

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

**BAZI MEYVE AĞACI ORGANELLERİNDE AĞIR METAL
BİRİKİMİNİN TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI DEĞİŞİMİ**

Senem ÖZEL

**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**

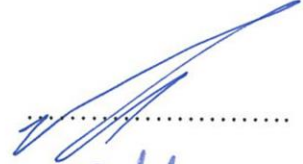
KASTAMONU – 2019

TEZ ONAYI

Senem ÖZEL tarafından hazırlanan "**Bazı Meyve Ağacı Organellerinde 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



24.10.2019

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
Senem ÖZEL



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZİ MEYVE AĞACI ORGANELLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI DEĞİŞİMİ

Senem ÖZEL

Kastamonu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hakan ŞEVİK

Modern dünyanın en büyük problemlerinden birisi, her yıl milyonlarca insanın ölümüne sebep olan hava kirliliğidir. Hava kirliliği bileşenleri içerisinde ağır metaller doğada uzun süre bozulmadan kalabilmeleri, biyobirikme yapmaları ve bazılarının düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya kanserojen olmaları sebebiyle insan sağlığı açısından ayrı bir öneme sahiptirler. Bitkilerin gıda olarak tüketilen organellerindeki ağır metal konsantrasyonu bu açıdan daha büyük bir önem taşımaktadır. Ağır metal kirliliğinin yüksek düzeyde olduğu alanlarda yetişen bitkilerin çeşitli organellerinde ağır metaller birikmekte, bu organellerin gıda olarak tüketilmesi, bitki bünyesindeki ağır metallerin doğrudan insan bünyesine alınmasına sebep olmakta ve sağlık açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Ancak, bu konuda yapılmış yeterli miktarda çalışma bulunmadığından bu konudaki tehlikenin boyutu belirlenebilmiş değildir.

Bu çalışmada Kastamonu’da trafiğin yoğun olduğu, az yoğun olduğu ve olmadığı alanlarda yetişen vişne, erik, dut ve elma ağaçlarının yaprak, dal, kabuk ve meyvelerinde Ni, Co, Mn, Cr, Cd ve Pb elementlerinin konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağlı değişimi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda elementlerin konsantrasyonlarının genel olarak trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı ayrıca, meyvelerdeki ağır metal konsantrasyonlarının oldukça yüksek düzeylere ulaşabildiği belirlenmiştir. Bu durum kent merkezlerinde yetiştirilen ve gıda olarak tüketilen meyve ve sebzelerin insan sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, meyve, biyomonitor, trafik yoğunluğu

2019, 51 sayfa

Bilim Kodu: 1214

ABSTRACT

MSc.

THE VARIATION OF HEAVY METAL ACCUMULATION IN SOME FRUIT TREE ORGANELLES DUE TO TRAFFIC DENSITY

Senem ÖZEL

Kastamonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources

Supervisor: Assoc Prof Dr. Hakan ŞEVİK

The level of pollution has reached the dimensions that threaten human health, with the rapid urbanization and the increase of energy consumption especially in developing countries. Every year in the world, millions of people lose their lives because of air pollution. Heavy metals have a separate precaution in pollutants, especially in terms of human health, because they can remain intact in nature for long periods of time, they tend to bioaccumulate and some are toxic or carcinogenic even at low concentrations. Therefore, monitoring of heavy metal pollution and determination of risky areas is very important. Biomonitors are the most commonly used methods for monitoring heavy metal pollution. However, determining which plants and organelles are more suitable for monitoring the metal is essential in order to ensure that the monitoring is reliable.

In this study, it was aimed to determine the variations of the concentration of Ni, Pb, Cd, Ba, Cu, Ca, Fe and K elements depending on the traffic density in leaves, seeds and branches of *Ailanthus altissima*, *Biota orientalis*, *Platanus orientalis* and *Pyracantha coccinea* which are grown in areas with heavy, low dense and non traffic areas. As a result of the study, it was determined that concentrations of Ni, Pb, Cd and Cu increased depending on traffic density. According to the results obtained, it was determined that seeds and branches of *Biota orientalis* were the most suitable species and organelles to determine Ni pollution. The leaves of *Ailanthus altissima* are very suitable for monitoring the pollution of Pb, Cd and Cu..

Key Words: Heavy metal, biomonitor, traffic density

2019, 51 pages

Science Code: 1214

TEŞEKKÜR

Tez alıőmam boyunca danıőmanlıęını yapan, bilgi birikimiyle çalıőmama ıőık tutan çok değerli hocam Doç. Dr. Hakan ŞEVİK'e őükranlarımı sunarım. Tez jürime katılan saygıdeğer hocalarım Doç. Dr. Mehmet ÇETİN 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.

Senem ÖZEL
Kastamonu, Ocak, 2019

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|--|--------------|
| ÖZET..... | iv |
| ABSTRACT..... | v |
| TEŞEKKÜR..... | vi |
| İÇİNDEKİLER | vii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | ix |
| TABLolar DİZİNİ | x |
| GRAFİKLER DİZİNİ..... | xi |
| FOTOĞRAFLAR DİZİNİ | xiii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. LİTERATÜR ÖZETİ..... | 5 |
| 2.1. Ağır Metaller | 5 |
| 2.2. Çalışmaya Konu Bitkilerin Genel Özellikleri | 7 |
| 2.2.1. Vişne (<i>Cerasus vulgaris</i>) | 7 |
| 2.2.2. Erik (<i>Prunus cerasifera</i>) | 8 |
| 2.2.3. Dut (<i>Morus spp.</i>)..... | 9 |
| 2.2.4. Elma (<i>Malus floribunda</i>) | 9 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 11 |
| 3.1. Örneklerin Toplanması ve Ağaç Türleri | 11 |
| 3.2. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi | 12 |
| 3.3. İstatistiki Analizler | 13 |
| 4. BULGULAR..... | 14 |
| 4.1. Metal Konsantrasyonlarının Bitki Türüne Bağlı Değişimi. | 14 |
| 4.2. Metal Konsantrasyonlarının Organelle Bağlı Değişimi | 15 |
| 4.3. Metal Konsantrasyonlarının Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi | 17 |
| 4.4. Metallerin Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi | 19 |
| 4.4.1. Ni Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi..... | 19 |
| 4.4.2. Co Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi..... | 22 |
| 4.4.3. Mn Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi..... | 24 |
| 4.4.4. Cr Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi..... | 26 |
| 4.4.5. Cd Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi..... | 28 |
| 4.4.6. Pb Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi..... | 30 |

| | |
|----------------------------|----|
| 5. SONUÇ ve TARTIŞMA | 33 |
| 6. ÖNERİLER | 39 |
| KAYNAKLAR | 41 |
| ÖZGEÇMİŞ | 51 |

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|-----------------|---------------------|
| As | Arsenik |
| Ba | Baryum |
| Ca | Kalsiyum |
| Cd | Kadmiyum |
| Co | Kobalt |
| Cu | Bakır |
| Cr | Krom |
| Fe | Demir |
| Hg | Civa |
| K | Potasyum |
| 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 |

TABLÖLAR DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|--------------|
| Tablo 4.1. Bitki türü bazında varyans analizi sonuçları..... | 14 |
| Tablo 4.2. Tür bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları..... | 15 |
| Tablo 4.3. Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları | 16 |
| Tablo 4.4. Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları | 17 |
| Tablo 4.5. Trafik yoğunluğu bazında varyans analizi sonuçları | 17 |
| Tablo 4.6. Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları | 19 |
| Tablo 4.7. Ni konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi | 20 |
| Tablo 4.8. Co konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi | 22 |
| Tablo 4.9. Mn konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi | 24 |
| Tablo 4.10. Cr konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi | 27 |
| Tablo 4.11. Cd konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi | 29 |
| Tablo 4.12. Pb konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi | 31 |

GRAFİKLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|--|--------------|
| Grafik 4.1.Ni konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi | 21 |
| Grafik 4.2.Co konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi | 23 |
| Grafik 4.3.Mn konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi | 26 |
| Grafik 4.4.Cr konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi | 28 |
| Grafik 4.5.Cd konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi | 30 |
| Grafik 4.6. Pb konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi | 32 |

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

| | Sayfa |
|--|--------------|
| Fotoğraf 3.1. Analize hazır çözeltiler..... | 12 |
| Fotoğraf 3.2. Ağır metal analizlerinin yapıldığı ICP-OES cihazı..... | 13 |

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu son 150 yılda tarihinde hiç olmadığı kadar artmış, bu artış köyden kente göç ile birleşerek kent merkezlerinin aşırı derecede yoğunlaşmasına sebep olmuştur (Isinkaralar vd., 2017; Cetin vd., 2017; Cetin vd., 2018). Öyle ki 2000 yılında dünyada sadece 2,9 milyar kişi yani dünya nüfusunun %47'si kentsel alanlarda yaşarken bu oranın 2030 yılına gelindiğinde %60-90'a çıkacağı tahmin edilmektedir. Avrupa ülkelerinde toplam nüfusun üçte ikisinden fazlası kentsel alanlarda yaşamaktadır. Durum ülkemizde de farklı değildir. Türkiye İstatistik Kurumu Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre, il ve ilçe merkezlerinde ikamet edenlerin oranı 2015 yılında % 92,1 iken bu oran 2016 yılında % 92,3'e, 2017 yılında % 92,5'e yükselmiş, 2017 yılı itibariyle belde ve köylerde yaşayan insanların oranı % 7,5 olarak gerçekleşmiştir (URL-1, 2018). Bunun yanında köyden kente göç devam etmekte, ilerleyen zamanlarda kent merkezlerindeki nüfus yoğunluğunun daha da artacağı tahmin edilmektedir (Çetin vd., 2017; Cetin vd., 2018; Elfantazi, 2018a,b).

Kentlerde yaşayan insan nüfusunun artması, dolayısıyla birim alanda yaşayan insan sayısının da artmasına yol açmış; bu durum birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Bu sürecin doğanın tahrip olmasına; hava, su ve toprağın kirlenmesine, ekolojik dengenin bozulmasına sebep olduğu belirtilmektedir (Kulaç ve Yıldız, 2016).

Kent merkezlerinde artan nüfus ve sanayileşmenin sebep olduğu en büyük sorunların başında belki de hava kirliliği gelmektedir. Öyle ki dünyada her yıl yaklaşık 6.5 milyon insanın hava kirliliğine bağlı sebeplerden dolayı hayatını kaybettiği belirtilmektedir. Bu sorun ülkemizde de kendisini göstermektedir. Türkiye'de hava kirliliği önemli bir sorun olarak görülmemesine rağmen sadece 2016 yılında 29 bin kişinin hava kirliliği dolayısıyla hayatını kaybettiği belirtilmektedir (Cetin vd., 2017b).

Hava kirliliğinin temel ve belki de en önemli sebebi teknolojik gelişmelerdir. Günümüzde teknoloji alanındaki gelişmeler ve endüstrileşme enerji ihtiyacını artırmış, bunun sonucunda, petrolün işlenmesi ve kullanımı, petrokimya tesisleri ve

çeşitli kimyasal maddelerin üretimi ve kullanımına bağlı olarak birçok zararlı kimyasal maddenin atmosferdeki düzeyi artmış ve artmaya da devam etmektedir. Hava kirliliği, dünya genelinde özellikle yerleşimler birimlerinde ısınma için kullanılan yakıtlar, endüstri, enerji sağlama ve ulaşım araçlarına bağlı olarak artmakta ve Dünya’da hava kirletici emisyonlarında 2030 yılına kadar beş katlık bir artış olacağı tahmin edilmektedir (Bayram vd., 2006; Aslanhan, 2012; Shahid vd., 2017; Erdem, 2018).

Kent içerisinde hava kirliliği kaynaklarının en önemlilerinden birisi de taşıtlardır. Taşıtlara bağlı olarak egzoz gazları, araba tekerleri, araçlar ve araç aşınmalarından kaynaklanan pek çok kirletici madde ortaya çıkmaktadır (Ugolini vd., 2013). Ancak bu kirleticiler arasında ağır metaller ayrı bir öneme sahiptir. Bunun sebebi ağır metallerin doğada uzun süre bozulmadan kalabilmeleri, biyobirikme yapmaları ve bazılarının düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya kanserojen olmalarıdır (Turkyilmaz vd., 2018a,b; Leveque vd., 2014; Uzu vd., 2011). Havaya yayılan ağır metaller, insan ve hayvanlar tarafından havadan aerosol olarak veya toz halinde solunarak da canlı bünyelerine girebilmektedirler. Buna ek olarak süreç içerisinde karasal ortama ve buradan da bitkilere, bitkilerden de besin zinciri yoluyla hayvan ve insanlara ulaşabilmektedirler (Aslanhan, 2012). Bundan dolayı ağır metal kirliliğinin yüksek düzeyde olduğu alanlarda yetiştirilen ürünlerin, insanlar tarafından besin amacıyla tüketilmeleri, son derece önemli sağlık sorunlarına yol açabilir.

Tarım alanlarının süratle yerleşim ve sanayi alanlarına dönüşmeleri, tarımsal üretim yapılan alanların kirliliğinin yüksek düzeyde olduğu alanlarla oldukça yakınlaşmasına hatta iç içe geçmesine sebep olmuştur (Sen vd., 2018). Çünkü gıda, insanoğlunun varlığı için vazgeçilmez bir kaynaktır ve ilk çağlardan bu yana insanoğlunun temel sorunu yeterli gıdaya erişim olmuştur. Bu sorun artan nüfusa paralel olarak son dönemde daha da belirgin duruma gelmiş, dünyanın en önemli gündem maddelerinden birisi olmuştur. Bugün, dünya nüfusunun önemli bir kısmı açlıkla yaşamlarını sürdürmeye çalışmaktadır ve dünya’da 830 milyon kişinin kronik açlık içerisinde olduğu belirtilmektedir. Bu sorunun daha da büyüyeceği tahmin edilmektedir. Dünya nüfusunun sürekli artan talebini karşılamak için son 35 yılda 2 katına çıkan gıda arzının gelecek 15 yılda bir kez daha 2 kat artış göstereceği tahmin

edilmektedir. Bu artışla birlikte bitkisel üretime ve hayvancılığa ayrılan alanlar giderek azalacak ve niteliklerini kaybedecektir (Dölekoğlu ve Yurdakul, 2004).

Gıda sorunu, birim alandan alınan ürün artışı yanında, bu güne kadar gıda amaçlı kullanılmayan kaynakların gıda amaçlı kullanılması, gıda ürünleri üretilebilecek yeni alanların belirlenmesi gibi yöntemlerle çözülmeye çalışılmaktadır. Bu kapsamda son dönemde gündeme gelen çözüm önerilerinden birisi de kentsel alanlarda gıda maddelerinin üretilmesidir. Kent içerisindeki parklarda, yol refüjlerinde, çatılarda kısacası bitki yetiştirilebilen bütün alanlarda, gıda maddesi olarak tüketilebilecek bitkilerin yetiştirilmesidir.

Tarla bitkileri, sebzeler, meyveler, genel olarak yenilebilen ve gıda olarak tüketilen bitki grubunu oluşturmakta olup, bu bitkiler esasen kent merkezlerinde de yetiştirilebilmektedir. Bu tip bitkilerin kullanımı günümüz fonksiyonel bitki kavramı çerçevesinde yükselen yeni bir değer olarak dikkat çekmektedir. Son dönemde bu konu ile ilgili pek çok çalışma yapılmış ve konu gündeme taşınmıştır (Rasouli, 2012; Yalçınalp vd., 2017; Çelik, 2017).

Ancak, kent merkezlerinde yetiştirilebilecek ve gıda amaçlı kullanılacak bitkilerde olası bir tehlike bulunmaktadır. Bu bitkilerin yetiştirildiği alanlar nüfusun ve insan aktivitelerinin fazla olduğu dolayısıyla kirlilik etmenlerinin fazla olma ihtimali yüksek alanlardır. Bu alanlarda egzoz gazları, araba tekerleri, araçlar ve araç aşınmalarından kaynaklanan pek çok kirlenici madde ortaya çıkmaktadır. Bunlar arasında özellikle ağır metaller büyük öneme sahiptir. Zira ağır metaller doğada bozulmaz ve yok olmazlar. Ayrıca biyobirikme eğilimindedir. Bu alanlarda yetişen bitkilerde ağır metal birikiminin yüksek düzeyde olmasının yanı sıra, bu bitkilerin gıda olarak tüketilmesi, bitki bünyesindeki ağır metallerin doğrudan insan bünyesine alınmasına sebep olabilmekte ve sağlık açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Havada ağır metal seviyeleri yüksek olduğunda bu ağır metallerin bitkilerde yapraktan alınımının ciddi sağlık risklerine neden olduğu bu nedenle özellikle kentsel alanlarda yetiştirilen ve gıda olarak tüketilen bitkilerde ağır metal alımı ile ilişkili sağlık risklerinin değerlendirilmesi gerekmektedir (Schreck vd., 2012; Mombo vd., 2015; Shahid vd., 2017)

Ancak, bu konuda yapılmış yeterli sayıda çalışma bulunmadığından bu konudaki tehlikenin boyutu belirlenebilmiş değildir.

Bu çalışmada Kastamonu'da trafiğin yoğun olduğu alanlarda yetiştirilen ve gıda olarak tüketilen bazı bitkilerde, ağır metal birikiminin düzeyinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında, Kastamonu'da kent merkezinde de yetiştirilen ve gıda olarak tüketilen bazı meyvelerde ağır metal birikiminin bitki türü, bitki organeli ve trafik yoğunluğuna bağlı değişimi belirlenmeye çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Ağır Metaller

Genel olarak yoğunluğu 5 g/cm³' den daha fazla olan veya atom ağırlığı 50 ve üzeri olan elementlere ağır metaller denilmektedir. Normal şartlar altında havada ağır metal konsantrasyonları oldukça düşük iken sanayi kuruluşları ve taşıtların faaliyetleri sonucunda havadaki ağır metal konsantrasyonları önemli düzeyde artış göstermiştir (Erdem, 2018; Shahid vd., 2017)

Ağır metaller doğada uzun süre bozulmadan kalabilirler. İnsan vücudu için ise ayrı bir öneme sahiptirler. Bunun başlıca sebebi düşük konsantrasyonlarda bile toksik etkiye sahip olabilmeleri ve insan vücudunda biyobirikme yapabilmeleridir (Turkyilmaz vd., 2018a,b).

Ağır metaller üzerinde uzun yıllardır yapılan çalışmalar hemen hemen bütün metallerin belirli konsantrasyonların üzerinde toksik etki oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle arsenik (As), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), krom (Cr) ve civa (Hg) en toksik ağır metallere aittir. Arsenik (As), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), krom (Cr), nikel (Ni), çinko (Zn), ve vanadyum (V) gibi endüstriyel kaynaklı ağır metaller ayrıca kanserojendirler (Shahid vd., 2017). Bitkiler dahil yaşayan organizmalar için çinko (Zn), manganez (Mn), bakır (Cu), krom (Cr), demir (Fe), nikel (Ni) vb. mikrobeyinler gerekli olmasına rağmen bunlar da yüksek seviyelerde zararlı etkiler oluşturabilmektedirler (Shahid vd., 2015; Harguinteguy vd., 2016; Erdem, 2018).

Ağır metaller endüstri için gereklidir ve endüstriyel üretim sürecinde kullanılan kimyasal maddeler, çevreye ulaştıkları noktalarda sabit kalmazlar. Bunlar aktif veya pasif hareketler ile hava, su ve toprağa bulaşarak ekosistem içerisinde taşınmakta ve dağılmaktadırlar (Goix vd., 2015; Shahid vd., 2017, Erdem, 2018). Bu süreç içerisinde havadan toprağa, topraktan bitkilere, bitkilerden de besin zinciri yoluyla hayvan ve insanlara ulaşmaları, ağır metalleri sağlık açısından oldukça ciddi bir tehdit durumuna getirmektedir (Aslanhan, 2012; Erdem, 2018).

Ağır metallerin insan ve çevre sağlığına potansiyel etkileri dolayısıyla ağır metal kirliliğinin izlenmesi ve riskli bölgelerin belirlenmesi konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ağır metal konsantrasyonlarının atmosferdeki değişimini gösteren en önemli belirteçler biyoindikatörlerdir. Biyoindikatör olarak kullanılabilen 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 (Turkyilmaz vd., 2018a; Sevik vd., 2018; Erdem, 2018; Saleh, 2018).

Bitkilerin ağır metal kirliliğinin biyomonitörü olarak kullanılabilirliğine ilişkin çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda likenler (Szczeponiak ve Biziuk, 2003; Loppi ve Pirintsos, 2003; Salemaa vd., 2004; Yemets vd., 2015), yosunlar (Schilling ve Lehman, 2002; Zechmeister vd., 2003; Giordano vd., 2013; Szczeponiak ve Biziuk, 2003; Harmens vd., 2004; Basile vd., 2008; Nickel vd., 2014; Ares vd., 2015; Meyer vd., 2015; Maxhuni vd., 2016; Hoa ve Thom, 2017) ve yüksek yapılı bitkiler ağır metal kirliliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

Yüksek yapılı bitkilerin farklı organelleri, farklı ağır metalleri farklı düzeyde biriktirebilmektedir. Bundan dolayı yapılan çalışmalar hem bitki türü hem de organel bazında çeşitlilik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda *Robinia pseudoacacia* (Celik vd., 2005; Serbula vd., 2012; Fan vd., 2018), *Ailanthus altissima*, *Biota orientalis*, *Platanus orientalis* ve *Pyracantha coccinea* (Erdem, 2018; Sevik vd., 2018), *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Picea pungens*, *Abies bornmulleriana* (Turkyilmaz vd., 2018c), *Prunus persica* (Dimitrijević vd., 2016; Alagić vd., 2017), *Prunus triloba* (Li-qiang vd., 2004), *Aesculus hippocastanum* (Yilmaz vd., 2006; Baycu vd., 2006; Tomasevic ve Anicic, 2010), *Sophora japonica* (Li vd., 2007), *Clethra barbinervis* (Yamaji vd., 2016), *Quercus ilex* (Gratani vd., 2008), *Betula pendula* (Petrova vd., 2014), *Acer rubrum*, *Populus tremuloides* (Kalubi vd., 2016), *Fraxinus excelsior* (Aksoy ve Demirezen, 2006), *Pistacia lentiscus* (Concas vd., 2015), *Elaeagnus angustifolia* (Aksoy ve Şahin, 1999), *Pinus pinea* (Rossini Oliva ve Mingorance, 2006) *Populus deltoides* (Xu vd., 2016) türlerinde ağır metal birikimi araştırılmıştır. Bu alanda yapılmış çalışmalara daha pek çok örnek verilebilir.

Yüksek yapılı bitkiler liken ve yosunların aksine farklı özelliklerdeki organellerden oluşurlar ve bundan dolayı her bir organelin ağır metal biriktirme potansiyeli farklı olabilir (Norouzi vd., 2016). Bundan dolayı bu bitkilerin yaprakları (Monaci vd., 2000; Anicic vd., 2011; Saleh, 2018; Turkyilmaz vd., 2018a,b; Sevik vd., 2018; Ozel vd., 2015), dalları (Elfantazi vd., 2018a,b) tohumları (Elfantazi vd., 2018a,b) kabukları (Fujiware vd., 2011; Sawidis vd., 2011; Turkyilmaz vd., 2018d), odunları (Gao vd., 2015; Turkyilmaz vd., 2018e) gibi organelleri de ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesinde kullanılabilir (Clemens ve Ma, 2016; Ugulu vd., 2016).

2.2. Çalışmaya Konu Bitkilerin Genel Özellikleri

2.2.1. Vişne (*Cerasus vulgaris*)

Rosaceae familyasının *Cerasus* cinsine mensup olan vişne, 7-8 m kadar boylanabilen, herdem yeşil olmayan, geniş tepeli bir ağaçtır. Türkiye’de hemen her bölgede yetişebilen vişne Karadeniz Bölgesi ve Kafkasya’daki yaban kirazı türlerinden elde edilmiştir (Namıkoğlu, 2012; Öktem, 2018)

Vişne ilkbaharda erken çiçek açan bir türdür. Salkımında 1- 6 arasında çiçek bulunur. Vişne ağaçları kendi kendini dölleyebilmektedir. Oldukça dayanıklı bir tür olan vişne kışın soğuk yazın ise sıcak olan bölgelerde yetiştirilebilir. Vişne kış soğuklarına karşı oldukça dayanıklı olup ayrıca kiraz türlerine göre geç çiçeklendiklerinden geç donlardan da kolay kolay zarar görmezler. Su ihtiyacı bakımından da oldukça kanaatkar olup yıllık yağış miktarı 400 mm. Civarında olan bölgelerde sulamaya gerek duymadan yetiştirilebilir (Öktem, 2018).

Meyvesi fazla dayanıklı değildir. Bundan dolayı taze olarak tüketilmesinin yanında ayrıca kurutularak da tüketilmektedir (Namıkoğlu, 2012). Vişne sanayi sektöründe yoğun olarak kullanılmaktadır. Meyve suyu, reçel ve dondurulmuş ürün olarak kullanımı oldukça yaygındır. Vişne özellikle meyve suyu ve marmelat-reçel sanayisinin önemli bir hammaddesidir (Öktem, 2018).

Vişne yaprakları 5-8 cm boyunda, 2-3 cm genişliğinde, elips biçiminde sivri uçlu, keskin dişlidir. Yaprakların her iki yüzü de tüysüz, 3-4 cm uzunluğunda yaprak sapına sahiptir. Sonbaharda kırmızı renk alır (Namıkoğlu, 2012).

Nisan-Mayıs aylarında çiçek açar. Çiçekleri 1-1,5 cm boyunda, beyaz, seyrek kümeler halindedir. Meyveleri ise 6-15 mm çapında, küremsi, önceleri yeşil olgunlaşınca koyu kırmızı renktedir. 3-5 cm uzunluğunda sapı bulunan meyveleri tatlı ekşidir (Namıkoğlu, 2012).

2.2.2.Erik (*Prunus cerasifera*)

Erik; yeşil, sarı, kırmızı ya da mor renkli, ekşi ya da tatlı çeşit çeşit meyve veren bir bitki olup gülgiller familyasının *Prunus* cinsindedir (Yurdağül ve Fenercioğlu, 2008). Erik subtropik ile soğuk ılıman iklim kuşağı arasındaki alanlarda yetişebilen, farklı iklim şartlarına uyum yeteneği yüksek bir bitkidir (Fedakar, 2015).

Bugün Türkiye'de yetişen erik çeşitlerinin bir kısmı yerli, bir kısmı da yabancı çeşitlerdir (Alwahishi, 2017). Erikler *Prunus cerasifera* (Yeşil erikler, Can erikler), *P. salicina* (Japon erikleri) ve *P. domestica* (Avrupa erikleri) olmak üzere üç türe ayrılmaktadır. Bu türler içinde Can erikleri sofralık ve anaçlık olarak, Japon erikleri sofralık ve teknolojik (reçel, meyve suyu, marmelat vb) olarak, Avrupa erikleri ise kurutmalık ve sofralık olarak tüketilmeye uygundur (Yurdağül ve Fenercioğlu, 2008)

Erikler içerisinde peyzaj çalışmalarında en sık kullanılan tür *Prunus cerasifera*'dır. *Prunus cerasifera*'nın vatanı Kafkasya ve Güneybatı Asya'dır. Kışın yaprağını döken, 10 m kadar boylanabilen bir ağaçtır. Gövdesi gri renkli, gençken çatlaksız, ilerleyen yaşlarda çatlaklıdır (Namıkoğlu, 2012).

Yaprakları 4-5 cm boyunda, 2-3 cm genişliğinde olup, eliptik şekilli, sivri uçlu, kenarları dişlidir. Yaprak sapı 1-2 cm uzunluğundadır. 5 taç yapraklı çiçekleri 1-1,5 cm çapında, beyaz veya açık pembe renklidir. Meyvesi 1-1,5 cm çapında oval ya da küremsi, 3,4 cm uzunluğunda saplı, koyu kırmızı renklidir (Namıkoğlu, 2012).

2.2.3.Dut (*Morus alba*)

Dut (*Morus spp.*) *Urticales* takımının *Moraceae* familyasının *Morus* cinsine dahil olan üzüksü bir meyvedir (Hepsağ, 2015). Kışın yaprağını döken, kalın dallı, geniş tepeli, 15 m kadar boylanabilen ağaçlardır. Vatanı Kuzey Çin'dir (Namıkoğlu, 2012). Ancak, farklı iklim ve toprak koşullarına adaptasyon yeteneğinin yüksek olması nedeniyle, ılıman, tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetişebilmektedir. Özellikle Doğu, Batı ve Güneydoğu Asya, Güney Avrupa, Kuzey Amerika'nın güneyi, Güney Amerika'nın kuzeybatısı ve Afrika'nın bazı bölümlerinde duta yaygın olarak rastlanmaktadır. Meyvesinden faydalanılan ve yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan dut türleri: *Morus alba* (beyaz ve mor dut), *M. nigra* (kara dut), *M. rubra* (kırmızı dut), *M. australis*, *M. latifolia*, *M. multicaulis*, *M. ihou*, *M. kagayamae*, *M. bombycis*'tir (Hepsağ, 2015).

Dutun geniş bir kullanım alanı vardır. Yaprakları ipek böceği besini olarak kullanılır. Eskiden araba tekerleği ve tarım aletleri yapımında kullanılan odunu halen birçok müzik aleti yapımında kullanılmaktadır. Meyveleri olgunlaştığında 1-3 cm uzunluğunda 6-20 mm genişliğinde, bileşik meyve şeklindedir (Namıkoğlu, 2012). Meyvesi zengin vitamin ve mineral kaynağıdır. Bundan dolayı yaş ve kuru olarak yoğun bir şekilde tüketilmektedir (Hepsağ, 2015). Ayrıca meyvelerinden pekmez ve pestil yapılmaktadır. Bundan dolayı ülkemizde de pek çok yerde yetiştirilmektedir (Namıkoğlu, 2012).

Bazı kültivarları peyzaj çalışmalarında oldukça değerlidir. *Morus alba* cv. pendula, sarkık dallı formuyla park ve bahçelerde yoğun olarak kullanılmaktadır. Yaprakları 6-18 cm boyunda geniş yumurta biçiminde, kenarları küt, kaba dişlidir. Sonbaharda parlak sarı renk alır (Namıkoğlu, 2012).

2.2.4.Elma (*Malus floribunda*)

Elma *Rosaceae* familyasının *Malus* cinsine ait, kışın yaprağını döken, 8-10 m boylanabilen bir ağaçtır. Vatanı orta Asya ve Kafkasya'dır. Bu bölgelerde yabani bodur ağaçlarının yakın geçmişe kadar büyük koruluklar oluşturduğu bilinmektedir (Namıkoğlu, 2012).

Dünyada en yaygın yetiştirilen meyvelerden birisidir. Türkiye'deki geleneksel yöntemlerle ürün veren 460 tür elmanın sadece 10 türü ticari olarak elverişlidir (Alwahishi., 2017). Bunların dışında peyzaj çalışmalarında sıklıkla kullanılan *Malus floribunda* gibi türleri de bulunmaktadır (Namıkoğlu, 2012).

Elma yaprakları 5-10 cm boyunda, 3-5 cm genişliğinde eliptik yapıda sivri uçlu, keskin kenarlı dişlidir. Üst yüzü koyu, alt yüzü açık yeşildir. Bazı türlerinin yaprakları koyu kırmızı, kahverengidir. Çiçekleri 1-2 cm çapında, beyaz veya pembe renkli, beş taç yapraklıdır. Meyve türe göre farklı büyüklüklerde olup, genellikle taze olarak tüketilmektedir (Namıkoğlu, 2012).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Örneklerin Toplanması ve Ağaç Türleri

Çalışma Kastamonu ili kent merkezinden toplanan materyaller üzerinde 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 kent merkezi, trafiğin az yoğun olduğu yani kent merkezinin dışında trafiğin akıcı olduğu alanlar ve hemen hemen hiç trafik olmayan yani en az 50 m yakınında araç yolu bulunmayan bölgelerden toplanmıştır.

Çalışma kapsamında 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 olarak kent merkezinin dışında akıcı trafiğin olduğu Taşköprü, İnebolu yol güzergâhları belirlenmiştir. Bu bölgede bölünmüş yol bulunmakta olup, trafik oldukça akıcıdır ve trafik yoğunluğu kent merkezine göre oldukça düşüktür.

Trafiğin olmadığı alan olarak ise Kastamonu Üniversitesi kampüs alanı, polis ormanı gibi alanlar seçilmiş ve bu alanlarda en az 50 m yakınında otoyol bulunmayan noktalardan örnekler toplanmıştır.

Çalışmaya kapsamında, yaprak, dal ve meyve örnekleri 2018 yılı Ağustos ayının ikinci yarısında toplanmış ve poşetlenip etiketlenerek laboratuara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler öncelikle organellerine ayrılmış, daha sonra etiketlenerek karton plakalar üzerine serilmiş ve kurumaya bırakılmıştır. Odun ve meyve örnekleri ise daha rahat kuruyabilmeleri amacıyla ezilmiş ve cam petri kapları içerisinde kurumaya bırakılmıştır.

Yaklaşık iki ay boyunca en az haftada bir karıştırılarak havalandırılan örnekler iki ay sonunda hava kurusu hale gelmiş ve bundan sonra cam petri kapları içerisine alınarak

50 °C lik etüvde bir ay kurutulmuştur. Daha sonra örnekler hava rutubetinden etkilenmemesi için hava almayacak şekilde poşetlenip etiketlenerek analizler için laboratuara gönderilmiştir.

3.2. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Numunelerin ağır metal analizleri Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Örnekler laboratuarda çelik blender vasıtasıyla toz haline getirilmiştir. Toz hale gelen numunelerden 2'şer g tartılarak 10 ml derişik HNO₃ içinde oda sıcaklığında, çekerocak içerisinde 1 gün bekletilmiş, daha sonra 1 saat 180 °C'de kaynatılmıştır. Hazırlanan çözeltiler üzerine 20 ml distile su eklenmiş ve çözelti 45 µm'lik fitre kâğıdından süzölmüştür. Hazırlanan çözeltiler karışmaması için numaralandırılarak analizler için hazır hale getirilmiştir. Analize hazır çözeltilerin genel görünümü Fotoğraf 3.1'de verilmiştir.



Fotoğraf 3.1. Analize hazır çözeltiler

Süzüntüden elde edilen çözeltilerde; Ni, Co, Mn, Cr, Cd ve Pb analizleri GBC Integra XL –SDS-270 ICP-OES cihazı ile ağır metal analizleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında ağır metal analizlerinin yapıldığı ICP-OES cihazının görüntüsü Fotoğraf 3.2.'de verilmiştir.



Fotoğraf 3.2. Ağır metal analizlerinin yapıldığı ICP-OES cihazı

3.3. İstatistikî Analizler

Elde edilen veriler düzenlenerek Excell tabloları oluşturulmuştur. Daha sonra SPSS paket programı yardımıyla veriler değerlendirilmiş, verilere varyans analizi uygulanmış, istatistikî olarak en az % 95 güven düzeyinde farklılıklar bulunan değerlere Duncan testi uygulanarak homojen gruplar elde edilmiştir. Elde edilen veriler sadeleştirilip tablolaştırılarak yorumlanmıştır. Çalışma kapsamında gerekli görülen verilerin algılanmasını kolaylaştırmak amacıyla Excel programı yardımıyla grafikler oluşturulmuştur.

4. BULGULAR

4.1. Metal Konsantrasyonlarının Bitki Türüne Bağlı Değişimi

Çalışma sonucunda ağır metal konsantrasyonlarının bitki türü bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaşıp farklılaşmadığını belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Bitki türü bazında varyans analizi sonuçları

| | | Kareler Toplamı | SD | Kareler Ortalaması | F | Hata |
|----------|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|------|
| Ni(ppb) | Gruplar arası | 2,768E7 | 3 | 9225623,241 | 6,178 | ,001 |
| | Gruplar içi | 2,091E8 | 140 | 1493232,908 | | |
| | Toplam | 2,367E8 | 143 | | | |
| Co (ppb) | Gruplar arası | 3,012E7 | 3 | 1,004E7 | 2,995 | ,033 |
| | Gruplar içi | 4,693E8 | 140 | 3352051,479 | | |
| | Toplam | 4,994E8 | 143 | | | |
| Mn (ppm) | Gruplar arası | 7795,831 | 3 | 2598,610 | 4,134 | ,008 |
| | Gruplar içi | 87999,897 | 140 | 628,571 | | |
| | Toplam | 95795,729 | 143 | | | |
| Cr(ppb) | Gruplar arası | 4944385,278 | 3 | 1648128,426 | 1,417 | ,240 |
| | Gruplar içi | 1,628E8 | 140 | 1162866,521 | | |
| | Toplam | 1,677E8 | 143 | | | |
| Cd(ppb) | Gruplar arası | 423509,833 | 3 | 141169,944 | 2,576 | ,056 |
| | Gruplar içi | 7672389,389 | 140 | 54802,781 | | |
| | Toplam | 8095899,222 | 143 | | | |
| Pb (ppb) | Gruplar arası | 1,281E10 | 3 | 4,270E9 | 3,482 | ,018 |
| | Gruplar içi | 1,716E11 | 140 | 1,226E9 | | |
| | Toplam | 1,845E11 | 143 | | | |

Tablo sonuçları incelendiğinde çalışmaya konu ağır metallere sadece Cr ve Cd’un tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı

olmadığı, bunun dışındaki elementlerin tamamının tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu farklılık Ni ve Mn bakımından %99, Co ve Pb bakımından ise %95 güven düzeyinde anlamlıdır.

Çalışmaya konu ağır metallerin, tür bazında nasıl gruplaştığını belirleyebilmek amacıyla verilere Duncan testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Tür bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

| Tür | Ni (ppb) | Co (ppb) | Mn (ppm) | Cr (ppb) | Cd (ppb) | Pb (ppb) |
|-------|------------|-----------|----------|----------|----------|------------|
| Vişne | 979,06 a | 549,08 a | 28,68 c | 916,08 | 225,83 | 2611,11 a |
| Erik | 1404,53 ab | 544,06 a | 26,37 bc | 898,42 | 224,92 | 2963,33 a |
| Dut | 2130,42 c | 575,81 a | 14,94 ab | 1283,94 | 247,56 | 3388,69 a |
| Elma | 1852,89 bc | 1612,08 b | 11,31 a | 1271,11 | 356,25 | 24759,36 b |

Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar ve ortalama değerler incelendiğinde türlerin Co ve Pb bakımından iki, Ni ve Mn bakımından ise üç homojen grupta toplandığı görülmektedir. Vişne ve erik Mn dışındaki bütün elementler bakımından ilk homojen grupta yer alırken elma bütün elementler bakımından son homojen grupta yer almıştır.

4.2. Metal Konsantrasyonlarının Organelle Bağlı Değişimi

Çalışma kapsamında bitkilerin yaprak, kozalak ve dalları materyal olarak kullanılmıştır. Organeller arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunup bulunmadığını belirleyebilmek amacıyla verilere uygulanan varyans analizi sonuçları Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3. *Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları*

| | | Kareler Toplamı | SD | Kareler Ortalaması | F | Hata |
|-------------|---------------|-----------------|-----|--------------------|--------|------|
| Ni (ppb) | Gruplar arası | 2,250E7 | 3 | 7500575,463 | 4,902 | ,003 |
| | Gruplar içi | 2,142E8 | 140 | 1530198,218 | | |
| | Toplam | 2,367E8 | 143 | | | |
| Co (ppb) | Gruplar arası | 5,591E7 | 3 | 1,864E7 | 5,883 | ,001 |
| | Gruplar içi | 4,435E8 | 140 | 3167842,484 | | |
| | Toplam | 4,994E8 | 143 | | | |
| Mn (ppm) | Gruplar arası | 27572,327 | 3 | 9190,776 | 18,860 | ,000 |
| | Gruplar içi | 68223,402 | 140 | 487,310 | | |
| | Toplam | 95795,729 | 143 | | | |
| Cr (ppb) | Gruplar arası | 1,826E7 | 3 | 6085368,870 | 5,699 | ,001 |
| | Gruplar içi | 1,495E8 | 140 | 1067782,797 | | |
| | Toplam | 1,677E8 | 143 | | | |
| Cd (ppb) | Gruplar arası | 1049144,500 | 3 | 349714,833 | 6,948 | ,000 |
| | Gruplar içi | 7046754,722 | 140 | 50333,962 | | |
| | Toplam | 8095899,222 | 143 | | | |
| Pb (ppb) | Gruplar arası | 1,407E10 | 3 | 4,690E9 | 3,853 | ,011 |
| | Gruplar içi | 1,704E11 | 140 | 1,217E9 | | |
| | Toplam | 1,845E11 | 143 | | | |

Varyans analizi sonuçlarına göre bütün elementlerin organel bazında değişiminin istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Organel bazında elementlerin değişimi Pb’da %95, Ni, Co ve Cr’de %99, Mn ve Cd’de ise %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Çalışmaya konu ağır metallerin, organel bazında

nasıl gruplaştığını belirleyebilmek amacıyla verilere Duncan testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4. *Organel bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları*

| Tür | Ni (ppb) | Co (ppb) | Mn (ppm) | Cr (ppb) | Cd (ppb) | Pb (ppb) |
|--------|------------|-----------|----------|-----------|----------|------------|
| Yaprak | 1716,58 ab | 408,53 a | 30,40 b | 1646,69 b | 254,75 a | 3909,97 a |
| Dal | 1212,56 a | 523,22 a | 5,73 a | 710,17 a | 195,33 a | 2603,92 a |
| Kabuk | 2184,36 b | 1897,14 b | 37,44 b | 1145,92 a | 405,72 b | 25497,69 b |
| Meyve | 1253,39 a | 452,14 a | 7,74 a | 866,78 a | 198,75 a | 1710,92 a |

Duncan testi sonuçlarına göre ağır metallerin organel bazında değişimleri incelendiğinde bütün elementler bakımından organellerin iki homojen grupta toplandığı görülmektedir. Ortalama değerler incelendiğinde ise meyve ve dal örneklerinin bütün elementlerde ilk homojen grupta yer alması dikkat çekicidir. Bunun dışında kabuk örneklerinin Cd dışında bütün elementler bakımından son homojen grupta yer aldığı görülmektedir.

4.3. Metal Konsantrasyonlarının Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışma kapsamında trafik yoğunlukları arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla verilere uygulanan varyans analizi sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5. *Trafik yoğunluğu bazında varyans analizi sonuçları*

| | | Kareler Toplamı | SD | Kareler Ortalaması | F | Hata |
|----------|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|------|
| Ni (ppb) | Gruplar arası | 1,966E7 | 2 | 9828105,924 | 6,384 | ,002 |
| | Gruplar içi | 2,171E8 | 141 | 1539526,702 | | |
| | Toplam | 2,367E8 | 143 | | | |

Tablo 4.5.'in devamı

| | | | | | | |
|----------|---------------|-------------|-----|-------------|-------|------|
| Co (ppb) | Gruplar arası | 2,535E7 | 2 | 1,268E7 | 3,770 | ,025 |
| | Gruplar içi | 4,741E8 | 141 | 3362066,009 | | |
| | Toplam | 4,994E8 | 143 | | | |
| Mn (ppm) | Gruplar arası | 7155,201 | 2 | 3577,601 | 5,691 | ,004 |
| | Gruplar içi | 88640,528 | 141 | 628,656 | | |
| | Toplam | 95795,729 | 143 | | | |
| Cr (ppb) | Gruplar arası | 1,248E7 | 2 | 6239818,424 | 5,666 | ,004 |
| | Gruplar içi | 1,553E8 | 141 | 1101177,740 | | |
| | Toplam | 1,677E8 | 143 | | | |
| Cd (ppb) | Gruplar arası | 676662,347 | 2 | 338331,174 | 6,430 | ,002 |
| | Gruplar içi | 7419236,875 | 141 | 52618,701 | | |
| | Toplam | 8095899,222 | 143 | | | |
| Pb (ppb) | Gruplar arası | 8,951E9 | 2 | 4,476E9 | 3,596 | ,030 |
| | Gruplar içi | 1,755E11 | 141 | 1,245E9 | | |
| | Toplam | 1,845E11 | 143 | | | |

Trafik yoğunluğuna bağlı olarak element miktarlarının değişimini gösterir varyans analizi sonuçları incelendiğinde çalışmaya konu bütün elementlerin trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu değişim Pb ve Co bakımından %95, diğer elementler bakımından ise %99 güven düzeyinde anlamlıdır. Elementlerin trafik yoğunluğuna göre ortalama değerleri ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.6'da verilmiştir.

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

| Tür | Ni (ppb) | Co (ppb) | Mn (ppm) | Cr (ppb) | Cd (ppb) | Pb (ppb) |
|-----|-----------|-----------|----------|-----------|----------|------------|
| Yok | 1308,13 a | 459,33 a | 29,64 b | 830,04 a | 195,65 a | 2152,33 a |
| Az | 1353,48 a | 592,81 a | 12,59 a | 943,60 a | 237,79 a | 3589,96 a |
| ok | 2113,56 b | 1408,63 b | 18,74 a | 1503,52 b | 357,48 b | 19549,58 b |

Tablo sonuçlarına göre bütün elementler bakımından iki homojen grup oluşmuştur. Ortalama değerler ve Duncan testi oluşan gruplaşmalar incelendiğinde Mn dışındaki bütün elemenlerin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı, tamamında Duncan testi sonucunda iki homojen grup oluştuğu ve trafiğin olmadığı alanlar ile trafiğin az yoğun olduğu alanların ilk homojen grupta, trafiğin yoğun olduğu alanların ise ikinci homojen grupta yer aldığı görülmektedir. Mn bakımından ise Duncan testi sonucunda yine iki jomojen grup oluşmuş ancak diğer elementlerin aksine en yüksek değerler trafiğin olmadığı alanlardan elde edilmiştir.

4.4. Metallerin Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

4.4.1.Ni Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu elementlerden Ni'in her bir türün yaprak, dal, kabuk ve meyvelerindeki değişimi trafik yoğunluğuna bağlı olarak ayrı ayrı incelenmiş, elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Ni konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

| Tür | Organel | Trafik Yoğunluğu | | | F Değeri |
|-------|---------|------------------|-----------|-----------|--------------|
| | | Yok | Az | Yoğun | |
| Vişne | Yaprak | 771,67 a | 962,33 b | 1254,00 c | 255,994*** |
| | Dal | 749,00 b | 463,33 a | 980,00 c | 896,678*** |
| | Kabuk | 2386,33 c | 1131,67 b | 752,67 a | 1833,903*** |
| | Meyve | 1377,67 c | 488,00 b | 432,00 a | 1606,124*** |
| Erik | Yaprak | 1110,33 a | 1166,00 b | 1369,33 c | 624,980*** |
| | Dal | 872,33 a | 1052,00 a | 1289,67 b | 13,655** |
| | Kabuk | 753,00 a | 1534,33 b | 2355,00 c | 5020,779*** |
| | Meyve | 1302,00 a | 1761,00 b | 2289,33 c | 419,322*** |
| Dut | Yaprak | 2157,67 a | 2316,67 b | 3335,33 c | 5889,090*** |
| | Dal | 1668,00 a | 2321,67 b | 3129,33 c | 1401,255*** |
| | Kabuk | 762,33 a | 1459,00 b | 2387,33 c | 6933,916*** |
| | Meyve | 1676,67 b | 1363,00 a | 2988,00 c | 10694,953*** |
| Elma | Yaprak | 2842,33 c | 1912,00 b | 1401,33 a | 2654,728*** |
| | Dal | 544,33 a | 585,67 b | 895,33 c | 1860,699*** |
| | Kabuk | 1424,67 a | 2726,67 b | 8539,33 c | 4480,060*** |
| | Meyve | 531,67 b | 412,33 a | 419,00 a | 69,933*** |

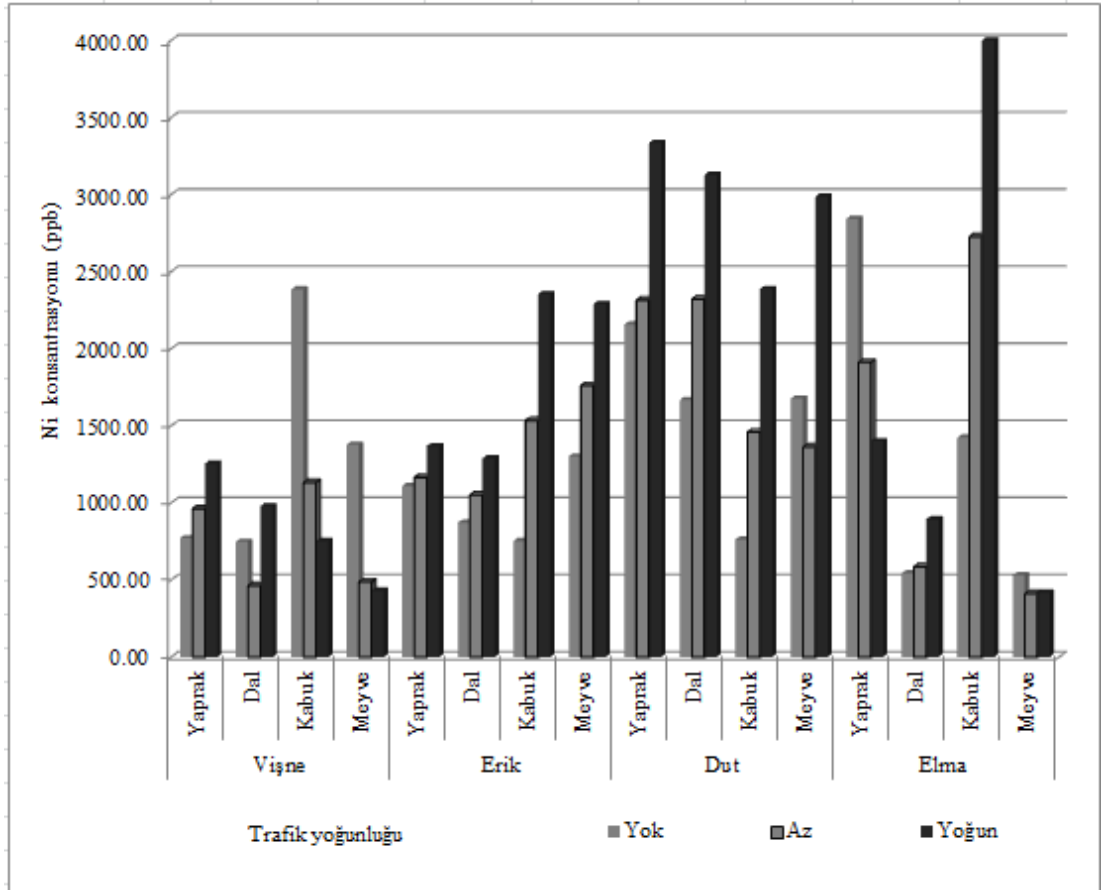
Ni konsantrasyonunun organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi incelendiğinde bütün türlerin bütün organellerinde Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu değişim erik dallarında %99, diğer bütün organellerde %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde ise vişnede yapraklarda Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğuyla orantılı olarak arttığı, kabuk ve meyvede trafik yoğunluğu ile ters orantılı olarak azaldığı görülmektedir. Kabukta ise en yüksek değer trafiğin yoğun olduğu, en düşük değer ise trafiğin az yoğun olduğu alanlarda elde edilmiştir.

Tablo değerleri incelendiğinde dutta meyve, elmada ise meyve ve yaprak dışındaki bütün organellerde Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı

görülmektedir. Özellikle erikte bütün organellerdeki Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğu ile orantılı olarak artması dikkat çekmektedir. Dut meyvelerinde en yüksek Ni konsantrasyonu trafiğin yoğun olduğu alanlarda, en düşük Ni konsantrasyonu ise trafiğin az yoğun olduğu alanlarda elde edilmiştir. Elma yaprak ve meyvelerinde ise en yüksek Ni konsantrasyonu trafiğin olmadığı alanlarda elde edilmiştir.

Ni konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.1’de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 4000.00 ppm ile sınırlandırmıştır.



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

4.4.2. Co Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Co konsantrasyonunun her bir türün yaprak, dal, kabuk ve meyvelerindeki değişimi trafik yoğunluğuna bağlı olarak değerlendirilmiş, verilere uygulanan varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, önem düzeyi, ortalama değerler ile Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.8’de verilmiştir.

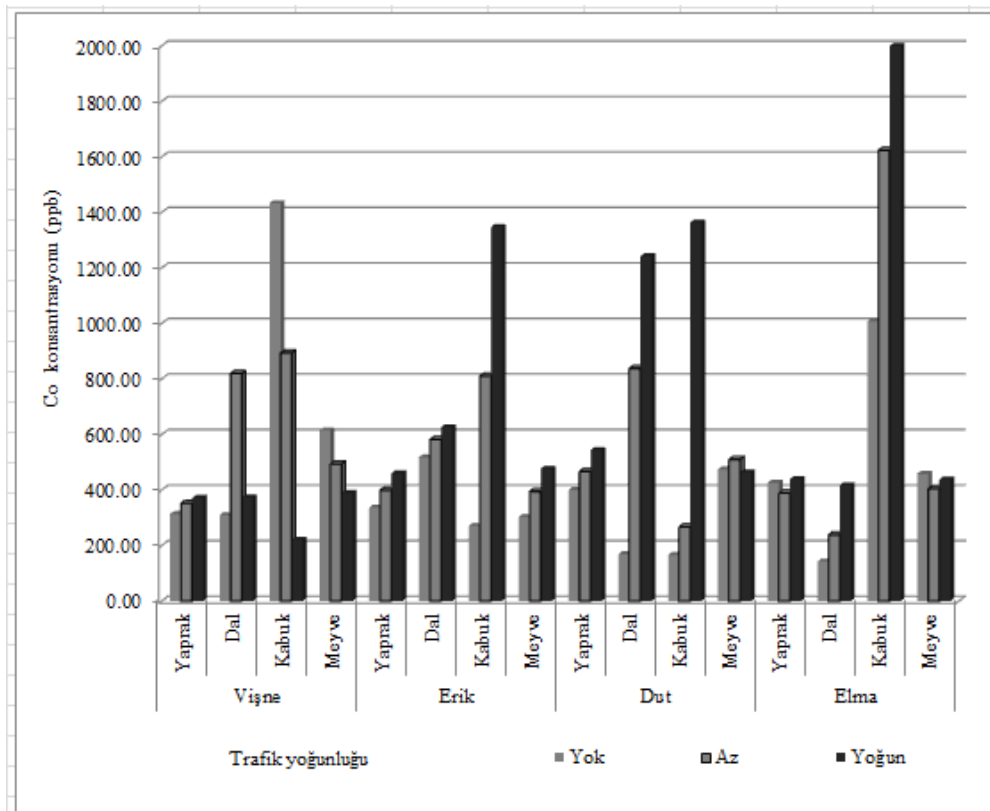
Tablo 4.8. Co konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

| Tür | Organel | Trafik Yoğunluğu | | | F Değeri |
|-------|---------|------------------|-----------|------------|--------------|
| | | Yok | Az | Yoğun | |
| Vişne | Yaprak | 313,67 a | 352,00 b | 371,67 b | 14,117** |
| | Dal | 310,00 a | 819,67 c | 373,67 b | 1364,537*** |
| | Kabuk | 1433,33 c | 894,67 b | 221,33 a | 8338,506*** |
| | Meyve | 615,33 c | 494,00 b | 389,67 a | 598,951*** |
| Erik | Yaprak | 337,33 a | 399,00 b | 460,00 c | 137,441*** |
| | Dal | 518,33 a | 582,00 ab | 626,67 b | 6,862* |
| | Kabuk | 271,33 a | 810,00 b | 1348,33 c | 3756,968*** |
| | Meyve | 303,67 a | 394,67 b | 477,33 c | 321,859*** |
| Dut | Yaprak | 401,00 a | 467,00 b | 544,67 c | 331,656*** |
| | Dal | 169,33 a | 838,00 b | 1242,67 c | 4593,582*** |
| | Kabuk | 166,00 a | 267,33 b | 1364,33 c | 70138,594*** |
| | Meyve | 474,33 a | 510,67 b | 464,33 a | 12,501** |
| Elma | Yaprak | 426,67 b | 389,33 a | 440,00 b | 30,185** |
| | Dal | 142,67 a | 238,33 b | 417,33 c | 409,724*** |
| | Kabuk | 1007,67 a | 1623,67 a | 13357,67 b | 1090,651*** |
| | Meyve | 458,67 b | 404,67 a | 438,33 b | 14,335** |

Tablo değerleri incelendiğinde Co konsantrasyonunun bütün organellerde trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu değişim erik dalında %95, vişne yaprağı, dut meyvesi, elma ve yaprak meyvesinde %99, diğer organellerde ise %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde ise vişne kabuk ve meyvesi ile elma yaprak ve meyvesi dışındaki bütün organellerde trafiğin olmadığı alanlarda elde edilen değerlerin ilk homojen grupta olduğu görülmektedir.

Ortalama değerlere göre vişne yaprağı, elma dalı ve kabuğu ile eriğin bütün organellerinde, dutun ise meyve dışındaki bütün organellerinde Co konsantrasyonunun trafik yoğunluğu ile bağlantılı olarak arttığı görülmektedir.

Co konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.2’de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 2000.00 ppm ile sınırlanmıştır.



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

4.4.3. Mn Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Mn konsantrasyonunun her bir türün yaprak, dal, kabuk ve meyvelerindeki değişimi trafik yoğunluğuna bağlı olarak değerlendirilmiş, verilere uygulanan varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, önem düzeyi, ortalama değerler ile Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.9’de verilmiştir.

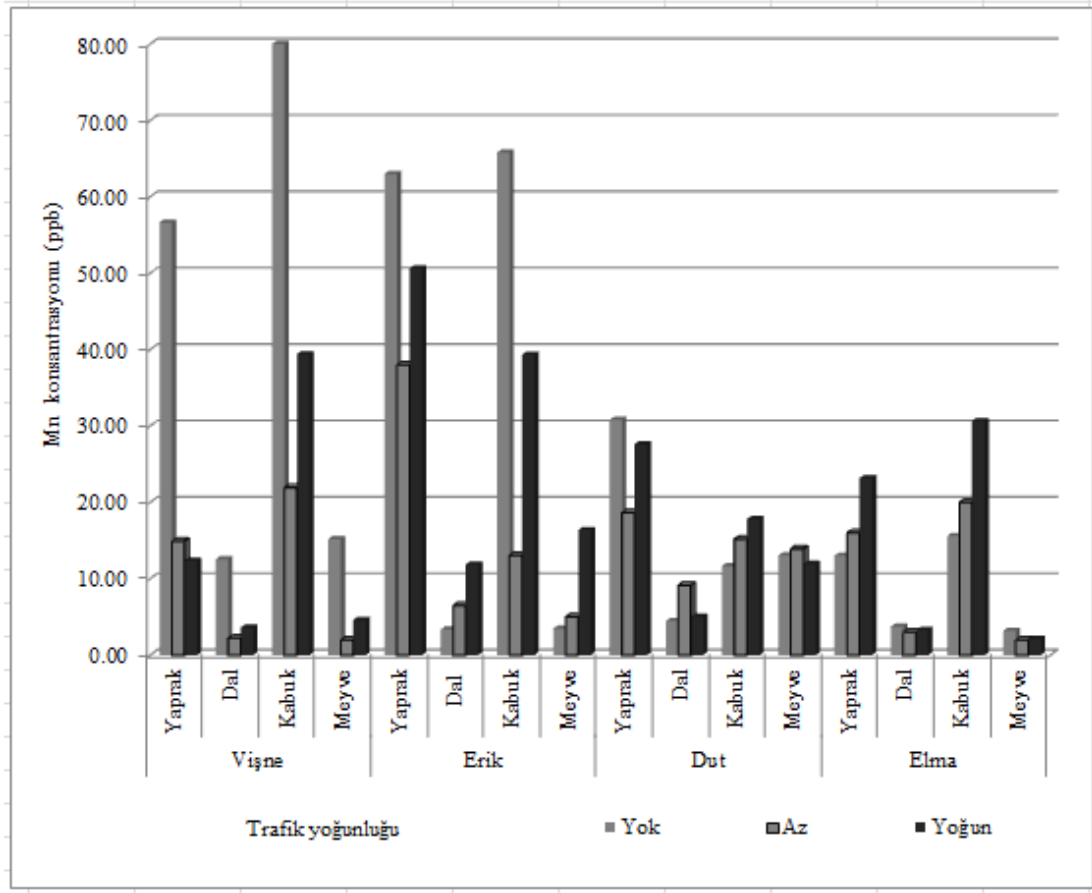
Tablo 4.9. Mn konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

| Tür | Organel | Trafik Yoğunluğu | | | F Değeri |
|-------|---------|------------------|---------|---------|----------------|
| | | Yok | Az | Yoğun | |
| Vişne | Yaprak | 56,62 c | 14,93 b | 12,35 a | 75533,514**** |
| | Dal | 12,54 c | 2,23 a | 3,63 b | 128647,935**** |
| | Kabuk | 158,78 c | 21,96 a | 39,40 b | 247425,247**** |
| | Meyve | 15,17 c | 1,98 a | 4,59 b | 791189,908**** |
| Erik | Yaprak | 62,96 c | 38,00 a | 50,66 b | 3661,811**** |
| | Dal | 3,37 a | 6,50 b | 11,87 c | 24,707** |
| | Kabuk | 65,81 c | 13,07 a | 39,33 b | 15424,773**** |
| | Meyve | 3,48 a | 5,00 b | 16,37 c | 60988,093**** |
| Dut | Yaprak | 30,81 c | 18,64 a | 27,61 b | 38266,100**** |
| | Dal | 4,48 a | 9,13 c | 5,03 b | 23960,693**** |
| | Kabuk | 11,66 a | 15,19 b | 17,82 c | 29289,063**** |
| | Meyve | 13,06 b | 13,91 c | 11,98 a | 209,949**** |
| Elma | Yaprak | 13,03 a | 16,00 b | 23,18 c | 13952,311**** |
| | Dal | 3,72 c | 3,00 a | 3,28 b | 5295,200**** |
| | Kabuk | 15,61 a | 20,00 b | 30,66 c | 1616,820**** |
| | Meyve | 3,20 c | 2,00 a | 2,12 b | 1495,006**** |

Mn konsantrasyonunun farklı türlerin organelleri bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi incelendiğinde, bütün organellerde trafik yoğunluğuna bağlı değişimlerin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu değişim sadece erik dalında %99, diğer organellerin tamamında %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde ise trafik yoğunluğu ile Mn konsantrasyonu arasında doğrudan bir ilişkinin olmadığı görülmektedir. Vişnenin bütün organellerinde en yüksek Mn konsantrasyonları trafiğin olmadığı alanlarda belirlenirken vişnenin yaprak dışındaki organellerinde en düşük değerler trafiğin az yoğun olduğu alanlarda belirlenmiştir. Erik dal ve meyvelerinde en düşük değerler trafiğin olmadığı alanlarda belirlenirken erik yaprak ve kabuklarında en yüksek değerler trafiğin olmadığı alanlarda belirlenmiştir. Benzer veriler diğer türlerde de ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla Mn konsantrasyonunun trafik yoğunluğu ile doğrudan bağlantısının olduğunu söylemek oldukça zordur.

Mn konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.3'de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 80.00 ppm ile sınırlandırılmıştır.



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

4.4.4. Cr Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Cr konsantrasyonunun her bir türün yaprak, dal, kabuk ve meyvelerindeki değişimi trafik yoğunluğuna bağlı olarak değerlendirilmiş, verilere uygulanan varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, önem düzeyi, ortalama değerler ile Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.10'de verilmiştir.

Tablo 4.10. Cr konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

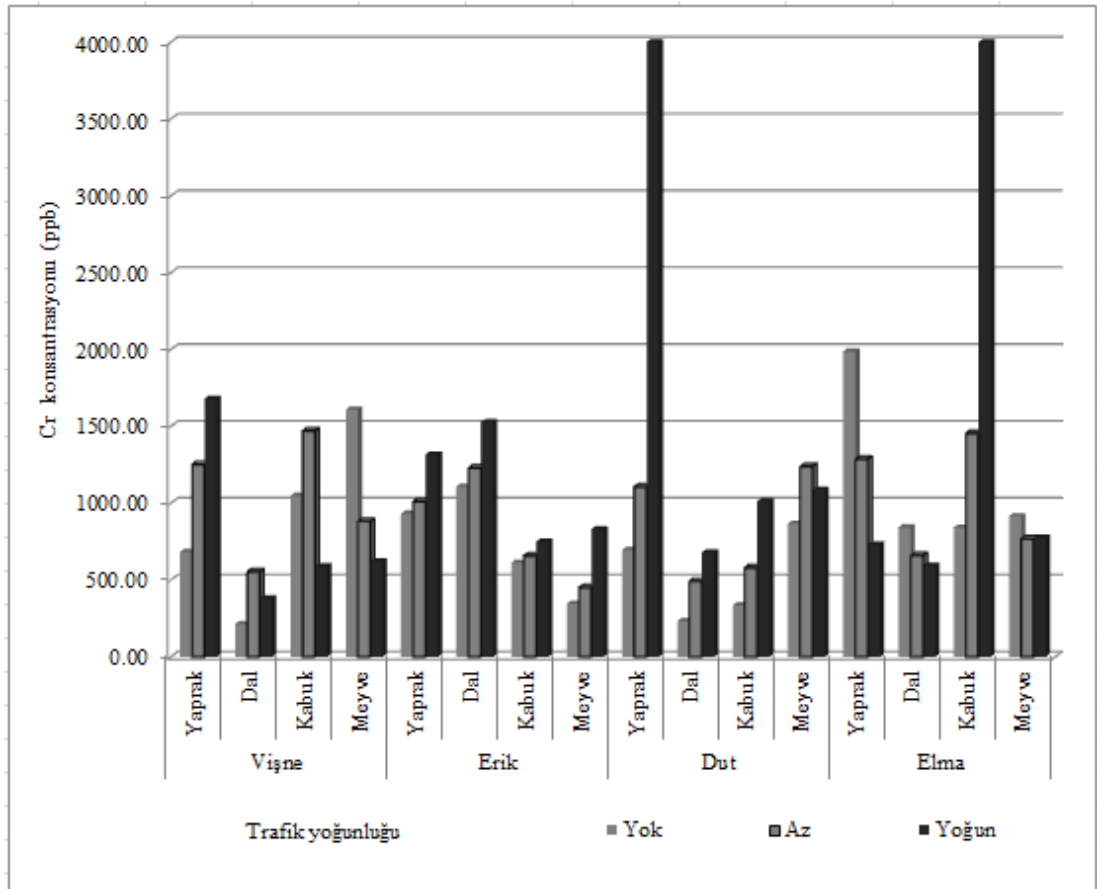
| Tür | Organel | Trafik Yoğunluğu | | | F Değeri |
|-------|---------|------------------|-----------|-----------|--------------|
| | | Yok | Az | Yoğun | |
| Vişne | Yaprak | 683,33 a | 1252,67 b | 1679,67 c | 17,653** |
| | Dal | 215,33 a | 554,67 c | 382,67 b | 1400,526*** |
| | Kabuk | 1049,00 b | 1470,33 c | 589,67 a | 1165,118*** |
| | Meyve | 1609,67 c | 883,33 b | 622,67 a | 7619,787*** |
| Erik | Yaprak | 933,00 a | 1011,67 b | 1317,33 c | 541,868*** |
| | Dal | 1108,67 a | 1229,33 b | 1529,00 c | 64,561*** |
| | Kabuk | 614,00 a | 657,67 b | 749,67 c | 53,377*** |
| | Meyve | 347,00 a | 451,00 b | 832,67 c | 1075,280*** |
| Dut | Yaprak | 697,00 a | 1106,00 b | 7073,67 c | 61835,326*** |
| | Dal | 233,00 a | 491,33 b | 681,00 c | 992,990*** |
| | Kabuk | 335,67 a | 580,67 b | 1013,67 c | 4494,903*** |
| | Meyve | 867,00 a | 1239,67 c | 1088,67 b | 29,893** |
| Elma | Yaprak | 1988,33 c | 1286,67 b | 731,00 a | 9989,701*** |
| | Dal | 843,00 c | 659,33 b | 594,67 a | 702,400*** |
| | Kabuk | 841,00 a | 1455,00 b | 4394,67 c | 6453,712*** |
| | Meyve | 915,67 b | 768,33 a | 775,67 a | 155,492*** |

Diğer elementlerde olduğu gibi Cr'da da bütün türlerin bütün organellerinde trafik yoğunluğuna bağlı değişimlerinin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu değişim sadece vişne yaprağı ve dut meyvesinde istatistiki olarak %99, diğer organellerin tamamında %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları incelendiğinde ise genel olarak Cr konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı görülmektedir. Toplam 16 organelin 11 tanesinde en düşük değerler trafiğin olmadığı alanlarda hesaplanırken 9 adet organelde en yüksek değerler trafiğin yoğun olduğu alanlarda hesaplanmıştır.

Türler incelendiğinde ise trafik yoğunluğuna bağlı değişimi en iyi yansıtan türlerin erik ve dut olduğu söylenebilir. Eriğin bütün organellerinde, dutun ise meyvesi dışındaki bütün organellerde en düşük değerler trafiğin olmadığı, en yüksek değerler ise trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilmiştir.

Cr konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.4.'de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 4000 ppm ile sınırlandırmıştır.



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

4.4.5. Cd Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Cd konsantrasyonunun her bir türün yaprak, dal, kabuk ve meyvelerindeki değişimi trafik yoğunluğuna bağlı olarak değerlendirilmiş, verilere uygulanan varyans analizi

sonucunda elde edilen F değeri, önem düzeyi, ortalama değerler ile Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.11’de verilmiştir.

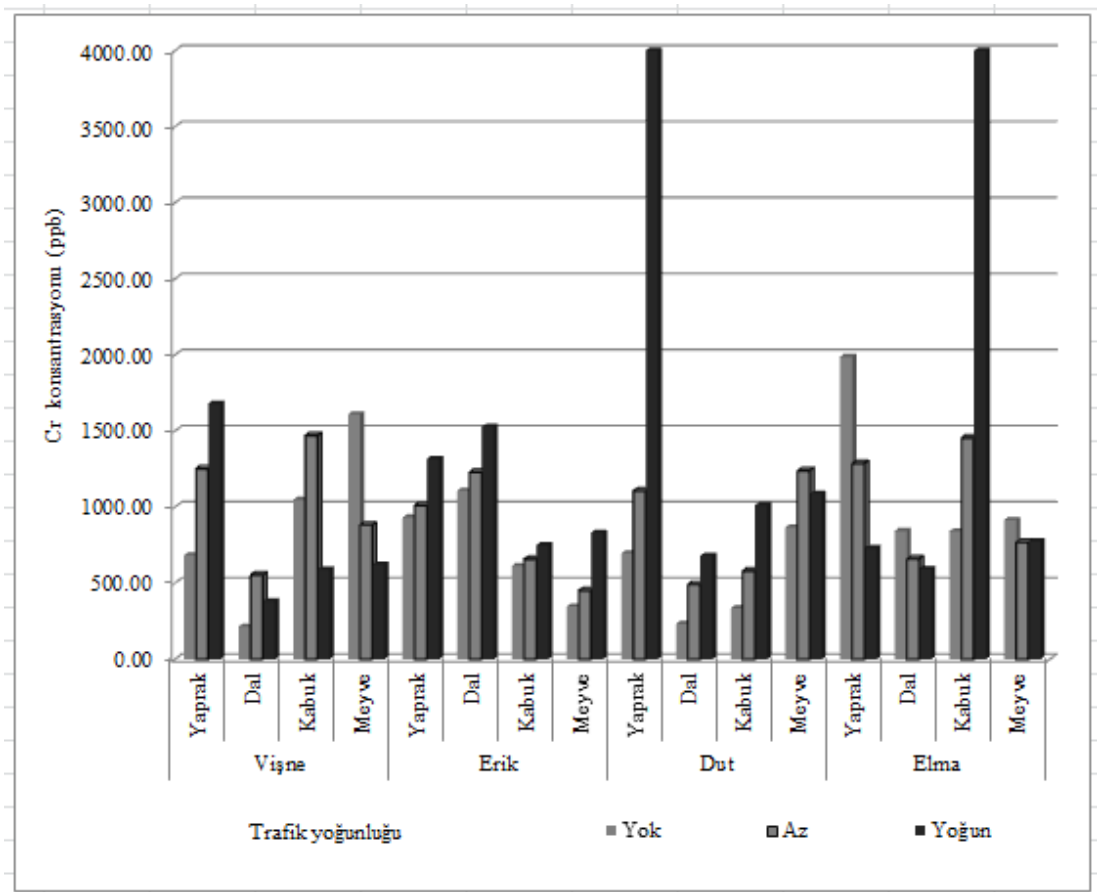
Tablo 4.11. Cd konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

| Tür | Organel | Trafik Yoğunluğu | | | F Değeri |
|-------|---------|------------------|----------|-----------|---------------|
| | | Yok | Az | Yoğun | |
| Vişne | Yaprak | 224,67 a | 209,33 a | 276,00 b | 42,748*** |
| | Dal | 118,33 a | 242,00 c | 219,33 b | 1158,782*** |
| | Kabuk | 310,33 c | 290,67 b | 125,67 a | 8415,485*** |
| | Meyve | 236,00 b | 223,33 a | 234,33 b | 27,213** |
| Erik | Yaprak | 184,67 | 182,33 | 183,67 | 0,162 ns |
| | Dal | 197,67 a | 247,00 b | 317,00 c | 34,124** |
| | Kabuk | 287,33 a | 309,67 b | 331,00 c | 167,182*** |
| | Meyve | 108,00 a | 140,33 b | 210,33 c | 731,475*** |
| Dut | Yaprak | 187,00 a | 337,00 b | 572,67 c | 9362,376*** |
| | Dal | 124,33 a | 231,00 b | 237,33 c | 1943,589*** |
| | Kabuk | 101,00 a | 218,00 b | 314,33 c | 5926,173*** |
| | Meyve | 215,67 | 214,33 | 218,00 | 1,500 ns |
| Elma | Yaprak | 243,00 b | 165,00 a | 291,67 c | 1645,313*** |
| | Dal | 108,33 b | 86,67 a | 215,00 c | 4393,966*** |
| | Kabuk | 261,33 a | 564,00 b | 1755,33 c | 247693,118*** |
| | Meyve | 222,67 c | 144,00 a | 218,00 b | 4045,231*** |

Varyans analizi sonucunda Cd konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi erik yaprakarı ile dut meyvelerinde istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı çıkmamıştır. Diğer organellerden vişne meyveleri ile erik dalında Cd konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi istatistiki olarak %99, diğer organellerde ise %99.9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Duncan testi sonuçlarına göre ise genel olarak Cd konsantrasyonu ile trafik yoğunluğu arasında doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilir. İstatistiki olarak anlamlı düzeyde fark çıkan 14 organelden 9 tanesinde en düşük Cd konsantrasyonları trafiğin olmadığı alanlarda, 11 tanesinde en yüksek değerler ise trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilmiştir. Erik ve dut organellerinde trafik yoğunluğuna bağlı olarak Cd konsantrasyonunun arttığı görülmektedir.

Cd konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.4’de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 4000.00 ppm ile sınırlanmıştır.



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

4.4.6. Pb Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Pb konsantrasyonunun türlerin yaprak, dal, kabuk ve meyvelerindeki değişimi trafik yoğunluğuna bağlı olarak değerlendirilmiş, verilere uygulanan varyans analizi

sonucunda elde edilen F değeri, önem düzeyi, ortalama değerler ile Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.12.'de verilmiştir.

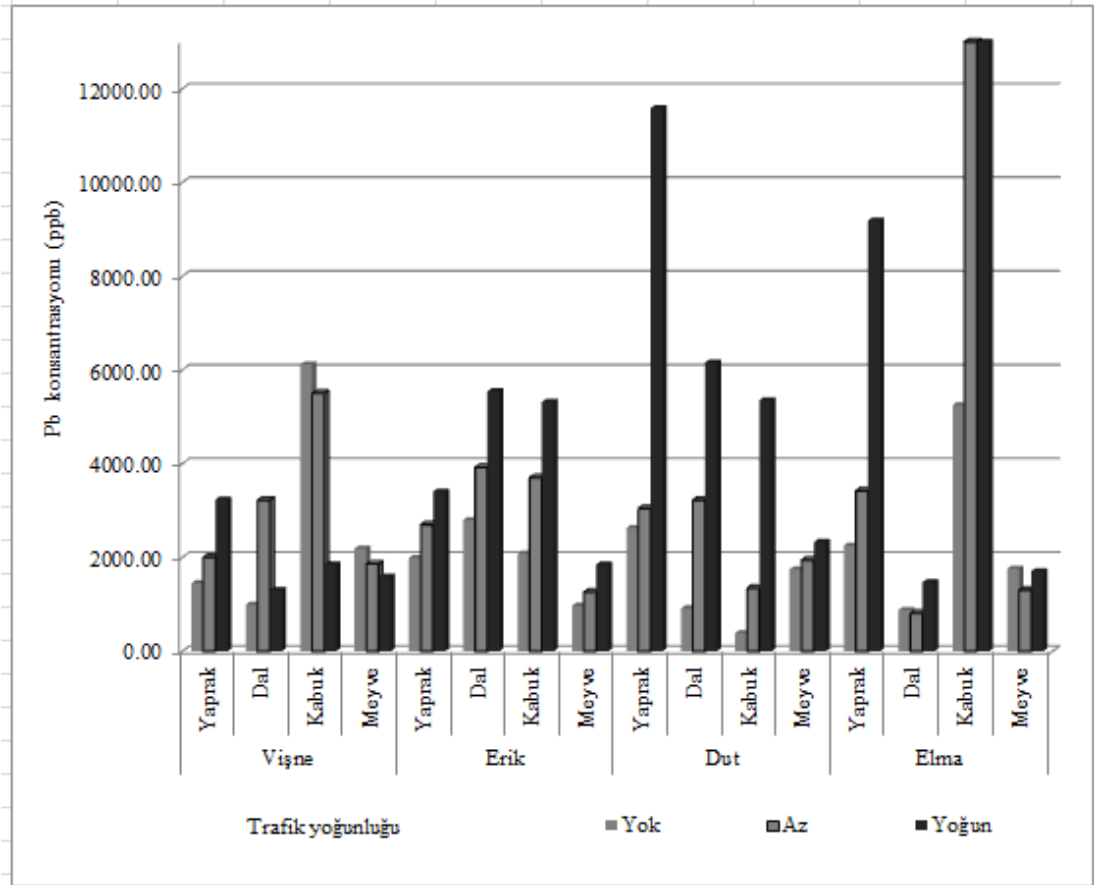
Tablo 4.12. *Pb konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi*

| Tür | Organel | Trafik Yoğunluğu | | | F Değeri |
|-------|---------|------------------|------------|-------------|--------------|
| | | Yok | Az | Yoğun | |
| Vişne | Yaprak | 1449,33 a | 2007,67 b | 3235,00 c | 349,082*** |
| | Dal | 993,00 a | 3221,67 c | 1303,00 b | 943,882*** |
| | Kabuk | 6121,67 c | 5503,67 b | 1848,67 a | 8334,644*** |
| | Meyve | 2193,00 c | 1864,33 b | 1592,33 a | 42,175*** |
| Erik | Yaprak | 1992,33 a | 2700,00 b | 3407,00 c | 1793,025*** |
| | Dal | 2799,00 a | 3920,67 b | 5549,67 c | 91,886*** |
| | Kabuk | 2085,67 a | 3703,33 b | 5320,67 c | 3508,681*** |
| | Meyve | 970,33 a | 1261,67 b | 1849,67 c | 769,067*** |
| Dut | Yaprak | 2630,00 a | 3047,33 b | 11582,00 c | 41532,393*** |
| | Dal | 916,00 a | 3222,00 b | 6157,00 c | 3996,391*** |
| | Kabuk | 390,67 a | 1345,67 b | 5352,00 c | 24929,916*** |
| | Meyve | 1749,00 a | 1941,00 a | 2331,67 b | 21,892** |
| Elma | Yaprak | 2253,67 a | 3424,33 b | 9191,00 c | 8506,722*** |
| | Dal | 883,00 b | 809,67 a | 1472,33 c | 1164,820*** |
| | Kabuk | 5248,67 a | 18158,33 b | 250893,33 c | 115,062*** |
| | Meyve | 1762,00 b | 1308,00 a | 1708,00 b | 75,985*** |

Varyans analizi sonucunda Pb konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi dut meyvelerinde %99, diğer bütün organellerde %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır. Duncan testi sonuçları ve ortalama değerler incelendiğinde ise Pb konsantrasyonunun erik ve dutun bütün organellerinde trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı görülmektedir. Vişne yaprakları ile elma yaprak ve kabuklarında da trafik yoğunluğu ile birlikte Pb konsantrasyonu da artmıştır. Vişne meyveleri ve kabuklarında en

düşük değerler trafiğin yoğun olduğu, en yüksek değerler ise trafiğin olmadığı alanlarda elde edilmiştir.

Pb konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimi Grafik 4.5.'de verilmiştir. Değişimin daha rahat algılanabilmesini sağlamak amacıyla grafik eksenini 12000.00 ppm ile sınırlandırılmıştır.



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

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında altı adet elementin dört adet bitki türünün dörder adet organelinde trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimleri incelenmiştir. Çalışmaya konu elementlerden Ni, Co, Mn ve Pb'un tür bazında değişimleri istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar ve ortalama değerlere göre vişne ve eriğin Mn dışındaki bütün elementler bakımından ilk homojen grupta yer aldığı yani en düşük değerlere sahip olduğu, elmanın ise bütün elementler bakımından son homojen grupta yer aldığı yani en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu sonuç bu güne kadar yapılan çalışmalarda da ortaya konulmuştur. Saleh (2018) sekiz farklı türde yaptığı çalışmada on adet ağır metali değerlendirmiş ve bu ağır metallerin tür bazında değişimini ortaya koymuştur. Saleh (2018) çalışma sonucunda bütün elementlerin tür bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğunu belirlemiştir.

Benzer sonuçlar farklı çalışmalarda da elde edilmiştir. Erdem (2018) Ankara'da yaptığı çalışmada *Ailanthus altissima*, *Biota orientalis*, *Platanus orientalis* ve *Pyracantha coccinea*'da Cd, Ba, Cu, Ca, Fe ve K değerlerinin tür bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde değiştiğini belirlemiştir. Mossi (2018) *Ligustrum vulgare*, *Eonymus japonica*, *Biota orientalis*, *Juniperus sabina*, *Berberis thunbergii*, *Mahonia aquifolium* ve *Buxus sempervirens* türlerinde Cr, Ni, Fe, Mg, Cu, Ca, Zn, Mn ve Cd konsantrasyonlarının tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğunu belirlemiştir.

Tür bazında ağır metal konsantrasyonlarının değiştiği farklı birçok çalışmada da ortaya konulmuştur. Turkyilmaz vd., (2018a) *Aesculus hippocastanum*, *Betula pendula*, *Platanus orientalis*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia tomentosa* ve *Elaeagnus angustifolia* türlerinde Pb, Cu, Ca, Mg, Cd, Cr, Ni, Fe ve Zn elementlerinin, Sevik vd., (2018) *Ailanthus altissima*, *Biota orientalis*, *Platanus orientalis*, ve *Pyracantha coccinea* türlerinde Ni, Pb ve Cd elementlerinin, Turkyilmaz vd., (2018b) *Salix babylonica*, *Robinia pseudoacacia*, *Sophora japonica*, and *Aesculus hippocastanum*

türlerinde Pb, Cu, Ca, Mg, Cd, Cr, Ni, Fe, Mn, ve Zn elementlerinin, Mossi ve Sevik (2018) *Ligustrum vulgare*, *Eonymus japonica*, *Biota orientalis*, *Juniperus sabina*, *Berberis thunbergii*, *Mahonia aquifolium* ve *Buxus sempervirens* türlerinde Mn, Turkyilmaz vd., (2018c) *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Abies bornmülleriana* ve *Picea pungens* türlerinde Fe, Co, Ni, Zn, Cd, Hg ve Pb elementlerinin tür bazında değiştiğini belirlemiştir.

Çalışma sonucunda trafik yoğunluğuna bağlı değişimi en iyi yansıtan türlerin erik ve dut olduğu belirlenmiştir. Eriğin bütün organellerinde, dutun ise meyvesi dışındaki bütün organellerde en düşük değerler trafiğin olmadığı, en yüksek değerler ise trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilmiştir.

Bu güne kadar yapılan çalışmalarda, ağır metal konsantrasyonlarının değişiminde en önemli farklılıkların tür bakımından ortaya çıktığı belirlenmiştir. Farklı ağır metallerin farklı bitkiler tarafından daha yoğun tutulduğunu belirleyen çok sayıda çalışma yapılmış ve böylece en iyi biyomonitörlerin hangi bitkiler olduğu belirlenmeye çalışılmıştır (Turkyilmaz 2018a,b; Erdem, 2018; Sevik vd., 2018). Bu güne kadar yapılan çalışmalarda *Elaeagnus angustifolia* (Aksoy ve Şahin, 1999), *Robinia pseudoacacia* (Serbula vd., 2012; Çelik vd., 2005), *Cupressus sempervirens* (Çavuşoğlu ve Çavuşoğlu, 2005), *Cedrus libani* (Çavuşoğlu ve Çavuşoğlu., 2005), *Magnolia grandiflora* (Demirayak vd., 2011), *Sophora japonica* (Li vd., 2007), *Rhododendron pulchrum* (Suzuki vd., 2009), *Alstonia scholaris*, *Ficus bengalensis*, *Morus alba*, ve *Polyalthia longifolia* (Tanushree vd., 2011), *Platanus orientalis* (Sawidis vd., 2011), *Pinus nigra* (Sawidis vd., 2011), *Quercus ilex* (Gratani vd., 2008) gibi pek çok türde yapraklardaki ağır metal birikimi çalışmalara konu olmuştur.

Bitkilerin ağır metal biriktirme potansiyelleri bitki anatomik yapısı ile yakından ilişkilidir. Bitkilerde organeldeki ağır metal konsantrasyonunun değişimi, organelin yapısı, metallerin fiziko-kimyasal özellikleri, organelin morfolojisi ve yüzey alanı, organelin yüzey dokusu ve büyüklüğü, bitki habitusu, ağır metale maruz kalma süresi, rutubet başta olmak üzere çevresel koşulları ve gaz değişimi gibi bir çok faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Beckett vd., 2000; Pearce vd., 2006; Galmés

vd., 2007; Xu ve Zhou, 2008; Xiong vd., 2014; Shahid, 2017; Turkyilmaz vd., 2018a,b; Erdem, 2018; Sevik vd., 2018).

Çalışma sonuçları, çalışmaya konu organellerde bütün ağır metallerin organel bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğunu göstermektedir. Ortalama değerlere göre meyve ve dal örneklerinin bütün elementlerde ilk homojen grupta yer aldığı yani en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Yapılan çok sayıda çalışmada ağır metal konsantrasyonlarının değişiminin organel bazında değiştiği ortaya konulmuştur. Mossi (2018) Cu, Ni, Pb, Mn ve Cd konsantrasyonlarının dallarda yapraktakinden daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Erdem (2018) farklı türler üzerinde yaptığı çalışmada en yüksek değerlerin Ni ve K'da tohumda, Pb, Cd, Ba ve Fe'de yapraklarda, Ca'da ise dallarda elde etmiştir.

Yapılan çalışmalarda ağır metal konsantrasyonlarının farklı bitkilerin organelleri bazında da değişebildiği belirtilmektedir. Örneğin Erdem (2018) trafiğin yoğun olduğu alanlarda Pb konsantrasyonunun *Biota orientalis*'de en düşük tohumlarda, en yüksek ise dallarda tespit edildiğini, *Ailanthus altissima*'da ise en düşük dallarda, en yüksek tohumlarda tespit edildiğini belirtmektedir. Bu durum yine yapılan pek çok çalışmada ortaya konulmuştur (Emamverdian vd., 2015; Dimitrijević vd., 2016; Tošić vd., 2016; Shahid, 2017; Erdem, 2018; Mossi, 2018).

Çalışma sonucunda kabuk örneklerinin Cd dışında bütün elementler bakımından son homojen grupta yer aldığı yani en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Yukarıda açıklandığı üzere bitki bünyesindeki ağır metal konsantrasyonu bitki organelinin yapısı ile doğrudan orantılıdır. Bu güne kadar yapılan çalışmalarda atmosferdeki partiküllerin ağır metaller için bir yutak vazifesi gördüğü belirlenmiştir. Bu partikül maddelerin yaprak yüzeylerinde çökmesinden sonra yaprak transferi yoluyla bitki yapraklarında birikebilmektedir (Xiong vd., 2014; Schreck vd., 2012). Kabuklarda ise kabuğun tırtıklı yapısından dolayı partikül maddelerin kabuk üzerinde yerleşmesi daha kolay olabilmekte, bundan dolayı da kabuk örneklerinde ağır metal konsantrasyonu daha yüksek çıkabilmektedir. Bundan dolayı havadaki ağır metal konsantrasyonunun fazla olduğu alanların (maden sahaları, endüstriyel

alanlar, yoğun trafiğin bulunduğu alanlar vb.) yakınında büyüyen bitkilerin yapraklarında ve özellikle ağır metal kirliliği ile birlikte partikül madde kirliliğinin yüksek konsantrasyonlarda olduğu alanlarda yetişen bitkilerin kabuklarında yüksek konsantrasyonlarda ağır metaller belirlenebilmektedir (Shahid vd., 2013; Xiong vd., 2014; Schreck vd., 2013; Saleh, 2018; Mossi, 2018).

Çalışmanın ana amaçlarının başında, çalışmaya konu ağır metallerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin belirlenmesi gelmektedir. Çalışma sonucunda çalışmaya konu ağır metallerin tamamının trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu, Mn dışındaki bütün elementlerin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı belirlenmiştir.

Ağır metal konsantrasyonlarının tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimleri değerlendirildiğinde dutta meyve, elmada ise meyve ve yaprak dışındaki bütün organellerde Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı görülmektedir. Özellikle erikte bütün organellerdeki Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğu ile orantılı olarak arttığı belirlenmiştir. Bunun dışında ortalama değerlere göre vişne yaprağı, elma dalı ve kabuğu ile eriğin bütün organellerinde, dutun ise meyve dışındaki bütün organellerinde Co konsantrasyonunun trafik yoğunluğu ile bağlantılı olarak arttığı tespit edilmiştir. Cr ve Cd konsantrasyonunun genel olarak trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı belirlenirken ortalama değerler ve Duncan testi sonuçlarına göre trafik yoğunluğu ile Mn konsantrasyonu arasında doğrudan bir ilişki belirlenmemiştir.

Atmosferin ağır metaller tarafından kirlenmesi esasen atık yakma, evlerde petrol yakma, enerji üretim santrali, endüstriyel birimler, araç trafiği ve kontamine alanların yeniden tozuması/ıslahı gibi sabit veya mobil kaynaklardan kaynaklanmaktadır (Manno vd., 2006). Bunların arasında endüstriyel ve trafik faaliyetlerinden kaynaklanan ağır metal yayılımı, en önemli atmosferik kirlilik kaynaklarından. (Martley vd., 2004; Uzu vd., 2011). Kent içerisinde egzoz gazları, araba tekerleri, araçlar ve araç aşınmaları önemli bir kirlilik kaynağıdır (Zhuang vd., 2009; Schreck vd., 2011; Turkyilmaz vd., 2018a; Mossi, 2018). Bundan dolayı trafik yoğunluğuna

bağlı olarak ağır metal kirliliğinin belirlenmesi üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda genel olarak birçok elementin trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Saleh (2018) çalışması sonucunda Pb, Ca, Fe, Cr, Zn Cu, Ca, Ni ve Mn konsantrasyonunun çalışmaya konu sekiz bitki türünde trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığını belirlemiştir. Benzer sonuçları Mossi (2018) Ni, Fe ve Mg elementleri, Erdem (2018) Ni, Pb, Cd ve Cu elementleri, Elfantazi (2018a) Cr ve Pb elementleri, Elfantazi (2018b) Ni, Cd, Fe, Mn ve Zn elementleri için elde etmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde en dikkat çekici noktalardan birisi meyvelerde elde edilen konsantrasyon düzeylerinin oldukça yüksek olmasıdır. Türlerin birçoğunda özellikle insan sağlığı açısından ciddi tehdit oluşturabilen elementlerin konsantrasyonlarının trafik yoğunluğu ile birlikte önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Örneğin erik meyvelerinde Pb, dut meyvelerinde Cr konsantrasyonu trafiğin yoğun olduğu alanlarda, trafiğin olmadığı alanlardakinin iki katına yakındır. Bu durum söz konusu meyvelerin gıda olarak tüketilmesi sonucundaki riskleri gözler önüne sermektedir.

Metallerin bitkilerdeki toksik etkilerine ek olarak gıda güvenliği dünya çapında oldukça fazla dikkat çekmektedir (Rehman vd., 2016; Yang vd., 2016). Son 20 ile 30 yıl içinde birçok çalışma kontamine sebzelerin yenmesi ile ilişkili sağlık risklerine odaklanmıştır (Mombo vd., 2015; Xiong vd., 2016; Yang vd., 2016). Bitkilerin yenilebilir kısımlarındaki metal içeriklerinin izin verilen maksimum limitleri (MPL) aşarak ciddi halk sağlığı durumlarına neden olabileceği bildirilmektedir (Shaheen vd., 2016).

Etkin bir tolerans veya atılım mekanizması olmadığı için ağır metaller düşük maruziyet seviyesinde bile insanlara oldukça zararlı olabilir. Ağır metaller ile kontamine olmuş bitkilerin tüketilmesinin insan sağlığına az veya çok zararları olduğu belirtilmektedir. Büyüme geriliği, insan vücudunda besin maddelerinin tükenmesi, malnutrisyon nedeniyle sakatlık, fiziko-sosyal becerilerin bozulması, üst gastrointestinal sistem kanseri ve immünolojik savunmalar bu etkilerin bazılarıdır.

(Järup, 2003; Shahid vd., 2017).

Daha önce yapılan birçok çalışma insanlarda Cd, As, Pb, vb metallerin karsinojenik (kanserojen) etkileri (kromozom anormallikleri ve kültür hücrelerinde mutasyonlar) olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, sanayi işçilerinde yapılan klinik çalışmalar Cd maruziyeti ile insanlarda böbrek, akciğer, mesane ve prostat kanseri arasında bağlantı olduğu belirlenmiştir (Chunhabundit, 2016; Shahid vd., 2017).

Bunların yanında insan vücuduna alınan ağır metallerin dozajına bağlı olarak çeşitli rahatsızlıklara sebep olduğu belirtilmektedir. Örneğin Cu toksitesinin karın ağrısı, bulantı, kusma, ishal, karaciğer sirozu, wilson hastalığı, sistematik romatizma hastalıkları, böbrek rahatsızlıkları; yüksek düzeydeki bakır iyonları ise kan kanseri gibi rahatsızlıklara sebep olabildiği belirlenmiştir. Benzer şekilde Cr'un da burun akmaları, burun kanamaları, kaşınma ve üst solunum yollarında delinmelerin yanı sıra kroma karşı alerji gösteren insanlarda da astım krizlerine yol açabildiği belirtilmektedir (Mossi, 2018).

Ağır metaller ile kontamine sebzenin tüketilmesi ile ilişkili insan sağlığı için potansiyel risklerin yanında bitki ürünlerinde (yağ, bitkisel tedavi mamaları ve besinler) toksik metallerin varlığı sağlık riskleri de oluşturabilmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar insanlar tarafından kullanılan çeşitli ürünlerin hazırlanmasında kullanılan bazı tıbbi, aromatik ve bitkisel bitkilerin oldukça fazla miktarda ağır metal biriktirebileceğini göstermiştir (Zheljazkov ve Warman, 2003; Zheljazkov vd., 2008; Zheljazkov vd., 2006). Bundan dolayı trafiğin yoğun olduğu bölgelerde yetiştirilen bitkilerin çeşitli organellerinin gıda olarak tüketilmesi önemli sağlık sorunlarına yol açabilir.

6. ÖNERİLER

Çalışma kapsamında altı adet elementin dört adet bitki türünün dörder adet organeline trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimleri incelenmiştir. Çalışmaya konu elementlerden Ni, Co, Mn ve Pb'un tür bazında değişimleri istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ağır metaller insan sağlığı açısından son derece tehlikeli maddelerdir. Özellikle bazıları düşük konsantrasyonlarda bile toksik etki gösterebilen elementlerdir.

Bundan dolayı bu elementlerin atmosferdeki konsantrasyonunun değişiminin takip edilmesi son derece önemlidir. Bunun için de en uygun yöntemin biyomonitörlerin kullanılması olduğu belirtilmektedir. Bu noktada asıl sorun hangi ağır metalin konsantrasyonunun belirlenmesinde hangi türün hangi organelinin daha uygun olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışma sonucunda trafik yoğunluğuna bağlı değişimi en iyi yansıtan türlerin erik ve dut olduğu belirlenmiştir. Eriğin bütün organellerinde, dutun ise meyvesi dışındaki bütün organellerde en düşük değerler trafiğin olmadığı, en yüksek değerler ise trafiğin yoğun olduğu alanlarda elde edilmiştir. Dolayısıyla ağır metal konsantrasyonundaki değişimi en iyi şekilde yansıtan türlerin erik ve dut olduğu söylenebilir.

Çalışmanın ana amaçlarının başında, çalışmaya konu türlerin meyvelerindeki ağır metal konsantrasyonlarının hangi düzeyde olduğunun belirlenmesidir. Böylece trafiğin yoğun olduğu bölgelerde yetişen meyvelerin tüketilmesinin insan sağlığı açısından bir risk oluşturup oluşturmayacağı belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda meyvelerdeki ağır metal konsantrasyonlarının oldukça yüksek düzeylere ulaşabileceği ortaya konulmuştur. Örneğin trafiğin yoğun olduğu alanlarda yetişen elma bireylerinde Cr, erik bireylerinde Cd konsantrasyonu yapraktaki değerlerden daha yüksek seviyededir. Diğer birçok türde de insan sağlığı açısından son derece tehlikeli olabilen ağır metallerin meyvedeki konsantrasyonları oldukça yüksektir. Bu konsantrasyonların trafik yoğunluğuna bağlı olarak artışı da net bir şekilde görülmektedir. Dolayısıyla trafiğin veya endüstriyel kirliliğin yüksek olduğu alanlarda yetiştirilen meyvelerin tüketilmesi insan sağlığı açısından ciddi sonuçlar

ortaya çıkartabilir. unki ağır metaller insan bünyesinde biyobirikme eğilimindedirler.

Bu alışma kapsamında dört adet bitki türü değerlendirilmiştir. Oysa kent merkezleri ve endüstriyel kirliliğin yüksek olduğu alanlarda çok sayıda sebze ve meyve yetiştirilmekte ve bunlar gıda olarak tketelebilmektedir. Bu bitkilerin de benzer çalışmalara konu edilerek olası tehlikelerin ortaya konulması son derece önemlidir. Bundan dolayı benzer çalışmaların çeşitlendirilerek devam ettirilmesi son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, A. & Demirezen, D. (2006). *Fraxinus excelsior* as a biomonitor of heavy metal pollution. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15, 27-33.
- Aksoy, A. & Sahin, U. (1999). *Elaeagnus angustifolia* L. as a biomonitor of heavy metal pollution. *Turkish Journal of Botany*, 23, 83-87.
- Alagić, S. Č., Tošić, S. B., Dimitrijević, M. D., Petrović, J. V., & Medić, D. V. (2017). Chemometric evaluation of trace metals in *Prunus persica* L. Batech and *Malus domestica* from Minićevo Serbia). *Food chemistry*, 217, 568-575.
- Alwahishi, B.AB.M. (2017) Determination of Morphological Characteristics of The Growing of Some Fruit Species and Cultivars in The Kastamonu University's Orchard, Kastamonu University Institute of Science, MsC thesis.
- 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* ssp.). *Ecological Indicators*, 11, 824-830.
- Ares, A., Aboal, J., Carballeira, A., & Fernández, J. A. (2015). Do moss bags containing devitalized *Sphagnum denticulatum* reflect heavy metal concentrations in bulk deposition?. *Ecological indicators*, 50, 90-98.
- Aslanhan, E. (2012). Çevresel Kirliliklerin Takibinde Kullanılacak Yeni Biyomonitör Bitkiler. Yüksek Lisans Tezi, *Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kırşehir.
- Basile, A., Sorbo, S., Aprile, G., Conte, B., & Cobianchi, R. C.(2008). Comparison of the heavy metal bioaccumulation capacity of an epiphytic moss and an epiphytic lichen. *Environmental pollution*, 1512), 401-407.
- Baycu, G., Tolunay, D., Özden, H., & Günebakan, S. (2006). Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn, and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul. *Environmental pollution*, 1433), 545-554.
- Bayram, H., Dörtbudak, Z., Fişekçi, F. E., Kargın, 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*, 242-3), 209-230.

- 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.
- Cetin M, Sevik H, Isinkaralar K. (2017a). Changes in the Particulate Matter and CO₂ Concentrations Based on the Time and Weather Conditions: The Case of Kastamonu. *Oxidation Communications*, 40 (1-II), 477-485.
- Cetin, M., Kalayci Onac, A., Sevik, H., Sen, B., (2018b) Temporal and regional change of some air pollution parameters in Bursa Air Quality, *Atmosphere & Health (Air Qual Atmos Health)* (2018). DOI: <https://doi.org/10.1007/s11869-018-00657-6>.
- Chunhabundit, R. (2016). Cadmium exposure and potential health risk from foods in contaminated area, Thailand, *Toxicol. Res.* 32 (2016) 65.
- Clemens, S., & Ma, J. F. 2016). Toxic heavy metal and metalloid accumulation in crop plants and foods. *Annual review of plant biology*, 67, 489-512.
- Concas, S., Lattanzi, P., Bacchetta, G., Barbaferi, M., & Vacca, A. (2015). Zn, Pb and Hg contents of *Pistacia lentiscus* L. grown on heavy metal-rich soils: implications for phytostabilization. *Water, Air, & Soil Pollution*, 226(10), 340.
- Çavuşoğlu K, Cavuşoğlu K (2005) An Investigation of lead (Pb) pollution on leaves of *Cupressus sempervirens* L. and *Cedrus libani* A. Rich caused by vehicles. *Journal of Balıkesir University* 7: 37-56.
- Çelik A, Kartal AA, Akdoğan A, Kaska Y (2005) Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using *Robinia pseudo-acacia* L. *Environment International* 31: 105-112.
- Çelik, F. (2017). The Importance of Edible Landscape in the Cities. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(2), 118-124.
- Demirayak, A., Kutbay, H.G., Kilic, D., Bilgin, A. & Huseyinova, R. (2011). Heavy Metal Accumulation in Some Natural and Exotic Plants in Samsun City. *Ekoloji*, 20(79): 1-11.
- Dimitrijević, M. D., Nujkić, M. M., Alagić, S. Č., Milić, S. M., & Tošić, S. B. 2016). Heavy metal contamination of topsoil and parts of peach-tree growing at different distances from a smelting complex. *International journal of environmental science and technology*, 13(2), 615-630.
- Dölekoğlu, c. Ö., & Yurdakul, o. (2004). Adana ilinde hanehalkının beslenme düzeyleri ve etkili faktörlerin logit analizi ile belirlenmesi. *Akdeniz University Faculty of Economics & Administrative Sciences Faculty Journal/Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(8).

- Elfantazi, M.F.M., Aricak, B. & Baba, F.A.M. (2018a). 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. (2018b). Concentrations In *Morus Alba L.* Leaves and Branches Due To Traffic Density. *International Journal of Current Research*. 10(05): 68904-68907.
- Emamverdian, A., Ding, Y., Mokhberdorani, F., & Xie, Y. (2015). Heavy metal stress and some mechanisms of plant defense response. *The Scientific World Journal*, Article ID 756120, 18 pages.
- 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
- Fan, M., Xiao, X., Guo, Y., Zhang, J., Wang, E., Chen, W., Wei, G. (2018). Enhanced phytoremediation of *Robinia pseudoacacia* in heavy metal-contaminated soils with rhizobia and the associated bacterial community structure and function. *Chemosphere*, 197, 729-740.
- Fedakar S.O. (2015). Myrobolan b erik kök anacının (*Prunus cerasifera L.*) sıvı kültürlerde büyük ölçekte mikroçoğaltımı, Ege Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Biyomühendislik Anabilim Dalı Doktora tezi, 196 s.
- 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*, 112), 240-247.
- Galmés, J., Flexas, J., Savé, R. & Medrano, H. (2007). Water Relations and Stomatal Characteristics of Mediterranean Plants with Different Growth Forms and Leaf Habits: Responses to Water Stress and Recovery. *Plant and Soil*, 290(1), 139-155.
- 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.
- Giordano, S., Adamo, P., Spagnuolo, V., Tretiach, M., Bargagli, R. (2013). Accumulation of airborne trace elements in mosses, lichens and synthetic materials exposed at urban monitoring stations: towards a harmonisation of the moss-bag technique. *Chemosphere*, 90, 292–299.

- Goix, S., Mombo, S., Schreck, E., Pierart, A., Lévêque, T., Deola, F. & Dumat, C. (2015). Fieldisotopic study of lead fate and compartmentalization in earthworm-soil-metal particle systems for highly polluted soil near Pb recycling factory. *Chemosphere* 138,10–17.
- Gratani, L., Crescente, M.F., & Varone, L. (2008) Long-term monitoring of metal pollution by urban trees. *Atmos-pheric Environment*, 42, 8273-8277.
- 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.
- Harmens, H., Buse, A., Bükler, P., Norris, D., Mills, G., Williams, B., Reynolds, B., Ashenden, T.W., Rühling, A. & Steinnes E. (2004). Heavy metal concentrations in European mosses: 2000/2001 survey. *J. Atmos. Chem.* 49 425–436.
- Hepsağ, F. (2015). Siyah Dut Meyvesinden Antosiyaninlerin Elde Edilmesi Ve Elde Edilen Doğal Renk Maddesinin Gıda Sanayinde Kullanım Olanakları, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, 118 s.
- Ho, B. T., & Thom, N. T. (2017). Preliminary Results of PIXE Analysis of Mosses for Air Pollution Monitoring in Hanoi Using Pelletron Accelerator. *VNU Journal of Science: Mathematics-Physics*, 332).
- Isinkaralar, O., Isinkaralar, K., Ekizler, A., Ilkdogan, C. (2017). Changes in the Amounts of CO₂ and Particulate Matter in Kastamonu Province Depending on Weather Conditions and Locations, *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, 7(3); 643-650
- Järup L. (2003) Hazards of heavy metal contamination, *Br. Med. Bull.* 68; 167–182.
- Kalubi, K. N., Mehes-Smith, M., & Omri, A. (2016). Comparative analysis of metal translocation in red maple *Acer rubrum* and trembling aspen *Populus tremuloides* populations from stressed ecosystems contaminated with metals. *Chemistry and Ecology*, 32(4), 312-323.
- Kulaç, Ş., & Yıldız, Ö. (2016). Effect of Fertilization on the Morphological Development of European Hophornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop.) Seedlings. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(10), 813-821.
- 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.
- Li-qiang, M., Hai-yan, S., & Ning, Z. (2004). Absorption capacity of major urban afforestation species in northeastern China to heavy metal pollutants in the atmosphere. *Journal of Forestry Research*, 151), 73-76.
- Loppi, S., & Pirintsos, S. A. (2003). Epiphytic lichens as sentinels for heavy metal pollution at forest ecosystems central Italy). *Environmental Pollution*, 1213), 327-332.
- Mamıkoglu, N .G. (2012) Türkiye'nin ağaçları ve çalıları (Turkey's trees and shrubs). 5. Edition, *NTV yayınları*, Istanbul, 326-327.
- Manno, E., Varrica, D., Dongarrà, G. (2006). Metal distribution in road dust samples collected in an urban area close to a petrochemical plant at Gela, Sicily. *Atmospheric Environment* 40 (30), 5929-5941.
- 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.
- Maxhuni, A., Lazo, P., Kane, S., Qarri, F., Marku, E., & Harmens, H.(2016). First survey of atmospheric heavy metal deposition in Kosovo using moss biomonitoring. *Environmental science and pollution research*, 231), 744-755.
- Meyer, M., Schröder, W., Pesch, R., Steinnes, E., & Uggerud, H. T. (2015). Multivariate association of regional factors with heavy metal concentrations in moss and natural surface soil sampled across Norway between 1990 and 2010. *Journal of soils and sediments*, 152), 410-422.
- Mombo, S. Foucault, Y. Deola, F. Gaillard, I. Goix, S. Shahid, M. Schreck, E. Pierart, A. Dumat, C. (2015) Management of human health risk in the context of kitchen gardens polluted by lead and cadmium near a lead recycling company, *J. Soils Sed.* 1–11.
- 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.
- 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
- Mossi, MMM., Sevik H. (2018) The Changing of Mn Concentration Depending on Plant Species, Organelle and Traffic Density, *International Journal of Trend in Research and Development* 5 (2), 440-442

- Nickel, S., Hertel, A., Pesch, R., Schröder, W., Steinnes, E., & Uggerud, H. T. (2014). Modelling and mapping spatio-temporal trends of heavy metal accumulation in moss and natural surface soil monitored 1990–2010 throughout Norway by multivariate generalized linear models and geostatistics. *Atmospheric environment*, 99, 85-93.
- Norouzi, S., Khademi, H., Cano, A.F., Acosta, J.A. (2016). Biomagnetic monitoring of heavy metals contamination in deposited atmospheric dust, a case study from Isfahan Iran, *J. Environ. Manage.* 173, 55–64.
- 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,
- Öktem, H. (2018). Vişne üretiminin Ekonomik Analizi ve Pazarlama Yapısı: Afyonkarahisar ve Konya İli Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 134 s.
- Pearce, D. W., Millard, S., Bray, D. F., & Rood, S. B. (2006). Stomatal characteristics of riparian poplar species in a semi-arid environment. *Tree Physiology*, 26(2), 211-218.
- Petrova, S., Yurukova, L., & Velcheva, I. (2014). Possibilities of using deciduous tree species in trace element biomonitoring in an urban area Plovdiv, Bulgaria). *Atmospheric Pollution Research*, 5(2), 196-202.
- Rasouli, S. (2012). Kent topraklarının tarımsal amaçlı kullanımı: Kentsel Tarım. Retrieved March, 28, 2014.
- Rehman, Z.U. Khan, S. Qin, K. Brusseau, M.L. Shah, M.T. Din, I. (2016) Quantification of inorganic arsenic exposure and cancer risk via consumption of vegetables in southern selected districts of Pakistan, *Sci. Total Environ.* 550; 321–329.
- Rossini Oliva, S. & Mingorance, M.D. (2006). Assessment of airborne heavy metal pollution by aboveground plant parts. *Chemosphere*, 65, p. 177-182.
- 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
- Salemaa, M., Derome, J., Helmisaari, H. S., Nieminen, T., & Vanha-Majamaa, I. (2004). Element accumulation in boreal bryophytes, lichens and vascular plants exposed to heavy metal and sulfur deposition in Finland. *Science of the Total Environment*, 324(1-3), 141-160.
- 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.

- Schilling, J. S., & Lehman, M. E. (2002). Bioindication of atmospheric heavy metal deposition in the Southeastern US using the moss *Thuidium delicatulum*. *Atmospheric Environment*, 36(10), 1611-1618.
- 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.
- Schreck, E., Laplanche, C., Guédard, L.M., Bessoule, J.J., Austruy, A., Xiong, T., Foucault, Y. & Dumat, C. (2013). Influence of fine process particles enriched with metals and metalloids on *Lactuca sativa* L. leaf fatty acid composition following air and/or soil-plant field exposure. *Environ. Pollut.* 179, 42–249.
- Sen, G., Gungor, E., & Sevik, H. (2018). Defining the effects of urban expansion on land use/cover change: a case study in Kastamonu, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 190(8), 454.
- Serbula, M. S., Miljkovic, D.D., Kovacevic, M.R., Ilic, A.A. (2012). Assessment of airborne heavy metal pollution using plant parts and topsoil, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 76 , 209–214.
- 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.
- Shaheen, N. Irfan, N.M. Khan, I.N. Islam, S. Islam, M.S. Ahmed, M.K. (2016). Presence of heavy metals in fruits and vegetables: health risk implications in Bangladesh, *Chemosphere* 152; 431–438.
- 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.

- Suzuki, K., Yabuki, T. & Ono, Y. (2009). Roadside *Rhododendron pulchrum* leaves as bioindicators of heavy metal pollution in traffic areas of Okayama. *Japan, Environ Monit Assess*, 149, 133–141
- Szczepaniak, K. & Biziuk, M. (2003). Aspects of the biomonitoring studies using mosses and lichens as indicators of metal pollution, *Environ. Res.* 93 221–230.
- Tanushree, B., Chakraborty, S., Bhumik, F. & Piyal, B. (2011). Heavy Metal concentrations in Street and Leaf Deposited Dust in Anand City, India, *Research Journal of Chemical Sciences*, 1(5), 61-66.
- 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.
- Tošić, S., Alagić, S., Dimitrijević, M., Pavlović, A., & Nujkić, M. (2016). Plant parts of the apple tree (*Malus* spp.) as possible indicators of heavy metal pollution. *Ambio*, 45(4), 501-512.
- Turkyilmaz A, Sevik H, Cetin M (2018c). The use of perennial needles as biomonitors for recently accumulated heavy metals. *Landscape and Ecological Engineering*, 14 1), 115-120
- Turkyilmaz A, Sevik H, Isinkaralar K, Cetin M (2018d) 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](https://doi.org/10.1007/s10661-018-6956-0)
- Turkyilmaz A., Sevik H., Isinkaralar K, Cetin M (2018e) 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.
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., Cetin, M. Saleh, E.A.A. (2018b) Changing of Heavy Metal Accumulation Dependent on Traffic Density in Some Landscape Plants, *Polish Journal of Environmental Studies*. 27(5): 2277-2284
- Ugolini, F., Tognetti, R., Raschi, A. & Bacci, L. (2013). *Quercus ilex* L. as bioaccumulator for heavy metals in urban areas: effectiveness of leaf washing with distilled water and considerations on the trees distance from traffic. *Urban For. Urban Greening*, 12, 576–584.
- Ugulu, I., Unver, M. C., & Dogan, Y. (2016). Determination and comparison of heavy metal accumulation level of *Ficus carica* bark and leaf samples in Artvin, Turkey. *Oxidation Communications*, 39(1-II), 765-775.

- 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.
- 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.
- Xu, Z., & Zhou, G. (2008). Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. *Journal of experimental botany*, 59(12), 3317-3325.
- Xu, Z., Chen, L., Tang, S., Zhuang, L., Yang, W., Tu, L., Tan, B., Zhang, L. (2016). Sex-specific responses to Pb stress in *Populus deltoides*: root architecture and Pb translocation. *Trees*, 30(6), 2019-2027.
- Yalçınalp, E., Meral, A., Doğan, E., (2017). Duvar Yüzeylerindeki Tarımsal Kaçakların Belirlenmesi ve Duvarlarda Yenilebilir Peyzaj Potansiyelinin Geliştirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4(2): 169–178
- Yamaji, K., Watanabe, Y., Masuya, H., Shigeto, A., Yui, H., & Haruma, T. (2016). Root fungal endophytes enhance heavy-metal stress tolerance of *Clethra barbinervis* growing naturally at mining sites via growth enhancement, promotion of nutrient uptake and decrease of heavy-metal concentration. *PLoS one*, 11(12), e0169089.
- Yang, Y. Chen, W. Wang, M. Peng, C. (2016) Regional accumulation characteristics of cadmium in vegetables: influencing factors, transfer model and indication of soil threshold content, *Environ. Pollut.* (2016).
- Yang, Y., Song, Y., Scheller, H. V., Ghosh, A., Ban, Y., Chen, H., & Tang, M. (2015). Community structure of arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Robinia pseudoacacia* in uncontaminated and heavy metal contaminated soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 86, 146-158.
- Yemets, O., Gauslaa, Y., & Solhaug, K. A. (2015). Monitoring with lichens—Conductivity methods assess salt and heavy metal damage more efficiently than chlorophyll fluorescence. *Ecological indicators*, 55, 59-64.

- Yilmaz, R., Sakcali, S., Yarci, C., Aksoy, A., & Ozturk, M. (2006). Use of *Aesculus hippocastanum* L. as a biomonitor of heavy metal pollution. *Pak. J. Bot*, 385), 1519-1527.
- Yurdagül E., Fenercioğlu, H. (2008). Erik Bazlı Karışık Meyveli Geleneksel Marmelat Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, 191); 103-112
- Zechmeister, H. G., Hohenwallner, D., Riss, A., & Hanus-Illnar, A. (2003). Variations in heavy metal concentrations in the moss species *Abietinella abietina* Hedw.) Fleisch. according to sampling time, within site variability and increase in biomass. *Science of the Total Environment*, 3011-3), 55-65.
- Zheljazkov, V. D., Jeliaskova, E. A., Kovacheva, N., & Dzhurmanski, A. (2008). Metal uptake by medicinal plant species grown in soils contaminated by a smelter. *Environmental and experimental botany*, 643), 207-216.
- Zheljazkov, V.D. Craker, L.E. Xing, B. (2006). Effects of Cd, Pb, and Cu on growth and essential oil contents in dill, peppermint, and basil, *Environ. Exp. Bot.* 58; 9–16.
- Zheljazkov, V.D. Warman, P.R. (2003). Application of high Cu compost to Swisschard and basil, *Sci. Total Environ.* 302; 13–26.
- 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.
- URL-1. 21/04/2018 tarihinde <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> adresinden alınmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Senem ÖZEL
Doğum Yeri ve Yılı : Kastamonu – 17/02/1989
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : senemozel@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Kuzeykent Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi/KASTAMONU
Lisans : Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre
Mühendisliği Bölümü/ZONGULDAK
Yüksek Lisans : Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve
Güvenliği (YL) (Tezsiz)/KASTAMONU

Mesleki Deneyim

İş Yeri : 2014 yılından itibaren Bizim Çevre Hizmetleri Mad. Elektrik
Elektronik İnş. San. Ve Tic. Ltd. Şti. bünyesinde mühendis
olarak çalışmaktadır.