yosun örnekleri üç ay boyunca incelenmiştir. Sigara içen insanların saç örneklerinden ağır metal birikimini inceleyen başka bir çalışma ile karşılaştırılması yapılmış ve o çalışmada olduğu gibi Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb ve Hg kirleticileri belirlenmiştir.

Başka bir çalışmada da Fleck vd., (2016) bir hastanenin dış mekanındaki sigara içme alanında partikül madde seviyelerini, polenleri ve bitki yapraklarında biriken eser elementleri değerlendirerek çevresel tütün dumanının etkilerini değerlendirmiştir. 10

gün boyunca aktif izleme yoluyla ölçümler yapılmış, *Eugenia uniflora* ağaçları ve *Tradescantia pallida* yaprakları biyomonitor olarak kullanılmıştır. Ölçümler sonucunda *Tradescantia pallida*'da Al, Cd, Cu, Ni, Pb, Rb, Sb, Se ve V konsantrasyonları yüksek seviyede iken *Eugenia uniflora*'da Al, Ba, Cr, Cu, Fe, Mg, Pb ve Zn konsantrasyonları yüksek seviyede bulunmuştur.

Sigara kaynaklı ağır metal konsantrasyonlarının izlenmesi konusunda yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlı olmakla birlikte özellikle sanayi ve trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin izlenmesi konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Çünkü ağır metaller sağlık açısından son derece zararlı olabilen birçoğu toksik ve kanserojen elementlerdir (Ucun Ozel vd., 2019; Sevik, 2020; Ucun Ozel vd., 2020). Bundan dolayı ağır metal kirliliğinin izlenmesinde biyomonitor olarak bitkilerin kullanılabilirliği konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda Arıcak vd., (2019) *Pinus sylvestris*'de trafik kaynaklı Cu, Pb ve Cd konsantrasyonları ile Ni, Cr ve Zn konsantrasyonlarını incelemişlerdir (Arıcak vd., 2020). Sevik (2021) bazı peyzaj bitkilerinde Cr konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimini incelemiştir.

Sevik vd., (2019a,b) tarafından yapılan çalışmalarda *Prunus cerasifera*, *Fraxinus excelsior*, *Aesculus hippocastanum*, *Tilia tomentosa* ve *Acer platanoides*'de trafik kaynaklı Ni, Cd, Zn, Pb ve Cr konsantrasyonları, Turkyilmaz vd., (2019) tarafından yapılan çalışmada ağaç yıllık halkalarındaki Al, Zn, Cu, Co, Fe, Mn, Cr, Cd, Na, Ca, Ba, P, Mg, As ve B konsantrasyonlarının yıllara bağlı değişimi incelenmiştir. Sevik vd., (2020a) sedir ağacının yıllık halkalarında Pb, Co ve Fe elementlerinin trafik yoğunluğu ile ilişkisini incelemişlerdir.

Cetin vd., (2020) *Picea pungens*'de Ca, Cu ve Li konsantrasyonlarının, Sevik vd., (2019c) *Ailanthus altissima*, *Biota orientalis*, *Platanus orientalis* ve *Pyracantha coccinea*'da Ni, Pb ve Cd konsantrasyonlarının, Sevik vd., (2020b) bazı yenilebilir peyzaj bitkilerinde Ni, Co ve Mn konsantrasyonlarının, Sevik vd., (2020c) *Ligustrum vulgare*, *Euonymus japonica*, *Biota orientalis*, *Juniperus sabina*, *Berberis thunbergii*, *Mahonia aquifolium* ve *Buxus sempervirens*'de Pb ve Mg konsantrasyonlarının trafik ile ilişkili olarak değişimini incelemişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Çalışma kapsamında, iç mekanlarda sigaraya bağlı ağır metal birikiminin bazı iç mekân süs bitkileri kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla çalışma materyalini iç mekân bitkileri oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında iç mekanlarda sıklıkla kullanılan bitkilerden difenbahya, drasena, kauçuk, spatifilyum ve yukka bitkileri kullanılmıştır.

##### 3.1.1 Difenbahya (*Dieffenbachia anoena*)

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 kültürlerinin yaprakları yeşil üzerine krem sarı renkli lekelidir (Yücel, 2002). Türün yapraklarının genel görünümü Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Dieffenbachia anoena yaprakları

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).

### 3.1.2 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 renğinde, 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). *Dracena marginata*'nın genel görünümü Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2 *Dracena marginata*'nın genel görünümü

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).

### 3.1.3 Kauçuk (*Ficus elastica*)

Dünya genelinde Hindistan kauçuk ağacı olarak da bilinen *Ficus 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). *Ficus elastica*'nın genel görünümü Şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3 *Ficus elastica*'nın genel görünümü

Ülkemizde kauçuk ismiyle tanınan *Ficus 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).

#### 3.1.4 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 (Şekil 3.4) ve bir süre sonra yeniden yeşil renk alır. Dış ortamda ilkbahar ve yaz aylarında, iç mkanlarda her mevsim çiçek açar (Yücel, 2002).



Şekil 3.4 *Spathiphyllum wallisii* çiçekleri

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).

### 3.1.5 Yukka (*Yucca massengana*)

Anavatanı Amerika Kıtası olan yukka bitkisi ülkemizde avize çiçeği ve hançer bitkisi olarak da tanınmaktadır. Dik formlu yaprakları ve dayanıklılığı ile ofis ve özellikle evlerde salonlarında en çok kullanılan iç mekân bitkilerindendir (Şekil 3.5). Yukka bitkisi güneşe 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 (URL-1, 2021).



Şekil 3.5 Yukka massengana'nın genel görünümü

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).

### 3.2 Yöntem

Çalışma kapsamında sürekli olarak sigara içilen (günde en az 10 adet) ortamda üç aydan daha uzun süredir bulunan bitkilerden yaprak örnekleri alınmıştır. Kıyaslamaların yapılabilmesi amacıyla da. Kontrol ortamı olarak hiç sigara içilmeyen bir ortamda yetiştirilen bitkilerden yaprak örnekleri alınmıştır. Yaprak örnekleri öncelikle iki gruba ayrılmış ve bir grupta yıkama işlemi uygulanmıştır.

Yaprak örnekleri yıkama işleminin ardından herhangi bir alet kullanmadan 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 elle bir miktar daha parçalanarak cam petri kaplarına alınmış ve etiketlenmiştir. Etiketleme işlemi esnasında bitki isimleri; difenbahya (DF), drasena (DR), kauçuk (KC), spatifilyum (SP) ve yukka (YC) olarak kodlanmış ve bulgular kısmında da bu kodlarla verilmiştir.

Etiketlenerek petri kaplarına alınan yaprak örnekleri 45°C etüvde bir hafta boyunca kurutulmuştur. Kurutulan örnekler karton bardaklara alınıp etiketlendikten sonra rutubet almayacak şekilde ağızları streç film ile kapatılarak analiz için laboratuvara gönderilmiştir. Yaprak örnekleri ön hazırlıklarının ardından ICP-OES cihazı yardımıyla analiz edilerek Cd, Cr, Pb, Ni, Co, Ba, Cu, Fe, Mn, Zn, V, Al, Na, K, Ca, Mg, P ve B 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.

## 4. BULGULAR

### 4.1 Element Konsantrasyonlarının Tür Bağı Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerin tür bazında değişimleri ayrı ayrı belirlenerek insan ve çevre sağlığı açısından en önemli elementlerin başında gelen Cd, Cr, Pb, Ni, Co ve Ba konsantrasyonlarının tür bazında ortalama değerleri ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. İstatistiki analizler esnasında bütün veriler kullanılmış, sadece tür faktörünün etkisi değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1 Cd, Cr, Pb, Ni, Co ve Ba konsantrasyonlarının tür bazında değişimi

Tür	Cd	Cr	Pb	Ni	Co	Ba
DF	320,9 b	843,0 ab	5.239,8 a	1.193,7 b	336,9	6,77 a
DR	187,8 a	1.070,0 b	4.210,0 a	857,6 ab	236,2	33,16 b
KC	296,2 ab	628,0 a	6.975,4 b	755,2 a	301,0	7,90 a
SP	292,8 ab	847,2 ab	3.579,4 a	1.144,4 b	317,0	11,17 a
YC	536,7 c	701,0 a	8.059,9 b	1.757,4 c	408,3	15,87 a
F Değ.	12,924	2,676	9,491	9,081	1,941	7,779
Hata	0,000	0,041	0,000	0,000	0,117	0,000

Tablo değerleri incelendiğinde Cd, Cr, Pb, Ni, Co ve Ba elementlerinden sadece Co’nun tür bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı ( $p>0,05$ ), Cr konsantrasyonunun tür bazında değişiminin %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu ( $p<0,05$ ), diğer elementlerin ise tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde her türde farklı elementlerin konsantrasyonlarının daha yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. En yüksek konsantrasyonlar Cd, Pb ve Ni’de YC, Cr ve Ba’da ise DR türünde elde edilmiştir.

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Cu, Fe, Mn, Zn, V ve Al konsantrasyonlarının tür bazında ortalama değerleri ve istatistiki analiz sonuçları

Tablo 4.2’de verilmiştir. İstatistiki analizler esnasında bütün veriler kullanılmış, sadece tür faktörünün etkisi değerlendirilmiştir.

Tablo 4.2 Cu, Fe, Mn, Zn, V ve Al konsantrasyonlarının tür bazında değişimi

Tür	Cu	Fe	Mn	Zn	V	Al
DF	1.850,8 a	111,5 c	68,50 b	21,26 b	1.643,9 a	40,31 ab
DR	8.226,6 bc	54,0 a	28,71 a	15,09 a	3.026,1 b	27,27 a
KC	14.981,6 d	88,7 bc	28,06 a	17,76 ab	1.393,6 a	31,07 a
SP	12.185,8 cd	149,8 d	106,70 c	18,01 ab	1.082,3 a	48,05 b
YC	3.615,8 ab	85,4 b	32,58 a	28,27 c	1.309,7 a	27,71 a
F Değ.	10,732	18,441	10,843	8,903	1,051	4,038
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008

Tablo 2 incelendiğinde Cu, Fe, Mn, Zn, V ve Al elementlerinin tamamının tür bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde (en az  $p < 0,01$ ) olduğu görülmektedir. Ortalama değerler incelendiğinde en yüksek konsantrasyonların Cu’da KC, Fe, Al ve Mn’de SP, Zn’de YC, V’de ise DR türünde elde edildiği görülmektedir. Çalışmaya konu elementlerden Na, K, Ca, Mg, P ve B konsantrasyonlarının tür bazında değişimi ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.3’de verilmiştir. İstatistiki analizler esnasında bütün veriler kullanılmış, sadece tür faktörünün etkisi değerlendirilmiştir.

Tablo 4.3 Na, K, Ca, Mg, P ve B konsantrasyonlarının tür bazında değişimi

Tür	Na	K	Ca	Mg	P	B
DF	1.452,8 c	13.245,8 a	7.530,8	1.708,9 d	779,3 b	32,31 a
DR	3.824,3 d	15.510,5 a	7.874,5	321,5 a	767,8 b	18,32 a
KC	71,5 a	15.195,2 a	7.693,3	469,6 b	466,2 a	73,42 c
SP	5.156,4 d	23.686,2 b	7.454,7	869,7 c	1.288,3 c	57,20 b
YC	642,5 b	22.601,0 b	7.721,3	563,1 b	1.013,5 bc	17,37 a
F Değ.	31,479	7,163	1,337	124,772	8,902	24,092
Hata	0,000	0,000	0,236	0,000	0,000	0,000

Na, K, Ca, Mg, P ve B konsantrasyonlarının tür bazında değişimi incelendiğinde Ca dışındaki bütün elementlerin tür bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ( $p < 0,001$ ) olduğu görülmektedir. En yüksek konsantrasyonlar ise Na, K ve P’de SP, Mg’de DF ve B’de KC türlerinde elde edilmiştir. İstatistiki analizler esnasında bütün veriler kullanılmış, sadece tür faktörünün etkisi değerlendirilmiştir.

## 4.2 Element Konsantrasyonlarının Ortama Bağlı Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerin ortam bazında değişimi her element için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu kapsamda kontrol ortamında yıkanan ve yıkanmayan yapraklar ile sigara içilen ortamlardaki yıkanan ve yıkanmayan yapraklar ayrı birer ortam olarak kabul edilmiş ve elementlerin bu ortamlardaki ortalama konsantrasyonları ile varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar Tablo 4.4’de verilmiştir. İstatistiki analizler esnasında bütün veriler kullanılmış, sadece ortam faktörünün etkisi değerlendirilmiştir.

Tablo 4.4 Elementlerin ortam bazında değişimi

Element	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
Cd	261,9	355,1	356	334,4	1,053	0,376
Cr	721,3	878,8	920,6	750,7	0,98	0,409
Pb	4.364,8	5.800,7	6.709,4	5.576,6	2,105	0,110
Ni	816,0 a	1.001,1 ab	1.374,3 b	1.375,1 b	4,391	0,008
Co	225,0 a	452,4 c	263,8 ab	338,4 b	8,016	0,000
Ba	23,17 b	20,76 b	7,66 a	8,31 a	4,481	0,007
Cu	11.788	9136	4.950,6	6814	2,465	0,072
Fe	84,14 a	137,60 b	81,02 a	88,94 a	8,092	0,000
Mn	37,19	55,41	59,32	59,73	0,768	0,517
Zn	16,03 a	18,99 a	24,42 b	20,87 ab	3,992	0,012
V	1.568,6	1.563,5	1.478,9	2.153,4	1,354	0,266
Al	29,75 a	55,49 b	24,47 a	29,82 a	19,303	0,000
Na	1.041,0 a	3.246,7 b	2.444,7 ab	2.185,6 ab	2,274	0,090
K	17.695,6	16.436,8	18.782,4	19.276,2	0,432	0,731
Ca	7.474,3	7.590	7.707,7	7.847,7	1,571	0,207
Mg	586,5	894,6	799,9	865,2	1,053	0,377
P	872	1.069,5	836,5	674	2,146	0,105
B	30,10 a	54,32 b	29,88 a	44,60 ab	2,995	0,038

Elementlerin ortam bazında değişimini gösterir tablo değerleri incelendiğinde çalışmaya konu elementlerden Cd, Cr, Pb, Cu, Mn, V, K, Ca, Mg ve P’nin ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı ( $p>0,05$ ) görülmektedir. Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Zn ve B elementlerinin %95 güven düzeyinde ( $p<0,05$ ), Ni, Ba ve Na elementlerinin %99 güven düzeyinde ( $p<0,01$ ), Co, Fe ve Al elementlerinin ise %99,9 güven düzeyinde

( $p < 0,001$ ) anlamlı olmak üzere ortam bazındaki değişimlerinin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonucu oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde Ni ve Zn elementlerinin sigara içilen ortamlarda, Co, Fe, Al ve B elementlerinin yıkanmayan yapraklarda, Ba elementinin kontrol ortamında daha yüksek konsantrasyonlarda olduğu görülmektedir.

### 4.3 Element Konsantrasyonlarının Tür, Yıkanma ve Sigaraya Bağlı Değişimi

#### 4.3.1 Cd Konsantrasyonunun Değişimi

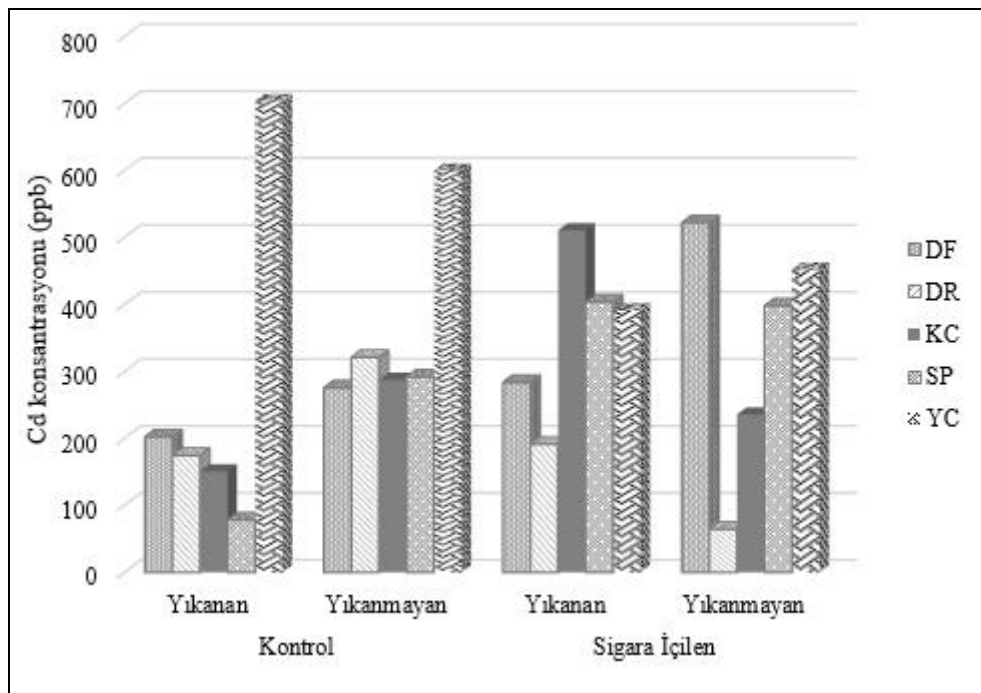
Cd konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5 Cd (ppb) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	202,1 Ac	275,6 Ba	283,5 Bb	522,2 Ce	2.910,1	0,000
DR	174,6 Bb	321,0 Db	191,3 Ca	64,3 Aa	1.267,7	0,000
KC	150,8 Ab	287,6 Ca	510,7 De	235,7 Bb	5.280,2	0,000
SP	78,2 Aa	291,8 Ba	403,4 Cd	397,8 Cc	261,1	0,000
YC	703,8 Dd	599,8 Cc	391,1 Ac	452,1 Bd	319,3	0,000
F Değ.	887,178	486,115	3.629,603	1.500,711		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Cd konsantrasyonunun tür ve ortam bazında değişimi değerlendirildiğinde Varyans analizi sonucunda hem bütün ortamlarda tür hem de bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak %99 güven düzeyinde anlamlı ( $p < 0,001$ ) olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde, çalışma kapsamında elde edilen en düşük değer 64,3 ppb olduğu ve sigara içilen ortamlarda yıkanmamış DR’de, en yüksek değer ise 703,8 ppb olduğu ve bu değer kontrol ortamında yıkanmış YC’de elde edildiği görülmektedir.

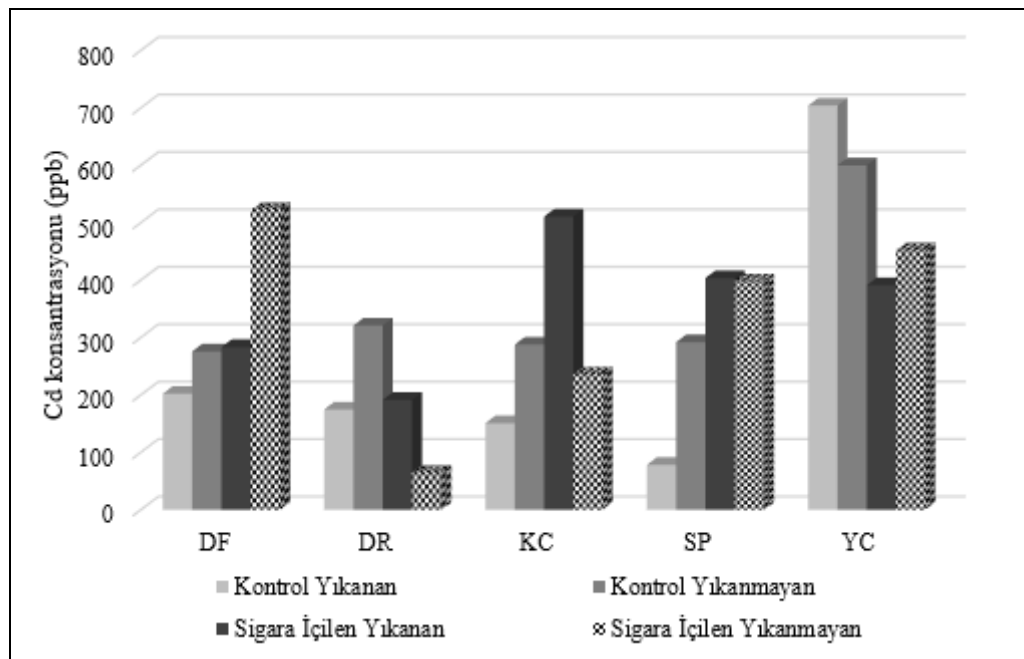
Tür bazında değişimler incelendiğinde kontrol ortamında yıkanmış yapraklarda en düşük değerin 78,2 ppb ile SP'de, en yüksek değerin ise 703,8 ppb ile YC'de, yıkanmamış yapraklarda ise en düşük değerin 287,6 ppb ile KC'de, en yüksek değerin ise 599,8 ppb ile yine YC'de elde edildiği görülmektedir. Sigara içilen ortamlarda ise yıkanmış yapraklarda en düşük değer 191,3 ppb ile DR'de, en yüksek değer 510,7 ppb ile KC'de, yıkanmamış yapraklarda ise en düşük değer 64,3 ppb ile yine DR'de ve en yüksek değer 522,2 ppb ile DF'de elde edilmiştir. Farklı ortamlarda Cd konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 Cd konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Cd konsantrasyonunun ortam bazında değişimi incelendiğinde ise bütün türlerde ortam bazındaki değişimlerin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde, özellikle DF ve SP'de kontrol ortamında elde edilen değerler ile sigara içilen ortamda elde edilen değerler arasında önemli ölçüde fark olduğu görülmektedir. DF'de hem sigara içilen ortamlarda elde edilen değerler kontrol ortamında elde edilen değerlerden, hem de yıkanmamış yapraklarda elde edilen değerler yıkanan yapraklarda elde edilen değerlerden daha yüksektir.

SP’de ise yine sigara içilen ortamlarda elde edilen değerler kontrol ortamında elde edilen değerlerden daha yüksek düzeyde ve kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edilen değerler yıkanan yapraklarda elde edilen değerlerden daha yüksek düzeydedir. Ancak SP’de, sigara içilen ortamlarda yıkanan ve yıkanmayan yapraklar arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Bu değerlere göre Cd konsantrasyonunun izlenmesinde en uygun türlerin DF ve SP olduğu söylenebilir. Cd konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Cd konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

### 4.3.2 Cr Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Cr konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir.

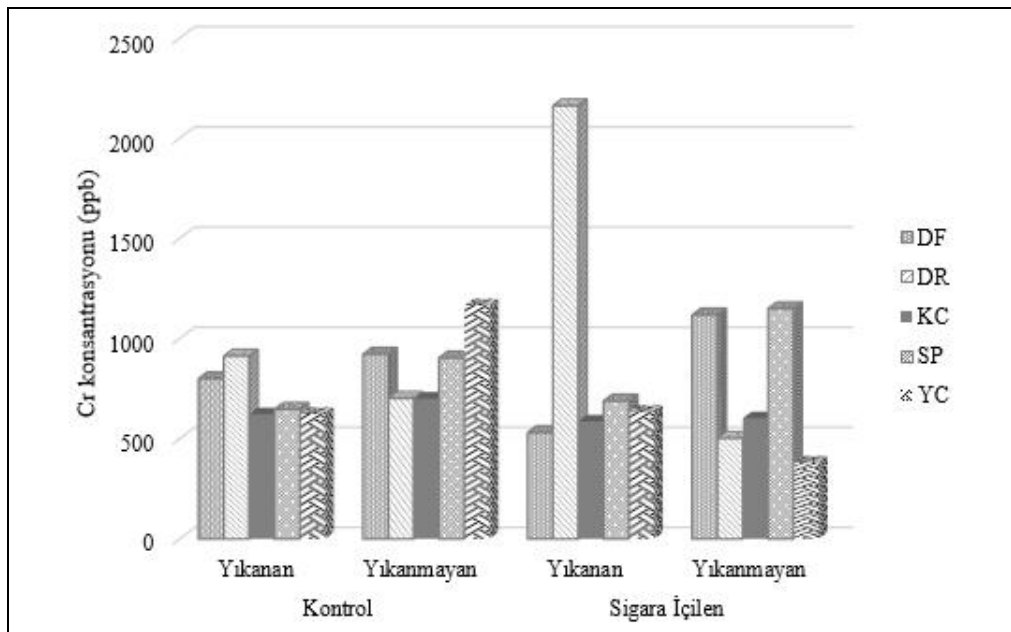
Varyans analizi sonuçlarına göre Cr konsantrasyonunun bütün ortamlarda tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda Cr konsantrasyonunun kontrol ortamında yıkanan yapraklarda iki grup oluşturduğu, KC, SP ve YC türlerinin ilk grupta, DF ve DR türlerinin ise ikinci

grupta yer aldığı görülmektedir. Kontrol ortamında yıkanmayan yapraklar ise Duncan testi sonucunda üç grup oluşturmuş, DR ve KC ilk grupta, DF ve SP ikinci grupta ve YC tek başına üçüncü grupta yer almıştır.

Tablo 4.6 Cr (ppb) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	800,0 Bb	922,4 Cb	531,0 Aa	1.118,7 Dd	1.315,8	0,000
DR	913,0 Cb	702,2 Ba	2.162,8 De	502,2 Ab	3.783,4	0,000
KC	622,2 Aa	700,6 Ba	586,5 Ab	602,6 Ac	22,6	0,000
SP	647,2 Aa	903,5 Bb	688,6 Ad	1.149,4 Ce	265,3	0,000
YC	624,2 Ba	1.165,2 Cc	634,3 Bc	380,4 Aa	702,0	0,000
F Değ.	132,7	256,9	2404,4	2227,8		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

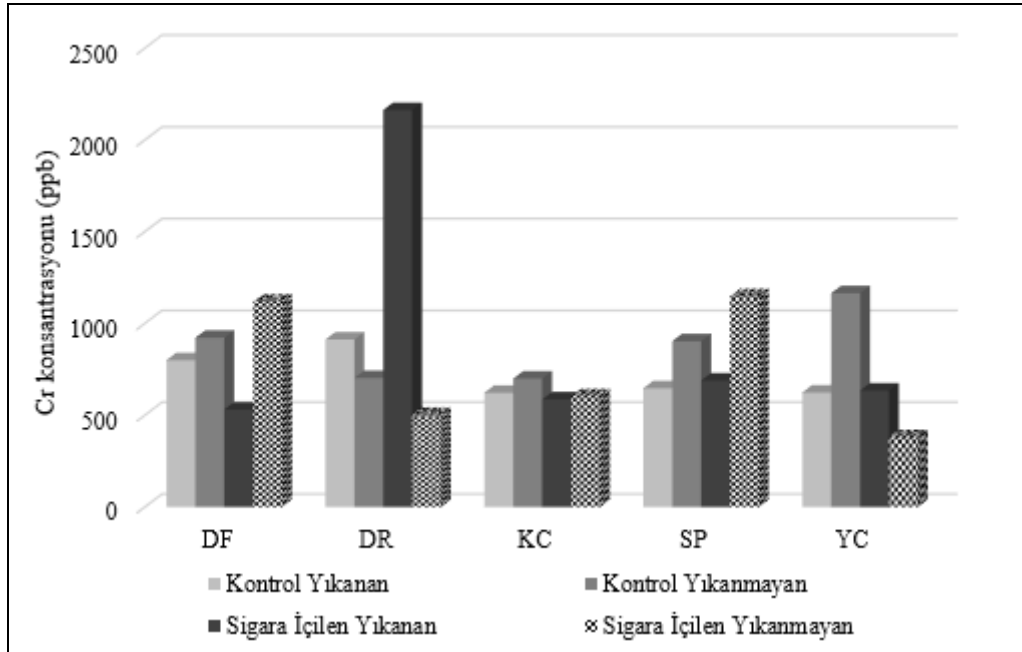
Sigara içilen ortamlarda ise Duncan testi sonucunda her bir tür ayrı bir grup oluşturmuştur. Yıkanan yapraklarda en düşük konsantrasyonlar DF (531,0 ppb) ve KC (586,5 ppb), en yüksek konsantrasyonlar ise DR (2.162,8 ppb) ve SP (688,6 ppb) elde edilmiştir. Aynı ortamda yıkanmayan yapraklarda ise en düşük değerler YC (380,4 ppb) ve DR (502,2 ppb) en yüksek değerler ise SP (1.149,4 ppb) ve DF (1.118,7 ppb) türlerinde elde edilmiştir. Farklı ortamlarda Cr konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3 Cr konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Cr konsantrasyonunun bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p<0,001$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde Cr konsantrasyonunun bütün türlerde düzensiz bir biçimde dağıldığı görülmektedir.

En düşük ortalama değerler DF ve KC’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, DR ve YC’de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda ve SP’de de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise DF ve SP’de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda, DR’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, KC ve YC’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. DF, KC ve SP’de yıkanmayan yapraklarda elde edilen değerlerin tamamının, yıkanan yapraklarda elde edilen değerlerden daha yüksek olması dikkat çekmektedir. Cr konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.4 Cr konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

### 4.3.3 Pb Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen en önemli elementlerden birisi olan Pb konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı

ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7 Pb (ppb) konsantrasyonunun değişimi

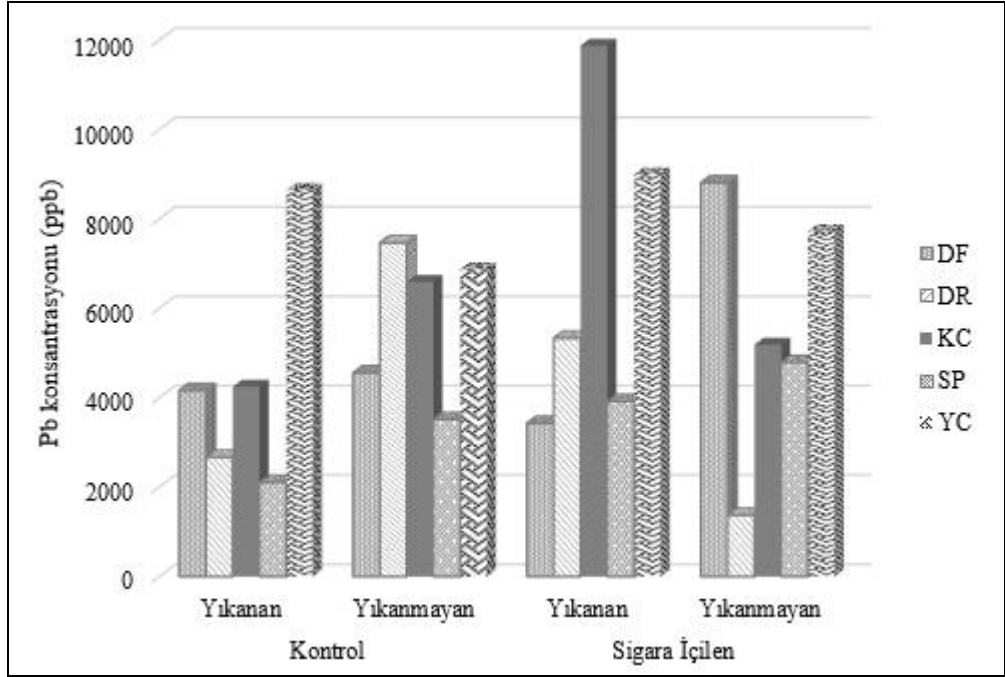
TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	4.162,1 Bc	4.557,8 Cb	3.427,0 Aa	8.812,2 De	1.296,4	0,000
DR	2.668,9 Bb	7.465,6 De	5.332,4 Cc	1.373,1 Aa	2.473,1	0,000
KC	4.244,6 Ac	6.591,4 Cc	11.878,8 De	5.186,8 Bc	2.549,5	0,000
SP	2.102,1 Aa	3.514,6 Ba	3.913,4 Bb	4.787,8 Cb	54,3	0,000
YC	8.646,4 Cd	6.874,4 Ad	8.995,6 Dd	7.723,4 Bd	150,2	0,000
F Değ.	394,168	809,721	1.608,195	1.815,115		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Pb konsantrasyonunun da varyans analizi sonuçlarına göre bütün ortamlarda tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda Pb konsantrasyonunun 2.102,1 ppb (SP) ile 8.646,4 ppb (YC) arasında, yıkanmayan yapraklarda ise 3.514,6 ppb (SP) ile 7.465,6 ppb (DR) arasında değiştiği görülmektedir.

Sigara içilen ortamlarda ise yıkanan yapraklarda Pb konsantrasyonları 3.427,0 ppb (DF) ile 11.878,8 ppb (KC) arasında değişirken bu ortamlarda yıkanmayan yapraklarda 1.373,1 ppb (DR) ile 8.812,2 ppb (DF) arasında değiştiği belirlenmiştir. Farklı ortamlarda Pb konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.5’de verilmiştir.

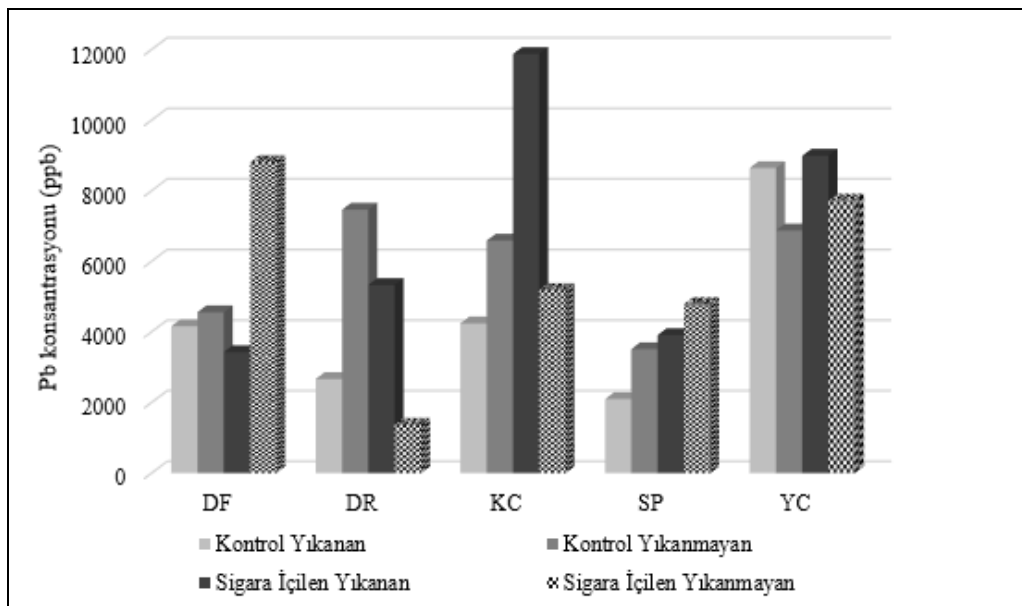
Diğer elementlerde olduğu gibi Pb konsantrasyonunun da bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde Pb konsantrasyonunun SP dışındaki türlerde düzensiz bir biçimde dağıldığı söylenebilir.

En düşük ortalama değerler DF’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, DR’de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda, KC ve SP’de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda, YC’de ise kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir.



Şekil 4.5 Pb konsantrasyonunun tür bazında değişimi

En yüksek değerler ise DF ve SP’de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda, DR’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda, KC ve YC’de ise sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda elde edilmiştir. Değerler incelendiğinde Pb konsantrasyonunun izlenmesinde en uygun türün SP olduğu söylenebilir. Pb konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6 Pb konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.4 Ni Konsantrasyonunun Değişimi

Ni konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8 Ni (ppb) konsantrasyonunun değişimi

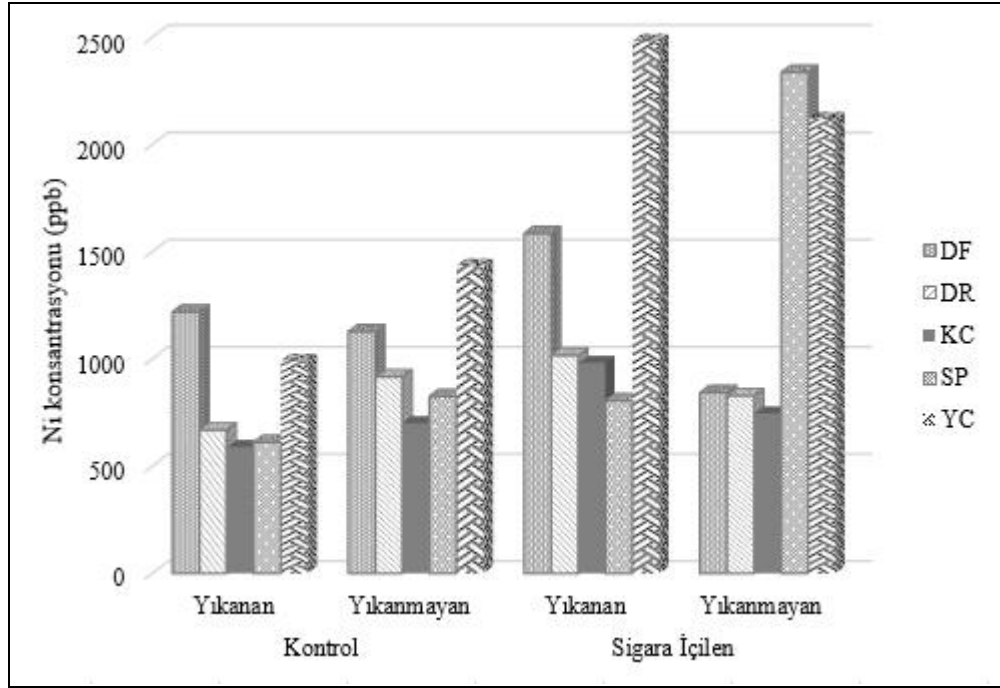
TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	1.219,4 Cd	1.127,0 Bd	1.585,2 Dc	843,2 Ab	696,7	0,000
DR	668,4 Ab	916,7 Cc	1.016,9 Db	828,3 Bb	231,6	0,000
KC	590,0 Aa	701,4 Ba	982,4 Db	746,9 Ca	197,1	0,000
SP	611,0 Aa	825,1 Bb	804,7 Ba	2.336,6 Cd	2.886,3	0,000
YC	991,5 Ac	1.435,5 Be	2.482,4 Dd	2.120,3 Cc	1.769,3	0,000
F Değ.	1.076,8	459,5	1.618,6	4.649,7		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Ni konsantrasyonunun tür ve ortam bazında değişimi değerlendirildiğinde varyans analizi sonucunda hem bütün ortamlarda tür hem de bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak %99 güven düzeyinde anlamlı ( $p < 0,001$ ) olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde, çalışma kapsamında elde edilen değerlerin 590,0 ppb (kontrol ortamında yıkanmış KC’de) ile 2.482,4 ppb (sigara içilen ortamda yıkanmış YC’de) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Tür bazında değişimler incelendiğinde kontrol ortamında yıkanmış yapraklarda en düşük değer 590,0 ppb ile KC’de elde edildiği ancak Duncan testi sonuçlarına göre SP’de elde edilen değer (611,0 ppb) KC ile aynı grupta olduğu, en yüksek değer ise 1.219,4 ppb ile DF’de elde edildiği görülmektedir. Kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda en düşük değer 701,4 ppb ile yine KC’de elde edilirken en yüksek değer 1.435,5 ppb ile YC’de elde edilmiştir.

Sigara içilen ortamlarda yıkanmış yapraklarda en düşük değer 804,7 ppb ile SP’de, en yüksek değer 2.482,4 ppb ile YC’de elde edilirken yıkanmayan yapraklarda en düşük değer 746,9 ppb ile KC’de ve en yüksek değer de 2.336,6 ppb ile SP’de elde edilmiştir.

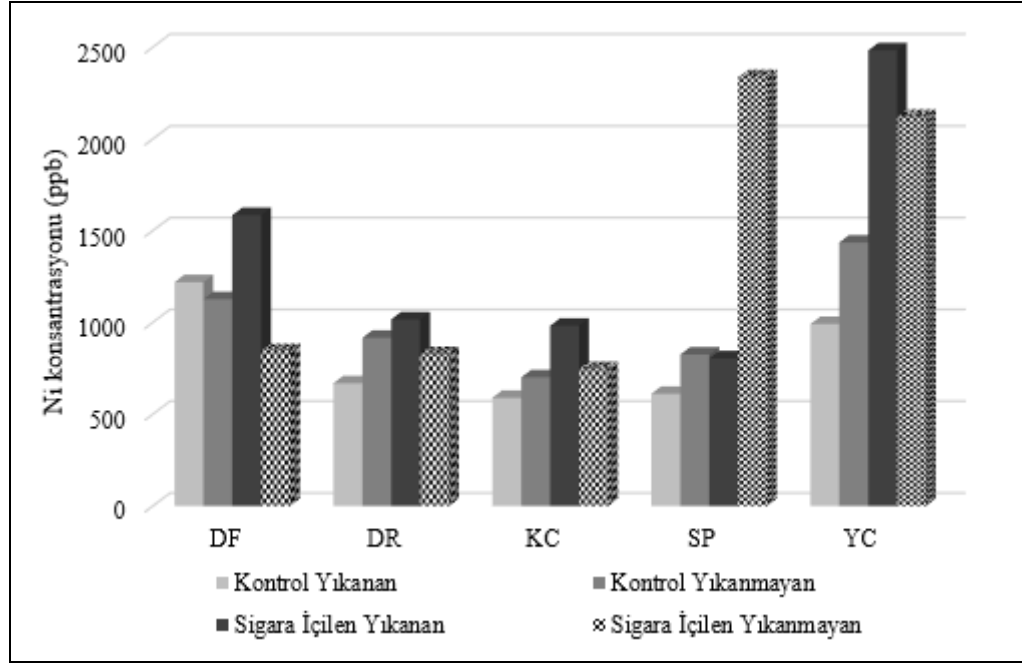
Farklı ortamlarda Ni konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7 Ni konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Ortam bazında Ni konsantrasyonunun değişimi incelendiğinde ise yine bütün türlerde ortam bazındaki değişimlerin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde bütün türlerde en yüksek değerlerin sigara içilen ortamlarda elde edildiği görülmektedir. En yüksek değerler SP’de yıkanmamış, diğer türlerde ise yıkanmış yapraklarda, sigara içilen ortamlarda elde edilmiştir.

En düşük değerler ise DF’de sigara içilen ortamlarda yıkanmamış yapraklarda, diğer türlerin tamamında ise kontrol ortamında yıkanmış yapraklarda elde edilmiştir. DF dışındaki bütün türlerde kontrol ortamında yıkanmamış yapraklardaki Ni konsantrasyonlarının yıkanmış yapraklardakinden, SP dışındaki bütün türlerde de sigara içilen ortamlardaki Ni konsantrasyonlarının yıkanmış yapraklarda, yıkanmamış yapraklardakinden daha yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Genel olarak DF dışındaki bütün türlerde sigara içilen ortamlardaki Ni konsantrasyonları kontrol ortamındakinden daha yüksektir. Ni konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8 Ni konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.5 Co Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışmaya konu elementlerden Co konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.9'da verilmiştir.

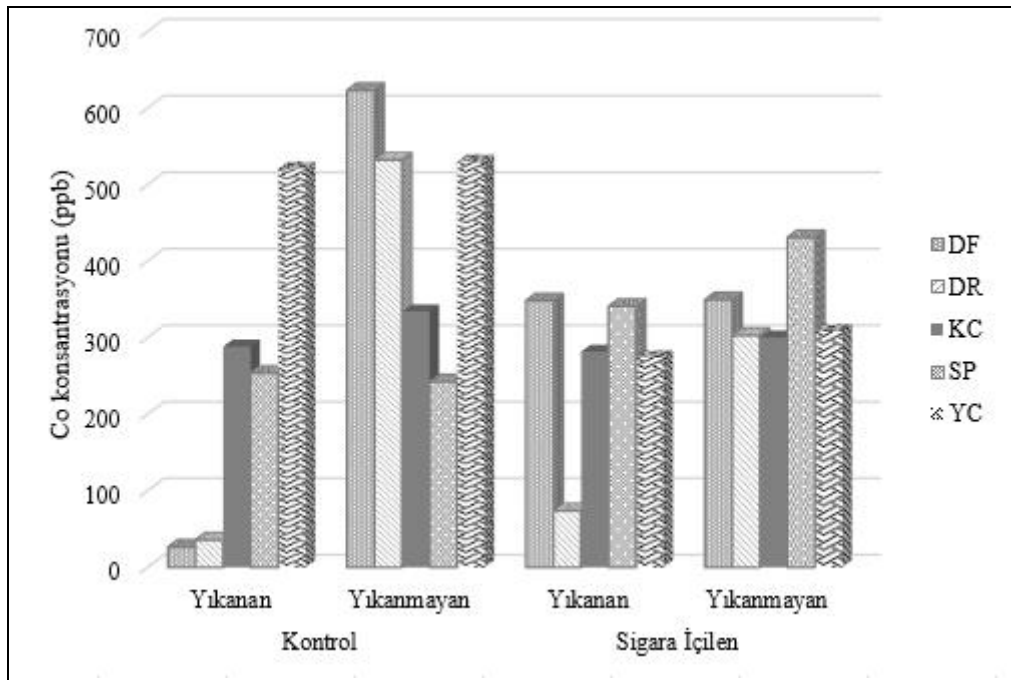
Tablo 4.9 Co (ppb) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	26,5 Aa	623,3 Cd	348,3 Bb	349,7 Bb	24,7	0,000
DR	35,7 Aa	532,2 Dc	73,8 Ba	303,0 Ca	1049,2	0,000
KC	288,3 ABc	334,3 Cb	281,6 Ab	300,0 Ba	21,7	0,000
SP	253,8 Ab	242,4 Aa	341,1 Bb	430,9 Cc	261,5	0,000
YC	520,7 Cd	530,0 Cc	274,1 Ab	308,3 Ba	185,3	0,000
F Değ.	834,951	605,154	6,313	93,888		
Hata	0,000	0,000	0,008	0,000		

Tablo değerleri incelendiğinde Co konsantrasyonunun da varyans analizi sonuçlarına göre bütün ortamlarda tür bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde

olduğu, bu değişimin sigara içilen ortamlardaki yıkanan yapraklarda %99 ( $p<0,01$ ), diğer ortamlarda ise %99,9 güven düzeyinde ( $p<0,001$ ) anlamlı olduğu görülmektedir. Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda Co konsantrasyonunun 26,5 ppb (DF) ile 520,7 ppb (YC) arasında, yıkanmayan yapraklarda ise 242,4 ppb (SP) ile 623,3 ppb (DF) arasında değiştiği görülmektedir. Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda en düşük, yıkanmayan yapraklarda ise en yüksek değerin DF’de elde edilmiş olması dikkat çekmektedir.

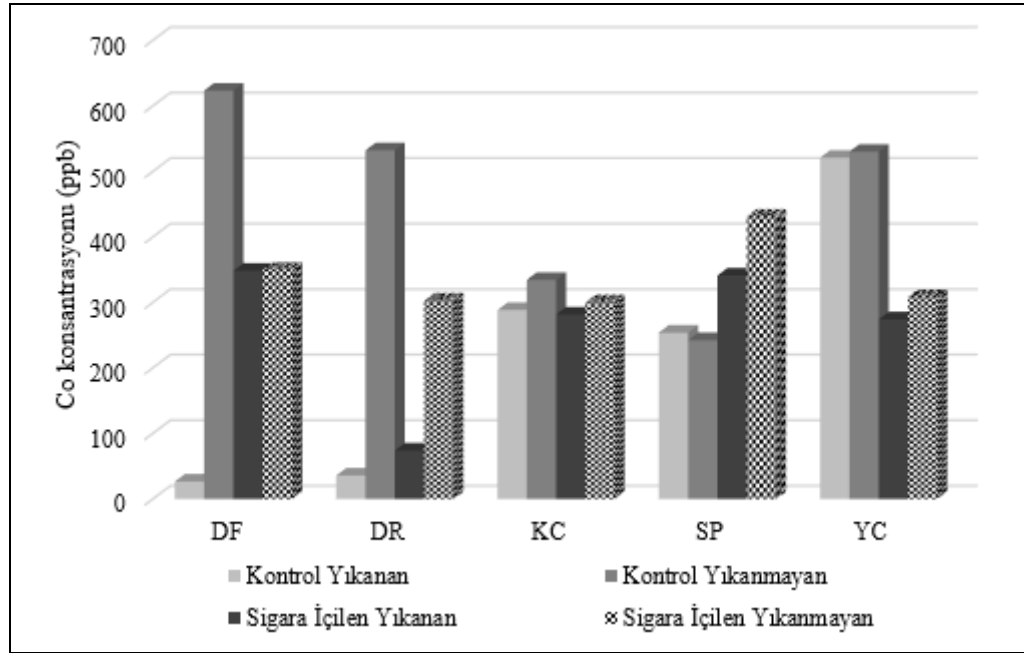
Sigara içilen ortamlarda ise yıkanan yapraklarda Co konsantrasyonları 73,8 ppb (DR) ile 348,3 ppb (DF) arasında değişirken bu yapraklarda elde edilen veriler Duncan testi sonucunda iki grup oluşturmuş, en düşük değerin elde edildiği DR ilk grupta yer alırken diğer türlerin tamamı ikinci grupta yer almıştır. Sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda ise Co konsantrasyonu 300,0 ppb (KC) ile 430,9 ppb (SP) arasında değişmektedir. Farklı ortamlarda Co konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9 Co konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Varyans analizi sonucunda Co konsantrasyonunun bütün türlerde ortam bazında değişiminin de istatistiki olarak anlamlı ( $p<0,001$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde Co konsantrasyonunun SP dışındaki türlerde düzensiz bir biçimde dağıldığı söylenebilir. En düşük ortalama değerler DF ve DR’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda, KC ve YC’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, SP’de ise kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. Ancak SP’de kontrol ortamında yıkanan ve yıkanmayan yapraklar Duncan testi sonucunda aynı grupta yer almaktadır. En yüksek değerler ise SP dışındaki türlerde kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. Değerler incelendiğinde Co konsantrasyonunun izlenmesinde en uygun türün SP olduğu söylenebilir. Co konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.10 Co konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.6 Ba Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışılan türlerin yapraklarında Ba konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10 Ba (ppm) konsantrasyonunun değişimi

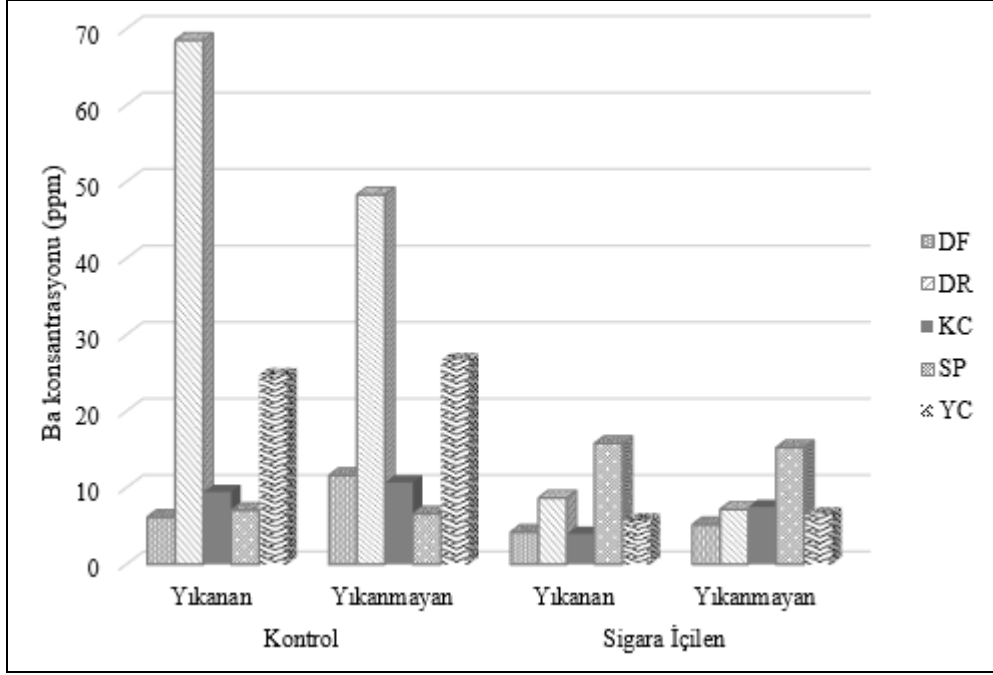
TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	6,15 Ca	11,60 Dc	4,19 Ab	5,15 Ba	6.825,6	0,000
DR	68,50 De	48,30 Ce	8,66 Bd	7,17 Ac	45.006,2	0,000
KC	9,44 Cc	10,70 Db	3,97 Aa	7,49 Bd	24.575,3	0,000
SP	7,04 Bb	6,58 Aa	15,80 De	15,24 Ce	16.429,4	0,000
YC	24,71 Cd	26,62 Dd	5,68 Ac	6,48 Bb	13.227,1	0,000
F Değ.	39.371,9	37.747,4	49.273,9	18.711,8		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Çalışmaya konu türlerin çoğunda olduğu gibi Ba konsantrasyonunun da varyans analizi sonuçlarına göre bütün ortamlarda tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda en düşük Ba konsantrasyonu 6,15 ppm ile DF’de elde edilirken en yüksek Ba konsantrasyonu 68,50 ppm ile DR’de elde edilmiştir. Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda her tür Duncan testi sonucunda Ba konsantrasyonu bakımından ayrı bir grup oluşturmuştur.

Kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda ise en düşük değer 6,58 ppm ile SP’de elde edilirken en yüksek değer 48,50 ppm ile yıkanan yapraklarda olduğu gibi DR’de elde edilmiştir. Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda olduğu gibi yıkanmayan yapraklarda da her tür Duncan testi sonucunda Ba konsantrasyonu bakımından ayrı bir grup oluşturmuştur.

Sigara içilen ortamlarda en düşük Ba konsantrasyonu 3,97 ppm ile KC’de, en yüksek değer 15,80 ppm ile SP’de elde edilirken yıkanmayan yapraklarda en düşük değer 5,15 ppm ile DF’de, en yüksek değer ise 15,24 ppm ile SP’de elde edilmiştir. Kontrol ortamında olduğu gibi sigara içilen ortamda da hem yıkanan hem yıkanmayan yapraklarda Ba konsantrasyonu bakımından türler Duncan testi sonucunda ayrı birer grup oluşturmuşlardır.

Farklı ortamlarda Ba konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.11’de verilmiştir.

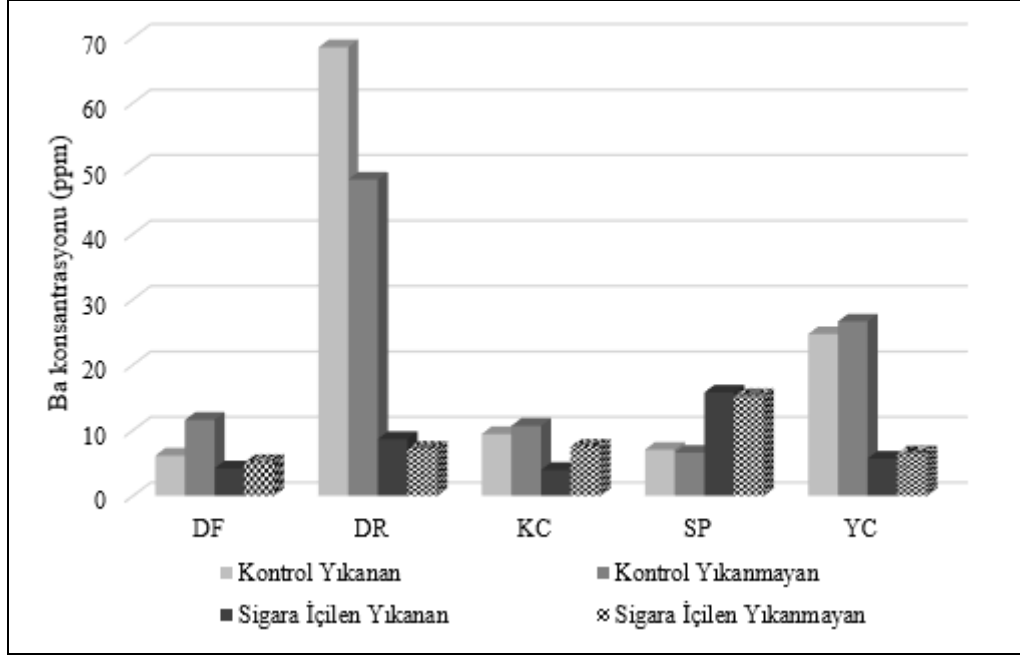


Şekil 4.11 Ba konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Varyans analizi sonucunda Ba konsantrasyonunun da bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde Ba konsantrasyonunun SP dışındaki türlerde kontrol ortamında elde edilen değerlerin, sigara içilen ortamlarda elde edilen değerlerden daha yüksek seviyede olduğu görülmektedir.

En düşük ortalama değerler DF, KC ve YC’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, DR’de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda ve SP’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise DF, KC ve YC’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda, DR’de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda ve SP’de ise sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda elde edilmiştir.

Değerler incelendiğinde Ba konsantrasyonunun izlenmesinde en uygun türün yine SP olduğu söylenebilir. Ba konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12 Ba konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.7 Cu Konsantrasyonunun Değişimi

Cu konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.11’de verilmiştir.

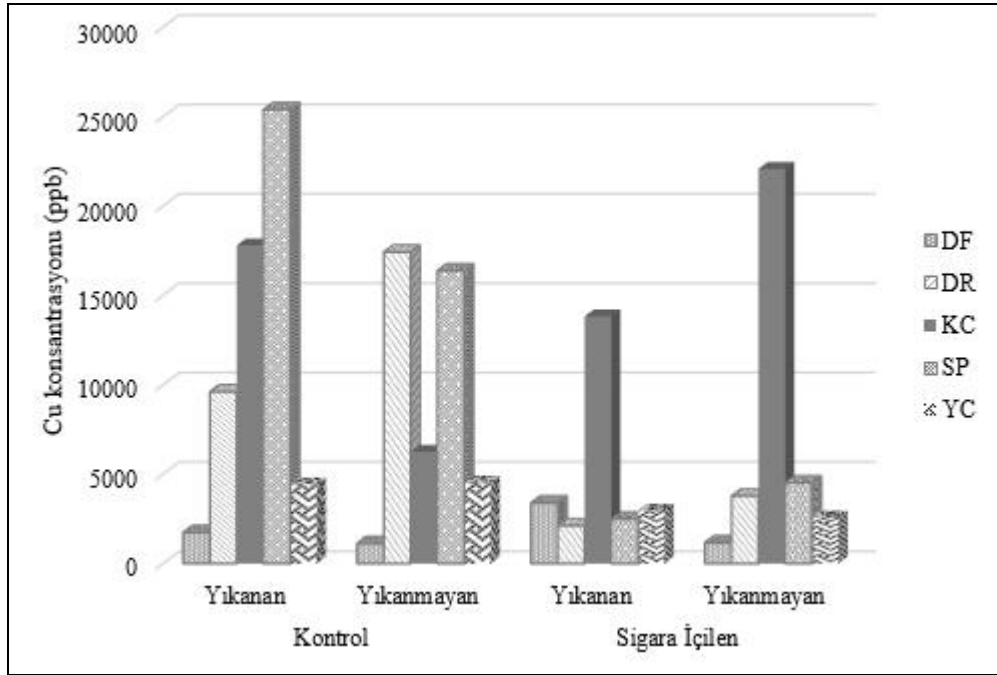
Tablo 4.11 Cu (ppb) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	1.730,0 Ba	1.120,0 Aa	3.390,0 Cb	1.163,3 Aa	106,8	0,000
DR	9.600,0 Cc	17.420,0 De	2.116,6 Aa	3.770,0 Bc	1.902,3	0,000
KC	17.790,0 Cd	6.250,0 Ac	13.820,0 Bc	22.066,6 De	2.659,8	0,000
SP	25.390,0 De	16.370,0 Cd	2.476,6 Aa	4.506,6 Bd	19.533,6	0,000
YC	4.430,0 Bb	4.520,0 Bb	2.950,0 Ab	2.563,3 Ab	63,9	0,000
F Değ.	4.600,0	6.012,5	1.203,5	8.011,1		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Cu konsantrasyonunun tür ve ortam bazında değişimi değerlendirildiğinde Varyans analizi sonucunda hem bütün ortamlarda tür hem de bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak %99 güven düzeyinde anlamlı ( $p < 0,001$ ) olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde, çalışma kapsamında elde edilen en düşük değer 1.120,0 ppb olduğu

ve kontrol ortamında yıkanmamış DF’de, en yüksek değerin ise 25.390,0 ppb olduğu ve bu değerin kontrol ortamında yıkanmış SP’de elde edildiği görülmektedir.

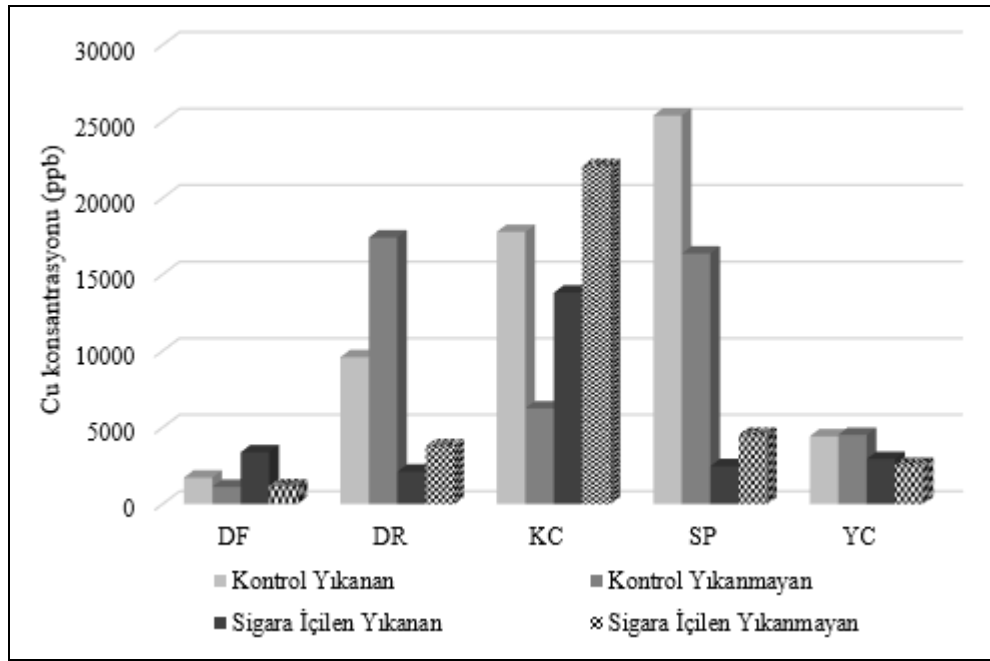
Tür bazında değişimler incelendiğinde kontrol ortamında yıkanmış yapraklarda en düşük değerin 1.730,0 ppb ile DF’de, en yüksek değerin ise 25.390,0 ppb ile SP’de, yıkanmamış yapraklarda ise en düşük değerin 1.120,0 ppb ile DF’de, en yüksek değerin ise 17.420,0 ppb ile DR’de elde edildiği görülmektedir. Sigara içilen ortamlarda ise yıkanmış yapraklarda en düşük değer 2.116,6 ppb ile DR’de, en yüksek değer 13.820,0 ppb ile KC’de, yıkanmamış yapraklarda ise en düşük değer 1.163,3 ppb ile DF’de ve en yüksek değer 22.066,6 ppb ile KC’de elde edilmiştir. Farklı ortamlarda Cu konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13 Cu konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Varyans analizi sonuçlarına göre Cu konsantrasyonunun ortam bazında değişimi bütün türlerde ortam bazındaki istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeydedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde, genel olarak kontrol ortamında elde edilen değerlerin sigara içilen ortamda elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

En düşük değerler DF ve KC’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda, DR ve SP’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda ve YC’de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise DF’de sigara içilen ortamda yıkanan yapraklarda, KC’de sigara içilen ortamda yıkanmayan yapraklarda, SP’de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda, DR ve YC’de ise kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. Cu konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14 Cu konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.8 Fe Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Fe konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.12’de verilmiştir.

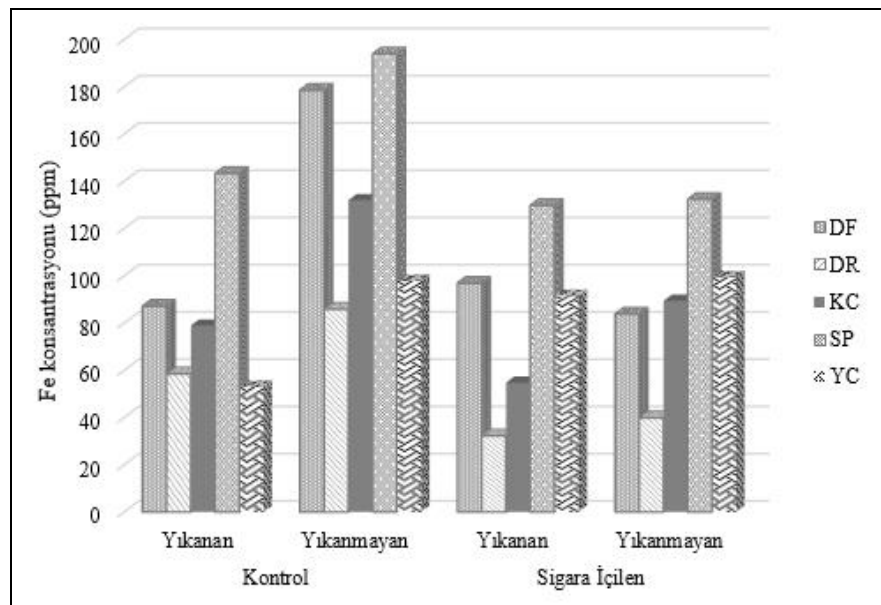
Varyans analizi sonuçlarına göre Fe konsantrasyonunun bütün ortamlarda tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda Fe konsantrasyonunun bütün ortamlarda beş grup oluşturduğu ve her bir türde elde edilen değerlerin ayrı bir grupta yer aldığı görülmektedir.

Tablo 4.12 Fe (ppm) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	87,11 Bd	178,55 Dd	96,86 Cd	83,83 Ab	2.081,9	0,000
DR	58,46 Cb	85,80 Da	32,23 Aa	39,83 Ba	13.285,8	0,000
KC	78,87 Bc	131,95 Dc	54,69 Ab	89,36 Cc	7.181,7	0,000
SP	143,30 Ce	193,92 De	129,78 Ae	132,32 Be	4.675,8	0,000
YC	52,97 Aa	97,79 Cb	91,57 Bc	99,36 Dd	3.426,6	0,000
F Değ.	12.083,7	2.603,1	1.0017,3	17.658,4		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda en düşük değerler YC (52,97 ppm) ve DR'de (58,46 ppm), en yüksek değerler SP (143,30 ppm) ve DF'de (87,11 ppm) elde edilmiştir. Yıkanmayan yapraklarda en düşük değerler DR (85,80 ppm) ve YC'de (97,79 ppm) elde edilirken en yüksek değerler SP (193,92 ppm) ve DF'de (178,55 ppm) ölçölmüştür.

Sigara içilen ortamlarda ise yıkanan yapraklarda en düşük konsantrasyonlar DR (32,23 ppm) ve KC (54,69 ppm), en yüksek konsantrasyonlar SP (129,78 ppm) ve DF'de (96,86 ppm) elde edilmiştir. Aynı ortamda yıkanmayan yapraklarda ise en düşük değerler DR (39,83 ppm) ve DF'de (83,83 ppm) en yüksek değerler ise SP (132,32 ppm) ve YC'de (99,36 ppm) elde edilmiştir. Farklı ortamlarda Fe konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.15'de verilmiştir.

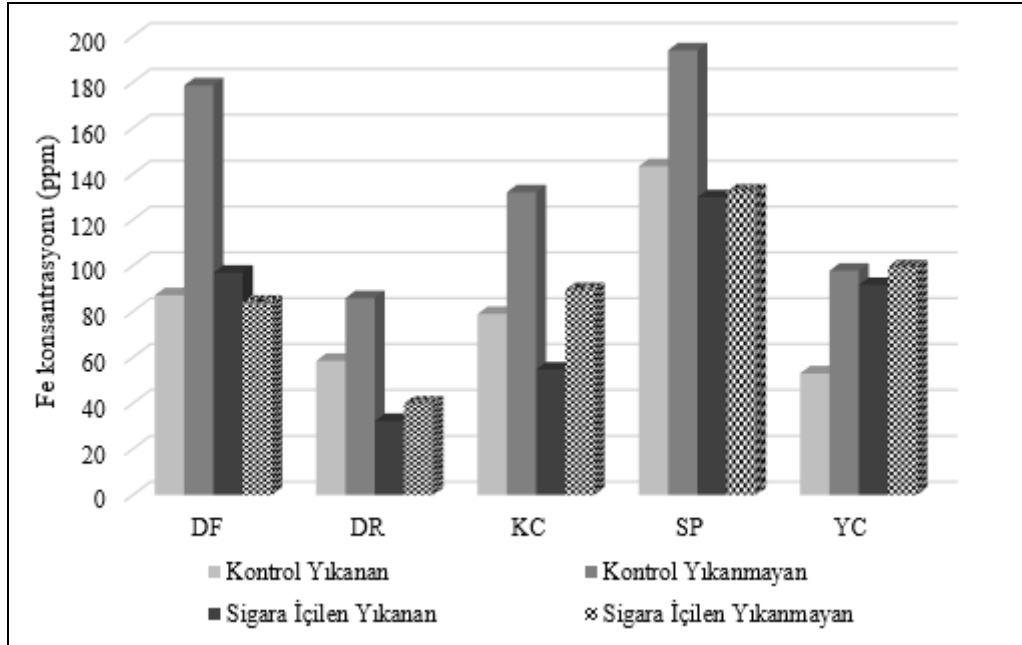


Şekil 4.15 Fe konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Fe konsantrasyonunun bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p<0,001$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde Fe konsantrasyonunun neredeyse bütün türlerde en yüksek konsantrasyonlarının kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edildiği görülmektedir. Ayrıca Duncan testi sonucunda her türde bütün ortamlar ayrı birer grupta yer almış ve bundan dolayı veriler dört grup oluşturmuştur.

En düşük ortalama değerler DR, KC ve SP’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, DF’de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda ve YC’de de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise YC’de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda, diğer türlerde ise kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. DF’de sigara içilen ortamlarda elde edilen değer hariç bütün türlerde yıkanmayan yapraklarda elde edilen değerler yıkanan yapraklarda elde edilen değerlerden daha yüksek düzeydedir.

Fe konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.16 Fe konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.9 Mn Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Mn konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.13 Mn (ppb) konsantrasyonunun değişimi

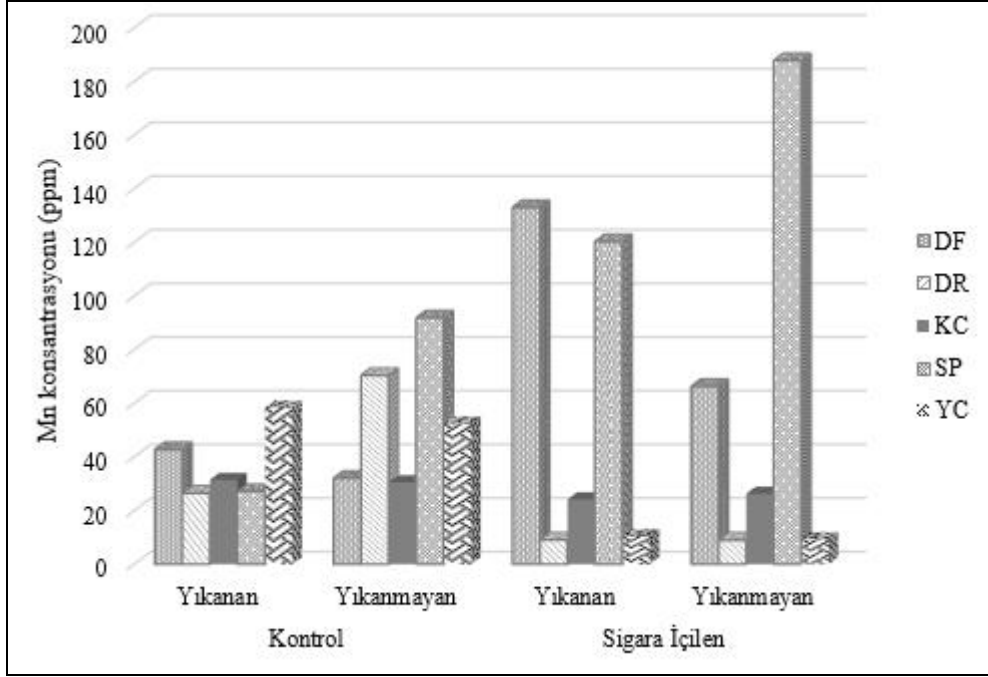
TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	42,75 Bd	32,03 Ab	132,93 De	66,30 Cc	45.030,8	0,000
DR	26,47 Ba	70,37 Cd	9,02 Aa	9,00 Aa	72.347,5	0,000
KC	31,39 Dc	30,47 Ca	24,14 Ac	26,24 Bb	2.557,7	0,000
SP	27,06 Ab	91,79 Be	120,20 Cd	187,76 Dd	24.560,0	0,000
YC	58,29 De	52,41 Cc	10,31 Bb	9,33 Aa	88.135,9	0,000
F Değ.	14.377,8	19.672,5	74.558,7	55.692,0		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Tabloda görüldüğü üzere varyans analizi sonuçlarına göre Mn konsantrasyonunun bütün ortamlarda tür bazında değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Duncan testi sonucunda Mn konsantrasyonunun sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklar dışında bütün ortamlarda beş grup oluşturduğu, sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda ise DR ve YC türlerinin ilk grubu oluşturdukları görülmektedir.

Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda en düşük konsantrasyonlar DR (26,47 ppm) ve SP (27,06 ppm), en yüksek konsantrasyonlar ise YC (58,29 ppm) ve DF (42,75 ppm) elde edilmiştir. Aynı ortamda yıkanmayan yapraklarda ise en düşük değerler KC (30,47 ppm) ve DF (32,03 ppm) en yüksek değerler ise SP (91,79 ppm) ve DR (70,37 ppm) türlerinde elde edilmiştir.

Sigara içilen ortamlarda en düşük Mn konsantrasyonu 9,02 ppm ile DR’de, en yüksek değer 132,93 ppm ile DF’de elde edilirken yıkanmayan yapraklarda en düşük değer 9,00 ppm ile yine DR’de, en yüksek değer ise 187,76 ppm ile SP’de elde edilmiştir. Kontrol ortamında en düşük ve en yüksek değerler arasında çok fazla oranda fark yok iken sigara içilen ortamlarda en düşük ve en yüksek değer arasındaki farkın oldukça

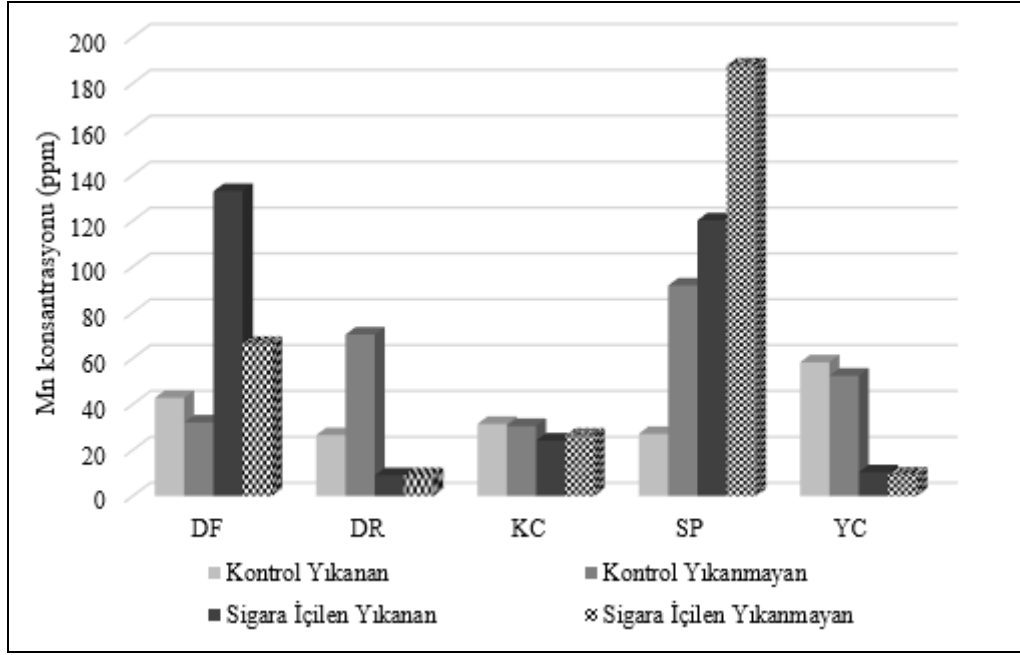
yüksek olması dikkat çekmektedir. Farklı ortamlarda Mn konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17 Mn konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Mn konsantrasyonunun bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde Mn konsantrasyonunun SP ve kısmen de DF’de sigara kullanımına bağlı olarak düzenli şekilde arttığı söylenebilir.

En düşük ortalama değerler DF’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda, SP’de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda, KC’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, DR ve YC’de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise KC ve YC’de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda, DF’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, DR’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda ve SP’de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre Mn konsantrasyonunun izlenmesinde en uygun türün SP olduğu söylenebilir. Mn konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18 Mn konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.10 Zn Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışılan türlerin yapraklarında Zn konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin istatistiki analiz sonuçları ve ortalama değerler Tablo 4.14’de verilmiştir.

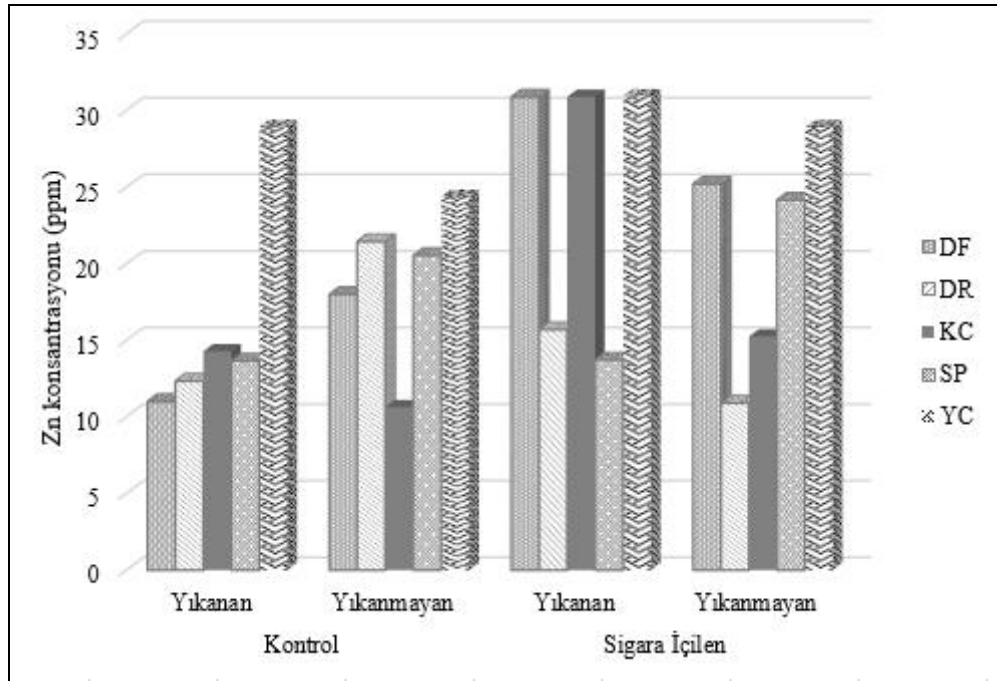
Tablo 4.14 Zn (ppm) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	11,00 Aa	17,99 Bb	30,87 Dc	25,20 Cd	4.186,1	0,000
DR	12,33 Bb	21,44 Dd	15,69 Cb	10,89 Aa	919,6	0,000
KC	14,28 Bd	10,63 Aa	30,89 Dc	15,24 Cb	1.730,4	0,000
SP	13,65 Ac	20,53 Bc	13,71 Aa	24,15 Cc	1.627,4	0,000
YC	28,92 Be	24,36 Ae	30,93 Cc	28,89 Be	188,3	0,000
F Değ.	2.690,6	1.544,8	2.209,6	1.292,4		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Çalışmaya konu türlerin çoğunda olduğu gibi Zn konsantrasyonunun da varyans analizi sonuçlarına göre bütün ortamlarda tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda en düşük Zn konsantrasyonu 11,00 ppm ile DF’de elde edilirken en

yüksek Zn konsantrasyonu 28,92 ppm ile YC’de elde edilmiştir. Kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda en düşük değer 10,63 ppm ile KC’de elde edilirken en yüksek değer 24,36 ppm ile YC’de elde edilmiştir. Kontrol ortamında hem yıkanan hem de yıkanmayan yapraklarda her tür Duncan testi sonucunda ayrı bir grupta yer almış, bundan dolayı beş grup oluşmuştur.

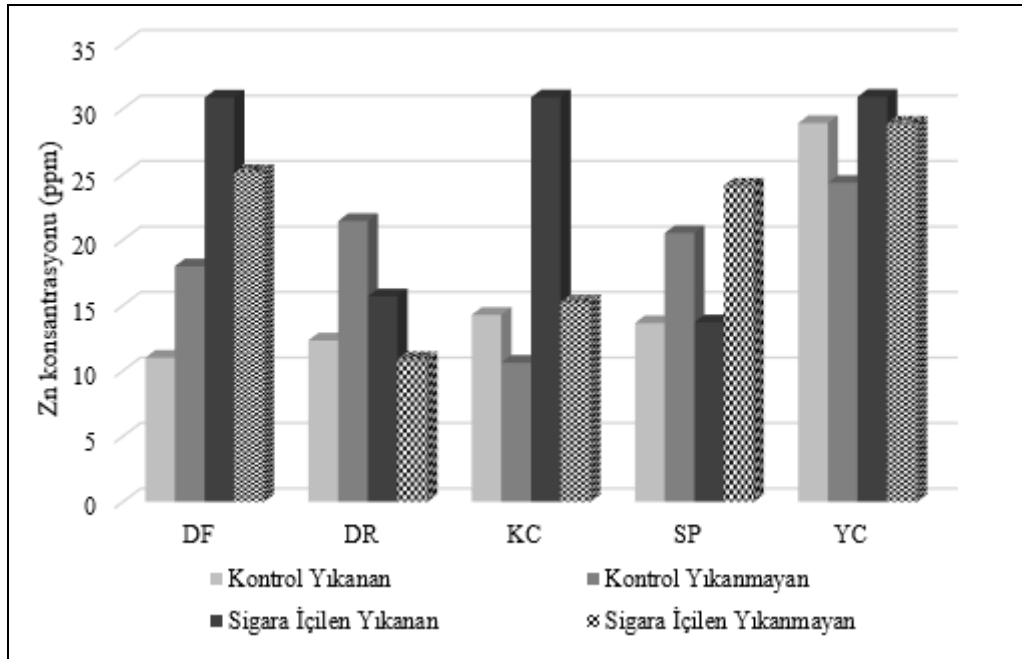
Sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda en düşük Zn konsantrasyonu 13,71 ppm ile SP’de, en yüksek Zn konsantrasyonu 30,89 ppm ile KC’de elde edilirken yıkanmayan yapraklarda en düşük Zn konsantrasyonu 10,89 ppm ile DR’de, en yüksek Zn konsantrasyonu ise 28,89 ppm ile YC’de elde edilmiştir. Farklı ortamlarda Zn konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.19 Zn konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Varyans analizi sonucunda Zn konsantrasyonunun bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde Zn konsantrasyonunun DR dışındaki türlerde kontrol ortamında elde edilen değerlerin, sigara içilen ortamlarda elde edilen değerlerden daha düşük seviyede olduğu görülmektedir.

En düşük ortalama değerler DF ve SP’de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda, KC ve YC’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda, DR’de ise sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise DF, KC ve YC’de sigara içilen ortamda yıkanan yapraklarda, DR’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda ve SP’de ise sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. Zn konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.20 Zn konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.11 V Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden V konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.15’de verilmiştir.

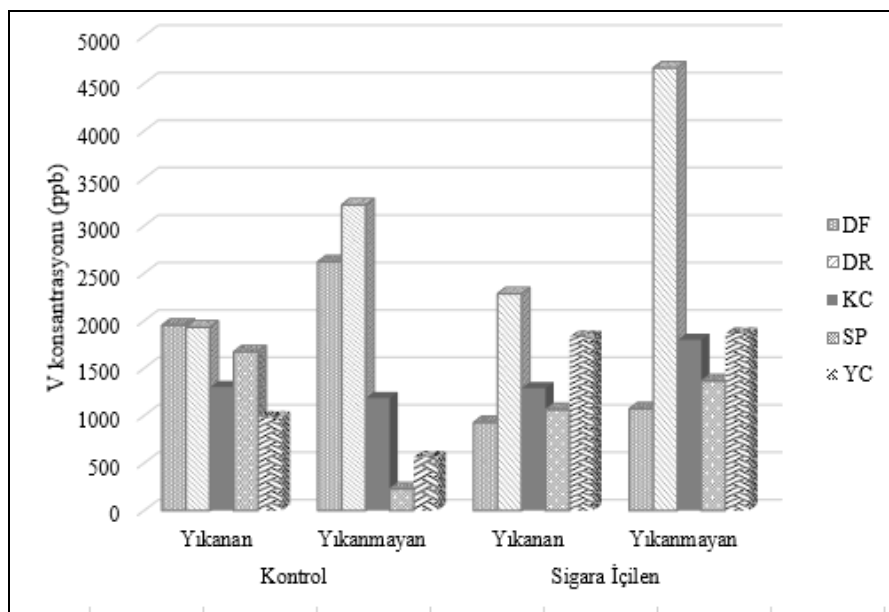
V konsantrasyonunun tür ve ortam bazında değişimi değerlendirildiğinde Varyans analizi sonucunda, çalışmada değerlendirilen birçok elementin aksine hem kontrol hem de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklardaki konsantrasyonlarının tür bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı ( $p>0,05$ ) belirlenmiştir.

Tablo 4.15 V (ppb) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	1.953,8 BC	2.621,2 Cc	927,5 A	1.073,2 ABa	7,001	0,013
DR	1.933,0 A	3.221,6 Bd	2.284,8 A	4.665,1 Cb	20,229	0,000
KC	1301,2	1.184,9 b	1.289,3	1.799,0 a	0,707	0,574
SP	1.673,6 B	227,6 Aa	1.062,2 B	1.365,7 Ba	8,531	0,000
YC	981,6 A	562,5 Aa	1.830,6 B	1.864,2 Ba	8,985	0,006
F Değ.	2,423	115,645	3,016	21,754		
Hata	0,117	0,000	0,071	0,000		

Kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda en dūřuk V konsantrasyonu 227,6 ppb ile SP'de belirlenirken YC'de belirlenen 562,5 ppb konsantrasyonu Duncan testi sonucunda SP ile aynı grupta yer almıřtır. Bu ortamda en yūksək deęer ise 2.621,2 ppb ile DF'de elde edilmiřtir.

Sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda ise en dūřuk deęer 1.073,2 ppb ile DF'de elde edilirken Duncan testi sonucunda DF ile birlikte KC (1.799,0 ppb), SP (1.365,7 ppb) ve YC'de (1.864,2 ppb) aynı grupta yer almıř, sadece en yūksək deęerin elde edildięi DR (4.665,1 ppb) ikinci grupta yer almıřtır. Neredeyse bütūn ortamlarda en yūksək konsantrasyonların DR'de elde edilmiř olması dikkat çekmektedir. Farklı ortamlarda V konsantrasyonunun tūr bazında deęiřimini gōsterir grafik, řekil 4.21'de verilmiřtir.

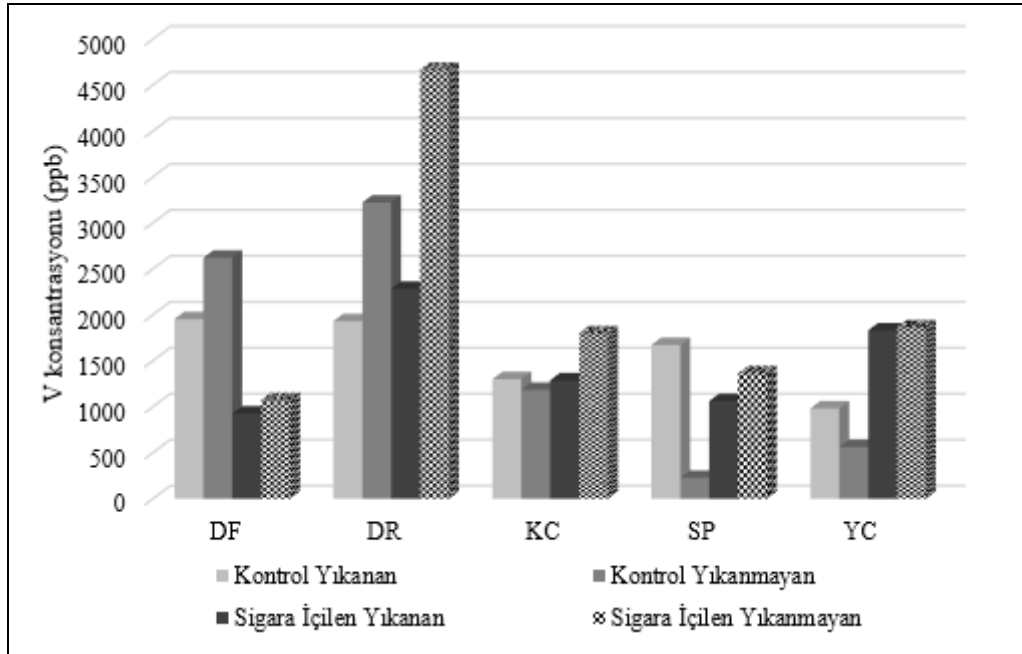


řekil 4.21 V konsantrasyonunun tūr bazında deęiřimi

Varyans analizi sonuçlarına göre V konsantrasyonunun ortam bazında değişimi KC’de istatistiki olarak anlamlı düzeyde değildir ( $p>0,05$ ). Bunun dışındaki türlerde V konsantrasyonunun ortam bazında değişimi DF’de %95 ( $p<0,05$ ), YC’de %99 ( $p<0,01$ ), DR ve SP’de ise %99,9 ( $p<0,001$ ) güven düzeyinde anlamlıdır.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde, genel olarak DF dışındaki türlerde sigara içilen ortamlardaki değerlerin kontrol ortamındaki değerlerden daha yüksek olduğu söylenebilir. Bunun dışında da genel olarak yıkanmayan yapraklardaki V konsantrasyonları da yıkanan yapraklardakinden daha yüksek seviyededir.

En düşük değerler DF’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, DR’de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda elde edilirken KC, SP ve YC’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise DF ve SP dışındaki türlerde sigara içilen ortamda yıkanmayan yapraklarda, DF’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda, SP’de ise kontrol ortamında yıkanan yapraklarda elde edilmiştir. V konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22 V konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.12 Al Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Al konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.16’da verilmiştir.

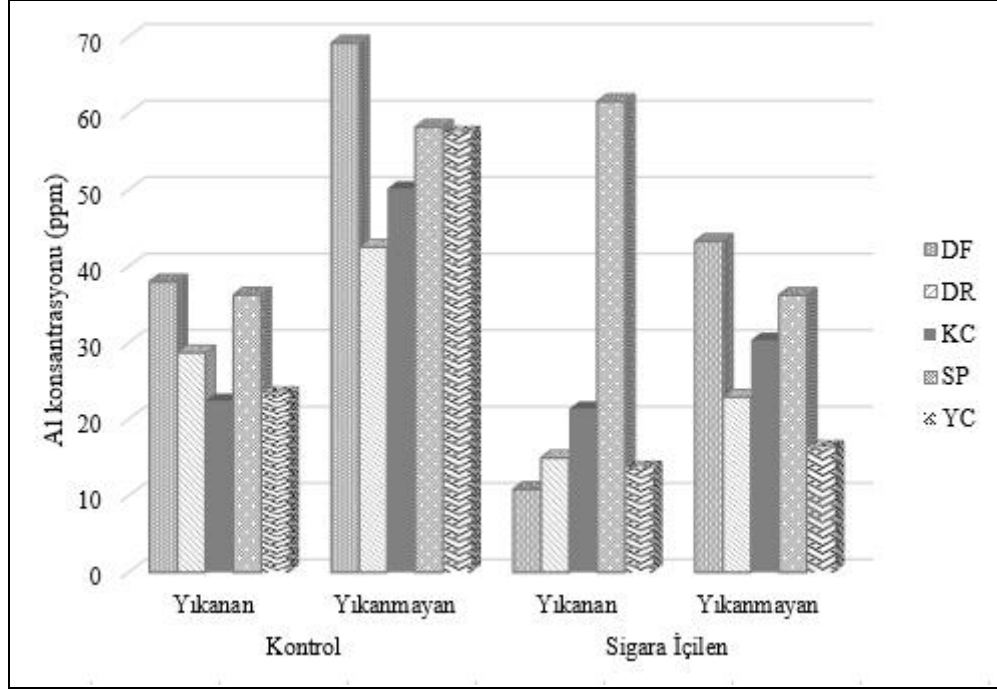
Tablo 4.16 Al (ppm) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	37,97 Bd	69,17 De	10,82 Aa	43,27 Ce	8.884,0	0,000
DR	28,70 Cb	42,52 Da	14,95 Ac	22,91 Bb	4.559,2	0,000
KC	22,41 Aa	50,15 Cb	21,38 Ad	30,35 Bc	1.394,1	0,000
SP	36,27 Ac	58,17 Bd	61,51 Ce	36,23 Ad	3.742,4	0,000
YC	23,38 Ca	57,44 Dc	13,68 Ab	16,34 Ba	31.474,4	0,000
F Değ.	522,362	2.213,849	16.709,105	1.940,685		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Varyans analizi sonuçlarına göre Al konsantrasyonunun bütün ortamlarda tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda Al konsantrasyonunun kontrol ortamında yıkanan yapraklarda dört, diğer bütün ortamlarda beş grup oluşturduğu, kontrol ortamında yıkanan yapraklarda KC ve YC’nin ilk grubu oluşturduğu, diğer ortamlarda ise her bir türde elde edilen değerlerin ayrı bir grupta yer aldığı görülmektedir.

Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda en düşük değerler KC (22,41 ppm) ve YC’de (23,38 ppm), en yüksek değerler DF (37,97 ppm) ve SP’de (36,27 ppm) elde edilmiştir. Yıkanmayan yapraklarda en düşük değerler DR (42,52 ppm) ve KC’de (50,15 ppm) elde edilirken en yüksek değerler DF (69,17 ppm) ve SP’de (58,17 ppm) ölçülmüştür.

Sigara içilen ortamlarda ise yıkanan yapraklarda en düşük konsantrasyonlar DF (10,82 ppm) ve YC (13,68 ppm), en yüksek konsantrasyonlar SP (61,51 ppm) ve KC’de (21,38 ppm) elde edilmiştir. Aynı ortamda yıkanmayan yapraklarda ise en düşük değerler YC (16,34 ppm) ve DR’de (22,91 ppm) en yüksek değerler ise DF (43,27 ppm) ve SP’de (36,23 ppm) elde edilmiştir. Farklı ortamlarda Al konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.23’de verilmiştir.

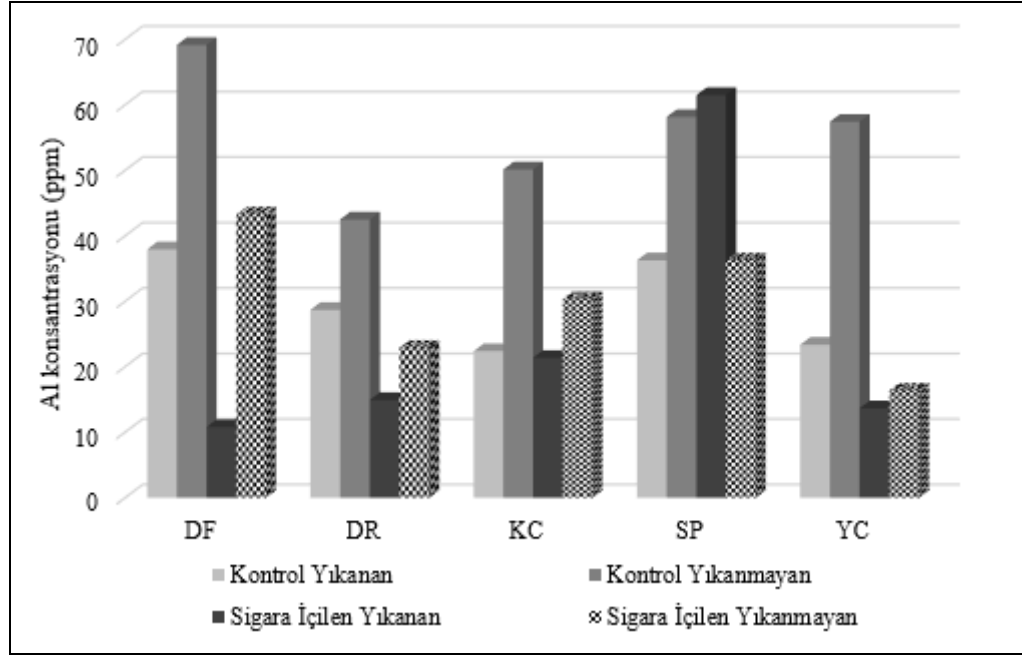


Şekil 4.23 Al konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Al konsantrasyonunun bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde Al konsantrasyonunun neredeyse bütün türlerde en yüksek konsantrasyonlarının kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edildiği görülmektedir. Ayrıca Duncan testi sonucunda DF, DR ve YC’de bütün ortamlar ayrı birer grupta yer almış ve bundan dolayı veriler dört grup oluşturmuştur.

En düşük ortalama değerler SP’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda, diğer türlerde sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise SP’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, diğer türlerde ise kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir.

DF’de sigara içilen ortamlarda elde edilen değer hariç bütün türlerde yıkanmayan yapraklarda elde edilen değerler yıkanan yapraklarda elde edilen değerlerden daha yüksek düzeydedir. Al konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.24’de verilmiştir.



Şekil 4.24 Al konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.13 Na Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Na konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17 Na (ppm) konsantrasyonunun değişimi

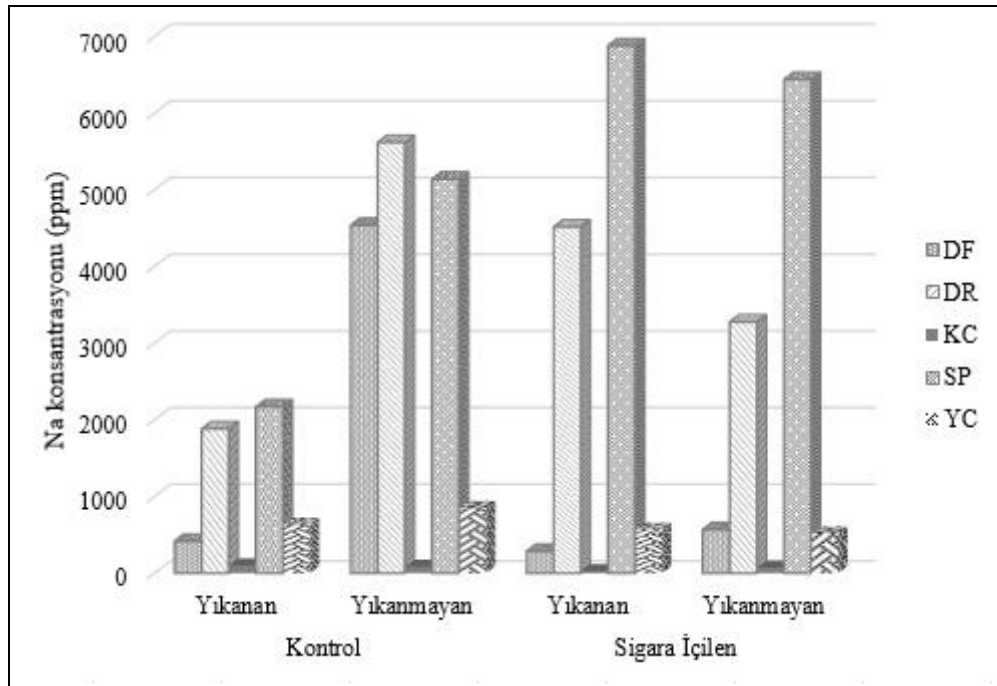
TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	416,8 Bb	4.538,6 Dc	286,3 Ab	569,5 Cc	54.668,5	0,000
DR	1.882,8 Ad	5.619,0 De	4.517,5 Cc	3.278,1 Bd	78.870,2	0,000
KC	100,8 Da	85,1 Ca	26,5 Aa	73,7 Ba	1.512,9	0,000
SP	2.171,3 Ae	5.139,0 Bd	6.876,0 Dd	6.439,2 Ce	3.925,2	0,000
YC	633,6 Bc	851,9 Cb	567,6 Aa	516,8 Ab	22.081,4	0,000
F Değ.	12.145,8	39.874,6	17.790,4	37.079,0		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Tabloda görüldüğü üzere varyans analizi sonuçlarına göre Na konsantrasyonunun bütün ortamlarda tür bazında değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Duncan testi sonucunda Na konsantrasyonunun sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklar dışında bütün ortamlarda beş grup oluşturduğu, sigara içilen

ortamlarda yıkanan yapraklarda ise KC ve YC türlerinin ilk grubu oluşturdukları görülmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde Na konsantrasyonunun değişiminde ortamdan ziyade türün etkili olduğu görülmektedir. Bütün ortamlarda en düşük konsantrasyonlar KC’de, en yüksek konsantrasyonlar ise DR ve SP’de elde edilmiştir. Na konsantrasyonu kontrol ortamında yıkanan yapraklarda 100.8 ppm (KC) ile 2.171,3 ppm (SP9, yıkanmayan yapraklarda 85,1 ppm (KC) ile 5619,0 ppm arasında değişmektedir.

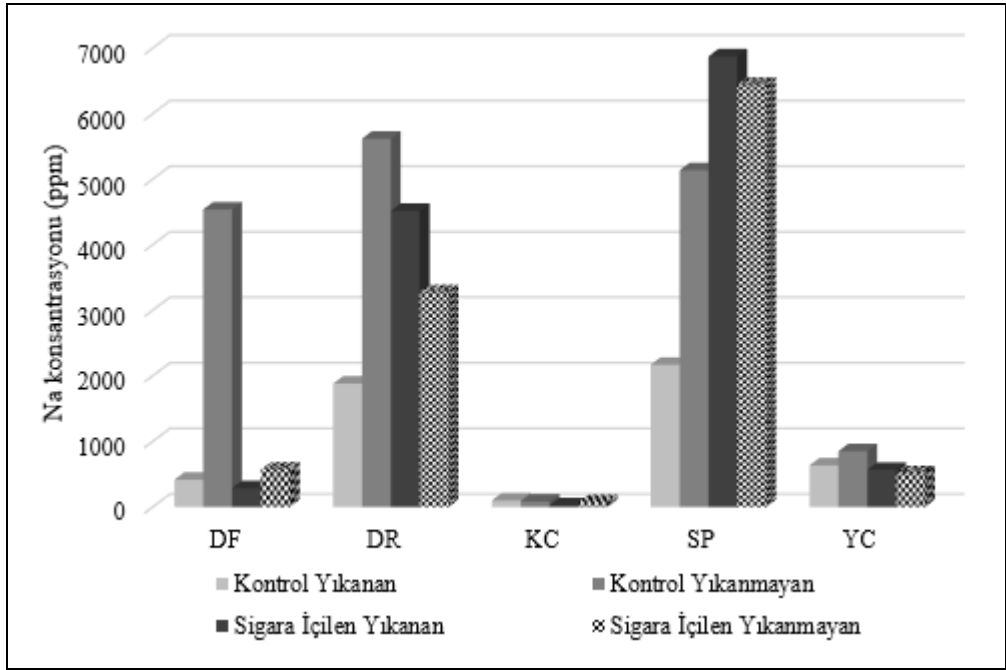
Sigara içilen ortamlarda ise Na konsantrasyonu yıkanan yapraklarda 26,5 ppm (KC) ile 6.876,0 ppm (SP) arasında, yıkanmayan yapraklarda da 73,7 ppm (KC) ile 6.439,2 ppm (SP) arasında değişmektedir. Farklı ortamlarda Na konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.25’de verilmiştir.



Şekil 4.25 Na konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Tablo değerleri incelendiğinde Na konsantrasyonunun bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde Na konsantrasyonunun SP’de sigara kullanımına bağlı olarak düzenli şekilde arttığı söylenebilir.

En düşük ortalama değerler DF ve KC'de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, DR ve SP'de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda ve YC'de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. En ysek değerler ise DF, YC ve DR'de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda, KC'de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda, SP'de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre Na konsantrasyonunun izlenmesinde en uygun türün SP olduğu söylenebilir. Na konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.26'da verilmiştir.



Şekil 4.26 Na konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.14 K Konsantrasyonunun Değişimi

K konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.18'de verilmiştir.

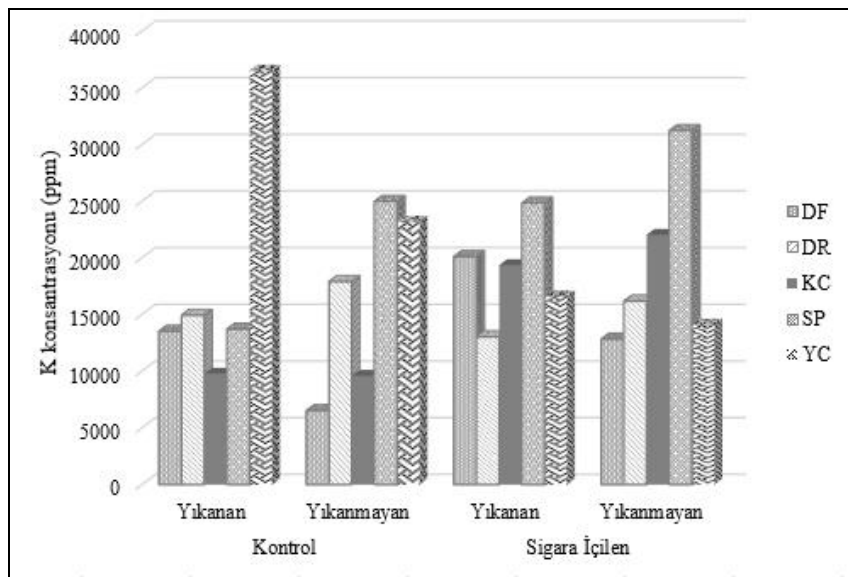
K konsantrasyonunun tür ve ortam bazında değişimi değerlendirildiğinde varyans analizi sonucunda hem bütün ortamlarda tür hem de bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak %99 güven düzeyinde anlamlı ( $p < 0,001$ ) olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde, çalışma kapsamında elde edilen değerlerin 6.521,0 ppm (kontrol

ortamında yıkanmamış DF’de) ile 36.526,4 ppm (kontrol ortamında yıkanmış YC’de) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Tablo 4.18 K (ppm) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	13.527,0 Cb	6.521,0 Aa	20.112,2 Dd	12.823,2 Ba	5.751,8	0,000
DR	14.924,8 Bc	17.906,4 Dc	13.030,4 Aa	16.180,6 Cc	2.756,5	0,000
KC	9.790,8 Ba	9.595,6 Ab	19.357,7 Cc	22.037,0 Dd	13.804,0	0,000
SP	13.709,0 Ab	24.971,8 Be	24.832,8 Be	31.231,3 Ce	7.002,8	0,000
YC	36.526,4 Dd	23.189,4 Cd	16.579,1 Bb	14.109,0 Ab	11.903,8	0,000
F Değ.	20.154,229	13.387,126	2.584,478	20.973,455		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

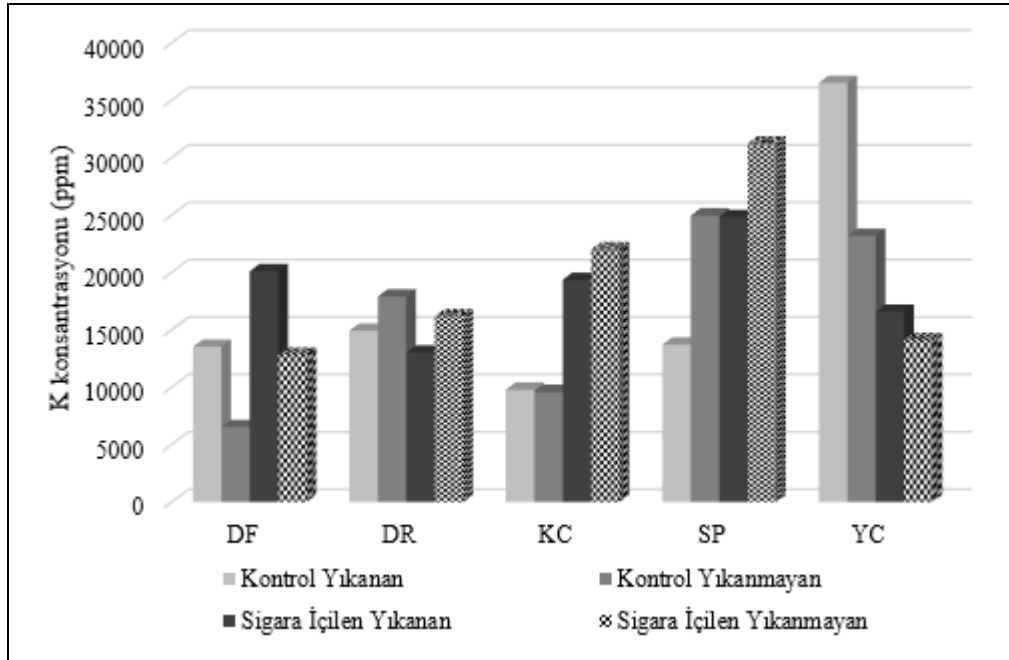
Tür bazında değişimler incelendiğinde kontrol ortamında yıkanmış yapraklarda en düşük değer 9.790,8 ppm ile KC’de, en yüksek değer ise 36.526,4 ppm ile YC’de elde edildiği görülmektedir. Kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda en düşük değer 6.521,0 ppm ile DF’de elde edilirken en yüksek değer 24.971,8 ppm ile SP’de elde edilmiştir. Sigara içilen ortamlarda yıkanmış yapraklarda en düşük değer 13.030,4 ppm ile DR’de, en yüksek değer 24.832,8 ppm ile SP’de elde edilirken yıkanmayan yapraklarda en düşük değer 12.823,2 ppm ile DF’de ve en yüksek değer de 31.231,3 ppm ile SP’de elde edilmiştir. Farklı ortamlarda K konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.27 K konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Ortam bazında K konsantrasyonunun değişimi incelendiğinde ise yine bütün türlerde ortam bazındaki değişimlerin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde genel olarak K konsantrasyonunun sigara ve yıkanmamaya bağlı olarak KC ve SP türlerinde arttığı, YC türünde ise azaldığı görülmektedir. Genel olarak DF ve YC türlerinde yıkanan, KC ve SP türlerinde ise yıkanmayan yapraklardaki K konsantrasyonu daha yüksek düzeydedir.

K konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.28’de verilmiştir.



Şekil 4.28 K konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.15 Ca Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Ca konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.19’da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre Ca konsantrasyonunun da bütün ortamlarda tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu

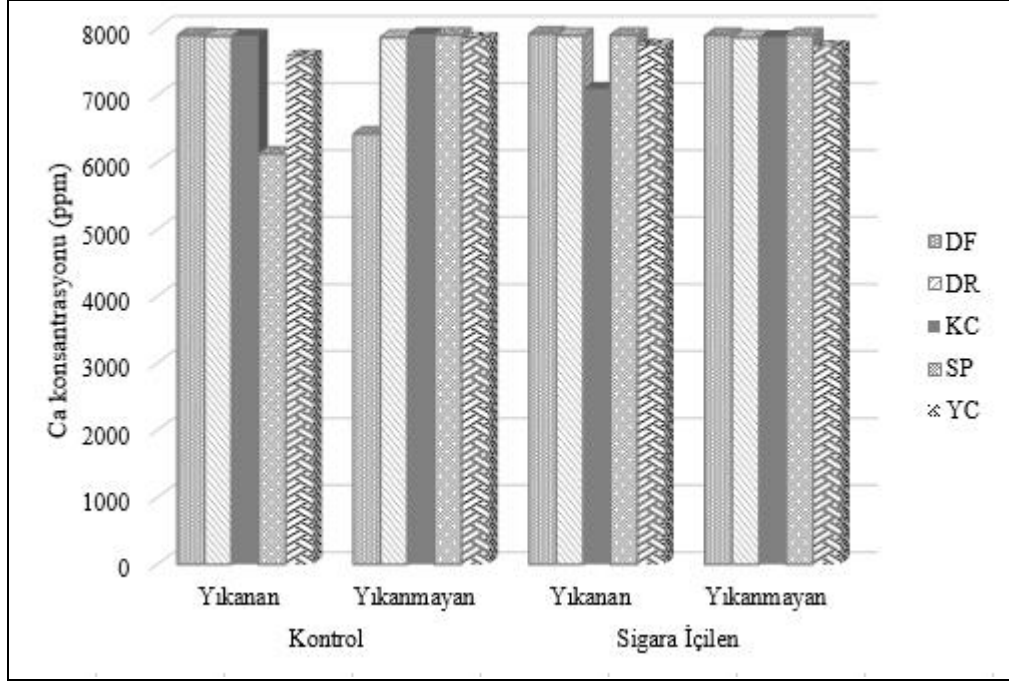
belirlenmiştir. Ancak, değerler incelendiğinde diğer elementlere oranla Ca konsantrasyonunun değişiminin çok daha dar bir aralıkta gerçekleştiği söylenebilir. Duncan testi sonucunda Ca konsantrasyonunun sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda iki, diğer bütün ortamlarda üç grup oluşturduğu görülmektedir.

Tablo 4.19 Ca (ppm) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	7.892,5 Bc	6.423,9 Aa	7.914,8 Bc	7.891,9 Bb	1.706,7	0,000
DR	7.881,0 Bc	7.865,4 Abc	7.891,5 Cc	7.860,1 Ab	60,2	0,000
KC	7.891,9 Bc	7.916,3 Bc	7.095,9 Aa	7.869,3 Bb	252,1	0,000
SP	6.126,5 Aa	7.899,6 Bbc	7.897,0 Bc	7.895,8 Bb	32.206,0	0,000
YC	7.579,4 Ab	7.844,8 Cb	7.739,6 Bb	7.721,4 Ba	64,7	0,000
F Değ.	10.219,514	1.485,328	259,765	45,015		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda en düşük değerler SP (6.126,5 ppm) ve YC’de (7.579,4 ppm) elde edilirken bu iki değer Duncan testi sonucunda ayrı birer grup oluşturmuştur. En yüksek değerler ise DF (7.892,5 ppm), KC (7.891,9 ppm) ve DR’de (7.881,0 ppm) elde edilmiş olup bu üç değer aynı grupta yer almıştır. Yıkanmayan yapraklarda en düşük değer DF (6.423,9 ppm)’de elde edilirken en yüksek değer KC’de (7.916,3 ppm) elde edilmiş ancak DR (7.865,4 ppm) ve SP’de (7.899,6 ppm) elde edilen değerler de son grupta yer almıştır.

Sigara içilen ortamlarda ise yıkanan yapraklarda en düşük konsantrasyonlar KC (7.095,9 ppm) ve YC (7.739,6 ppm), en yüksek konsantrasyonlar DF (7.914,8 ppm), SP (7.897,0 ppm) ve DR’de (7.891,5 ppm) elde edilirken en yüksek değerlerin elde edildiği üç tür Duncan testi sonucunda aynı grupta yer almıştır. Sigara içilen ortamda yıkanmayan yapraklarda ise en düşük değer YC’de (7.721,4 ppm) elde edilirken bu değer Duncan testi sonucunda ilk grupta yer almış, diğer bütün türler ise ikinci grubu oluşturmuştur. Farklı ortamlarda Ca konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.29’da verilmiştir.

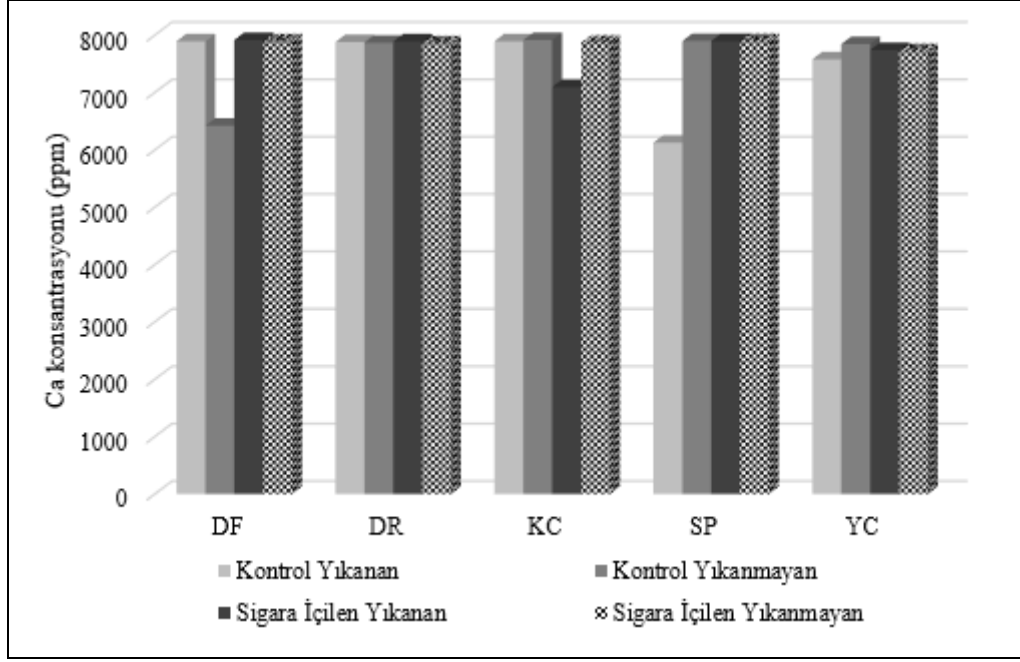


Şekil 4.29 Ca konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Ca konsantrasyonunun bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde Ca konsantrasyonunun neredeyse bütün türlerde ve bütün ortamlarda birbirine çok yakın değerlerde olduğu görülmektedir.

En düşük değerler SP’de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda (6.126,5 ppm), DF’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda (6.423,9 ppm) ve KC’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda elde edilmiş olup bunların dışındaki bütün değerler birbirine son derece yakın olup aralarındaki fark %10’dan daha düşük seviyededir.

Ca konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.30’da verilmiştir.



Şekil 4.30 Ca konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.16 Mg Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden Mg konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistik analiz sonuçları Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20 Mg (ppm) konsantrasyonunun değişimi

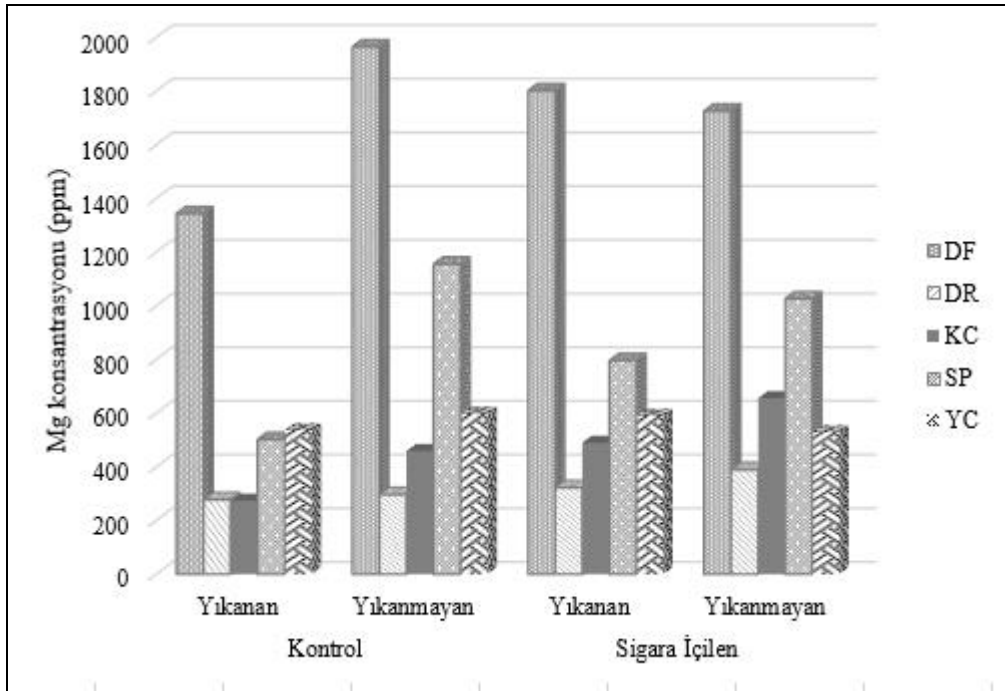
TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	1.343,9 Ad	1.964,8 De	1.801,0 Ce	1.726,0 Be	1.804,2	0,000
DR	277,4 Aa	296,8 Ba	322,5 Ca	389,3 Da	515,4	0,000
KC	273,8 Aa	458,6 Bb	490,1 Cb	656,0 Dc	4.854,8	0,000
SP	501,6 Ab	1.155,4 Dd	796,0 Bd	1.026,0 Cd	4.327,4	0,000
YC	536,2 Ac	597,6 Bc	590,1 Bc	528,7 Ab	191,5	0,000
F Değ.	13.690,051	18.638,942	42.610,549	24.080,098		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Varyans analizi sonuçlarına göre Mg konsantrasyonunun bütün ortamlarda tür bazında değişiminin istatistik olarak %99,9 güven düzeyinde ( $p < 0,001$ ) anlamlı olduğu görülmektedir. Duncan testi sonucunda Mg konsantrasyonunun kontrol ortamında

yıkanmayan yapraklar dışında bütün ortamlarda beş grup oluşturduğu ve her bir türde elde edilen değerlerin ayrı bir grupta yer aldığı görülmektedir.

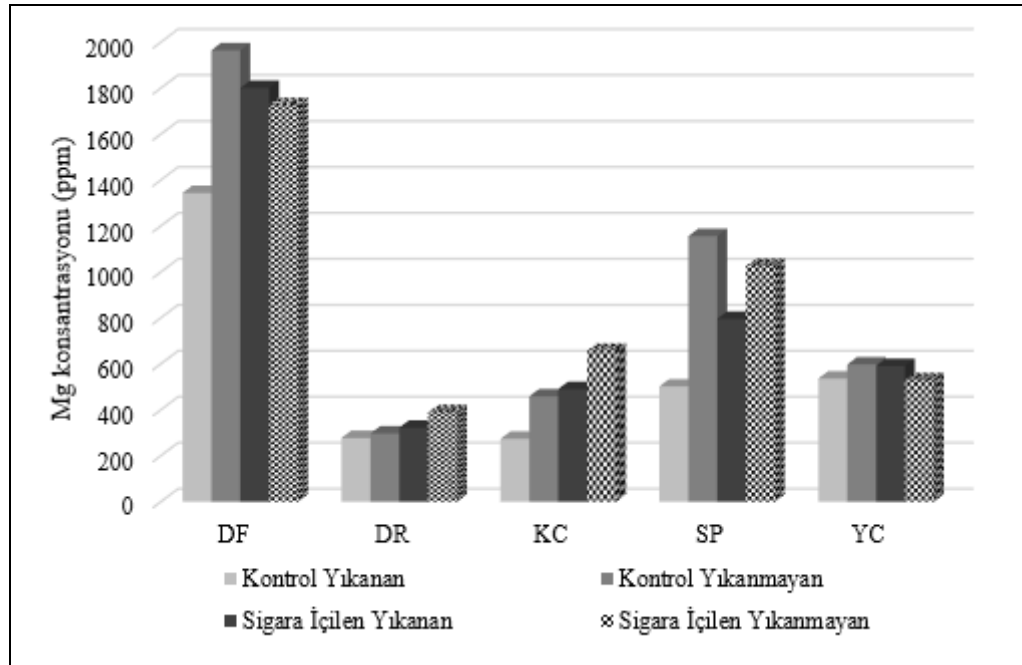
Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda en düşük değerler KC (273,8 ppm) ve DR'de (277,4 ppm), en yüksek değerler DF (1.343,9 ppm) ve YC'de (536,2 ppm) elde edilmiştir. Yıkanmayan yapraklarda en düşük değerler DR (296,8 ppm) ve KC'de (458,6 ppm) elde edilirken en yüksek değerler DF (1.964,8 ppm) ve SP'de (1.155,4 ppm) ölçülmüştür.

Sigara içilen ortamlarda ise yıkanan yapraklarda en düşük konsantrasyonlar DR (322,5 ppm) ve KC (490,1 ppm), en yüksek konsantrasyonlar DF (1.801,0 ppm) ve SP'de (796,0 ppm) elde edilmiştir. Aynı ortamda yıkanmayan yapraklarda ise en düşük değerler yine DR (389,3 ppm) ve YC'de (528,7 ppm) en yüksek değerler ise DF (1.726,0 ppm) ve SP'de (1.026,0 ppm) elde edilmiştir. Tablo değerleri incelendiğinde neredeyse bütün ortamlarda Mg konsantrasyonunun tür bazında DR<KC<YC<SP<DF sırasıyla değiştiği görülmektedir. Farklı ortamlarda Mg konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.31'de verilmiştir.



Şekil 4.31 Mg konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Varyans analizi sonucunda Mg konsantrasyonunun bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde Mg konsantrasyonunun kontrol ortamında bütün türlerde, sigara içilen ortamlarda da DF ve YC dışındaki türlerde yıkanmayan yapraklardaki konsantrasyonları yıkanan yapraklardakinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun dışında çok yüksek düzeyde bir fark bulunmasa da genel olarak sigara içilen ortamlardaki Mg konsantrasyonlarının kontrol ortamındakinden daha yüksek olduğu söylenebilir. Mg konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.32’de verilmiştir.



Şekil 4.32 Mg konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.17 P Konsantrasyonunun Değişimi

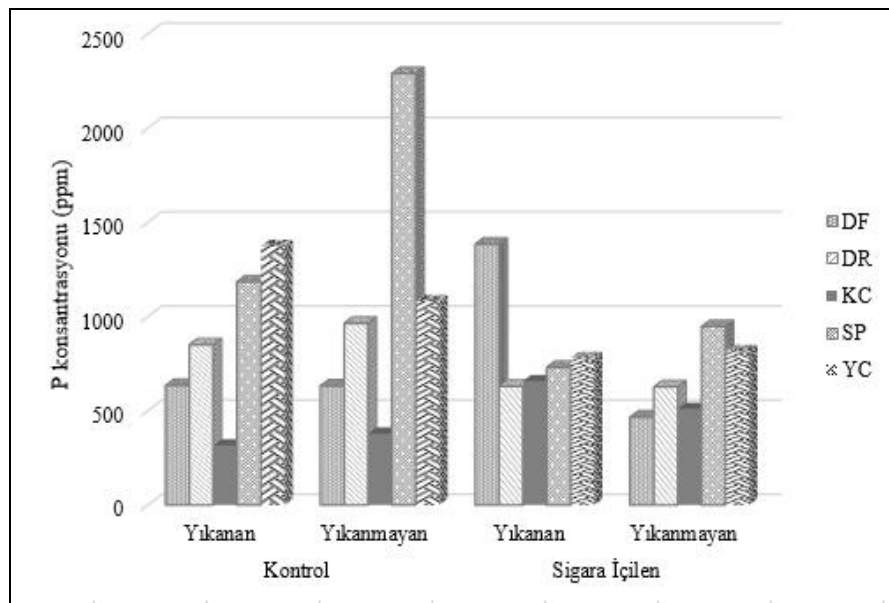
Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden bir diğeri olan P konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.21 P (ppm) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	634,0 Bb	631,8 Bb	1.384,4 Ce	466,8 Aa	50.618,4	0,000
DR	850,6 Bc	964,3 Cc	629,4 Aa	627,0 Ac	2.225,2	0,000
KC	316,7 Aa	379,2 Ba	657,8 Db	511,1 Cb	5.246,7	0,000
SP	1.184,8 Cd	2.290,2 De	730,8 Ac	947,3 Be	13.395,6	0,000
YC	1.374,1 De	1.082,1 Cd	780,0 Ad	817,9 Bd	10.337,8	0,000
F Değ.	6.159,645	54.304,935	13.910,417	8.659,369		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Tabloda görüldüğü üzere varyans analizi sonuçlarına göre P konsantrasyonunun bütün ortamlarda tür bazında değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ( $p < 0,001$ ) anlamlıdır. Duncan testi sonucunda P konsantrasyonunun bütün ortamlarda tür bazında beş grup oluşturduğu ve böylece her bir türün ayrı bir grubu oluşturduğu görülmektedir.

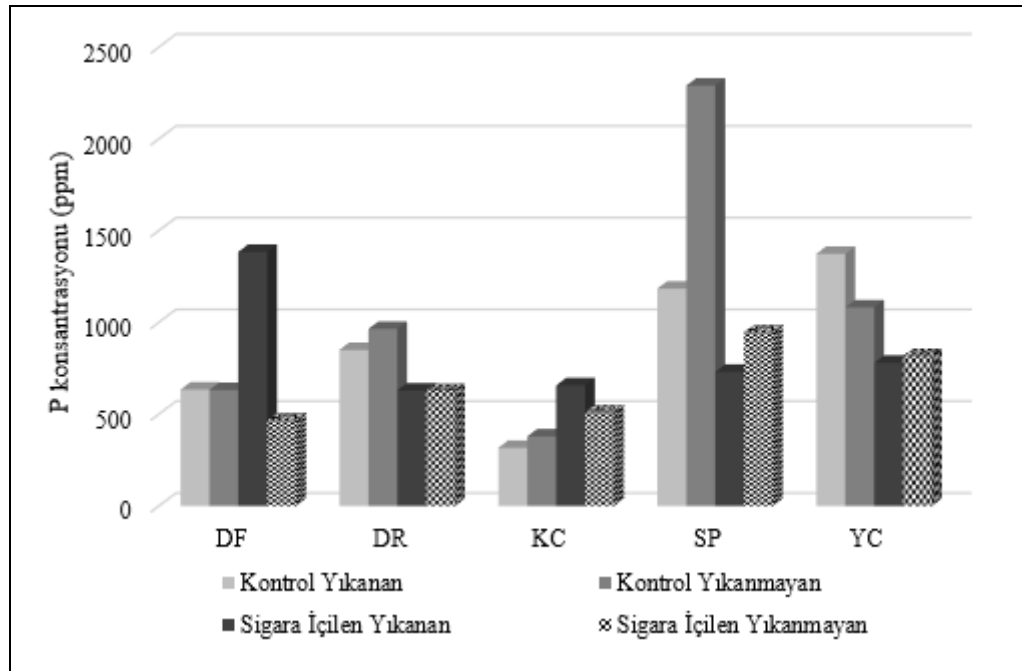
Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda P konsantrasyonları 316,7 ppm (KC) ile 1374,1 ppm (YC) arasında, yıkanmayan yapraklarda ise 379,2 ppm (KC) ile 2.290,2 ppm (SP) arasında değiştiği belirlenmiştir. Sigara içilen ortamlarda ise yıkanan yapraklarda 629,4 ppm (DR) ile 1.384,4 ppm (DF) arasında, yıkanmayan yapraklarda da 466,8 ppm (DF) ile 947,3 ppm (SP) arasında değişmektedir. Farklı ortamlarda P konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.33'de verilmiştir.



Şekil 4.33 P konsantrasyonunun tür bazında değişimi

P konsantrasyonunun bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde P konsantrasyonunun ortam bazında DF ve DR’de üç, diğer türlerde dört grup oluşturduğu görülmektedir. DF’de kontrol ortamındaki değerler, DR’de ise sigara içilen ortamdaki değerler aynı gruplarda yer almış, diğer türlerde her bir ortam ayrı bir grup oluşturmuştur.

En düşük ortalama değerler DF ve DR’de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda, SP ve YC’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, KC’de ise kontrol ortamında yıkanan yapraklarda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise DF ve KC’de sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda, DR ve SP’de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda, YC’de ise kontrol ortamında yıkanan yapraklarda elde edilmiştir. P konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.34’de verilmiştir.



Şekil 4.34 P konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

#### 4.3.18 B Konsantrasyonunun Değişimi

Çalışılan türlerin yapraklarında B konsantrasyonunun farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak, farklı ortam ve yıkanma durumlarında da türe bağlı olarak

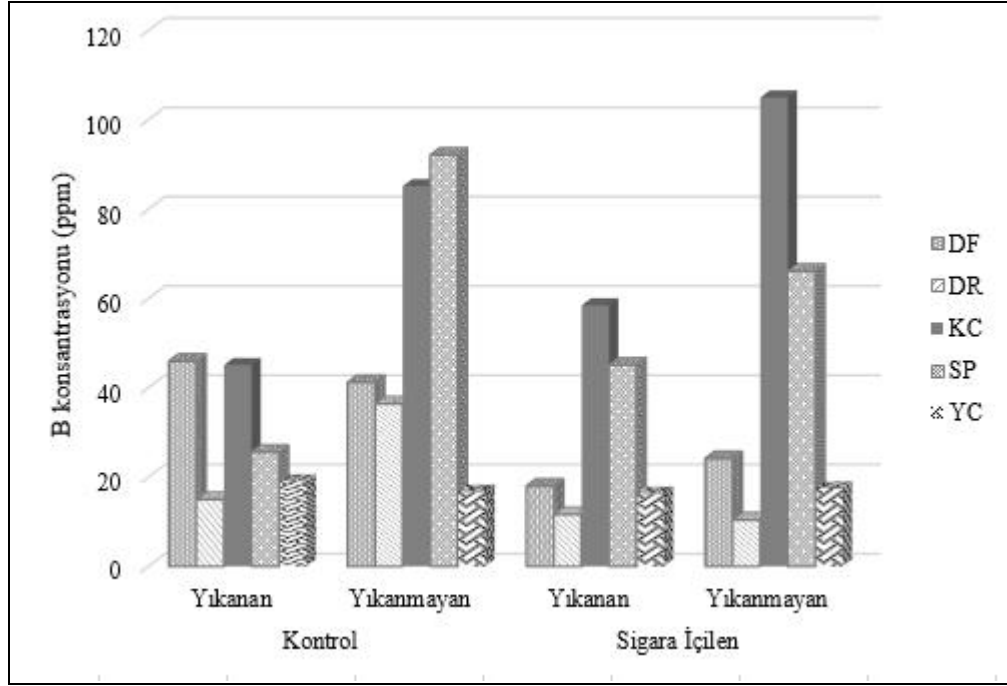
değişimine ilişkin istatistiki analiz sonuçları ve ortalama değerler Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.22 B (ppm) konsantrasyonunun değişimi

TÜR	Kontrol		Sigara İçilen		F Değ.	Hata
	Yık.	Yıkm.	Yık.	Yıkm.		
DF	45,94 De	41,20 Cc	17,99 Ac	24,12 Bc	42.739,8	0,000
DR	14,96 Ca	36,37 Db	11,59 Ba	10,38 Aa	43.162,5	0,000
KC	45,06 Ad	85,16 Cd	58,44 Be	105,01 De	5.302,5	0,000
SP	25,55 Ac	92,13 De	45,07 Bd	66,07 Cd	10.912,7	0,000
YC	19,02 Db	16,74 Ba	16,31 Ab	17,41 Cb	86,424	0,000
F Değ.	3.492,979	17.213,129	10.976,03	61.768,816		
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000		

Çalışmaya konu türlerin çoğunda olduğu gibi B konsantrasyonunun da varyans analizi sonuçlarına göre bütün ortamlarda tür bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Kontrol ortamında yıkanan yapraklarda en düşük B konsantrasyonu 14,96 ppm ile DR’de elde edilirken en yüksek B konsantrasyonu 45,94 ppm ile DF’de elde edilmiştir. Kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda en düşük değer 16,74 ppm ile YC’de elde edilirken en yüksek değer 92,13 ppm ile SP’de elde edilmiştir. Kontrol ortamında hem yıkanan hem de yıkanmayan yapraklarda her tür Duncan testi sonucunda ayrı bir grupta yer almış, bundan dolayı beş grup oluşmuştur.

Sigara içilen ortamlarda yıkanan yapraklarda en düşük B konsantrasyonu 11,59 ppm ile DR’de, en yüksek B konsantrasyonu 58,44 ppm ile KC’de elde edilirken yıkanmayan yapraklarda en düşük B konsantrasyonu 10,38 ppm ile DR’de, en yüksek B konsantrasyonu ise 105,01 ppm ile KC’de elde edilmiştir. Kontrol ortamında olduğu gibi sigara içilen ortamlarda da hem yıkanan hem de yıkanmayan yapraklarda her tür Duncan testi sonucunda ayrı bir grupta yer almış, bundan dolayı beş grup oluşmuştur. Farklı ortamlarda B konsantrasyonunun tür bazında değişimini gösterir grafik, Şekil 4.35’de verilmiştir.

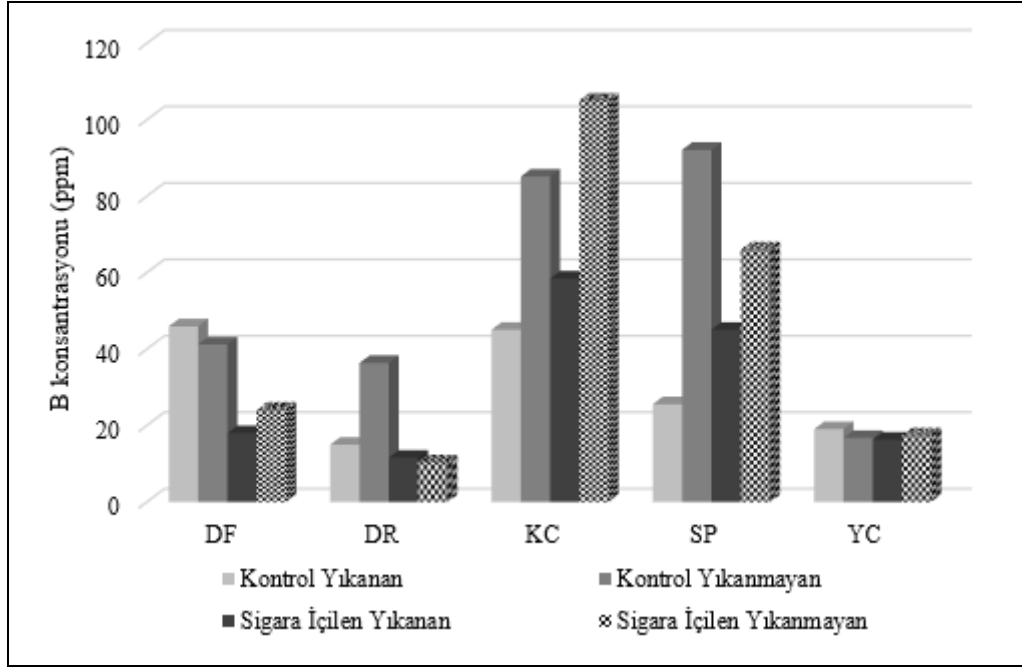


Şekil 4.35 B konsantrasyonunun tür bazında değişimi

Varyans analizi sonucunda B konsantrasyonunun bütün türlerde ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde B konsantrasyonunun DF ve YC'nin kontrol ortamındaki yaprakları dışında bütün ortamlarda yıkanan yapraklardaki konsantrasyonlarının yıkanmayan yapraklardaki konsantrasyonlardan daha düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.

En düşük ortalama değerler DF ve YC'de sigara içilen, KC ve SP'de ise kontrol ortamındaki yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise DF ve YC'de kontrol ortamında yıkanan yapraklarda, DR ve SP'de kontrol ortamında yıkanmayan yapraklarda ve KC'de de sigara içilen ortamda yıkanmayan yapraklarda elde edilmiştir.

B konsantrasyonunun çalışmaya konu türlerde ortam bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.36'da verilmiştir.



Şekil 4.36 B konsantrasyonunun ortam bazında değişimi

## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında Cd, Cr, Pb, Ni, Co, Ba, Cu, Fe, Mn, Zn, V, Al, Na, K, Ca, Mg, P ve B elementlerinin beş farklı iç mekân bitkisinde tür ve ortama bağlı değişimi incelenmiştir. Tür bazında yapılan değerlendirmelerde Varyans analizi sonucunda Co ve Ca elementlerinin tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı ( $p>0,05$ ) belirlenmiştir. En yüksek konsantrasyonlar Cd, Pb, Ni ve Zn’de YC türünde, Cr, V ve Ba’da DR türünde, Cu ve B’de KC türünde, Fe, Al, Mn, Na, K ve P’de SP türünde, Mg’de ise DF türünde elde edilmiştir.

Genel olarak yapılan çalışmalarda ağır metal birikiminin değişiminde en önemli faktörlerin başında bitki türü geldiği belirtilmektedir. Aynı ortamda yetişen bitkiler üzerinde yapılan çalışmalarda ağır metal konsantrasyonlarının tür bazında önemli ölçüde değiştiği hatta bu farkın bazı türler arasında onlarca kat olabildiği belirtilmektedir. Sevik vd., (2019a) trafiğin olmadığı alanlarda Ni konsantrasyonunun ortalama olarak *Fraxinus excelsior* yapraklarında 1.504,8 ppb düzeyinde iken *Acer platanoides* yapraklarında 93,6 ppb düzeyinde olduğunu belirlemişlerdir. Trafik yoğun olduğu alanlarda da *Acer platanoides*’de 1.050,6 ppb düzeyinde olan Ni konsantrasyonunun *Aesculus hippocatanum*’da 36.845,6 ppb düzeyinde olduğu belirtilmiştir.

Turkyilmaz vd., (2020) ortalama Cd konsantrasyonunun *Sophora japonica*’da 4,737 ppb düzeyinde iken *Salix babylonica*’da 84,935 ppb düzeyinde olduğunu, *Salix babylonica*’da 14,084 ppm düzeyinde olan Zn konsantrasyonunun da *Aesculus hippocatanum*’da 1,540 ppm düzeyinde olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde çok sayıda çalışmada da ağır metallerin tür bazında büyük ölçüde değişebildiği vurgulanmıştır (Turkyilmaz vd., 2018a,b; Mossi, 2018).

Ortam bazında ortalama değerlere göre yapılan değerlendirmelerde ise Cd, Cr, Pb, Cu, Mn, V, K, Ca, Mg ve P’nin ortam bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı ( $p>0,05$ ) belirlenmiştir. Duncan testi sonucu oluşan gruplar ve ortalama değerlere göre Ni ve Zn elementlerinin sigara içilen ortamlarda, Co, Fe, Al

ve B elementlerinin yıkanmayan yapraklarda, Ba elementinin kontrol ortamında daha yüksek konsantrasyonlarda olduğu tespit edilmiştir.

Ancak, ortalama değerlere göre yorum yapmak yerine tür bazında değişimleri de dikkate alarak element konsantrasyonlarının farklı türlerde ortam ve yıkanma durumuna bağlı olarak değişimlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesinin daha doğru olacağı düşünülmektedir. Bu şekilde yapılan değerlendirmeler sonucunda genel olarak Cd ve Cr konsantrasyonlarının SP ve DF'de sigara içilen ortamlarda, kontrol ortamında elde edilen değerlerden daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bütün türlerde sigara içilen ortamlardaki Mg konsantrasyonlarının kontrol ortamındakinden daha yüksek olduğu, V ve Ni konsantrasyonlarının da DF dışındaki türlerde sigara içilen ortamlarda daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda sigaranın pek çok ağır metalin kaynağı olabildiği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar, tütünün, başta Cd ve Pb olmak üzere birçok ağır metalin önemli bir kaynağı olduğunu doğrulamaktadır. Farklı sigara markalarından bir paket yani 20 sigaranın içilmesi sonucunda solunan Cd miktarının 1,40–2,70 µg civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu değer İngiltere sigaralarında 1,32–2,64 µg ve Kore sigaralarında 1,54– 3,08 µg olarak hesaplanmıştır (Ashraf, 2012). Ürdün'de üretilen sigaralarda Cd konsantrasyonunun 2,64 µgg<sup>-1</sup> ve Pb konsantrasyonunun 2,67 µgg<sup>-1</sup> düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Massadeh vd., 2005).

Sigaraların içerdiği ağır metal miktarlarının da büyük oranda değişiklik gösterebildiği belirtilmektedir. Bir çalışmada, Çin'de üretilen sigaralardaki ağır metal miktarlarının Kanada'da üretilen markalarda bulunan ağır metal miktarının yaklaşık üç katı olduğu belirlenmiştir. Sigarada bulunan Cd ve Pb'nin sırasıyla ortalama %2,0 ve %5,8'inin ana dumana geçtiği tespit edilmiştir. Ana dumana geçen 20 sigaranın içerdiği Cd miktarları ortalama 0,48 µg ile 0,22 ile 0,78 µg arasında değiştiği, ortalama olarak akış dumanındaki tahmini Pb miktarının 2,4 (0,97–1,87) µg olduğu hesaplanmıştır (Ashraf, 2012).

Sigaradaki Cd konsantrasyonunun 1-3 µgg<sup>-1</sup> ve Pb konsantrasyonunun 1-2 µgg<sup>-1</sup> arasında değiştiği genel olarak kabul edilmektedir (Watanabe, 1987; Kalcher vd., 1993). Filtreli sigaralarda Cd ve Pb konsantrasyonlarının sırasıyla 1,7 ve 2,4 µgg<sup>-1</sup>

olduğu bildirilmiştir. Tütün içimi, genel popülasyonda Cd maruziyetinin en önemli kaynağıdır. Ortalama olarak sigaralar 1-2 µg Cd içermektedir. Günde 20 sigara içen bir kişinin günde yaklaşık 1 µg Cd aldığı tahmin edilebilir. Karşılaştırma için, ortam havasındaki Cd konsantrasyonunun genellikle 5ng / m<sup>3</sup>'ün altında olduğu ve çoğu durumda hava kaynaklı 0,01 µg Cd'den daha azının günlük olarak akciğerlerde emildiği söylenebilir (Lin, 1992).

Pb ve Cd seviyeleri daha yüksek olan topraklarda yetiştirilen tütün, tütün laminasında buna bağlı olarak daha yüksek seviyelere sahiptir. Bu nedenle, benzer katran dağıtımlarına sahip sigara markaları, tütünün nerede yetiştirildiğine ve filtreli olup olmamasına bağlı olarak farklı seviyelerde ağır metal içerebilmektedir (Pappas vd., 2007).

Suudi Arabistan'da yapılan bir çalışmada incelenen markaların bir paket 20 sigarasından solunan Pb miktarının 1,98-3,37 µg olduğu tahmin edilmektedir ve bu değerin İngiltere sigaralarına (0,22-0,65 µg) göre yaklaşık 4 kat ve Kore'den 3,5 kat daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Günde 20 sigara içilmesinin 2–4µg Cd ve 1–5µg Pb ve hatta daha fazla inhalasyonla sonuçlandığı tahmin edilmektedir (Massadeh vd., 2005; Ashraf, 2012).

Sigaralardaki ağır metal konsantrasyonları arasındaki farklılıkların tütünün yetiştiği topraktaki ağır metal içeriğine, tütün türüne, büyüme koşullarına ve tütün işleme sürecine bağlı olarak değiştiği belirtilmektedir (Massadeh vd., 2005; Ashraf, 2012). Sonuçta tütün de bir bitkidir ve bitkilerin morfolojik, anatomik, yapısal ve fizyolojik neredeyse bütün karakterlerinin genetik yapı ile evre koşullarının etkileşimi altında şekillendiği bilinmektedir (Turna vd., 2009; Sevik vd., 2011; Hrivnak vd., 2017; Topacoglu vd., 2017; Yigit vd., 2019).

Farklı bitki türleri üzerinde yapılan çok sayıda çalışmada bitki yapısının da genetik yapı (Turna vd., 2010; Sevik, 2012; Sevik ve Topacoglu, 2015; Yigit vd., 2016a,b) ile toprak besin içeriği, toprak yapısı gibi edafik (Kravkaz Kuscu vd., 2018a,b; Ozel vd., 2021a) ve ışık, sıcaklık, yağış gibi iklimik (Cetin ve Sevik, 2016a,b,c; Sevik vd., 2017a; Cetin vd., 2018a,b; Ertugrul vd., 2019; Ozkazanc vd., 2019; Ozel vd., 2020; Sevik vd., 2021a,b) faktörlerin etkisiyle şekillendiği belirtilmektedir. Ayrıca bunlara

ek olarak kuraklık (Sevik ve Cetin, 2015; Sevik ve Ertürk, 2015; Topacoglu vd., 2016a), don (Sevik ve Karaca, 2016), radyasyon (Ozel vd., 2021b,c) ve kirlilik (Sevik vd., 2018; Türkyılmaz vd., 2018; Sert vd., 2019; Savas vd., 2021) gibi stres faktörleri ile hormon uygulamaları (Sevik vd., 2015; Topacoglu vd., 2016b; Sevik ve Cetin, 2016a,b; Guney vd., 2016a,b), gölgeleme (Sevik vd., 2012; Şevik vd., 2013a,b; Yigit vd., 2018; Sevik vd., 2019d), sulama (Dayer vd., 2017), gübreleme (Aydemir Özcan, 2017) gibi faktörler de bitki yapısını etkilemektedir. Dolayısıyla tütün bitkisinin kimyasal yapısının da bu faktörlere bağlı olarak değişmesi kaçınılmazdır.

Türlerdeki element konsantrasyonunu etkileyen faktörlerden birisi de partikül maddedir. Partikül maddeler önemli bir hava kirliliği bileşenidir ve son yıllarda hava kirliliği ile ilişkili çok sayıda çalışmaya konu olmuştur (Isinkaralar vd., Aricak vd., 2016; Sevik vd., 2017b; Cetin vd., 2017c; Cetin vd., 2019a,b). Partikül maddelerin etkisi bu çalışmada da ele alınmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek Cd ve Cr değerleri DF ve SP'de sigara içilen ortamlarda yıkanmayan yapraklarda elde edilirken, Cr değerlerinin DF, KC ve SP'de yıkanmayan yapraklarda, yıkanan yapraklarda elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fe ve Al konsantrasyonları, DF'de sigara içilen ortamlarda elde edilen değerler hariç bütün türlerde yıkanmayan yapraklarda elde edilen değerler yıkanan yapraklarda elde edilen değerlerden daha yüksek düzeydedir. SP'de Zn ve B konsantrasyonlarının yıkanmayan yapraklarda yıkanan yapraklardan daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir.

Partikül madde miktar ve yapısının, bitkilerin kimyasal yapısını etkilediği çeşitli çalışmalarda dile getirilmiştir. Bu etkileşim birkaç farklı şekilde olmaktadır. Öncelikle partikül maddenin yapısı çevre şartları ile değişmektedir. Yapılan çalışmalar ağır metal kirliliğinin yüksek düzeyde olduğu bölgelerde ağır metallerin partikül maddelere tutunduğunu ve böylece partikül maddelerin ağır metallerle kontamine olduğunu göstermektedir. Ağır metallerle kontamine partikül maddeler, bitkiler üzerine tutunduğunda, zamanla yaprak yüzeyine ve yaprak içine girme oranları yükselmektedir (Shahid vd., 2017; Turkyılmaz vd., 2018c; Cesur vd., 2021).

Ağır metaller atmosferdeki partikül maddelerin yaprak yüzeylerinde çökmesinden sonra yaprak transferi yoluyla bitki yapraklarında birikebilmektedir (Xiong vd., 2014). Bundan dolayı ağır metal kirliliğinin fazla olduğu alanlarda büyüyen bitkiler,

yapraklarında yüksek konsantrasyonlarda ağır metaller göstermektedir (Shahid vd., 2017; Mossi, 2018).

Partikül maddeler aynı zamanda bitkilerin çeşitli organlarına, özellikle de tüylü yapraklara veya kabuk gibi pürüzlü yüzeye sahip organlara da tutunarak, bu organlardaki ağır metal analizlerinin sonucunu etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda yıkama işleminin bazı ağır metallerin konsantrasyon değerlerini azalttığını, bazı ağır metallerin konsantrasyonunu ise artırdığını göstermektedir. Bu durum yıkama işlemi ile yüzeyden uzaklaştırılan partikül maddelerin, ağır metaller ile kontamine olup olmaması ile ilgilidir. Eğer partikül maddeler ağır metaller ile kontamine ise, yıkama işlemi söz konusu ağır metal konsantrasyonunun daha düşük seviyede çıkmasına, aksi durumda daha yüksek düzeyde çıkmasına sebep olabilmektedir (Mossi, 2018; Gültekin, 2020).

Çalışmanın ana amaçlarından birisi çalışmaya konu elementlerin ortamdaki konsantrasyonunun izlenmesinde en uygun türün hangisi olduğunun belirlenmesidir. Çalışma sonuçlarına göre Cd konsantrasyonunun izlenmesinde en uygun türlerin DF ve SP olduğu, Pb, Co, Na, Ba, Mn elementlerinin izlenmesinde ise en uygun türün SP olduğu belirlenmiştir.

Türlerin ağır metal alımı, daha önce de açıklandığı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörler içerisinde bitki organı önemli bir faktördür. Yapılan birçok çalışmada farklı ağır metallerin, bitkilerin farklı organları tarafından daha yoğun tutulduğu tespit edilmiştir (Turkyilmaz vd., 2018a,b). Bu organlar arasında özellikle havadaki ağır metallerden en çok etkilenen organlar yapraklardır. Çünkü yapraklar stomaları vasıtasıyla hava giriş çıkışının olduğu ve bundan dolayı da hava ile etkileşimi en fazla olan organlardır (Shahid vd., 2017; Saleh, 2018).

Yapraklardan ağır metal alımı metallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, formları, organların morfolojisi, yüzey alanı, yüzey dokusu yanında bitkinin habitusu, ağır metallere maruz kalma süresi, çevresel koşulları ve gaz değişimi gibi faktörlere bağlı olarak da değişmektedir (Turkyilmaz vd., 2020; Sevik vd., 2020c). Çalışma sonucunda Cd, Pb, Co, Na, Ba ve Mn elementlerinin izlenmesinde en uygun tür olduğu belirlenen SP'nin büyük yapraklara ve dolayısıyla geniş yaprak yüzeyine sahip olması dikkat

çekicidir. Dolayısıyla hem yapraklarında fazla miktarda ağır metal biriktirebilmesi, hem hızlı büyümesi, hem de yüzey alanı geniş ve büyük yapraklara sahip olması dolayısıyla, sigara içilen ortamlarda SP yetiştirilmesi, ortamdan ağır metallerin uzaklaştırılmasına katkıda bulunacaktır. Bundan dolayı sigara içilen ortamlar başta olmak üzere, iç ortamlarda hava kalitesine katkıda bulunması açısından SP yetiştirilmesi önerilebilir.

## KAYNAKLAR

- 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
- Almeida-da-Silva, C. L. C., Dakafay, H. M., O'Brien, K., Montierth, D., Xiao, N., & Ojcius, D. M. (2020). Effects of electronic cigarette smoke exposure on oral and systemic health. *Biomedical Journal*. Doi: [10.1016/j.bj.2020.07.003](https://doi.org/10.1016/j.bj.2020.07.003)
- 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.
- 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
- Ashraf, M. W. (2012). Levels of heavy metals in popular cigarette brands and exposure to these metals via smoking. *The Scientific World Journal*, 2012.
- Aydemir Özcan, A.G. (2017). The Effects of Shading and Fertilising Applications on Flower Yield and Growth in Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller.) Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MsC Thesis, 69 pages
- Badea, M., Luzardo, O. P., González-Antuña, A., Zumbado, M., Rogozea, L., Floroian, L., ... & 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.
- Bhatta, D. N., & Glantz, S. A. (2019). Electronic cigarette use and myocardial infarction among adults in the US population assessment of tobacco and health. *Journal of the American Heart Association*, 8(12), e012317.
- Buturak, Ş. V., Günal, N., Özçiçek, G., Rezaki, H. Ö., Koçak, O. M., Kırıcı, A. G., & Özpolat, B. (2016). Sigara bırakma polikliniğine başvuran hastaların

sosyodemografik özellikleri ve sigara bağımlılık şiddetleri. *Turkish Journal of Clinics and Laboratory*, 7(3), 72-76.

- Cabar, H. D., Karaçuha, M. E., & Yılmaz, M. (2020). The Interaction Between Concentration of Heavy Metal-Trace Elements and Non-Smoking Status of Adolescents in Sinop (Turkey). *Biological trace element research*, 194(1), 105-114.
- Cesur, A., Cetin, I. Z., Aisha, A. E. S. A., 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*, 1-7.
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016a). Measuring the Impact of Selected Plants on Indoor CO<sub>2</sub> Concentrations. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(3): 973-979
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016b). Indoor quality analysis of CO<sub>2</sub> for Kastamonu University. In *Conference of the International Journal of Arts & Sciences*, 9(3); 71-76
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016c). Evaluating the recreation potential of Ilgaz Mountain National Park in Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 188 (1), 52.
- Cetin, M., Ahmaida, E. A., Mossi, M. M. M., & Sevik, H. (2017a). The effect of the amount of CO<sub>2</sub> on Sansevieria trifasciata in indoor environment. The 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity 05-08 July 2017, Minsk – BELARUS, p:280
- Cetin, M., Sevik, H., & Saat, A. (2017b). Indoor air quality: the samples of Safranbolu Bulak Mencilis cave. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(10), 5965-5970
- Cetin, M., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2017c). Changes in the particulate matter and CO<sub>2</sub> concentrations based on the time and weather conditions: the case of Kastamonu. *Oxidation Communications*, 40(1-II), 477-485.
- Cetin, M., Sevik, H., Yigit, N., Ozel H.B., Aricak, B., & Varol, T. (2018a) The variable of leaf micromorphological characters on grown in distinct climate conditions in some landscape plants. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (5): 3206-3211.
- Cetin, M., Sevik, H., & Yigit, N. (2018b). Climate type-related changes in the leaf micromorphological characters of certain landscape plants. *Environmental monitoring and assessment*, 190 (7), 404.
- 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., Sevik, H., Aricak, 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., & 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*, 1-10.
- Cetin, M., Sevik, H., Turkyilmaz, A., Isinkaralar, K. (2021). Using *Abies*'s Needles as Biomonitoring of Recent Heavy Metal Accumulation. *KUJES*, (InPress)
- Cogun, H. Y., & Firat, O. (2013). Sigara içen ve içmeyenlerin saç ve tırnaklarında kadmiyum düzeyleri. *Ekoloji*, 22(89), 84-88.
- Curtin, S. C., & Matthews, T. J. (2016). Smoking prevalence and cessation before and during pregnancy: data from the birth certificate, 2014. *National vital statistics reports: from the Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, National Vital Statistics System*, 65(1), 1.
- Dayer, S., Peña, J. P., Gindro, K., Torregrosa, L., Voinesco, F., Martínez, L., ... & Zufferey, V. (2017). Changes in leaf stomatal conductance, petiole hydraulics and vessel morphology in grapevine (*Vitis vinifera* cv. Chasselas) under different light and irrigation regimes. *Functional Plant Biology*, 44(7), 679-693.
- 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. *J. Microbiol. Biotechnol*, 29(5), 731-738.
- Engida, A. M., & Chandravanshi, B. S. (2017). Assessment of heavy metals in tobacco of cigarettes commonly sold in Ethiopia. *Chemistry International*, 3(3), 212-8.
- 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.
- Fleck, A.S., Carneiro, M. F. H., Barbosa, F., Thiesen, F. V., Amantea, S. L., & Rhoden, C. R. (2016). Monitoring an outdoor smoking area by means of PM 2.5 measurement and vegetal biomonitoring. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(21), 21187-21194
- Gevenkiriş, S. (2020). Major Abdominal Onkolojik Cerrahi Geçiren Hastalarda Sigaranın Postoperatif Ağrı ve Opioid Tüketimine Etkisi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Dr. Abdurrahman Yurtaslan Ankara Onkoloji Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi

- Ghaderi, A., NasehGhafoori, P., Rasouli-Azad, M., Sehat, M., Mehrzad, F., Nekuei, M., ... & Mehrpour, O. (2018). Examining of Thallium in cigarette smokers. *Biological trace element research*, 182(2), 224-230.
- 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
- 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, 2016b, 4, 97-112.
- 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
- Halpern, S. D., Harhay, M. O., Saulsgiver, K., Brophy, C., Troxel, A. B., & Volpp, K. G. (2018). A pragmatic trial of e-cigarettes, incentives, and drugs for smoking cessation. *New England Journal of Medicine*, 378(24), 2302-2310.
- Hoseini, M., Yunesian, M., Nabizadeh, R., Yaghmaeian, K., Parmy, S., Gharibi, H., ... & Mirzaei, N. (2016). Biomonitoring of tobacco smoke exposure and self-reported smoking status among general population of Tehran, Iran. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(24), 25065-25073.
- Hrivnák, M., Paule, L., Krajmerová, D., Kulaç, Ş., Şevik, H., Turna, İ., Tvauri, I. & Gömöry, D. (2017). Genetic variation in Tertiary relics: The case of eastern-Mediterranean *Abies* (Pinaceae). *Ecology and evolution*, 7 (23), 10018-10030.
- Isinkaralar, K., Cetin, M., Icen, H.B. and Sevik, H. (2015) Indoor Quality Analysis of CO<sub>2</sub> For Student Living Areas. In: *The International Conference on Science, Ecology and Technology I (ICONSETE'2015 – Vienna)* August 25- 28, 2015, Vienna, Austria, 123.
- Janaydeh, M., Ismail, A., Zulkifli, S. Z., & Omar, H. (2019). Toxic heavy metal (Pb and Cd) content in tobacco cigarette brands in Selangor state, Peninsular Malaysia. *Environmental monitoring and assessment*, 191(10), 1-8.
- Jo, J., Jo, B., Kim, J., Kim, S., & Han, W. (2020). Development of an iot-based indoor air quality monitoring platform. *Journal of Sensors*, 2020.
- Johnson, J. M., Naeher, L. P., Yu, X., Sosnoff, C., Wang, L., Rathbun, S. L., ... & Wang, J. S. (2019). A biomonitoring assessment of secondhand exposures to electronic cigarette emissions. *International journal of hygiene and environmental health*, 222(5), 816-823.
- Kalcher, K., Kern, W., & Pietsch, R. (1993). Cadmium and lead in the smoke of a filter cigarette. *Science of the Total Environment*, 128(1), 21-35.

- Karaca, M. (2020). Analysis of Tobacco Control Policy with System Approach: Smokeless World for Young People in Turkey. *Addicta: The Turkish Journal on Addictions*, 6(4), 1-29. <http://dx.doi.org/10.5152/addicta.2020.19133>
- Kesler, Ü. (2020). Sigara Bağımlılığı Tedavi Birimine Başvuran Hastaların Sigara Bağımlılık Düzeyleri, Sosyodemografik ve Klinik Özellikleri. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, 106 sayfa
- Khelifi, R., & Hamza-Chaffai, A. (2010). Head and neck cancer due to heavy metal exposure via tobacco smoking and professional exposure: a review. *Toxicology and applied pharmacology*, 248(2), 71-88.
- Kim, C. W., Go, R. E., Hwang, K. A., Bae, O. N., Lee, K., & Choi, K. C. (2018). Effects of cigarette smoke extracts on apoptosis and oxidative stress in two models of ovarian cancer in vitro. *Toxicology in Vitro*, 52, 161-169.
- Koc, I. (2021). 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*, 1-7.
- Kravkaz Kusu, 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-Kusu, 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.
- Li, L., Guo, L., Chen, X., Xiang, M., Yang, F., Ren, J. C., & Zhang, G. H. (2018). Secondhand smoke is associated with heavy metal concentrations in children. *European journal of pediatrics*, 177(2), 257-264.
- Lin, Y. (1992). Cd in tobacco, *Biomedical and Environmental Sciences*, 5;. 53-56
- Lueker, J., Bardhan, R., Sarkar, A., & Norford, L. (2020). Indoor air quality among Mumbai's resettled populations: Comparing Dharavi slum to nearby rehabilitation sites. *Building and Environment*, 167, 106419.
- Massadeh, A. M., Alali, F. Q., & Jaradat, Q. M. (2005). Determination of cadmium and lead in different cigarette brands in Jordan. *Environmental monitoring and assessment*, 104(1-3), 163-170.
- Méndez, D., Tam, J., Giovino, G. A., Tsodikov, A., & Warner, K. E. (2017). Has smoking cessation increased? An examination of the US adult smoking cessation rate 1990-2014. *Nicotine & Tobacco Research*, 19(12), 1418-1424.

- 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
- Ozcan, M. M., Aljuhaimi, F., Uslu, N., Ghafoor, 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.
- Özden, T. A., Gökçay, G., Ertem, H. V., Süoğlu, Ö. D., Kılıç, A., Sökücü, S., & Saner, G. (2007). Elevated hair levels of cadmium and lead in school children exposed to smoking and in highways near schools. *Clinical biochemistry*, 40(1-2), 52-56.
- 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., Varol, T., Emir, T., Sevik, H. (2021a). Effects of Extraction from Compartment on Soil Enzymes. *American Journal of Engineering Research*. 10(2): 115-121.
- Ozel HB, Cetin M, Sevik H, Varol T, Isik B, Yaman B (2021b) The effects of base station as an electromagnetic radiation source on flower and cone yield and germination percentage in *Pinus brutia* Ten. *Biologia Futura* (2021). <https://doi.org/10.1007/s42977-021-00085-1>
- Ozel, H.B., Abo Aisha, A.E.S., Cetin, M. Sevik, H., Zeren Cetin, I. (2021c). The effects of increased exposure time to UV-B radiation on germination and seedling development of Anatolian black pine seeds. *Environ Monit Assess* 193, 388. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09178-9>
- 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 Balikdami Wildlife Development Area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191 (11), 645.
- Palazzi, P., Hardy, E. M., & Appenzeller, B. M. (2019). Biomonitoring of children exposure to urban pollution and environmental tobacco smoke with hair analysis—A pilot study on children living in Paris and Yeu Island, France. *Science of The Total Environment*, 665, 864-872.
- Pappas, R. S., Polzin, G. M., Watson, C. H., & Ashley, D. L. (2007). Cadmium, lead, and thallium in smoke particulate from counterfeit cigarettes compared to authentic US brands. *Food and Chemical Toxicology*, 45(2), 202-209.
- Pelit, F. O., Demirdöğen, R. E., & Henden, E. (2013). Investigation of heavy metal content of Turkish tobacco leaves, cigarette butt, ash, and smoke. *Environmental monitoring and assessment*, 185(11), 9471-9479.

- Perikleous, E. P., Steiropoulos, P., Paraskakis, E., Constantinidis, T. C., & Nena, E. (2018). E-cigarette use among adolescents: an overview of the literature and future perspectives. *Frontiers in public health*, 6, 86.
- Polosa, R., O’Leary, R., Tashkin, D., Emma, R., & Caruso, M. (2019). The effect of e-cigarette aerosol emissions on respiratory health: a narrative review. *Expert review of respiratory medicine*, 13(9), 899-915.
- Praud, D., Rota, M., Pelucchi, C., Bertuccio, P., Rosso, T., Galeone, C., ... & Johnson, K. C. (2018). Cigarette smoking and gastric cancer in the Stomach Cancer Pooling (StoP) Project. *European Journal of Cancer Prevention*, 27(2), 124-133.
- Rajfur, M., Świsłowski, P., Nowainki, F., & Śmiechowicz, B. (2018). Mosses as biomonitor of air pollution with analytes originating from tobacco smoke. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 23(1-2), 127-136.
- Reis, R. (2020). Yeditepe University Institute of Health Sciences Department of Pharmaceutical Toxicology Evaluation of Protective Effects of Eucalyptol (euc) and Curcumin (cur) on Cigarette Smoke Extract (cse) Induced Lung Cell Toxicity *in Vitro*. Doctor of Philosophy Thesis, 141 pages
- Saha, N., Rahman, M. S., Jolly, Y. N., Rahman, A., Sattar, M. A., & Hai, M. A. (2016). Spatial distribution and contamination assessment of six heavy metals in soils and their transfer into mature tobacco plants in Kushtia District, Bangladesh. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(4), 3414-3426.
- 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
- Sanders-Jackson, A., Tan, A. S., & Yie, K. (2018). Effects of health-oriented descriptors on combustible cigarette and electronic cigarette packaging: an experiment among adult smokers in the United States. *Tobacco Control*, 27(5), 534-541.
- Savas, D.S., Sevik, H., Isinkaralar, K., Turkyilmaz, A. and Cetin, M. (2021). The potential of using *Cedrus atlantica* Manetti as a biomonitor in the concentrations of Cr and Mn. *Environmental Science and Pollution Research*, (in press)
- 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.
- 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. (2012). Variation in seedling morphology of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf). *African Journal of Biotechnology*, 11 (23), 6389-6395.
- Sevik, H., Guney, D., Karakas, H., & Aktar, G. (2012a). Change to amount of chlorophyll on leaves depend on insolation in some landscape plants. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(3), 1057-1064.
- 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., & 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., & 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., & 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., & 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., & 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., Cetin, M., & Kapucu, O. (2016). Effect of light on young structures of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana*). *Oxidation Communications*, 39(1), 485-492.
- Sevik, H., Cetin, M., Kapucu, O., Aricak, B., & Canturk, U. (2017a). 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., Saleh, E. A. A., & Cetin, M. (2017b). Change of the air quality in the urban open and green spaces: Kastamonu sample. *Ecology, Planning*, 317-327.
- 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., 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., 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., 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., 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. (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., 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., 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., Ozel, H. B., Erbek, A., & Cetin, I. Z. (2021a). 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., Yigit, N., Aricak, B., Ozturk, S., Onac, A. K., & Kuscu, I. S. K. (2021b). The effect of shadow conditions on stomatal characters of several plants used in landscape design. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 9(3), 109-115.
- Sevik, H. (2021). The Variation of Chrome Consantration in Some Landscape Plants Due to Species, Organ and Traffic Density. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(3), 595-600.

- Song, M. A., Freudenheim, J. L., Brasky, T. M., Mathe, E. A., McElroy, J. P., Nickerson, Q. A., & Wewers, M. D. (2020). Biomarkers of Exposure and Effect in the Lungs of Smokers, Nonsmokers, and Electronic Cigarette Users. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 29(2), 443-451.
- Şevik, H., Karakaş, H., Karaca, U (2013a). Color - Chlorophyll relationship of some indoor ornamental plant, *International Journal of Engineering Science & Research Technology*, 2013,2 (7):1706-1712
- Şevik ,H, Topaçoğlu O, Umur R, Çiftçioğlu S, (2013b) Uludağ Göknaarı (Abies nordmanniana subsp. bornmülleriana Mattf.)'nda 2+1 Yaşlı Fidan Morfolojik Özellikleri Bakımından Populasyonlar Arası Farklılıklar, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(9), 91-102
- Taş, E. (2019). 2002-2018 Yılları Arasında Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Sigara Bırakma Polikliniğine Başvuran Hastalarda Sigara Bırakma Oranı ve Etkili Olan Faktörler. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, 90 sayfa
- Theobaldo, J. D., Vieira-Junior, W. F., Anderson, C., Maria do Carmo, A. M., Ysnaga, O. A., Rodrigues-Filho, U. P., ... & Aguiar, F. H. (2018). Effect of heavy metals contamination from cigarette smoke on sound and caries-like enamel. *Microscopy and Microanalysis*, 24(6), 762-767.
- Topacoglu, O., Sevik, H., & Akkuzu, E. (2016a). Effects of water stress on germination of Pinus nigra Arnold. Seeds. *Pak. J. Bot*, 48 (2), 447-453.
- Topacoglu, O., Sevik, H., Guney, K., Unal, C., Akkuzu, E., & Sivacioglu, A. (2016b). Effect of rooting hormones on the rooting capability of Ficus benjamina L. cuttings. *Šumarski 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
- Tsai, K. Y., Su, C. C., Chiang, C. T., Tseng, Y. T., & Lian, I. B. (2017). Environmental heavy metal as a potential risk factor for the progression of oral potentially malignant disorders in central Taiwan. *Cancer epidemiology*, 47, 118-124.
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Cetin, M. (2018a). Using Acer platanoides annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air. *Environ Monit Assess* 190:578.
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., & Cetin, M. (2018b). The use of perennial needles as bio-monitors for recently accumulated heavy metals. *Landsc Ecol Eng* 14 (1):115–120.
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., Cetin, M., & Ahmaida Saleh E. A. (2018c). Changes in heavy metal accumulation depending on traffic density in some landscape plants. *Pol J Environ Stud* 27 (5):2277–2284.

- 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., 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.
- 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
- Turna, İ., Şevik, H. ve 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 Göknaarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) Populasyonlarında Tohum Özelliklerine Bağlı Genetik Çeşitlilik, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, *Bildiriler Kitabı, Cilt:II*, s, 733-740, 20-22 Mayıs 2010, Artvin
- 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.
- 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*, 1-18.
- URL-1: <https://www.botanikamo.com/tr/urun/yuka-bitkisi-yucca-massengena-100-cm-dore-saksida>
- Viroonudomphol, D., Suwanton, L., Pinyosirikul, U., Satsue, S., & Harnroongroj, T. (2016). Effect of active and passive smoking on heavy metals toxic and antioxidant trace elements. *Journal of medical and bioengineering*, 5.
- Varol T, Canturk U, Cetin M, Ozel HB, Sevik H (2021) Impacts of climate change scenarios on European ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) in Turkey. *Forest Ecology and Management. Forest Ecology and Management* 491 (2021) 119199. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119199;
- Watanabe, T., Kasahara, M., Nakatsuka, H., & Ikeda, M. (1987). Cadmium and lead contents of cigarettes produced in various areas of the world. *Science of the Total Environment*, 66, 29-37.
- Xiong, T.T. Leveque, T. Austruy, A. Goix, S. Schreck, E. Dappe, V. Sobanska, S. Foucault, Y. Dumat, C. (2014). Foliar uptake and metalloid) bioaccessibility

- invegetables exposed to particulate matter, *Environ. Geochem. Health* 36; 897–909.
- Yang, J. J., Yu, D., Wen, W., Shu, X. O., Saito, E., Rahman, S., ... & Gao, Y. T. (2019). Tobacco smoking and mortality in Asia: a pooled meta-analysis. *JAMA network open*, 2(3), e191474-e191474.
- Yao, W., Dal Porto, R., Gallagher, D. L., & Dietrich, A. M. (2020). Human exposure to particles at the air-water interface: Influence of water quality on indoor air quality from use of ultrasonic humidifiers. *Environment International*, 143, 105902.
- 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.
- 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., 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.
- Zafeiridou, M., Hopkinson, N. S., & Voulvoulis, N. (2018). Cigarette smoking: An assessment of tobacco's global environmental footprint across its entire supply chain. *Environmental science & technology*, 52(15), 8087-8094.
- Zazouli, M. A., Dehbandi, R., Yazdani Charati, J., & Taheripour, M. (2020). Heavy Metal Content in Cigarette and Hookah Tobacco in Iran. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 30(187), 95-106.
- 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.