

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI PEYZAJ BİTKİLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN
TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI DEĞİŞİMİ**

Bekir PINAR

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Hakan ŞEVİK
Doç. Dr. Mehmet ÇETİN
Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL**

**YÜKSEK LİSANS
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE TABİİ BİTKİ KAYNAKLARI
ANA BİLİM DALI**

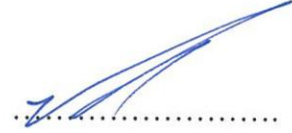
KASTAMONU – 2019

TEZ ONAYI

Bekir PINAR tarafından hazırlanan "**Bazı Peyzaj Bitkilerinde Ağır Metal Birikiminin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Doç. Dr. Hakan ŞEVİK
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Mehmet ÇETİN
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL
Bartın Üniversitesi



24.01.2019

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Hasbi YAPRAK



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

İmza

Bekir PINAR



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI PEYZAJ BİTKİLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI DEĞİŞİMİ

Bekir PINAR

Kastamonu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı

Doç. Dr. Hakan ŞEVİK

Hava kirliliği etmenleri içerisinde ağır metaller ayrı bir öneme sahiptir. Çünkü, ağır metaller doğada bozulmazlar ve kolay kolay yok olmazlar, biyobirikme eğilimindedirler ve bazılarının düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya kanserojen etkiye sahiptir. Hemen hemen bütün metallerin belirli bir miktarın üzerinde alındığında toksik etki oluşturduğu belirtilmektedir. Bundan dolayı havadaki ağır metal konsantrasyonunun belirlenmesi ve değişiminin izlenmesi riskli bölgelerin ve risk düzeyinin tespit edilmesi açısından son derece önemlidir. Ağır metal kirliliğinin atmosferdeki konsantrasyonunun değişimini gösteren en önemli belirteçler biyoindikatörlerdir. Biyoindikatör olarak kullanılan bitkiler toprak veya havadaki ağır metallerin bir kısmını bünyelerine alarak biriktirmekte, bu birikim düzeyinin belirlenmesi ile toprak ve havadaki ağır metal kirliliği konusunda bilgi edinilebilmektedir. Bu çalışmada, Kastamonu ilinde kent merkezinde yetiştirilen bazı peyzaj bitkilerinde ağır metal konsantrasyonlarının değişiminin bitki türü, bitki organeli ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma sonuçları çalışmaya konu elementlerin tür bazında önemli düzeyde değiştiğini ortaya koymuştur. Söz konusu metallere Cu dışındakilerde en yüksek değerler süs eriğinde elde edilirken diğbudak bütün metallere düşük değerlere sahiptir. Çalışmaya konu metal konsantrasyonlarının türler arasında belirgin bir şekilde fark bulunduğu hatta bu farkın Cu ve Ni gibi elementlerde türler arasında beş kattan fazla olduğu belirlenmiştir. Çalışılan elementlerin konsantrasyonlarının organel bazında ve birçoğunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak da önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, biyomonitör, bitki, trafik

2019, 56 sayfa

Bilim Kodu: 1214

ABSTRACT

MSc.

THE VARIATION OF HEAVY METAL ACCUMULATION IN SOME LANDSCAPE PLANTS DUE TO TRAFFIC DENSITY

Bekir PINAR

Kastamonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources

Supervisor: Assoc. Prof. Dr Hakan ŞEVİK

Heavy metals are of particular importance in the air pollution factors. They tend to biodegrade and some have even toxic or carcinogenic effects at low concentrations because Heavy metals do not deteriorate in nature and do not become easy to destroy. It is stated that almost all metals produce toxic effects when taken over a certain amount. Therefore, determining the heavy metal concentration in the air and monitoring its change is extremely important in determining risk regions and risk levels. Bioindicators are the most important indicators of the change in the concentration of heavy metal in the atmosphere. Plants that are used as bioindicators accumulate by taking some of the heavy metals in the soil or air into the body, and it is possible to obtain information about the heavy metal pollution in soil and air by determining the level of accumulation. In this research, it is aimed to determine the change of heavy metal concentrations in some landscaping plants in Kastamonu city center depending on plant species, plant organelles and traffic density.

Results of the research; the research showed that the subject elements changed significantly based on species. The highest values of these metals are obtained in ornamental plum (*Prunus carasifera*) except those of Cu, while Ash tree (*Fraxinus excelsior*) has low values in all metals. Subject of the research; metal concentrations have a significant difference between species; even this difference was found to be more than five times among the species in the elements such as Cu and Ni. It has been determined that the concentrations of the studied elements vary significantly on organelle basis and most of them depending on the traffic density..

Key Words: Heavy metal, biomonitor, plant, traffic

2019, 56 pages

Science Code: 1214

TEŞEKKÜR

Tez alıőmam boyunca danıőmanlıęımı yapan, bilgi birikimiyle alıőmama ıőık tutan ok değerli hocam Do. Dr. Hakan ŞEVİK'e Őükranlarımı sunarım. Tez jürime katılan saygıdeğer hocalarım Do. Dr. Mehmet ETİN ve Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL'e teşekkür ederim.

Çalıőmam süresince desteklerini esirgemeyen kıymetli aileme teşekkür ederim. Yaptığım tez çalıőmasının, bilim dünyasına yararlı olmasını temenni ederim.

Bekir PINAR
Kastamonu, Ocak, 2019



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
GFAFİKLER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1. Atmosferik Ağır Metal Kirliliği ve Biyomonitorler.....	4
2.2. Biyokonforun Hesaplanması	7
2.3. Biyokonfor Konusunda Yapılmış Çalışmalar	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	8
3.1. Örneklerin Toplanması.....	8
3.2. Yöntem	9
3.2.1. Numunelerin Hazırlanması.....	9
3.3. Ağır Metal Analizlerinin Yapılması.....	9
3.4. İstatistik Analizler	9
4. BULGULAR.....	11
4.1. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Türe Bağlı Değişimi	11
4.2. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelere Bağlı Değişimi.....	12
4.3. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	14
4.4. Korelasyon Analizi Sonuçları	15
4.5. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Tür Bazında Değişimi	16
4.5.1. Süs Eriğinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelere Bağlı Değişim	16
4.5.2. At Kestanesinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelere Bağlı Değişimi.....	19
4.5.3. İhlamurda Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelere Bağlı Değişimi	22
4.5.4. Dişbudakta Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelere Bağlı Değişimi	24
4.5.5. Akçaağaçta Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelere Bağlı Değişimi	27
4.6. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi..	30
4.6.1. Ni Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	30
4.6.2. Cr Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	33

4.6.3. Pb Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	35
4.6.4. Cd Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	37
4.6.5. Cu Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	39
4.6.6. Zn Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi.....	41
5.SONUÇ ve TARTIŞMA	44
KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	56



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cu	Bakır
Cr	Krom
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
V	Vanadyum
Zn	Çinko
CO ₂	Korbondioksit
O ₂	Oksijen
°C	Santigrat Derece
F	F değeri
m	metre
cm	santimetre
mm	milimetre
mL	mililitre
g	gram
kg	kilogram
µm	milimikron
ppb	milyarda bir
ppm	milyonda bir
µgg	-1 mikrogram / gram

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 4.1. Tür Bazında Varyans Analizi Sonuçları	11
Tablo 4.2. Tür bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları.....	12
Tablo 4.3. Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları	12
Tablo 4.4. Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları	13
Tablo 4.5. Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları	14
Tablo 4.6. Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları	15
Tablo 4.7. Korelasyon Analizi Sonuçları	15
Tablo 4.8. Süs Eriğinde Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları	16
Tablo 4.9. Süs Eriğinde Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları.....	17
Tablo 4.10. Süs Eriğinde Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları	17
Tablo 4.11. Süs Eriğinde Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları	18
Tablo 4.12. At Kestanesinde Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları.....	19
Tablo 4.13. At Kestanesinde Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları.....	20
Tablo 4.14. At kestanesinde Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları.....	20
Tablo 4.15. At kestanesinde Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları	21
Tablo 4.16. Ihlamurda Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları.....	22
Tablo 4.17. Ihlamurda Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları.....	23
Tablo 4.18. Ihlamurda Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları.....	23
Tablo 4.19. Ihlamurda Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları	24
Tablo 4.20. Dişbudakta Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları.....	25
Tablo 4.21. Dişbudakta Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları.....	25
Tablo 4.22. Dişbudakta Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları.....	26
Tablo 4.23. Dişbudakta Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları	27
Tablo 4.24. Akçaağaçta Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları	27
Tablo 4.25. Akçaağaçta Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları.....	28
Tablo 4.26. Akçaağaçta Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları.....	29
Tablo 4.27. Akçaağaçta Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları	29
Tablo 4.28. Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	30

Tablo 4.29. Cr konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	33
Tablo 4.30. Pb konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi.....	35
Tablo 4.31. Cd konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	38
Tablo 4.32. Cu konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	40
Tablo 4.33. Zn konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi.....	42



GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 4.1. Ni konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi	32
Grafik 4.2. Cr konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak	35
Grafik 4.3. Pb konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi	37
Grafik 4.4. Cd konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi	39
Grafik 4.5. Cu konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi	41
Grafik 4.6. Zn konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi	43

1. GİRİŞ

Dünyada son 30 ile 40 yıl içinde meydana gelen hızlı ekonomik gelişim, şehirleşme ve endüstrileşme süreci, enerji ve hammadde ihtiyacını artırmış, bunların üretimi için yapılan uygulamalar, çeşitli kirleticilerin yayılarak atmosferin bileşimini ve kalitesini önemli ölçüde bozmuştur. Öyle ki son dönemlerde hava kirliliği birçok ülkenin en önemli sorunlarından birisi durumuna gelmiş, özellikle sanayileşmiş ülkelerde daha da kendini gösteren bu sorun dünya genelinde milyonlarca insanın sağlığını etkilemeye başlamıştır. Öyle ki dünya genelinde yılda yaklaşık 6,5 milyon insanın hava kirliliğine bağlı sebeplerden dolayı hayatını kaybettiği belirtilmektedir (Shahid, 2017; Saleh, 2018; Erdem, 2018)

Atmosferde görülen en yaygın organik ve inorganik atmosferik kirleticiler azot oksitler (NO_x), ozon (O₃), CO₂, sülfür dioksit (SO₂), hidrojen florür, formaldehid (HCHO), karbon monoksit (CO) gibi maddeleri içermektedir (Su ve Liang, 2013; Su ve Liang 2015; Cruz vd., 2015; Erdem, 2018).

Hava kirliliği etmenleri içerisinde ağır metaller ayrı bir öneme sahiptir. Çünkü, ağır metaller doğada bozulmazlar ve kolay kolay yok olmazlar, biyobirikme eğilimindedirler ve ve bazılarının düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya kanserojen etkiye sahiptir (Turkyilmaz vd., 2018a, Leveque vd., 2014). Ağır metaller arasında As, Ni, Zn, Cr, Pb, Cd ve V gibi ağır metaller çoğunlukla endüstriyel kaynaklıdır ve kanserojendirler (Shahid vd., 2015). Özellikle potansiyel toksisiteleri ve yaşayan organizmalara etkileri bakımından Pb, Cr, As, Cd ve Hg en toksik ağır metaller arasındadır (Shahid vd., 2017).

Yapılan çalışmalar hemen hemen bütün metallerin belirli bir miktarın üzerinde alındığında toksik etki oluşturduğunu göstermektedir. Bitkiler dahil yaşayan organizmalar için Mn, Zn, Cr, Cu, Fe ve Ni gibi mikrobeyinlerin gerekli olmasına rağmen bunlar da yüksek konsantrasyonlarda zararlı etkiler oluşturabilmektedirler (Niazi vd., 2011; Harguinteguy vd., 2016; Erdem, 2018). Hg, Cd, As ve Pb gibi ağır metaller ise düşük konsantrasyonlarda bile yaşayan organizmalarda ciddi toksisite oluşturmaktadır (Shahid vd., 2015; Shahid, 2017; Saleh, 2018). Bundan dolayı

havadaki ağır metal konsantrasyonunun belirlenmesi ve değişiminin izlenmesi riskli bölgelerin ve risk düzeyinin tespit edilmesi açısından son derece önemlidir (El Hasan vd., 2002; Turkyılmaz vd., 2018b).

Atmosferdeki ağır metallerin çok büyük bir kısmı antropojenik kaynaklardan yani insan faaliyetleri sonucunda atmosfere yayılmaktadır. Çeşitli metallerin hammadde olarak kullanıldığı tesislerde madenlerin ısıtılması sonucunda çeşitli ağır metalleri atmosfere yayılmaktadır (Chen vd., 2016; Saleh, 2018). Bunun yanında trafik de önemli bir ağır metal kaynağıdır. Taşıtların egzoz gazları, tekerlekleri, araç aşınmaları havadaki ağır metal konsantrasyonuna katkıda bulunmaktadır (Zhuang vd., 2009; Turkyılmaz vd., 2018c). Dolayısıyla endüstriyel ve trafik faaliyetlerinden kaynaklanan ağır metal yayılımı, atmosferik kirlenmenin en önemli kaynaklarından biridir (Uzu vd., 2011; Saleh, 2018).

Ağır metal kirliliğinin artmasında taşıtların önemli miktarda payı olduğu bilinmektedir. (Martley vd., 2004; Uzu vd., 2011; Erdem, 2018). Yapılan pek çok çalışmada da trafik yoğunluğu ile ağır metal kirliliği arasında önemli düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir (Turkyılmaz 2018c,d,e). Özellikle bitki yapraklarındaki Pb, Zn, Ba ve Mn konsantrasyonları ile trafik kaynağına olan mesafe arasında bariz bir korelasyon olduğu belirtilmektedir (Gratani vd., 2008; Turkyılmaz vd., 2018a,b). Otoyol kenarlarındaki topraklarda ağır metal kirliliğinin de yüksek düzeyde olduğu, bu topraklarda özellikle Cd, Pb ve Ni kirliliğinin önemli düzeyde arttığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Hakerler vd., 1995; Bayram vd., 2006; Erdem, 2018).

İnsan ve çevre sağlığı açısından sahip olduğu önem dolayısıyla ağır metal konsantrasyonlarının değişiminin belirlenmesi ve riskli bölgelerin tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Ağır metal kirliliğinin atmosferdeki konsantrasyonunun değişimini gösteren en önemli belirteçler biyoindikatörlerdir. Biyoindikatör olarak kullanılan bitkiler toprak veya havadaki ağır metallerin bir kısmını bünyelerine alarak biriktirmekte, bu birikim düzeyinin belirlenmesi ile toprak ve havadaki ağır metal kirliliği konusunda bilgi edinilebilmektedir (Shahid vd., 2017; Turkyılmaz vd., 2018a). Bundan dolayı yüksek yapılı bitkilerin yaprakları (Gratani vd., 2008; Anicic

vd., 2011; Ozel vd., 2015; Turkyilmaz vd., 2018a), gövde kabukları (Fujiware vd., 2011; Sawidis vd., 2011), odunları (Gao vd., 2015; Turkyilmaz vd., 2018d) ve meyveleri (Erdem, 2018) biyomonitor olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Kastamonu ilinde kent merkezinde yetiştirilen bazı peyzaj bitkilerinde ağır metal konsantrasyonlarının değişiminin bitki türü, bitki organeli ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece hangi ağır metallerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişim gösterdiği, hangi bitkilerin hangi organellerinin biyomonitor olarak kullanılmasının daha uygun olacağı belirlenmeye çalışılmıştır.



2.LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Atmosferik Ağır Metal Kirliliği ve Biyomonitorler

Dünyanın atmosferi temel olarak oksijen (O₂), azot (N₂) ve karbon dioksitten (CO₂) oluşmaktadır. Ancak, son 30 ile 40 yıl içerisinde meydana gelen hızlı ekonomik gelişim, şehirleşme ve endüstrileşme süreci çeşitli kirlleticiler yayarak atmosferin bileşimini ve kalitesini önemli ölçüde bozmuştur (Shahid vd., 2017). Bu değişim ve atmosfer bileşimindeki bozulma çeşitli kirleticilerin atmosfere yayılması veya atmosferdeki konsantrasyonlarının yükselmesiyle meydana gelmiştir. En yaygın organik ve inorganik atmosferik kirleticiler ozon (O₃), sülfür dioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x), CO₂, hidrojen florür, karbon monoksit (CO) ve formaldehid (HCHO) içeren kirleticilerdir (Su ve Liang 2015; Cruz vd., 2015; Shahid vd., 2017).

Kirleticiler atmosferde yayılması veya atmosferdeki konsantrasyonlarının kabul edilebilir değerlerinin çok üzerine çıkması hava kirliliği problemini doğurmuş ve bu problem günden güne daha büyük bir sorun haline gelmeye başlamıştır. Özellikle 1952 yılında 5-9 Aralık tarihleri arasında Londra’da meydana gelen ve “smoggy” olarak isimlendirilen olay dikkatlerin hava kirliliği üzerine çevrilmesine sebep olmuştur. Bu olayda pnömoni ve bronşit gibi solunum hastalıkları ile ilişkili rahatsızlıklar sonucunda yaklaşık 4000 kişi ölmüş, sonraki bir kaç ay kirli havanın etkileri ile yaklaşık 8000 kişi daha hayatını kaybetmiştir. Yapılan incelemeler kurbanların akciğerlerinin Pb, Zn ve Fe gibi ağır metalleri içeren çok yüksek seviyedeki çok küçük partiküller ile kontamine olduğunu göstermiştir (Shahid vd., 2017).

Bu tarihten sonra da hava kirliliğine bağlı olarak çok sayıda insan hayatını kaybetmiş ve hava kirliliği sorunu günden güne büyümeye devam etmiştir. Öyle ki günümüzde dünya genelinde her yıl yaklaşık 6,5 milyon insanın hava kirliliğine bağlı sebeplerden dolayı hayatını kaybettiği tahmin edilmektedir (Saleh, 2018; Mossi, 2018; Sevik vd., 2018). Bundan dolayı hava kirliliği konusunda gerek dünyada gerekse ülkemizde çok sayıda çalışma yapılmıştır ve bu çalışmalara her gün yenileri eklenmektedir (Turkyilmaz vd., 2018a,b).

Atmosferik kirleticiler arasında ağır metaller ayrı bir öneme sahiptir. Etkin bir tolerans veya atılım mekanizması olmadığı için ağır metaller düşük maruziyet seviyesinde bile insanlara oldukça zararlı olabilirler. Ayrıca Cd, As, Pb, vb metallerin kanserojen etkilerinin olduğu, kromozom anormallikleri ve kültür hücrelerinde mutasyonlar gibi çok ciddi sağlık sorunlarına sebep olabildikleri kanıtlanmıştır (Järup, 2003; Nordberg vd., 2014; Chunhabundit, 2016). Bundan dolayı atmosferik kirlilik kaynağı olan ağır metaller üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Ağır metaller büyük oranda sanayi tesislerinden atmosfere yayılmaktadır. Modern tarımcılık faaliyetleri yanında hızlı ve kontrolsüz endüstrileşme ile şehirleşme, çevre ve ekosistem üzerinde oldukça büyük bir baskı yaratmıştır. Bu süreçte bazı toksik kirleticiler atmosfere salınmıştır. Özellikle sanayi tesislerinde hammadde olarak kullanılan metallerin havaya yayılması, havadaki ağır metal konsantrasyonlarını önemli ölçüde artırmıştır. Zira yapılan çalışmalar göstermektedir ki atmosfere antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan ağır metal salınımı, doğal salıma göre birkaç kez daha yüksektir. Bundan dolayı endüstriyel faaliyetler, havadaki ağır metal konsantrasyonunun artmasında en büyük etkiye sahiptir (Chmielewska ve Spiegel, 2003; Su ve Liang, 2013; Shahid vd., 2012; Shahid vd., 2013; Shahid vd., 2017).

Ağır metaller maden ve endüstriyel alanlar başta olmak üzere insan sağlığı ve karasal ekosistemler için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Schreck vd., 2011; Xiong vd., 2014; Harguinteguy vd., 2016). Ağır metallerin dünya çapında çevreye salınmaları yanında uzun mesafelere taşınabilmeleri, ağır metallerin sağlık açısından tehdit düzeyini daha da önemli bir duruma getirmektedir (Xiong vd., 2014; Shahid vd., 2015; Shahid vd., 2017). Bu nedenle, kentsel alanların yakınında veya endüstriyel birimlere yakın bölgelerde atmosferde (Moreno vd., 2010; Uzu vd., 2011), toprakta (Cecchi vd., 2008; Ren vd., 2015; Solek vd., 2016; Cutillas vd., 2016), gıda olarak kullanılan ürünlerde (Schreck vd., 2012; Xiong vd., 2016; Dumat vd., 2016; Poblaciones ve Rengel, 2016) ve su rezervuarlarında (Shakoor vd., 2015; Chen vd., 2016; Abid vd., 2016) ağır metal konsantrasyonlarının yüksek düzeylerde olduğu belirtilmektedir.

Atmosferdeki ağır metal kaynaklarından bir diğeri trafiktir. Yapılan çalışmalarda özellikle bitki yapraklarında Pb, Zn, Ba ve Mn çökeltmeleri ile trafik kaynağına olan mesafe arasında bariz bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Gratani vd., 2008). Yapılan çok sayıda çalışmada da trafik yoğunluğu ile ağır metal konsantrasyonu arasında önemli düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir (Turkyılmaz vd., 2018a,b; Saleh, 2018; Mossi, 2018; Erdem, 2018).

Endüstriyel faaliyetler ve trafikten kaynaklanan ve geniş alanlara yayılabilen ağır metallerin atmosferde taşınması sonucunda oluşabilecek potansiyel çevresel risklerin ve insan sağlığı üzerindeki olası risklerinin değerlendirilebilmesi amacıyla, ağır metal konsantrasyonunun yüksek olduğu bölgelerin belirlenmesi son derece önemlidir (Chen vd., 2016; Turkyılmaz vd., 2018c,d). Bu amaçla çeşitli yöntemler kullanılmasına rağmen en sık başvurulan yöntemlerin başında biyomonitörlerin kullanımı gelmektedir.

Biyoindeksör olarak kullanılan bitkiler toprak veya havadaki ağır metallerin bir kısmını bünyelerine alarak biriktirmekte, bu birikim düzeyinin belirlenmesi ile toprak ve havadaki ağır metal kirliliği konusunda bilgi edinilebilmektedir (Shahid vd., 2017; Turkyılmaz vd., 2018a). Bundan dolayı bu güne kadar bitkilerin biyomonitör olarak kullanımlarına ilişkin çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda pek çok türün farklı ağır metallerin biyomonitörü olarak kullanılabilme potansiyelleri belirlenmeye çalışılmış, bu amaçla da farklı türler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda *Arabidopsis thaliana*; Cu ve Cd (dosReis vd., 2018), *Aesculus hippocastanum*; Pb ve Cu (Tomasevic ve Anicic, 2010; Anicic vd., 2011), *Brassica juncea* ve *Solanum lycopersicum*; Cu, Pb ve Zn (Rodríguez-Bocanegra vd., 2018), *Robinia pseudoacacia*; Fe, Zn, Pb, Cu, Mn ve Cd (Celik vd., 2005), *Nerium oleander*; Fe ve Pb (Martin vd., 2018), *Poncirus trifoliata*, *Citrus reshni*, ve *Citrus limonia*; Cr (Shahid vd., 2018), *Ficus microcarpa*; Cd, Cu, Hg and Pb (Luo vd., 2018), *Sophora japonica*; Zn, Cd, Hg, Pb ve Cr (Li vd., 2007), *Salix babylonica*; Fe, Mn, Zn, Cu ve Cd (Sawidis vd., 2001) elementlerinin konsantrasyonlarının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalara çok sayıda örnek verilebilir.

Ayrıca yapılan çalışmalarda bitkilerin çeşitli kısımları biyomonitör olarak kullanılmıştır. Yüksek yapılı bitkilerin yaprakları (Monaci vd., 2000; Anicic vd., 2011; Shen vd., 2018) yanı sıra, gövde kabukları (Sawidis vd., 2011; Fujiware vd., 2011), kökleri (Zhan vd., 2018), odunları (Gao vd., 2015), meyveleri (Ayoola vd., 2018) gibi kısımları biyomonitör olarak kullanılmaktadır. Ancak en sık kullanılan organeller yapraklardır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Örneklerin Toplanması

Çalışma Kastamonu ili kent merkezinde yürütülmüştür. Kastamonu şehir merkezi genel görünüm olarak bir vadi içerisinde kurulmuş olup, trafiğin en yoğun olduğu bölge kent merkezidir. Çalışma kapsamında örnekler trafiğin yoğun olduğu, az yoğun olduğu ve hemen hemen hiç trafik olmayan, en az 50 m yakınında araç yolu bulunmayan bölgelerden toplanmıştır.

Çalışma kapsamında örneklerin toplandığı ve trafiğin yoğun olduğu alan olarak seçilen Kastamonu kent merkezi, her yönde 2 şerit olmak üzere 4 şeritli bir otoyolun geçtiği bir bölgedir. Bu bölgede gün içerisinde genel olarak yoğun bir trafik bulunmaktadır. Trafiğin az yoğun olduğu alanlar ise anayol güzergâhında ancak, akıcı trafiğin olduğu, kent merkezinin dışındaki alanlardır. Trafiğin az yoğun olduğu alanlar olarak Taşköprü, İnebolu güzergahları belirlenmiştir. Bu bölgede iki şeritli bir yol bulunmakta olup, trafik oldukça akıcıdır ve trafik yoğunluğu kent merkezine göre oldukça düşüktür. Trafiğin olmadığı alan olarak ise Kastamonu Üniversitesi kampus alanı seçilmiş ve kampus alanı içerisinde en az 50 m yakınında otoyol bulunmayan noktalar seçilmiş ve örnekler buralardan toplanmıştır.

Çalışma kapsamında, peyzaj çalışmalarında sıklıkla kullanılan; süs eriği (*Prunus ceracifera*), at kestanesi (*Aesculus hippocastanum*), ıhlamur (*Tilia tomentosa*), dişbudak (*Fraxinus excelsior*) ve akçaağaç (*Acer platanoides*) bitki türlerinden örnekler toplanmıştır. Örnekler son yıl sürgününden yani bir yaşındaki kısımdan alınmıştır. Tohum olarak at kestanesinin tohum kısmı kullanılmış, ıhlamur, dişbudak ve akçaağaç tohumları sap ve kanatları ile birlikte kullanılmıştır. Ancak süs eriğinde meyve eti kısmı kabuğu ile birlikte kullanılmıştır. Numuneler 2017 yılı vejetasyon mevsimi sonuna doğru, Ağustos ayı sonlarında toplanmış ve poşetlenip etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir.

3.2.Yöntem

3.2.1. Numunelerin Hazırlanması

Toplanıp etiketlenerek laboratuvara getirilen örnekler kartonlar üzerine serilerek ayırma işlemine tabi tutulmuştur. Yapraklar, dallar ve tohumlar ayrılıp gruplandırılmıştır. Daha sonra dallar, daha rahat kuruyabilmesi için kırılarak parçalanmış, tohumlar ise ezilmiştir. Tohumların ezilme işlemi mermer parçaları ile yapılmış, metal bir alet kullanılmamıştır. Hazırlanan numuneler cam petri kapları içerisine yerleştirilmiş ve tekrar etiketlenmiştir. Erik meyvelerinin ise meyve eti çekirdeğinden ayrılmış ve cam petri kapları içerisine alınarak etiketlenmiştir. Bu şekilde hazırlanan numuneler 15 gün oda kurusu hale gelmesi için bekletilmiş, bu süreç içerisinde laboratuvar her gün havalandırılmıştır.

Hava kurusu hale gelen numuneler, tamamen kuruyabilmeleri amacıyla etüvde 45°C’de bir hafta boyunca kurutulmuştur. Kurutulan örnekler hava rutubetinden etkilenmeyecek şekilde paketlenmiş ve analiz için Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı’na gönderilmiştir.

3.3. Ağır Metal Analizlerinin Yapılması

Laboratuvara getirilen bitki örnekleri öğütülerek toz haline getirilmiş ve 0,5 g tartılarak mikrodalga için tasarlanmış tüplere konulmuştur. Örneklerin üzerine 10 mL % 65’lik HNO₃ ilave edilmiştir. Bu işlemler esnasında çekerocakta çalışılmıştır. Hazırlanan örnekler daha sonra mikrodalga cihazında 280 PSI basınçta ve 180 °C’de 20 dakika yakılmıştır. Tüpler işlemler tamamlandıktan sonra mikrodalgadan çıkarılarak soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örnekler üzerine deiyonize su ilave edilerek 50 ml’ye tamamlanmıştır. Hazırlanan örnekler filtre kağıdından süzildükten sonra ICP-OES cihazında uygun dalga boylarında okunmuştur.

3.4. İstatistik Analizler

Elde edilen veriler SPSS paket programı yardımıyla değerlendirilmiş, verilere varyans analizi uygulanmış, istatistik olarak en az % 95 güven düzeyinde farklılıklar

bulunan değerlere Duncan testi uygulanarak homojen gruplar elde edilmiştir. Elde edilen veriler sadeleştirilip tablolaştırılarak yorumlanmıştır.



4.BULGULAR

4.1.Ağır Metal Konsantrasyonlarının Türe Bağlı Değişimi

Çalışma kapsamında Ni, Cr, Pb, Cd, Cu ve Zn elementlerinin süs eriği, at kestanesi, ıhlamur, dişbudak ve akçaağaç türlerinde tür bazında değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Tür Bazında Varyans Analizi Sonuçları

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	6,726E8	4	1,682E8	2,745	,031
	Gruplar içi	7,963E9	130	6,126E7		
	Toplam	8,636E9	134			
Cr	Gruplar arası	1,034E7	4	2585421,900	2,388	,054
	Gruplar içi	1,408E8	130	1082867,333		
	Toplam	1,511E8	134			
Pb	Gruplar arası	3,865E7	4	9662982,161	5,130	,001
	Gruplar içi	2,449E8	130	1883532,815		
	Toplam	2,835E8	134			
Cd	Gruplar arası	119161,447	4	29790,362	9,193	,000
	Gruplar içi	421256,928	130	3240,438		
	Toplam	540418,375	134			
Cu	Gruplar arası	18640,195	4	4660,049	2,735	,032
	Gruplar içi	221536,224	130	1704,125		
	Toplam	240176,419	134			
Zn	Gruplar arası	1956,409	4	489,102	1,138	,342
	Gruplar içi	55867,799	130	429,752		
	Toplam	57824,208	134			

Tablo değerleri incelendiğinde çalışmaya konu altı adet ağır metalden Cr ve Zn konsantrasyonlarının tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı, diğer elementlerin tür bazında değişiminin ise istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu metallere Cu

ve Ni'de tür bazında değişim %95, Pb'da %99 ve Cd'da %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Çalışmaya konu ağır metallerin tür bazında ortalama değerleri ile verilere uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Tür bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Tür	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Süs eriği	6303,9 b	1628,3	1936,4 b	98,4 c	9,5 a	28,7
At kestanesi	5001,2 ab	1897,0	739,7 a	33,8 a	5,7 a	18,2
Ihlamur	419,0 a	1327,8	681,9 a	65,8 b	38,2 b	24,6
Dişbudak	1216,5 a	1203,0	854,5 a	22,4 a	11,5 a	20,5
Akçaağaç	3916,1 ab	1175,1	367,6 a	88,7 bc	10,0 a	19,8

Tablo 4.2.da görüldüğü üzere Duncan testi sonuçlarına göre, türlerin istatistiki olarak aralarında en az %95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunan elementlerden Cd'da üç, Ni, Pb ve Cr'da ise ikişer homojen grupta toplandığı belirlenmiştir. Söz konusu metallerden Cu dışındakilerde en yüksek değerler süs eriğinde elde edilirken dişbudağın bütün metallerde ilk homojen grupta yer alması dikkat çekmektedir. Türler arasındaki fark Cu ve Ni gibi elementlerde beş kattan fazladır.

4.2.Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelle Bağlı Değişimi

Çalışma kapsamında Ni, Cr, Pb, Cd, Cu ve Zn elementlerinin süs eriği, at kestanesi, ıhlamur, dişbudak ve akçaağaç türlerinin yaprak tohum ve dal organellerindeki değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.3' de verilmiştir.

Tablo 4.3. Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	2,678E8	2	1,339E8	2,112	,125
	Gruplar içi	8,368E9	132	6,339E7		
	Toplam	8,636E9	134			

Tablo 4.3.'ün devamı

Cr	Gruplar arası	2,445E7	2	1,222E7	12,74	,000
	Gruplar içi	1,267E8	132	959583,765		
	Toplam	1,511E8	134			
Pb	Gruplar arası	3363900,229	2	1681950,114	,793	,455
	Gruplar içi	2,801E8	132	2122327,987		
	Toplam	2,835E8	134			
Cd	Gruplar arası	476,153	2	238,077	,058	,943
	Gruplar içi	539942,222	132	4090,471		
	Toplam	540418,375	134			
Cu	Gruplar arası	15700,677	2	7850,338	4,616	,012
	Gruplar içi	224475,743	132	1700,574		
	Toplam	240176,419	134			
Zn	Gruplar arası	3646,123	2	1823,061	4,442	,014
	Gruplar içi	54178,085	132	410,440		
	Toplam	57824,208	134			

Varyans analizi sonuçlarına göre çalışmaya konu metallere sadece Zn, Cu ve Cr'un organik bazında değişimi istatistiksel olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlıdır. Bu metallere Cr'un organik bazındaki değişimi istatistiksel olarak %99, Zn ve Cu'nun organik bazında değişimi istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlıdır. Çalışmaya konu ağır metallerin organik bazında ortalama değerleri ile verilere uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.4.'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Organik bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Organik	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yaprak	3774,9	2015,2 b	1092,6	63,5	7,7 a	15,9 a
Tohum	4858,9	1331,8 a	945,9	59,2	30,2 b	22,5 ab
Dal	1480,2	991,8 a	709,5	62,8	7,0 a	28,6 b

Çalışmaya konu organellerde Ni, Cr, Pb, Cd, Cu ve Zn elementlerinin ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde istatistiksel olarak aralarında en az

%95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunan elementlerden Cr, Cu ve Zn'de verilerin ikişer homojen grupta toplandığı belirlenmiştir. Cr da tohum ve dal ilk homojen grupta, yaprak ikinci homojen grupta yer alırken, Cu'da yaprak ve dal ilk, tohum ikinci homojen grupta yer almıştır. Zn'da ise yaprak ilk, dal ikinci homojen grupta yer alırken tohum her iki homojen grupta birden yer almıştır.

4.3.Ağır Metal Konsantrasyonlarının Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışma kapsamında Ni, Cr, Pb, Cd, Cu ve Zn elementlerinin beş farklı türün üzer organelinde, trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.5.'de verilmiştir.

Tablo 4.5. *Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları*

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	1,509E9	2	7,547E8	13,979	,000
	Gruplar içi	7,127E9	132	5,399E7		
	Toplam	8,636E9	134			
Cr	Gruplar arası	2,991E7	2	1,496E7	16,289	,000
	Gruplar içi	1,212E8	132	918189,904		
	Toplam	1,511E8	134			
Pb	Gruplar arası	2,625E7	2	1,313E7	6,735	,002
	Gruplar içi	2,573E8	132	1948928,757		
	Toplam	2,835E8	134			
Cd	Gruplar arası	98385,341	2	49192,670	14,690	,000
	Gruplar içi	442033,034	132	3348,735		
	Toplam	540418,375	134			
Cu	Gruplar arası	21765,549	2	10882,775	6,577	,002
	Gruplar içi	218410,870	132	1654,628		
	Toplam	240176,419	134			
Zn	Gruplar arası	8728,428	2	4364,214	11,734	,000
	Gruplar içi	49095,780	132	371,938		
	Toplam	57824,208	134			

Çalışmaya konu metallerin trafik yoğunluğuna bağlı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde, bütün metallerin trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Bu değişim Pb ve Cu'da %99, diğer elementlerde ise %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Metallerin trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri ile verilere uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.6.'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Trafik	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yok	786,9 a	965,9a	496,7 a	34,8 a	5,6 a	14,0 a
Az yoğun	1234,1 a	1287,2 a	725,8 a	52,0 a	6,4 a	19,9 a
Yoğun	8093,1 b	2085,6 b	1525,5 b	98,7 b	32,9 b	33,2b

Çalışmaya konu metallerin trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri incelendiğinde bütün elementlerin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı görülmektedir. Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar incelendiğinde ise bütün metaller bakımından iki homojen grup olduğu, trafiğin olmadığı alanlar ile az yoğun olduğu alanların ilk, trafiğin yoğun olduğu alanların ise ikinci homojen grupta yer aldığı görülmektedir.

4.4. Korelasyon Analizi Sonuçları

Çalışmaya konu metallerin birbirleri ile olan ilişki düzeylerini belirleyebilmek amacıyla verilere uygulanan korelasyon analizi sonuçları Tablo 4.7.'da verilmiştir.

Tablo 4.7. Korelasyon Analizi Sonuçları

	Cr ppb	Pb ppb	Cd ppb	Cu ppm	Zn ppm
Ni ppb	,699**	,571**	,248**	0,083	,520**
Cr ppb		,402**	,316**	,196*	,266**
Pb ppb			,357**	0,145	,571**
Cd ppb				,307**	,436**
Cu ppm					,275**

Korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde sadece Cu ile Ni ve Pb arasındaki ilişkilerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı, diğer bütün metaller arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde ve pozitif yönlü bir ilişki bulunduğu görülmektedir.

Bu ilişki özellikle Cr ve Ni arasında (0,699) oldukça kuvvetlidir. En zayıf ilişkiler ise Cr ile Cu (0,196) ve Ni ile Cd (0,248) arasındadır.

4.5.Ağır Metal Konsantrasyonlarının Tür Bazında Değişimi

Çalışma kapsamında Ni, Cr, Pb, Cd, Cu ve Zn elementlerinin süs eriği, at kestanesi, ıhlamur, dişbudak ve akçaağaç türlerinde organel ve trafik yoğunluğuna bağlı değişimleri tür bazında ayrı ayrı incelenmiştir.

4.5.1. Süs Eriğinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelle Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu Ni, Cr, Pb, Cd, Cu ve Zn elementlerinin süs eriğinde yaprak tohum ve dal organellerindeki değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.8.Süs Eriğinde Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	1,315E9	2	6,575E8	8,137	,002
	Gruplar içi	1,939E9	24	8,080E7		
	Toplam	3,254E9	26			
Cr	Gruplar arası	4256271,179	2	2128135,589	15,454	,000
	Gruplar içi	3305050,253	24	137710,427		
	Toplam	7561321,432	26			
Pb	Gruplar arası	1,693E7	2	8467241,263	1,052	,365
	Gruplar içi	1,932E8	24	8048714,413		
	Toplam	2,101E8	26			
Cd	Gruplar arası	75358,549	2	37679,274	5,372	,012
	Gruplar içi	168339,598	24	7014,150		
	Toplam	243698,147	26			
Cu	Gruplar arası	1237,667	2	618,834	3,913	,034
	Gruplar içi	3795,438	24	158,143		
	Toplam	5033,105	26			
Zn	Gruplar arası	10376,601	2	5188,300	4,192	,027
	Gruplar içi	29705,071	24	1237,711		
	Toplam	40081,672	26			

Süs eriği organellerinde çalışmaya konu metallere Pb dışındaki metallere organel değişiminin istatistiksel olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu

belirlenmiştir. Bu değişim Cd, Cu ve Zn'da %95, Ni'de %99 ve Cr'da %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Çalışmaya konu metallerin süs eriği organellerindeki ortalama değerleri ile verilere uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. *Süs Eriğinde Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları*

Organel	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yaprak	1979,8 a	1315,0 a	1026,4	24,1 a	2,2 a	4,2 a
Tohum	16149,3 b	2188,5 b	2956,8	128,6 b	18,5 b	52,2 b
Dal	782,6 a	1381,5 a	1825,8	142,4 b	7,9ab	29,7ab

Süs eriğinde metallerin ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde yaprağın bütün metallerde ilk homojen grupta, tohumun ise son homojen grupta olduğu görülmektedir. Dallar ise Ni ve Cr bakımından ilk, Cd bakımından ikinci homojen grupta yer alırken Cu ve Zn'da her iki homojen grupta birden yer almıştır.

Süs eriğinde, çalışmaya konu metallerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.10.'da verilmiştir.

Tablo 4.10. *Süs Eriğinde Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları*

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	6.77E+11	2	3.39E+11	3,154	,061
	Gruplar içi	2.58E+12	24	1.07E+11		
	Toplam	3.25E+12	26			
Cr	Gruplar arası	2,706,665,045	2	1,353,332,523	6,690	,005
	Gruplar içi	4,854,656,387	24	202,277,349		
	Toplam	7,561,321,432	26			
Pb	Gruplar arası	3.71E+10	2	1.86E+10	2,575	,097
	Gruplar içi	1.73E+11	24	7,207,561,645		
	Toplam	2.10E+11	26			
Cd	Gruplar arası	82,056,702	2	41,028,351	6,092	,007
	Gruplar içi	161,641,444	24	6,735,060		
	Toplam	243,698,147	26			

Tablo 4.10.'un devamı

Cu	Gruplar arası	1,523,512	2	761,756	5,209	,013
	Gruplar içi	3,509,593	24	146,233		
	Toplam	5,033,105	26			
Zn	Gruplar arası	12,012,179	2	6,006,089	5,135	,014
	Gruplar içi	28,069,493	24	1,169,562		
	Toplam	40,081,672	26			

Süs eriğinde çalışmaya konu metallerin trafik yoğunluğuna bağlı değişimini incelendiğinde Pb ve Ni'in değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı, Cr ve Cd'un değişiminin %99, Zn ve Cu'un değişiminin ise %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Çalışmaya konu metallerin, süs eriğinde trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri ile verilere uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.11.'de verilmiştir.

Tablo 4.11. *Süs Eriğinde Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları*

Trafik	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yok	2237,0	1222,7 a	911,8	49,9 a	3,4a	11,9 a
Az yoğun	3314,8	1666,8 b	1319,5	69,8 a	5,0 a	15,7 a
Yoğun	13359,9	1995,4 b	3577,8	175,5 b	20,1b	58,4b

Süs eriğinde çalışmaya konu metallerin trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri incelendiğinde bütün elementlerin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı görülmektedir. Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar incelendiğinde ise bütün metaller bakımından iki homojen grup olduğu, Cr dışındaki metallerde trafiğin olmadığı alanlar ile az yoğun olduğu alanların ilk, trafiğin yoğun olduğu alanların ise ikinci homojen grupta yer aldığı görülmektedir. Cr'da ise trafiğin olmadığı alanlar ilk homojen grubu oluştururken trafiğin az yoğun olduğu ve yoğun olduğu alanlar ikinci homojen grupta yer almıştır.

4.5.2. At Kestanesinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelle Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu Ni, Cr, Pb, Cd, Cu ve Zn elementlerinin at kestanesinde yaprak tohum ve dal organellerindeki değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.12.'de verilmiştir.

Tablo 4.12. At Kestanesinde Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	9,046E8	2	4,523E8	4,243	,026
	Gruplar içi	2,559E9	24	1,066E8		
	Toplam	3,463E9	26			
Cr	Gruplar arası	5,520E7	2	2,760E7	14,327	,000
	Gruplar içi	4,623E7	24	1926298,380		
	Toplam	1,014E8	26			
Pb	Gruplar arası	7804704,296	2	3902352,148	20,409	,000
	Gruplar içi	4588988,889	24	191207,870		
	Toplam	1,239E7	26			
Cd	Gruplar arası	14586,074	2	7293,037	20,536	,000
	Gruplar içi	8523,333	24	355,139		
	Toplam	23109,407	26			
Cu	Gruplar arası	304,067	2	152,034	5,549	,010
	Gruplar içi	657,602	24	27,400		
	Toplam	961,670	26			
Zn	Gruplar arası	3671,614	2	1835,807	13,571	,000
	Gruplar içi	3246,613	24	135,276		
	Toplam	6918,227	26			

Varyans analizi sonuçlarına göre at kestanesinde çalışmaya konu metallerin tamamının organel bazında değişimi istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde

anlamlıdır. Tablo sonuçlarında bu değişimin Cu ve Ni’de %95, diğer elementlerde %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Elde edilen verilere Duncan testi uygulanmış ve metallerin organel bazında ortalama değerleri ile Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.13.’de verilmiştir.

Tablo 4.13. *At Kestanesinde Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları*

Trafik	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yok	398,5 a	1156,0 a	386,7 a	16,6 a	3,2 a	9,4
Az yoğun	805,0 a	1337,3 a	591,6 a	31,1 ab	3,4 b	18,6
Yoğun	13800,3 b	3197,6 b	1240,7 b	53,7 b	10,7 c	26,6

At kestanesinde organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplaşmalar incelendiğinde tohumun bütün metaller bakımından en düşük değerlere sahip olduğu ve ilk homojen grupta yer aldığı, yaprağın ise bütün metaller bakımından ikinci homojen grupta olduğu ve Zn dışındaki bütün metaller bakımından en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. At kestanesinde, çalışmaya konu metallerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.14.’de verilmiştir.

Tablo 4.14. *At kestanesinde Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları*

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	1,046E9	2	5,230E8	5,192	,013
	Gruplar içi	2,417E9	24	1,007E8		
	Toplam	3,463E9	26			
Cr	Gruplar arası	2,299E7	2	1,149E7	3,516	,046
	Gruplar içi	7,844E7	24	3268398,250		
	Toplam	1,014E8	26			
Pb	Gruplar arası	3577922,074	2	1788961,037	4,870	,017
	Gruplar içi	8815771,111	24	367323,796		
	Toplam	1,239E7	26			

Tablo 4.14.'ün devamı

Cd	Gruplar arası	6298,963	2	3149,481	4,496	,022
	Gruplar içi	16810,444	24	700,435		
	Toplam	23109,407	26			
Cu	Gruplar arası	332,147	2	166,074	6,331	,006
	Gruplar içi	629,522	24	26,230		
	Toplam	961,670	26			
Zn	Gruplar arası	1343,861	2	671,930	2,893	,075
	Gruplar içi	5574,367	24	232,265		
	Toplam	6918,227	26			

Varyans analizi sonuçlarına göre at kestanesinde Zn dışındaki bütün metallerin trafik yoğunluğuna bağlı değişimi istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlıdır. Varyans analizi sonucunda bu değişimin Cu'da %99, diğer metallerde ise %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Çalışmaya konu metallerin, at kestanesinde trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri ile verilere uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo'da verilmiştir.

Tablo 4.15. At kestanesinde Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Trafik	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yok	398,5 a	1156,0 a	386,7 a	16,6 a	3,2 a	9,4
Az yoğun	805,0 a	1337,3 a	591,6 a	31,1 ab	3,4 b	18,6
Yoğun	13800,3 b	3197,6 b	1240,7 b	53,7 b	10,7 c	26,6

At kestanesinde bütün metallerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı, en düşük değerlerin trafiğin olmadığı, en yüksek değerlerin ise trafiğin yoğun olduğu alanlarda tespit edildiği görülmektedir. Duncan testi sonuçlarına göre Cu dışındaki bütün metaller bakımından iki homojen grup oluşmuş, Ni, Cr ve Pb da trafiğin olmadığı ve az yoğun olduğu alanlar ilk homojen grupta yer alırken trafiğin yoğun olduğu alanlar tek başına ikinci homojen grubu oluşturmuştur. Cd'da trafiğin olmadığı alanlar ilk, trafiğin yoğun olduğu alanlar ikinci homojen grubu oluştururken trafiğin az yoğun olduğu alanlar her iki homojen grupta birden yer almıştır. Cu'da ise üç homojen grup oluşmuş ve her bir trafik yoğunluğu ayrı bir homojen grupta yer almıştır.

4.5.3. Ihlamurda Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelle Bağlı Değişimi

Çalışma kapsamında çalışmaya konu türlerden Ihlamurda Ni, Cr, Pb, Cd, Cu ve Zn elementlerinin yaprak, tohum ve dal organellerindeki değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere uygulanan varyans analizi sonuçları Tablo 4.16.'da verilmiştir.

Tablo 4.16. *Ihlamurda Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları*

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	2797639,016	2	1398819,508	23,611	,000
	Gruplar içi	1421845,411	24	59243,559		
	Toplam	4219484,427	26			
Cr	Gruplar arası	3177122,299	2	1588561,149	10,151	,001
	Gruplar içi	3755839,544	24	156493,314		
	Toplam	6932961,843	26			
Pb	Gruplar arası	2634649,099	2	1317324,549	59,684	,000
	Gruplar içi	529723,560	24	22071,815		
	Toplam	3164372,659	26			
Cd	Gruplar arası	20940,547	2	10470,274	10,369	,001
	Gruplar içi	24234,633	24	1009,776		
	Toplam	45175,181	26			
Cu	Gruplar arası	61148,376	2	30574,188	4,864	,017
	Gruplar içi	150873,311	24	6286,388		
	Toplam	212021,687	26			
Zn	Gruplar arası	819,994	2	409,997	2,452	,107
	Gruplar içi	4013,078	24	167,212		
	Toplam	4833,072	26			

Tablo değerleri incelendiğinde ihlamurda Zn dışındaki bütün metallerin organel bazında değişiminin istatistik olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Metallerin organel bazında değişiminin Cu'da %95, Cd ve Cr'da %99, Ni ve Pb'da ise %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Çalışmaya konu metallerin ihlamur organellerindeki ortalama değerleri ile verilere uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.17.'de verilmiştir.

Tablo 4.17. *Ihlamurda Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları*

Organel	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yaprak	860,7 b	1575,5 b	921,7 b	51,4 a	4,1 a	18,3
Tohum	293,7 a	1565,3 b	883,4 b	104,7 b	105,5 b	23,8
Dal	102,7 a	842,7 a	240,7 a	41,2 a	4,9 a	31,8

Ihlamurda çalışmaya konu metallerin ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde dalın bütün metallerde ilk homojen grupta, tohumun ise Ni dışındaki bütün elementlerde son homojen grupta olduğu görülmektedir. Yaprak Ni, Pb ve Cr bakımından ikinci, Cd ve Cu bakımından ilk homojen grupta yer almıştır. Ihlamurda, çalışmaya konu metallerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.18.'de verilmiştir.

Tablo 4.18. *Ihlamurda Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları*

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	862524,242	2	431262,121	3,083	,064
	Gruplar içi	3356960,184	24	139873,341		
	Toplam	4219484,427	26			
Cr	Gruplar arası	3058190,014	2	1529095,007	9,471	,001
	Gruplar içi	3874771,829	24	161448,826		
	Toplam	6932961,843	26			
Pb	Gruplar arası	64653,410	2	32326,705	,250	,781
	Gruplar içi	3099719,249	24	129154,969		
	Toplam	3164372,659	26			
Cd	Gruplar arası	8920,090	2	4460,045	2,952	,071
	Gruplar içi	36255,091	24	1510,629		
	Toplam	45175,181	26			
Cu	Gruplar arası	51695,496	2	25847,748	3,869	,035
	Gruplar içi	160326,191	24	6680,258		
	Toplam	212021,687	26			
Zn	Gruplar arası	1192,601	2	596,300	3,931	,033
	Gruplar içi	3640,471	24	151,686		
	Toplam	4833,072	26			

Ihlamurda çalışmaya konu metallere sadece Zn, Cu ve Cr'un trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin istatistiksel olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu, Ni, Pb ve Cd'un ise trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin istatistiksel olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Çalışmaya konu metallerin, Ihlamurda trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri ile verilere uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.19.'da verilmiştir.

Tablo 4.19. *Ihlamurda Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları*

Trafik	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yok	190,8	939,1 a	623,6	49,5	6,7 a	15,2a
Az Yoğun	439,2	1284,3 a	678,9	56,7	7,8 a	29,1 b
Yoğun	627,2	1760,0 b	743,4	91,1	100,1 b	29,5 b

Ihlamurda Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler incelendiğinde bütün metallere en düşük değerlerin trafiğin olmadığı en yüksek değerlerin ise trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edildiği görülmektedir. Aralarında istatistiksel olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar çıktığı belirlenen metallere Cr ve Cd'da trafiğin olmadığı ve az yoğun olduğu alanlar ilk homojen grupta, trafiğin yoğun olduğu alanlar ikinci homojen grupta yer alırken Zn'da trafiğin olmadığı alanlar ilk homojen grupta, trafiğin yoğun olduğu ve az yoğun olduğu alanlar ikinci homojen grupta yer almıştır.

4.5.4. Dışbudakta Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelle Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu Ni, Cr, Pb, Cd, Cu ve Zn elementlerinin dışbudakta yaprak tohum ve dal organellerindeki değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.20.'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Dişbudakta Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	2,083E7	2	1,041E7	24,795	,000
	Gruplar içi	1,008E7	24	419987,846		
	Toplam	3,091E7	26			
Cr	Gruplar arası	6399622,569	2	3199811,284	5,062	,015
	Gruplar içi	1,517E7	24	632172,948		
	Toplam	2,157E7	26			
Pb	Gruplar arası	7101888,092	2	3550944,046	7,920	,002
	Gruplar içi	1,076E7	24	448379,551		
	Toplam	1,786E7	26			
Cd	Gruplar arası	2031,647	2	1015,823	4,552	,021
	Gruplar içi	5355,880	24	223,162		
	Toplam	7387,527	26			
Cu	Gruplar arası	633,662	2	316,831	3,839	,036
	Gruplar içi	1980,924	24	82,539		
	Toplam	2614,587	26			
Zn	Gruplar arası	1078,032	2	539,016	6,545	,005
	Gruplar içi	1976,489	24	82,354		
	Toplam	3054,521	26			

Dişbudakta bütün metallerin organel bazında değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu farklılık Cu, Cd ve Cr'da %95, Zn ve Pb'da %99 ve Ni'de %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Elde edilen verilere Duncan testi uygulanmış ve metallerin dişbudakta organel bazında ortalama değerleri ile Duncan testi sonucunda oluşun homojen gruplar Tablo 4.21.'de verilmiştir.

Tablo 4.21. Dişbudakta Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Organel	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yaprak	2446,6 b	1875,2 b	1455,4 b	31,8 b	18,3 b	18,5 a
Tohum	452,3 a	996,1 a	202,3 a	10,9 a	8,6 a	13,9 a
Dal	750,7 a	737,7 a	905,8 b	24,6 ab	7,5 a	29,0 b

Dişbudak organellerinde Duncan testi sonucunda bütün metaller bakımından ikişer homojen grup oluşmuş, tohum bütün metallerde ilk, yaprak Zn dışındaki bütün metallerde ikinci homojen grupta yer almıştır. Dal Ni, Cr ve Cu'da ilk, Pb ve Zn'da ikinci, Cd'da ise her iki homojen grupta birden yer almıştır. Dişbudakta çalışmaya konu metallerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.22.'de verilmiştir.

Tablo 4.22. Dişbudakta Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	6824992,854	2	3412496,427	3,401	,050
	Gruplar içi	2,408E7	24	1003422,351		
	Toplam	3,091E7	26			
Cr	Gruplar arası	9230848,667	2	4615424,333	8,976	,001
	Gruplar içi	1,234E7	24	514205,194		
	Toplam	2,157E7	26			
Pb	Gruplar arası	5847300,565	2	2923650,283	5,840	,009
	Gruplar içi	1,202E7	24	500654,032		
	Toplam	1,786E7	26			
Cd	Gruplar arası	3861,307	2	1930,653	13,140	,000
	Gruplar içi	3526,220	24	146,926		
	Toplam	7387,527	26			
Cu	Gruplar arası	1196,807	2	598,403	10,130	,001
	Gruplar içi	1417,780	24	59,074		
	Toplam	2614,587	26			
Zn	Gruplar arası	1713,521	2	856,760	15,334	,000
	Gruplar içi	1341,000	24	55,875		
	Toplam	3054,521	26			

Varyans analizi sonuçlarına göre dişbudakta Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı değildir. Diğer metallerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi ise Cu, Pb ve Cr'da %99, Zn ve Cd'da ise %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Çalışmaya konu metallerin, dişbudakta trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri ile verilere

uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.23.'de verilmiştir.

Tablo 4.23. *Dışbudakta Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları*

Trafik	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yok	700,1	550,4 a	391,7 a	14,1 a	7,0 a	12,1 a
Az yoğun	1051,5	1089,4 a	680,6 a	13,8 a	6,5 a	18,2 a
Yoğun	1898,0	1969,1 b	1491,1 b	39,3 b	20,9 b	31,2 b

Dışbudakta bütün metallerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı görülmektedir. Duncan testi sonuçlarına göre bütün metallerde iki homojen grup oluşmuş, trafiğin olmadığı ve az yoğun olduğu alanlar ilk homojen grupta yer alırken trafiğin yoğun olduğu alanlar ikinci homojen grubu oluşturmuştur.

4.5.5. Akçaağaçta Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organelle Bağlı Değişimi

Çalışma kapsamında çalışmaya konu türlerden akçaağaçta Ni, Cr, Pb, Cd, Cu ve Zn elementlerinin yaprak, tohum ve dal organellerindeki değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere uygulanan varyans analizi sonuçları Tablo 4.24.'de verilmiştir.

Tablo 4.24. *Akçaağaçta Organel Bazında Varyans Analizi Sonuçları*

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	2,065E8	2	1,033E8	2,469	,106
	Gruplar içi	1,004E9	24	4,183E7		
	Toplam	1,211E9	26			
Cr	Gruplar arası	1325136,222	2	662568,111	8,140	,002
	Gruplar içi	1953628,444	24	81401,185		
	Toplam	3278764,667	26			
Pb	Gruplar arası	521312,519	2	260656,259	7,692	,003
	Gruplar içi	813261,778	24	33885,907		
	Toplam	1334574,296	26			
Cd	Gruplar arası	48984,000	2	24492,000	11,111	,000
	Gruplar içi	52902,667	24	2204,278		
	Toplam	101886,667	26			

Tablo 4.24.'ün devamı

Cu	Gruplar arası	760,447	2	380,224	63,051	,000
	Gruplar içi	144,729	24	6,030		
	Toplam	905,176	26			
Zn	Gruplar arası	55,476	2	27,738	,720	,497
	Gruplar içi	924,831	24	38,535		
	Toplam	980,307	26			

Varyans analizi sonuçları akçaağaçta Zn ve Ni dışındaki bütün metallerin organel bazında değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir. Metallerin organel bazında değişimi Pb ve Cr'da %99, Cu ve Cd'de ise %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Çalışmaya konu metallerin akçaağaç organellerindeki ortalama değerleri ile verilere uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.25.'de verilmiştir.

Tablo 4.25. Akçaağaçta Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Organel	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yaprak	445,7	1408,1 b	560,1 b	146,1 b	4,6 a	18,1
Tohum	7214,0	1240,0 b	305,6 a	44,1 a	17,2 c	19,8
Dal	4088,5	877,2 a	237,1 a	76,1 a	8,1 b	21,6

Tablo 4.25.'de görüldüğü üzere Duncan testi sonuçlarına göre, akçaağaç organellerinde istatistiki olarak aralarında en az %95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunan elementlerden Cu'da üç, Cd, Pb ve Cr'da ise ikişer homojen grup oluştuğu belirlenmiştir. Söz konusu metallerden Cu dışındakilerde en yüksek değerler yaprakta elde edilirken Cr, Pb ve Cd'da dal ilk homojen grupta yer almıştır. Cu'da ise en düşük değer yaprakta, en yüksek değer ise tohumda elde edilmiştir. Akçaağaçta çalışmaya konu metallerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimini belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.26.'de verilmiştir.

Tablo 4.26. Akçaağaçta Trafik Yoğunluğu Bazında Varyans Analizi Sonuçları

		Kareler toplamı	Serbeslik derecesi	Kareler ortalaması	F	Hata
Ni	Gruplar arası	6,361E8	2	3,181E8	13,290	,000
	Gruplar içi	5,744E8	24	2,393E7		
	Toplam	1,211E9	26			
Cr	Gruplar arası	1517952,889	2	758976,444	10,345	,001
	Gruplar içi	1760811,778	24	73367,157		
	Toplam	3278764,667	26			
Pb	Gruplar arası	737173,407	2	368586,704	14,808	,000
	Gruplar içi	597400,889	24	24891,704		
	Toplam	1334574,296	26			
Cd	Gruplar arası	36360,222	2	18180,111	6,659	,005
	Gruplar içi	65526,444	24	2730,269		
	Toplam	101886,667	26			
Cu	Gruplar arası	134,125	2	67,063	2,087	,146
	Gruplar içi	771,051	24	32,127		
	Toplam	905,176	26			
Zn	Gruplar arası	45,445	2	22,723	,583	,566
	Gruplar içi	934,862	24	38,953		
	Toplam	980,307	26			

Varyans analizi sonuçlarına göre akçaağaçta Zn ve Cu'da trafik yoğunluğu bazında değişimin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Trafik yoğunluğu bazında meydana gelen değişim Cd ve Cr'da %99, Ni ve Pb'da ise %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Çalışmaya konu metallerin, akçaağaçta trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri ile verilere uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.27.'de verilmiştir.

Tablo 4.27. Akçaağaçta Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Trafik	Ni (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Cd (ppb)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Yok	408,0 a	961,5 a	169,8 a	43,8 a	7,5	21,2
Az yoğun	560,2 a	1058,0 a	358,6 b	88,6 ab	9,6	18,1
Yoğun	10780,1 b	1505,7 b	574,3 c	133,7 b	12,9	20,2

Duncan testi sonuçlarına göre akçaağaçta trafik yoğunluğuna bağlı olarak verilerin Ni, Cr ve Cd'da üç, Pb'da ise ikişer homojen grup oluşturduğu görülmektedir. İstatistiki olarak aralarında en az %95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunan elementlerin tamamının konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı, Duncan testi sonuçlarına göre Ni ve Cr'da trafiğin olmadığı ve az yoğun olduğu alanların ilk, trafiğin yoğun olduğu alanların ise ikinci homojen grubu oluşturduğu görülmektedir. Pb'da her bir trafik yoğunluğu ayrı bir homojen grup oluştururken, Cd'da trafiğin olmadığı alanlar ilk, trafiğin yoğun olduğu alanlar son homojen grupta yer alırken trafiğin az yoğun olduğu alanlar her iki homojen grupta birden yer almıştır.

4.6.Ağır Metal Konsantrasyonlarının Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışma kapsamında metal konsantrasyonlarının tür ve organel bazında değişimi trafik yoğunluğuna bağlı olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaç çerçevesinde trafiğin olmadığı, az yoğun olduğu ve yoğun olduğu alanlarda yetişen beş adet bitki türünden yaprak, tohum ve dal örnekleri toplanmış, bu örnekler üzerinde analizler yapılarak metal konsantrasyonlarının değişimi belirlenmiştir. Her bir elementin; bitki türü ve organel faktörlerine göre trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.6.1. Ni Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Ni konsantrasyonunun trafiğin olmadığı, az yoğun olduğu ve çok yoğun olduğu alanlarda değişimi her bir faktör için ayrı ayrı belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Tablo 4.28.'da verilmiştir.

Tablo 4.28. Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

Tür	Organel	Trafik Yoğunluğu			F Değeri
		Yok	Az yoğun	Yoğun	
Süs eriği	Yaprak	1226,3 a	1837,2 b	2875,8 c	3813,411***
	Tohum	4952,0 a	7284,6 a	36211,3 b	47,296***
	Dal	532,6 a	822,6 b	992,6 c	126,336***

Tablo 4.28.'in devamı

At kestanesi	Yaprak	923,6 a	1656,3 b	36845,6 c	48454,272***
	Tohum	52,6 a	159,3 b	344,0 c	27,709**
	Dal	219,3 a	599,3 b	4211,3 c	2592,909***
Ihlamur	Yaprak	407,0 a	875,3 b	1299,9 c	458,073***
	Tohum	138,7 a	298,6 b	443,7 c	82,979***
	Dal	26,6	143,6	138,0	1,693 ns
Dişbudak	Yaprak	1504,8 a	2316,0 b	3519,2 c	4621,409***
	Tohum	399,6 a	452,3 b	504,9 c	16,000**
	Dal	196,0 a	386,3 b	1670,0 c	323,996***
Akçağaç	Yaprak	93,6 a	193,0 b	1050,6 c	515,117***
	Tohum	370,3 a	676,6 b	20595,0 c	624168,577***
	Dal	760,0 a	811,0 a	10694,6 b	8546,413***

Tablo 4.28'da değerleri incelendiğinde varyans analizi sonuçlarına göre sadece ihlamur dallarında trafik yoğunluğuna bağlı değişimin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı, bunun dışında dişbudak ve at kestanesi tohumundaki değişimin %99 güven düzeyinde, diğer bütün organellerdeki değişimin ise %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

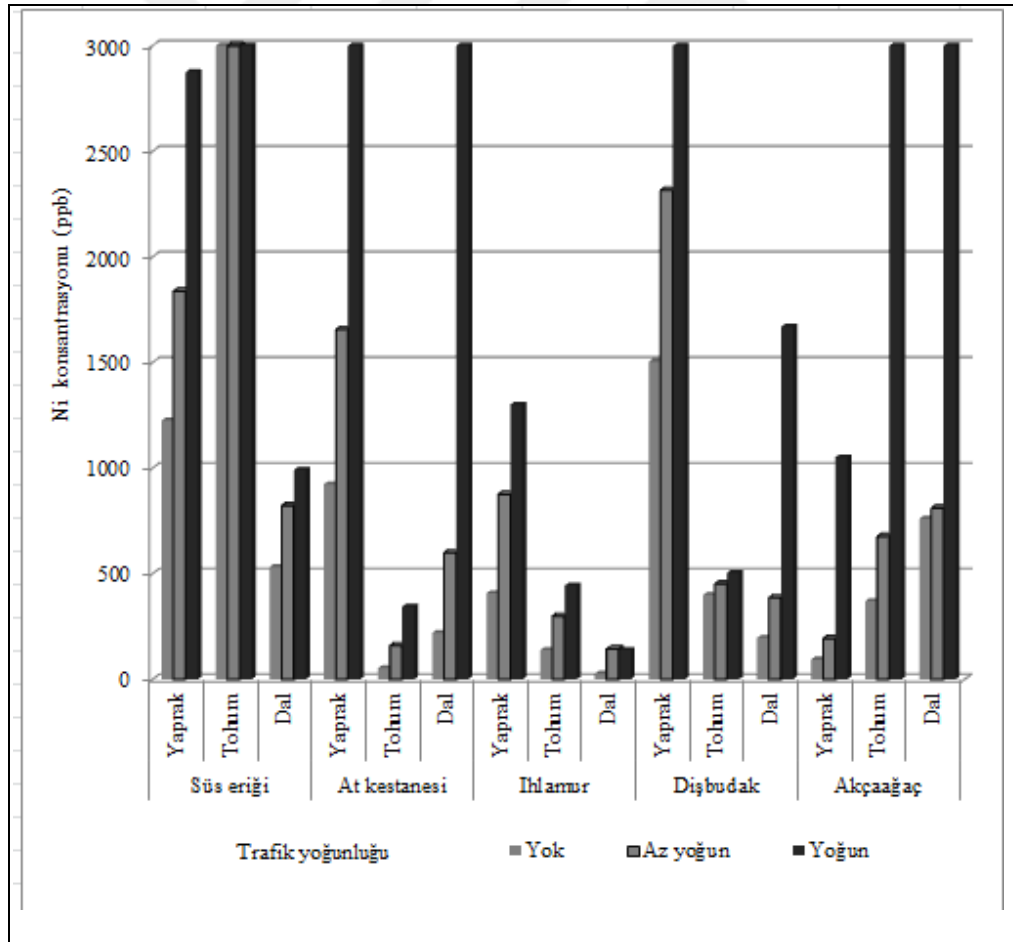
Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde ise bütün organellerde trafiğin olmadığı alanlarda elde edilen verilerin ilk, trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilen verilerin ise son homojen grupta olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğu ile bağlantılı olarak arttığı söylenebilir.

Değerler incelendiğinde hem aynı organellerde trafiğin olmadığı alanlar ile trafiğin yoğun olduğu alanlar arasında, hem aynı türün farklı organelleri arasında, hem de farklı türlerin aynı organelleri arasında önemli düzeyde farklılıklar olduğu görülmektedir. Örneğin akçağaç tohumlarında trafiğin olmadığı alanlardaki Ni konsantrasyonu 370,3 ppb iken, trafiğin yoğun olduğu alanlarda bu konsantrasyonun 20595 ppb düzeyine çıktığı görülmektedir. Dolayısıyla trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilen değer, trafiğin olmadığı alanlarda elde edilen değerın 55

katından fazladır. Benzer şekilde at kestanesi yapraklarında trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilen değer aynı bölgede aynı türün tohumlarında elde edilen değer yaklaşık 107 katı, trafiğin yoğun olduğu alanlarda süs eriği tohumlarında elde edilen değer, yine trafiğin yoğun olduğu alanlarda at kestanesin tohumlarında elde edilen değer yaklaşık 105 katıdır. Bu sonuçlar Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğu, tür ve organel bazında önemli düzeyde değiştiğini göstermektedir.

Tablo 4.28.'da değerlerinin algılanmasını kolaylaştırmak amacıyla hazırlanan, Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimini Grafik 4.1'de verilmiştir.

Ni konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.1'de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 3000 ppm ile sınırlandırmıştır.



Grafik 4.1. Ni konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi

4.6.2. Cr Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu örneklerde Cr konsantrasyonunun trafiğin olmadığı, az yoğun olduğu ve yoğun olduğu alanlarda değişimi belirlenmiş, elde edilen verilere varyans analizi ve duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Tablo 4.29.'da verilmiştir.

Tablo 4.29. Cr konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

Tür	Organel	Trafik Yoğunluğu			F Değeri
		Yok	Az	Yoğun	
Süs eriği	Yaprak	987,3 a	1470,3 b	1487,3 b	1217,820***
	Tohum	1611,3 a	2283,0 b	2671,3 c	36,114***
	Dal	1069,6 a	1247,3 b	1827,6 c	334,763***
At kestanesi	Yaprak	2303,0 a	2357,0 b	7046,6 c	35179,582***
	Tohum	443,3 a	653,0 b	910,6 c	24,926**
	Dal	721,6 a	1002,0 b	1635,6 c	87,183***
İhlamur	Yaprak	1058,9 a	1518,6 b	2148,9 c	1388,556***
	Tohum	1051,9 a	1509,0 b	2134,9 c	103,211***
	Dal	706,6 a	825,3 b	996,3 c	149,214***
Dişbudak	Yaprak	548,5 a	1538,6 b	3538,4 c	11660,581***
	Tohum	626,3 a	996,1 b	1366,0 c	363,166***
	Dal	476,6 a	733,6 b	1003,0 c	213,453***
Akçaağaç	Yaprak	1174,3 a	1310,3 a	1739,6 b	54,594***
	Tohum	951,0 a	992,6 a	1776,3 b	794,866***
	Dal	759,3 a	871,0 b	1001,3 c	21,065**

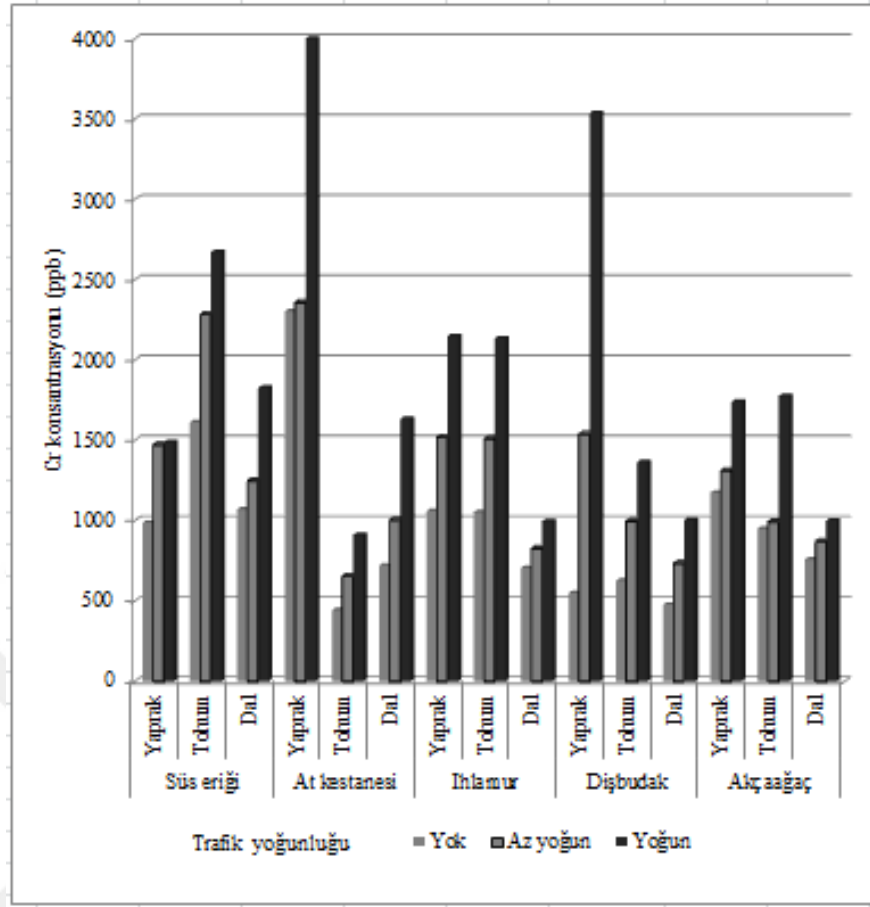
Yapılan varyans analizi sonucunda Cr konsantrasyonunun bütün organellerde trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. Cr konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi sadece akçaağaç dal ve at kestanesi tohumlarında %99, diğer organellerin tamamında %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde ise Ni konsantraonunda olduğu gibi Cr konsantrasyonunda da bütün organellerde trafiğin olmadığı alanlarda elde edilen değerlerin ilk, trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilen değerlerin ise son homojen grupta olduğu görülmektedir. Dolayısıyla Cr konsantrasyonunun da trafik yoğunluğu ile bağlantılı olarak arttığı söylenebilir.

Ancak Ni konsantrasyonunun aksine Cr konsantrasyonuna ilişkin verilerin daha dar bir aralıkta toplandığı görülmektedir. En düşük değer 443,3 ppb ile trafiğin olmadığı alanlardaki at keşanesi tohumlarında elde edilirken en yüksek değer 7046,6 ppb ile trafiğin yoğun olduğu alanlardaki yapraklarda elde edilmiştir.

Cr konsantrasyonu Ni konsantrasyonunda olduğu gibi hem aynı organellerde trafiğin olmadığı alanlar ile trafiğin yoğun olduğu alanlar arasında, hem aynı türün farklı organelleri arasında, hem de farklı türlerin aynı organelleri arasında değişiklik göstermektedir. Ancak bu değişiklik daha sınırlı düzeyde kalmıştır. Örneğin trafik yoğunluğuna bağlı olarak belirlenen en yüksek fark dişbudak yapraklarında belirlenmiş olup, trafiğin olmadığı alanlarda 548,5 ppb olan değer trafiğin yoğun olduğu alanlarda 3538,4 ppb düzeyine yükselmiş yani yaklaşık 6,5 kat artmıştır. Dolayısıyla Cr konsantrasyonunun değişimi Ni'de olduğu kadar yüksek seviyelere ulaşmamıştır. Cr konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimini Grafik 4.2.'de verilmiştir.

Cr konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.2'de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 4000 ppm ile sınırlanmıştır.



Grafik 4.2. Cr konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak

4.6.3. Pb Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Pb konsantrasyonu trafik yoğunluğu ile en çok ilişkilendirilen ağır metallere biridir. Çalışma kapsamında Pb konsantrasyonunun trafiğin olmadığı, az yoğun olduğu ve çok yoğun olduğu alanlarda değişimi her bir faktör için ayrı ayrı belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Tablo 4.30.'de verilmiştir.

Tablo 4.30. Pb konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

Tür	Organel	Trafik Yoğunluğu			F Değeri
		Yok	Az	Yoğun	
Süs eriği	Yaprak	718,1 a	928,9 b	1432,2 c	367,932***
	Tohum	605,3	1464,3	6801,0	1,654 ns
	Dal	1412,0 a	1565,3 b	2500,3 c	281,616***

Tablo 4.30.'un devamı

At kestanesi	Yaprak	960,0 a	1209,3 b	2329,6 c	528,478***
	Tohum	39,6 a	324,0 b	781,3 c	26,795**
	Dal	160,6 a	241,6 a	611,3 b	10,697*
Ihlamur	Yaprak	769,0 a	934,0 b	1062,2 c	25,680**
	Tohum	737,6 a	894,0 ab	1018,7 b	5,958*
	Dal	364,3	208,6	149,3	1,680 ns
Dişbudak	Yaprak	405,8 a	1112,2 b	2848,2 c	6723,160***
	Tohum	165,9	202,3	238,7	4,078 ns
	Dal	603,6 a	727,3 a	1386,6 b	15,781**
Akçaağaç	Yaprak	377,0 a	504,6 b	798,6 c	304,785***
	Tohum	49,3 a	347,0 b	520,6 c	379,738***
	Dal	83,3 a	224,3 a	403,6 b	14,639**

Pb konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi incelendiğinde, süs eriği ve dişbudak tohumları ile ihlamur dal örneklerinde trafik yoğunluğuna bağlı olarak numuneler arasındaki farklılığın istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı görülmektedir. Bunların dışındaki bütün örneklerde Pb konsantrasyonunun değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu farklılık at kestanesi dal ve ihlamur tohumlarında %95, dişbudak ve akçaağaç dallarında %99, diğer organellerde ise %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

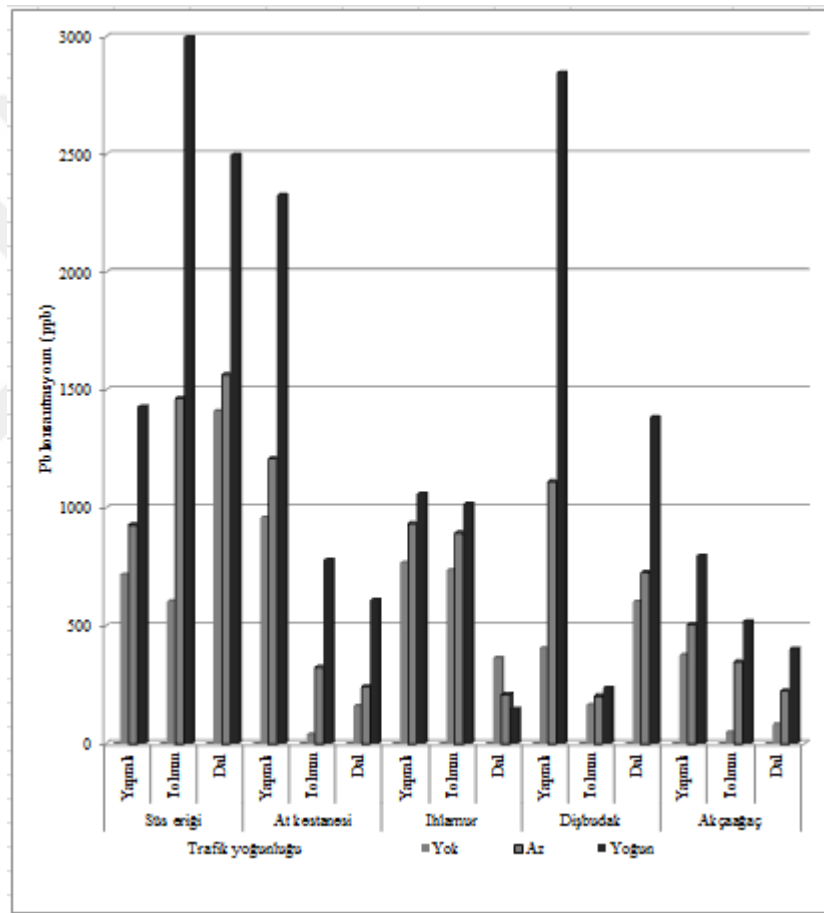
Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplaşmalar incelendiğinde ise Pb konsantrasyonunun da trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı görülmektedir. Duncan testi sonucunda bütün organellerde trafiğin olmadığı alanlarda elde edilen değerler ilk, trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilen değerler ise son homojen gruplarda yer almıştır.

Bütün değerler incelendiğinde en düşük değer 39,6 ppb ile trafiğin olmadığı alanlardaki at kestanesi tohumlarında, en yüksek değer ise 6801 ppb ile trafiğin yoğun olduğu alanlardaki süs eriği tohumlarında elde edildiği görülmektedir.

Organellerde trafik yoğunluğuna bağlı olarak meydana gelen değişimler incelendiğinde ise trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilen değerlerin trafiğin olmadığı alanlarda elde edilen değere oranı en düşük ihlamur tohumlarında (yaklaşık

1,38 kat) en yüksek değerin ise at kestanesi tohumlarında (yaklaşık 19,7 kat) olduğu görülmektedir. Tablo değerlerinin daha kolay algılanabilmesini sağlamak amacıyla hazırlanan, Pb konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimini Grafik 4.3.'de verilmiştir.

Pb konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.3'de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 3000 ppm ile sınırlandırılmıştır.



Grafik 4.3. Pb konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi

4.6.4. Cd Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu örneklerde Cd konsantrasyonunun trafiğin olmadığı, az yoğun olduğu ve yoğun olduğu alanlarda değişimi belirlenmiş, elde edilen verilere varyans analizi ve duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi

sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Tablo 4.31.'de verilmiştir.

Tablo 4.31. Cd konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

Tür	Organel	Trafik Yoğunluğu			F Değeri
		Yok	Az	Yoğun	
Süs eriği	Yaprak	17,0 a	25,4 b	29,9 c	67,901***
	Tohum	87,0 a	130,3 ab	168,6 b	10,279*
	Dal	45,6 a	53,6 a	328,0 b	4778,473***
At kestanesi	Yaprak	43,0 a	71,0 b	78,6 c	500,895***
	Tohum	0,3 a	5,3 b	17,6 c	39,796***
	Dal	6,6 a	17,0 b	65,0 c	253,990***
Ihlamur	Yaprak	34,4 a	37,6 a	82,3 b	274,467***
	Tohum	70,0 a	76,6 a	167,5 b	122,466***
	Dal	44,0 b	56,0 c	23,6 a	98,808***
Dişbudak	Yaprak	23,3 b	19,9 a	52,1 c	583,003***
	Tohum	7,4 a	10,9 ab	14,3 b	8,343*
	Dal	11,6 a	10,6 a	51,6 b	102,562***
Akçaağaç	Yaprak	58,0 a	151,6 b	228,6 c	184,330***
	Tohum	26,6 a	40,3 b	65,3 c	119,322***
	Dal	47,0 a	74,0 b	107,3 c	31,944**

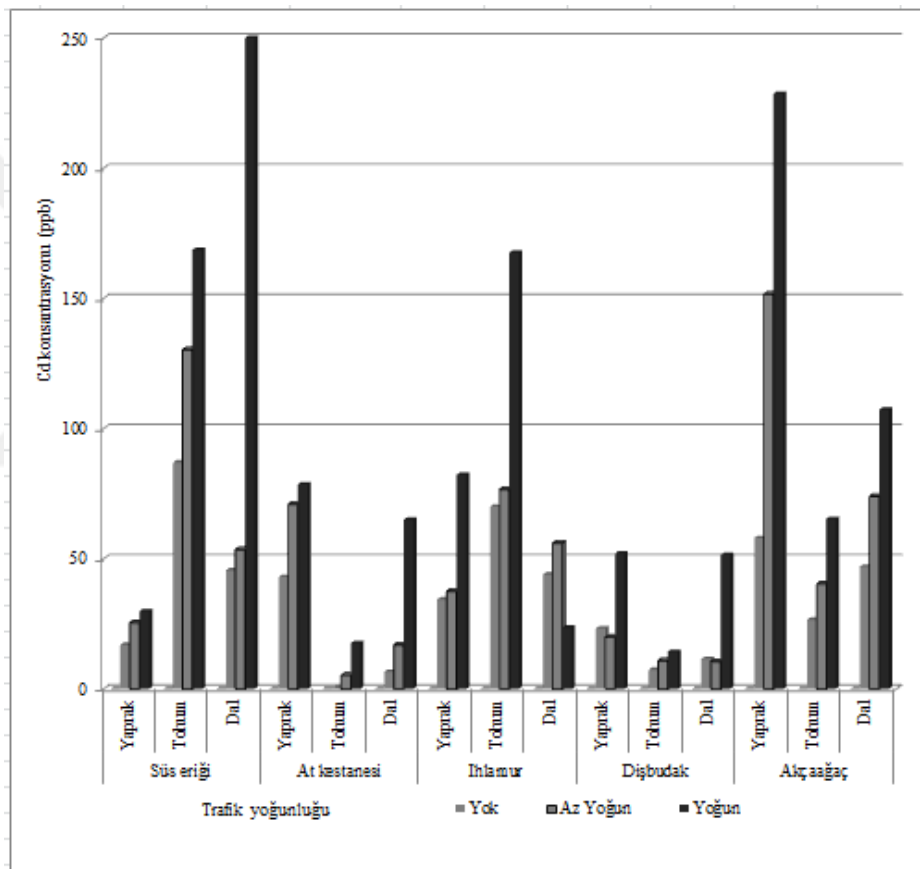
Varyans analizi sonucunda Cd konsantrasyonunun çalışmaya konu bütün organellerde trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin istatistiki olarak en az %954 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu değişim süs eriği ve dişbudak tohumlarında %95, akçaağaç dallarında %99, diğer organellerde ise %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde ise ihlamur tohumları ile dişbudak yaprağı dışındaki bütün organellerde trafiğin olmadığı alanlarda elde edilen değerler Duncan testi sonuçlarına göre ilk homojen grupta yer almaktadır. Bu organellerde trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilen değerler ise Duncan testi sonuçlarına göre son homojen gruplarda yer almıştır. Sonuç olarak Cd konsantrasyonunun da trafik yoğunluğu ile bağlantılı olarak arttığı söylenebilir.

Cd konsantrasyonunun değişimleri incelendiğinde ise trafiğin olmadığı alanlarda 0,3 ppb ile 87 ppb, trafiğin az yoğun olduğu alanlarda 5,3 ppb ile 151,6 ppb, trafiğin

yoğun olduğu alanlarda ise 14,3 ppb ile 328 ppb arasında değiştiği görülmektedir. Genel olarak da trafiğin yoğun olduğu alanlardaki Cd konsantrasyonu, trafiğin olmadığı alanlardaki Cd konsantrasyonunun birkaç katı kadardır. Cd konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimini Grafik 4.4’de verilmiştir.

Cd konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.4’de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 250 ppm ile sınırlanmıştır.



Grafik 4.4. Cd konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi

4.6.5. Cu Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu örneklerde Cu konsantrasyonunun trafiğin olmadığı, az yoğun olduğu ve yoğun olduğu alanlarda değişimi belirlenmiş, elde edilen verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi

sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Tablo 4.32.'de verilmiştir.

Tablo 4.32. *Cu konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi*

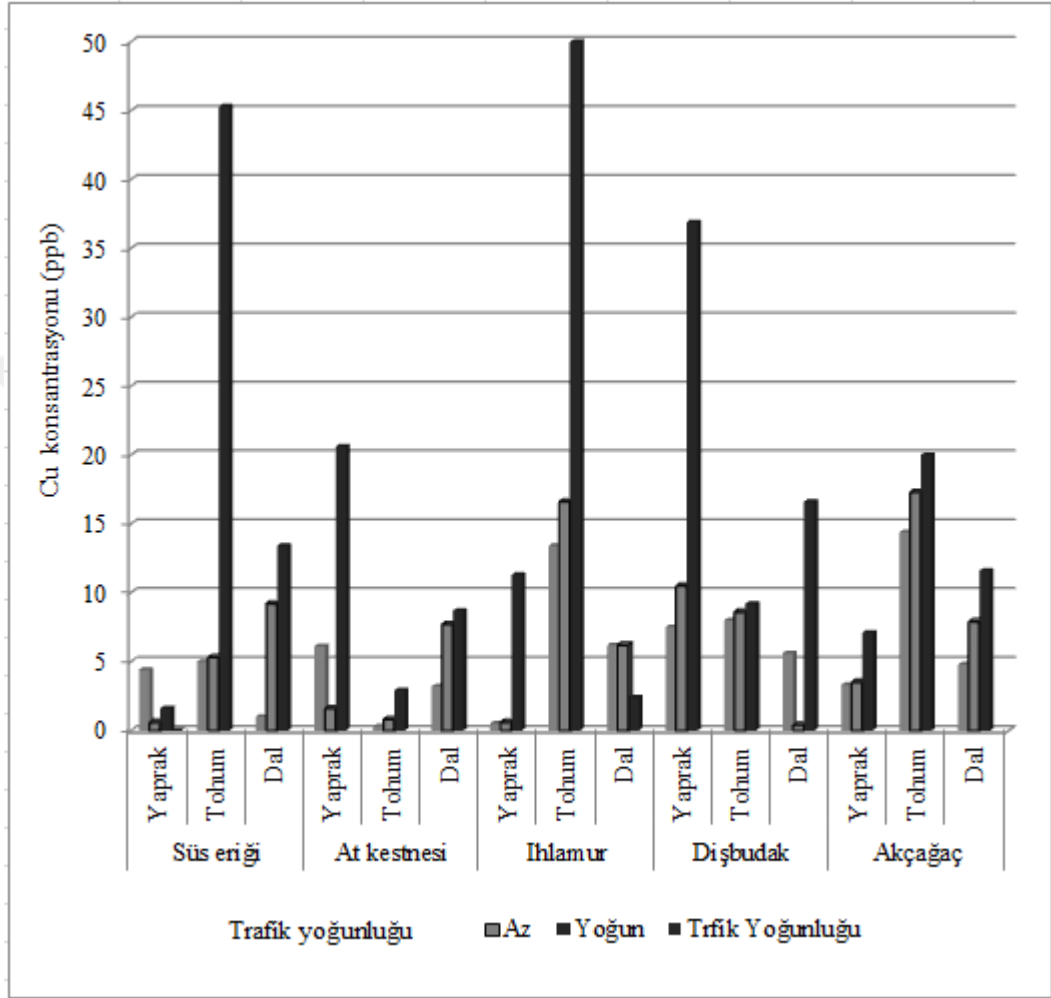
Tür	Organel	Trafik Yoğunluğu			F Değeri
		Yok	Az	Yoğun	
Süs eriği	Yaprak	4,4 c	0,6 a	1,6 b	5310,500***
	Tohum	5,0 a	5,3 a	45,3 b	31,705**
	Dal	1,0 a	9,2 b	13,4 c	6339,353***
At kestanesi	Yaprak	6,1 b	1,6 a	20,6 c	13329,150***
	Tohum	0,3 a	0,8 a	2,9 b	70,408***
	Dal	3,2 a	7,7 b	8,7 c	146,478***
Ihlamur	Yaprak	0,5 a	0,6 b	11,3 c	9368,455***
	Tohum	13,4 a	16,6 a	286,5 b	140,116***
	Dal	6,2 b	6,2 b	2,4 a	228,071***
Dişbudak	Yaprak	7,5 a	10,5 b	36,9 c	117657,167***
	Tohum	8,0 a	8,6 b	9,2 c	25,528**
	Dal	5,6 b	0,4 a	16,6 c	3122,898***
Akçaağaç	Yaprak	3,3 a	3,5 a	7,1 b	831,267***
	Tohum	14,4 a	17,3 b	20,0 c	492,818***
	Dal	4,8 a	7,9 b	11,6 c	807,474***

Cu konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi incelendiğinde organellerin tamamında trafik yoğunluğuna bağlı değişimin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Bu değişim süs eriği ve dişbudak tohumlarında %99, diğer organellerde %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Cu konsantrasyonunun genel olarak trafik yoğunluğu bile birlikte arttığı görülmektedir. çalışmaya konu toplam 15 organelin 11 adedinde trafiğin olmadığı alanlar ilk homojen grupta yer alırken 13 adedinde trafiğin yoğun olduğu alanlar son homojen grupta yer almıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde ise 15 organelden 11 adedinde Cu konsantrasyonu trafik yoğunluğu ile birlikte artmaktadır. Cu konsantrasyonu en düşük 0,3 ppm ile trafiğin olmadığı alanlardaki at kestanesi tohumlarında elde edilirken en yüksek değer 286,5 ppm ile trafiğin yoğun olduğu alanlardaki ihlamur tohumlarında elde edilmiştir. Ancak bu değer dışında en yüksek değer 45,3 ppm dir. Cu konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimini Grafik 4.5. verilmiştir.

Cu konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.5’de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 50 ppm ile sınırlanmıştır.



Grafik 4.5. Cu konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi

4.6.6. Zn Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu örneklerde Zn konsantrasyonunun trafiğin olmadığı, az yoğun olduğu ve yoğun olduğu alanlarda değişimi belirlenmiş, elde edilen verilere varyans analizi ve duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Tablo 4.33.’de verilmiştir.

Tablo 4.33. Zn konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

Tür	Organel	Trafik Yoğunluğu			F Değeri
		Yok	Az	Yoğun	
Süs eriği	Yaprak	9,9 c	2,0 b	0,6 a	22629,000****
	Tohum	9,3 a	15,6 b	131,6 c	1940,561****
	Dal	16,6 a	29,4 b	43,1 c	36295,923****
At kestanesi	Yaprak	21,1 b	14,1 a	26,5 c	2610,325****
	Tohum	0,5 a	4,8 c	3,4 b	1677,875****
	Dal	6,6 a	37,0 b	50,0 c	47961,143****
Ihlamur	Yaprak	4,9 a	18,8 b	31,4 c	118609,750****
	Tohum	6,3 a	24,4 b	40,7 c	44329,056****
	Dal	34,5 b	44,2 c	16,5 a	44451,750****
Dişbudak	Yaprak	10,7 a	13,3 b	31,4 c	42707,625****
	Tohum	8,8 a	14,0 b	19,1 c	10098,143****
	Dal	16,7 a	27,2 b	43,1 c	79501,500****
Akçağaç	Yaprak	19,2 b	7,7 a	27,3 c	18655,929****
	Tohum	24,6 c	17,9 b	17,0 a	4698,700****
	Dal	19,7 b	28,6 c	16,4 a	4689,696****

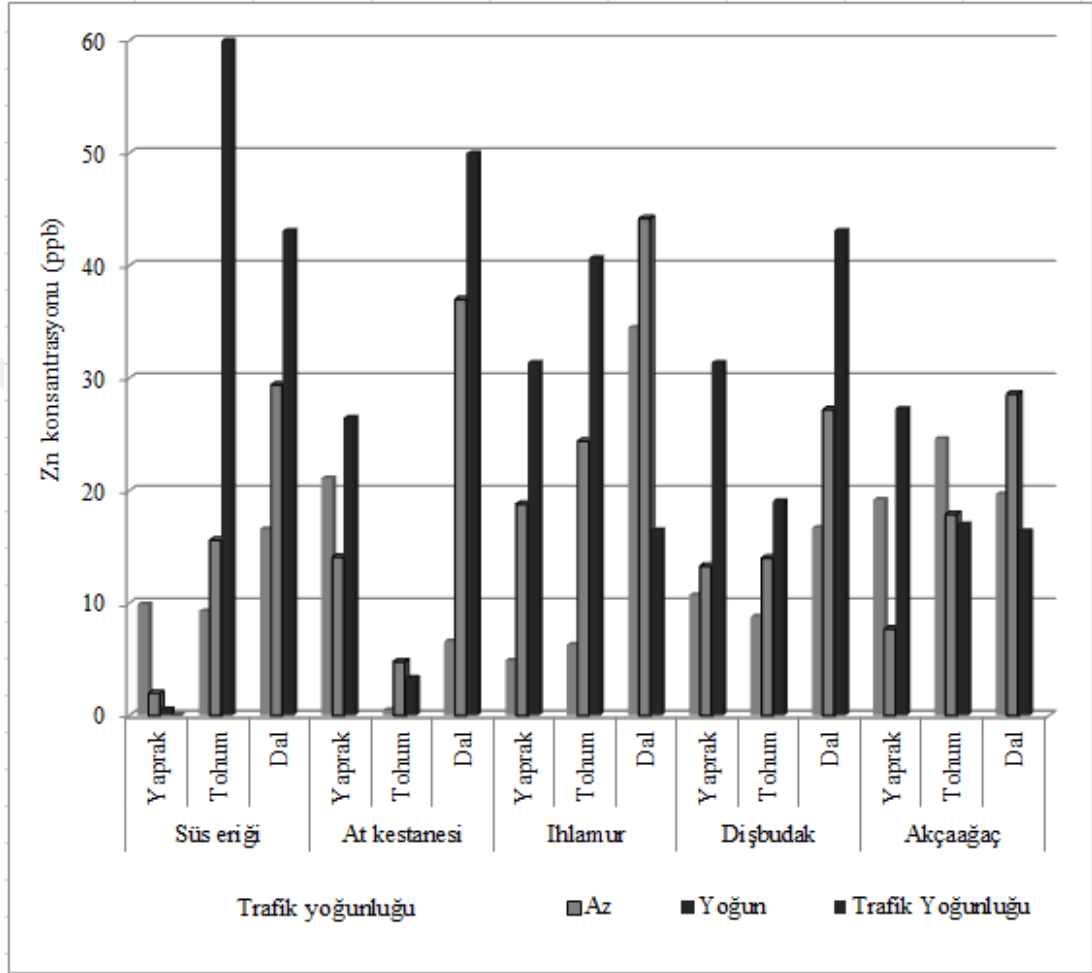
Zn konsantrasyonunun çalışmaya konu organeller bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, bütün organellerde Zn konsantrasyonunun değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Duncan testi sonuçlarına göre çalışmaya konu 15 organelin tamamında 3 homojen grup oluşmuş, 15 organelden 9 adedinde trafiğin olmadığı alanlar ilk homojen grupta yer alırken 10 adedinde trafiğin yoğun olduğu alanlar son homojen grupta yer almaktadır.

Zn konsantrasyonundaki değişim aralığının diğer metallerdeki kadar belirgin olmadığı söylenebilir. Trafiğin olmadığı alanlardaki Zn konsantrasyonu 0,5 ppm ile 34,5 ppm arasında değişirken, trafiğin az yoğun olduğu alanlardaki Zn konsantrasyonu 2,0 ppm ile 44,2 ppm arasında, trafiğin yoğun olduğu alanlardaki Zn konsantrasyonu ise 0,6 ppm ile 131,6 ppm arasında değişmektedir. Trafiğin yoğun olduğu alanlardaki süs eriği tohumlarında elde edilen 131,6 ppm değeri dışındaki en yüksek değer 50,0 ppm olarak belirlenmiştir.

Tablo değerlerinin algılanmasını kolaylaştırmak amacıyla hazırlanan, Zn konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimini Grafik 4.6. verilmiştir.

Zn konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.6'de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 60 ppm ile sınırlanmıştır.



Grafik 4.6. Zn konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi

5.SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışma sonuçları çalışmaya konu elementlerin tür bazında önemli düzeyde değiştiğini ortaya koymuştur. Söz konusu metallere Cu dışındakilerde en yüksek değerler süs eriğinde elde edilirken dişbudağın bütün metallere ilk homojen grupta yer aldığı belirlenmiştir. Çalışmaya konu metal konsantrasyonlarının türler arasında belirgin bir şekilde fark bulunduğu hatta bu farkın Cu ve Ni gibi elementlerde türler arasında beş kattan fazla olduğu belirlenmiştir.

Bu güne kadar yapılan çalışmalarda da ağır metal konsantrasyonunun tür bazında önemli düzeyde değiştiği ortaya konulmuştur. Mossi (2018) çalışmasında türler arasındaki farkın düşük dozlarda bile toksik etkiye sahip elementlerden Cd ve Pb elementlerinde yaklaşık iki kat, Ni ve Cr gibi karsinojenik elementlerde yaklaşık 2,75 kat ve Cu gibi zehirli etkiye sahip elementlerde 5 kattan fazla olduğunu belirtmektedir. Saleh (2018) türler arasındaki farkın Cu'da 5 kattan fazla olduğunu hatta Cd'da 24 kattan fazla olduğunu belirtmiştir.

Yapılan çalışmalarda ağır metal konsantrasyonunun tür bazında önemli ölçüde değiştiği yani farklı ağır metallere farklı bitkiler tarafından daha yoğun tutulduğunu ortaya koymaktadır (Ozturk ve Bozdogan, 2015; Turkyilmaz vd., 2018a,c; Sevik vd., 2018). Bu durum öncelikle bitki anatomik yapısı ile yakından ilişkilidir (Mossi, 2018; Saleh, 2018). Yapraklardan ağır metal alımı metallere fiziksel ve kimyasal özellikleri, formları, yaprakların morfolojisi, yüzey alanı, yüzey dokusu yanında bitkinin habitusu, ağır metallere maruz kalma süresi, çevresel koşulları ve gaz değişimi gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Beckett vd., 2000; Taylor vd., 2000; Shahid, 2017; Turkyilmaz vd., 2018a,c; Sevik vd., 2018; Mossi, 2018).

Çalışma kapsamında organel bazında ağır metal konsantrasyonunun önemli ölçüde değişebildiği ortaya konulmuştur. Çalışmaya konu elementlerden Cr, Cu ve Zn'nun organel bazında önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir. Organeller arasındaki fark Zn'da yaklaşık 1,8 kat, Cr'da yaklaşık 2 kat iken Cu'da 4,3 kat olarak hesaplanmıştır.

Çalışma sonucunda ortaya çıkan önemli sonuçlardan birisi de ağır metallerin tür bazında organellerdeki konsantrasyonların farklı olmasıdır. Örneğin Ni konsantrasyonu süs eriğinde en yüksek tohumda elde edilirken at kestanesi, ıhlamur ve dişbudakta yapraklarda elde edilmiş, akçağağaçta ise organeller arasında istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı fark çıkmamıştır.

Organel bazında ağır metal konsantrasyonlarının değişimi de pek çok çalışmaya konu olmuştur. Yapılan çalışmalarda Mossi (2018) yaprak ve dal, Turkyılmaz vd., (2018d,e) kabuk ve odun, Erdem (2018) ve Sevik vd., (2018) yaprak, tohum ve dal, Elfantazi vd., (2018a,b) yaprak ve dal organellerinde organeller arası farklılıkları belirlemişlerdir. Bu çalışmalarda ağır metal konsantrasyonlarının organel bazında önemli ölçüde değiştiği ortaya konulmuştur.

Çalışmanın ana amacı, çalışmaya konu elementlerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin belirlenmesidir. Çalışma sonucunda genel olarak bütün elementlerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Bütün elementlerde ortalama sonuçlara göre en düşük değerler trafiğin olmadığı, en yüksek değerler ise trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilmiştir. Trafikin olmadığı alanlar ile trafiğin az yoğun olduğu alanlar arasında ise istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır.

Ağır metal kirliliğinin en önemli kaynakları olarak endüstriyel ve trafik faaliyetleri gösterilmektedir (Martley vd., 2004; Shahid vd., 2017; Erdem, 2018). Yapılan çalışmalarda bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir (Assirey vd., 2015; Galal vd., 2015; Saleh, 2018; Turkyılmaz vd., 2018a,b; Mossi, 2018; Sevik vd., 2018).

Çalışma sonucunda elementlerin organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin önemli ölçüde değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Fakat genel olarak değerlendirildiğinde Ni, Cr, Pb'un bütün türlerin bütün organellerinde, Cd, Cu ve Zn'nun ise organellerin bir çoğunda trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar bitki tür ve organellerinde trafik yoğunluğuna bağlı olarak ağır metal konsantrasyonlarının farklı düzeylerde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumun farklı sebepleri bulunmaktadır. Herşeyden önce trafiğe bağlı olarak atmosferdeki ağır metal kirliliği artmaktadır. Zira kent içerisinde araba tekerleri, araçlar ve araç aşınmaları, egzoz gazları ağır metallerin havaya yayılmasına sebep olmaktadır (Zhuang vd., 2009; Schreck vd., 2011; Shahid vd., 2017; Turkyilmaz vd., 2018a). Ancak atmosfere yayıldıktan sonra ağır metaller rüzgar ile kilometrelerce uzaklara taşınabilmektedirler. Nitekim yapılan çalışmalar Pb başta olmak üzere pek çok ağır metalin, kaynağından oldukça uzaklara taşınabildiğini göstermektedir (Uzu vd., 2009; Schreck vd., 2012; Shahid vd., 2017; Mossi, 2018).

Ağır metaller atmosfere karıştıktan sonra bitki bünyesinde birikmeleri süreci de oldukça karmaşık ve pek çok faktörün etkisi altındadır. Bu süreçte bitkinin yaprak yüzeyi, partikül madde miktar ve büyüklüğü, ağır metalin yapısı, bitkinin habitusu, bitki metabolizması, yaprak yaşı gibi pek çok faktör bu süreci etkilemektedir (Schreck vd., 2012; Tomašević vd., 2005; Prusty vd., 2005; Honour vd., 2009; Uzu vd., 2010; Al-Khashman vd., 2011; Turan vd., 2011; Liu vd., 2012; Shahid vd., 2014; Shahid vd., 2017; Mossi, 2018; Erdem, 2018; Sevik vd., 2018).

Ağır metallerin bitki bünyesinde birikmeleri çevresel koşullar ile de yakından ilgilidir. Ağır metaller rüzgar yardımıyla kaynağından oldukça uzaklara taşınabilmektedirler. Bunun dışında çevre şartları bitki metabolizmasını doğrudan etkilemekte ve bu süreç içerisinde ağır metallerin bitki bünyesine girişi de farklılaşmaktadır. Ayrıca ağır metallerin bitki bünyesine girişleri ile özellikle hava rutubeti ve yağış arasında da önemli düzeyde bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir (Uzu vd., 2009; Schreck vd., 2011; Shahid vd., 2017; Mossi, 2018; Turkyilmaz vd., 2018a,b,d,e).

Bu faktörlerin ağır metal konsantrasyonunu etkilemesi olası faktörler de bulunmaktadır. Örneğin bitki türüne bağlı olarak ağır metal konsantrasyonun değişimi gerek bu çalışmada gerekse başka çalışmalarda ortaya konulmuştur (Sevik vd., 2018; Saleh, 2018; Erdem, 2018). Ancak bitkinin alt türü, formu, varyetesi ve orijinlerinde de ağır metal konsantrasyonlarının farklı düzeylerde olması

beklenebilir. Zira yapılan çalışmalar pek çok fenolojik, morfolojik ve anatomik yapının bu özelliklere bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Bu durumda bitki metabolizmasının da değişmesi ve bu durumun ağır metal emilimini etkilemesi kaçınılmazdır (Kertiens, 2010; Sevik vd., 2012; Mossi, 2018).

Bitkilerde ağır metal emilimi bitki metabolizması ile yakından ilişkilidir (Taylor vd., 2000; Speak vd., 2012; Shahid vd., 2017). Dolayısıyla bitki metabolizmasını önemli ölçüde etkileyen bitkinin stres düzeyi (Sevik ve Cetin, 2015; Sevik ve Karaca, 2016), bitki orijini (Sevik ve Topacoglu, 2015), klorofil miktarı (Sevik vd., 2013) ve genetik yapısı (Sevik, 2012) gibi pek çok faktörün bitkilerde ağır metal emilimi ve dolayısıyla ağır metal konsantrasyonunu etkilemesi ihtimal dahilindedir.

Sonuç olarak bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonunun değişimi pek çok faktörün karşılıklı etkileşimine bağlı kompleks bir mekanizmanın sonucudur (Mossi, 2018). Ancak bu mekanizmanın tam olarak zlebilmesi ve dolayısıyla ağır metal konsantrasyonunun değişimini etkileyen faktörlerin net olarak ortaya konulabilmesi için henüz çalışmalar yeterli düzeyde değildir. Bundan dolayı bu konudaki çalışmaların çeşitlendirilip artırılarak devam ettirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abid, M. Niazi, N.K. Bibi, I. Farooqi, A. Ok, Y.S. Kunhikrishnan, A. Ali, F. Ali, S. Igalavithana, A.D. Arshad, M. (2016) Arsenic (V) biosorption by charred orange peel in aqueous environments, *Int. J. Phytorem.* 18 (2016) 442–449.
- Al-Khashman, O. A., Ala'a, H., & Ibrahim, K. A. (2011). Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) leaves as biomonitors of atmospheric metal pollution in arid and semi-arid environments. *Environmental pollution*, 159(6), 1635-1640.
- Anicic, M., Spasic, T., Tomasevic, M., Rajsic, S., & Tasic, M. (2011). Trace Elements Accumulation and Temporal Trends in Leaves of Urban Deciduous Trees (*Aesculus hippocastanum* and *Tilia* spp.). *Ecological Indicators*, 11, 824-830.
- Assirey, E., Al-Qodah, Z., Al-Ahmadi, M., (2015). Impact of traffic density on roadside pollution by some heavy metal ions in Madinah city, Kingdom of Saudi Arabia. 27(10), 3770-3776.
- Ayoola, G. A., Shonekan, O. O., Johnson, O. O., & Adeoti, B. (2018). Determination Of The Selected Heavy Metals In *Carpolobia Lutea*, G. Don (Polygalaceae) Leaves And Fruits. *Journal Of Chemical Society Of Nigeria*, 43(1). 31-35
- Bayram, H., Dörtbudak, Z., Fişekçi, F. E., Kargin, M., & Bülbül, B. (2006). “Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri, Dünyada, Ülkemizde ve Bölgemizde Hava Kirliliği Sorunu” Paneli Ardından. *Tıp Dergisi*, 33, 105-12.
- Beckett, K. P., Freer-Smith, P. H., & Taylor, G. (2000). The capture of particulate pollution by trees at five contrasting urban sites. *Arboricultural Journal*, 24(2-3), 209-230.
- Cecchi, M. Dumat, C. Alric, A. Felix-Faure, B. Pradère, P. Guiresse, M. (2008) Multi-metal contamination of a calcic cambisol by fallout from a lead-recycling plant, *Geoderma* 144 (2008) 287–298.
- Celik, A., Kartal, A.A., & Kaska, Y. (2005) Determining the heavy metal pollution in Denizli Turkey) by using *Robinia pseudo-acacia* L. *Environment International*, 31, 105-112.
- Chen, Y.-M., Gao, J., Yuan, Y. Q., Ma, J., Yu, S. (2016). Relationship between heavy metal contents and clay mineral properties in surface sediments: implications for metal pollution assessment, *Cont. Shelf Res.* 124,125–133.
- Chmielewska, E. Spiegel, H. (2003) Some control of an amplified heavy metal distribution at immission sites of Danube lowland refineries, *Environ. Prot.Eng.* 29 (2003) 23–32.

- Chunhabundit, R. (2016). Cadmium exposure and potential health risk from foods in contaminated area, Thailand, *Toxicol. Res.* 32 (2016) 65.
- Cruz, A.M.J., Sarmiento, S., Almeida, S.M., Silva, A.V., Alves, C., Freitas, M.C. & Wolterbeek, H. (2015), Association between atmospheric pollutants and hospital admissions in Lisbon. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22, 5500–5510.
- Cutillas-Barreiro, L., Pérez-Rodríguez, P., Gómez-Armesto, A., Fernández-Sanjurjo, M. J., Álvarez-Rodríguez, E., Núñez-Delgado, A., Arias-Estéveza, M. & Nóvoa-Muñoz, J. C. (2016). Lithological and land-use based assessment of heavy metal pollution in soils surrounding a cement plant in SW Europe. *Science of the Total Environment*, 562, 179-190.
- dos Reis, R. A., Keunen, E., Mourato, M. P., Martins, L. L., Vangronsveld, J., & Cuypers, A. (2018). Accession-specific life strategies affect responses in leaves of *Arabidopsis thaliana* plants exposed to excess Cu and Cd. *Journal of plant physiology*, 223, 37-46.
- Elfantazi, M.F.M., Aricak, B. & Baba, F.A.M. (2018). Changes in Concentration of Some Heavy Metals in Leaves And Branches of *Acer Pseudoplatanus* Due to Traffic Density. *International Journal of Trend in Research and Development*, 5(2): 704-707.
- Elfantazi, M.F.M., Aricak, B., Ozer Genc, C. (2018). Concentrations In *Morus Alba* L. Leaves and Branches Due To Traffic Density. *International Journal of Current Research*. 10(05): 68904-68907.
- El-Hasan, T., Al-Omari, H., Jiries, A., Al-Nasir, F. (2002). Cypress tree (*Cupressus semervirens* L.) bark as an indicator for heavy metal pollution in the atmosphere of Amman City, Jordan. *Environmental International*, 28, 513-519.
- Erdem, T. (2018). Ağır Metal Konsantrasyonlarının Bazı Bitkilerde Tür, Organel Ve Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- Fujiwara, F. G., Gómez, D. R., Dawidowski, L., Perelman, P., & Faggi, A. (2011). Metals associated with airborne particulate matter in road dust and tree bark collected in a megacity (Buenos Aires, Argentina). *Ecological Indicators*, 11(2), 240-247.
- Galal, T. M., & Shehata, H. S. (2015). Bioaccumulation and translocation of heavy metals by *Plantago major* L. grown in contaminated soils under the effect of traffic pollution. *Ecological Indicators*, 48, 244-251.
- Gao, W., Jiang, W., Xiong, T., Sun, S., & Gao, R. (2015). The sources apportionment of heavy metal pollution base on tree ring in Jinan. In *Intelligent Computation Technology and Automation ICICTA*, 2015 8th International Conference on pp. 1040-1043). IEEE.

- Gratani, L., Crescente, M.F., & Varone, L. (2008) Long-term monitoring of metal pollution by urban trees. *Atmos-pheric Environment*, 42, 8273-8277.
- Hakerlerler, H., Anaç, D., Okur, B. & Saatçi, N., (1995). Gümüldür ve Balçova'daki Satsuma mandarin bahçelerinde ağır metal kirliliğinin araştırılması. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 92-ZRF-47, Bornova-İzmir.
- Harguinteguy, C.A., Cofré, M.N., Fernández-Cirelli, A., Pignata, M.L., (2016). The macrophytes *Potamogeton pusillus* L. and *Myriophyllum aquaticum* Vell.) Verdc. as potential bioindicators of a river contaminated by heavy metals. *Microchem. J.* 124 ,228–234.
- Honour, S. L., Bell, J. N. B., Ashenden, T. W., Cape, J. N., & Power, S. A. (2009). Responses of herbaceous plants to urban air pollution: effects on growth, phenology and leaf surface characteristics. *Environmental pollution*, 157(4), 1279-1286.
- Järup L. (2003) Hazards of heavy metal contamination, *Br. Med. Bull.* 68; 167–182.
- Leveque, T., Capowiez, Y., Schreck, E., Xiong, T., Foucault, Y., Dumat, C., (2014). Earthworm bioturbation influences the phytoavailability of metals released by particles in cultivated soils, *Environ. Pollut.* 191, 199–206.
- Li, F. R., Kang, L. F., Gao, X. Q., Hua, W., Yang, F. W., & Hei, W. L. (2007). Traffic-related heavy metal accumulation in soils and plants in Northwest China. *Soil & Sediment Contamination*, 165), 473-484.
- Liu, L., Guan, D. & Peart, M.R. (2012) The morphological structure of leaves and the dust-retaining capability of afforested plants in urban Guangzhou, South China, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 19, 3440–3449.
- Luo, J., Cai, L., Qi, S., Wu, J., & Gu, X. S. (2018). Heavy metal remediation with *Ficus microcarpa* through transplantation and its environmental risks through field scale experiment. *Chemosphere*, 193, 244-250.
- Martín, A., Caldelas, C., Weiss, D., Aranjuelo, I., & Navarro, E. (2018). Assessment of Metal Immission in Urban Environments Using Elemental Concentrations and Zinc Isotope Signatures in Leaves of *Nerium oleander*. *Environmental science & technology*, 52(4), 2071-2080.
- Martin, J. A. R., Gutiérrez, C., Torrijos, M., & Nanos, N. (2018). Wood and bark of *Pinus halepensis* as archives of heavy metal pollution in the Mediterranean Region. *Environmental Pollution*, 239, 438-447.
- Martley, E., Gulson, B., Pfeifer & H. R. (2004). Metal concentrations in soils around the copper smelter and surrounding industrial complex of Port Kembla, NSW. Australia, *Sci. Toplam Environ.* 325,113–127.

- Monaci, F., Moni, F., Lonciotti, E., Grechi, D., and Bargagli, R. (2000) Biomonitoring of airborne metals in urban environments: new tracers of vehicle emission, in place of lead. *Environmental Pollution*, 107, p. 321-327.
- Moreno-Jiménez, E. Manzano, R. Esteban, E. Peñalosa, J. (2010) The fate of arsenic in soils adjacent to an old mine site (Bustarviejo, Spain): mobility and transfer to native flora, *J. Soils Sediments* 10 (2010) 301–312.
- 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
- Niazi, N.K. Bishop, T.F. Singh, B. (2011) Evaluation of spatial variability of soil arsenic adjacent to a disused cattle-dip site, using model-based geostatistics, *Environ. Sci. Technol.* 45 (2011) 10463–10470.
- Nordberg, G.F. Fowler, B.A. Nordberg, M. (2014) *Handbook on the Toxicology of Metals*, Academic Press, 2014.
- Ozel H. B., Ozel H. U., Varol T. (2015) Using Leaves of Oriental Plane (*Platanus orientalis* L.) to Determine the Effects of Heavy Metal Pollution Caused by Vehicles. *Pol. J. Environ. Stud.* 24 (6), 2569-2575
- Ozel H. B., Ozel H. U., Varol T. (2015) Using Leaves of Oriental Plane (*Platanus orientalis* L.) to Determine the Effects of Heavy Metal Pollution Caused by Vehicles. *Pol. J. Environ. Stud.* 24 (6), 2569,
- Ozturk, S. & Bozdogan, E. (2015). The Contribution of Urban Road Trees on Improving The Air Quality in an Urban Area. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(5): 1-9.
- Poblaciones, M.J. Rengel, Z. (2016) Soil and foliar zinc biofortification in field pea (*Pisum sativum* L.): grain accumulation and bioavailability in raw and cooked grains, *Food Chem.* 212 (2016) 427–433.
- Prusty, B. A. K., Mishra, P. C., & Azeez, P. A. (2005). Dust accumulation and leaf pigment content in vegetation near the national highway at Sambalpur, Orissa, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(2), 228-235.
- Reis, R. A., Keunen, E., Mourato, M. P., Martins, L. L., Vangronsveld, J., & Cuypers, A. (2018). Accession-specific life strategies affect responses in leaves of *Arabidopsis thaliana* plants exposed to excess Cu and Cd. *Journal of plant physiology*, 223, 37-46.
- Rodríguez-Bocanegra, J., Roca, N., Febrero, A., & Bort, J. (2018). Assessment of heavy metal tolerance in two plant species growing in experimental disturbed polluted urban soil. *Journal of Soils and Sediments*, 18(6), 2305-2317.

- Saleh, E.A.A. (2018). Determination of heavy metal accumulation in some landscape plants, Kastamonu University Institute of Science Department of Forest Engineering, Ph.D. Thesis
- Sawidis, T., Breuste, J., Mitrovic, M., Pavlovic, P. & Tsigaridas, K. (2011). Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities. *Environmental Pollution*, 159, 3560-3570.
- Schreck, E., Foucault, Y., Geret, F., Pradere, P., Dumat, C. (2011) Influence of soil ageing on bioavailability and ecotoxicity of lead carried by process waste metallic ultrafine particles, *Chemosphere* 85; 1555–1562.
- Schreck, E., Foucault, Y., Sarret, G., Sobanska, S., Cécillon, L., Castrec R. M. & Uzu Dumat C. (2012). Metal and metalloid foliar uptake by various plant species exposed to atmospheric industrial fallout: mechanisms involved for lead. *Sci. Total Environ.* 427–428, 253–262.
- Sevik, H., Guney, D., Karakas, H., Aktar, G. (2012) Change to amount of chlorophyll on leaves depend on insolation in some landscape plants. *International Journal of Environmental Sciences*, Volume 3, No 3, p:1057-1064.
- Sevik, H., Cetin, M., (2015), “Effects of Water Stress on Seed Germination for Select Landscape Plants”, *Pol.J.Enviro.Stud.*, 24(2), 689-69
- 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., Ozel, H. B., Cetin, M., Özel, H. U., & Erdem, T. (2018). Determination of changes in heavy metal accumulation depending on plant species, plant organism, and traffic density in some landscape plants. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-7.
- Shahid, M. A., Balal, R. M., Khan, N., Zotarelli, L., Liu, G., Ghazanfar, M. U., Rathinasabapathi, B., Scott Mattson, N., Martínez-Nicolas, J.J., & Garcia-Sanchez, F. (2018). Ploidy level of citrus rootstocks affects the carbon and nitrogen metabolism in the leaves of Chromium-stressed Kinnow mandarin plants. *Environmental and Experimental Botany*, 149, 70-80.
- Shahid, M., Pinelli, E., Dumat, C. (2012) Review of Pb availability and toxicity to plants in relation with metal speciation; role of synthetic and natural organic ligands, *J. Hazard. Mater.* 219–220 (2012) 1–12.
- Shahid, M., Austruy, A., Echevarria, G., Arshad, M., Sanaullah, M., Aslam, M., ... & Dumat, C. (2014). EDTA-enhanced phytoremediation of heavy metals: a review. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 23(4), 389-416.

- Shahid, M., Dumat, C., Khalida, S., Schreck, E., Xiong, T. & Nabeel N. K. (2017). Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake. *Journal of Hazardous Materials*, 325, 36-58.
- Shahid, M., Khalid, S., Abbas, G., Shahid, N., Nadeem, M., Sabir, M., Aslam, M., Dumat C. (2015). Heavy metal stress and crop productivity, in: K.R. Hakeem Ed.), *Crop Production and Global Environmental Issues SE – 1*, Springer International Publishing, 1–25.
- Shahid, M., Xiong, T., Castrec, R. M., Leveque, T. & Dumat, C., (2013) .Water extraction kinetics of metals, arsenic and dissolved organic carbon from industrial contaminated poplar leaves. *J. Environ. Sci. China*) 25 ,2451–2459.
- Shakoor, M. Niazi, N. Bibi, I. Rahman, M. Naidu, R. Dong Z., Shahid, M. Arshad, M. (2012) Unraveling health risk and speciation of arsenic from groundwater in rural areas of punjab, Pakistan, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 12 (2015)12371–12390.
- Shen, M., Chen, L., Han, W., & Ma, A. (2018). Methods for the determination of heavy metals in indocalamus leaves after different preservation treatment using inductively-coupled plasma mass spectrometry. *Microchemical Journal*, 139, 295-300.
- Speak, A. Rothwell, J. Lindley, S. Smith, C. (2012) Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city, *Atmos. Environ.* 61 (2012) 283–293.
- Su, Y. & Liang, Y. (2013) .The foliar uptake and downward translocation of trichloroethylene and 1,2,3-trichlorobenzene in air-plant-water systems, *J. Hazard. Mater.* 252–253, 300–305.
- Su, Y., Liang, Y. (2015) Foliar uptake and translocation of formaldehyde with Bracket plants (*Chlorophytum comosum*), *J. Hazard. Mater.* 291, 120–128.
- Şevik, H., (2012). “Variation in seedling morphology of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf)”, *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(23), pp. 6389-6395, 20 March.
- Şevik, H., Topaçoğlu, 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), 1125-1130
- Şevik, H., Karakaş, H., Şenöz, E., (2013), “Evaluation of air quality in terms of the amount of carbon dioxide in black sea region” *International Journal of Engineering Science & Research Technology*, 2 (2), p:805-809

- Tomasevic, M., Anicic, M. (2010) Trace element content in urban tree leaves and SEM-EDAX characterization of deposit-ed particles. *Physics, Chemistry and Technology*, 8; 1-13.
- Tomašević, M., Vukmirović, Z., Rajšić, S., Tasić, M., & Stevanović, B. (2005). Characterization of trace metal particles deposited on some deciduous tree leaves in an urban area. *Chemosphere*, 61(6), 753-760.
- Turan, D. Kocahakimoglu, C., Kavcar, P., Gaygısız, H., Atatanir, L., Turgut, C. & Sofuoglu, S.C. (2011). The use of olive tree (*Olea europaea* L.) leaves as a bioindicator for environmental pollution in the Province of Aydın, Turkey. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 18, 355–364.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s11355-017-0335-9>
- Turkyilmaz A, Sevik H, Cetin M, Ahmaida Saleh EA (2018c) Changes in heavy metal accumulation depending on traffic density in some landscape plants. *Pol J Environ Stud* 27(5):2277–2284. <https://doi.org/10.15244/pjoes/78620>
- Turkyilmaz A, Sevik H, Isinkaralar K, Cetin M (2018e) Using Acer platanoides annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air. *Environ Monit Assess* 190:578. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6956-0>
- Turkyilmaz A., Sevik H., Isinkaralar K, Cetin M (2018d) Use of tree rings as a bioindicator to observe atmospheric heavy metal deposition, *Environmental Science and Pollution Research*, DOI: 10.1007/s11356-018-3962-2
- Turkyilmaz, A., Cetin, M., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Saleh, E. A. A. (2018a). Variation of heavy metal accumulation in certain landscaping plants due to traffic density. *Environment, Development and Sustainability*, 1-14.
- Uzu, G., Sauvain, J.J., Baeza-Squiban, A., Riediker, M., Hohl, M.S.S., Val, S., Tack, K., Denys, S., Pradère, P., Dumat, C. (2011). In vitro assessment of the pulmonary toxicity and gastric availability of lead-rich particles from a lead recycling plant, *Environ. Sci. Technol.* 45, 7888–7895.
- Uzu, G., Sobanska, S., Aliouane, Y., Pradere, P., & Dumat, C. (2009). Study of lead phytoavailability for atmospheric industrial micronic and sub-micronic particles in relation with lead speciation. *Environmental Pollution*, 157(4), 1178-1185.
- Uzu, G., Sobanska, S., Sarret, G., Munoz, M., Dumat, C., (2010). Foliar lead uptake by lettuce exposed to atmospheric fallouts, *Environ. Sci. Technol.* 44, 1036–1042.

- Xiong, T. Dumat, C. Pierart, A. Shahid, M. Kang, Y. Li, N. Bertoni, G. Laplanche, C. (2016). Measurement of metal bioaccessibility in vegetables to improve human exposure assessments: field study of soil plant atmosphere transfers in urban areas, South China, *Environ. Geochem. Health* (2016) 1–19.
- 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 in vegetables exposed to particulate matter, *Environ. Geochem. Health* 36; 897–909.
- Zhan, F., Li, B., Jiang, M., Yue, X., He, Y., Xia, Y., & Wang, Y. (2018). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance antioxidant defense in the leaves and the retention of heavy metals in the roots of maize. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-10.
- Zhuang, P. McBride, M.B. Xia, H. Li, N. Li, Z. (2009) Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of Dabaoshan mine, South China, *Sci. Total Environ.* 407; 1551–1561.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Bekir PINAR
Doğum Yeri ve Yılı : Salıpazarı -1988
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : bekipinar55@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise :Yeşilirmak Anadolu İmam Hatip Lisesi
(Samsun / ÇARŞAMBA)
Lisans : Kastamonu Üniversitesi / Orman Mühendisliği
Yüksek Lisans : Kastamonu Üniversitesi

Mesleki Deneyim

İş Yeri : 2015-2016 Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Daday Orman İşletme Müdürlüğünde Danışman Mühendis
İş Yeri : 2018 Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Samsun Orman İşletme Müdürlüğü Danışman Mühendis olarak çalışmıştır

Yayınlar

Uluslararası Taşköprü Pompeiopolis Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu; Odun Dışı Orman Ürünleri Üretim Durumu Potansiyeli; Kastamonu Örneği NİSAN-2017