

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

***Abies nordmanniana subsp. equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss.)
Coode & Cullen) TÜRÜNÜN YAKIN GEÇMİŞTEKİ AĞIR
METAL KONSANTRASYONLARININ DEĞİŞİMİNİN
İZLENMESİNDE BİYOMONİTOR OLARAK
KULLANILABİLME OLANAKLARI**

Amira Salem Ali ALKHARAM

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Dr. Öğr. Üyesi Nurcan YİĞİT
Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL
Dr. Öğr Üyesi Kerim GÜNEY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2019

TEZ ONAYI

Amira Salem Ali ALKHARAM tarafından hazırlanan "*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen) Türünün Yakın Geçmişteki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Değişiminin İzlenmesinde Biyomonitor Olarak Kullanılabilme Olanakları" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Nurcan YİĞİT
Kastamonu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL
Bartın Üniversitesi

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi. Kerim GÜNEY.....
Kastamonu Üniversitesi

12/06/2019

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.



Amira Salem Ali ALKHARAM

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Abies nordmanniana subsp. *equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen
TÜRÜNÜN YAKIN GEÇMİŞTEKİ AĞIR METAL
KONSANTRASYONLARININ DEĞİŞİMİNİN İZLENMESİNDE
BİYOMONİTOR OLARAK KULLANILABİLME OLANAKLARI

Amira Salem Ali ALKHARAM
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nurcan YİĞİT

Hava kirletici maddeler tüm yer kürede görülmektedir. Hava kirliliği bileşenleri arasında ağır metaller ilk sıralarda sayılabilir. Çünkü ağır metallerin bazılarının canlılar ve özellikle insanlar için düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya kanserojen etkiye sebep oldukları bilinmektedir. Bitkilerde yaprak yüzeyleri, bitkiler ve kötüleşen atmosferik ortam arasındaki arabirimi oluşturur. Bu nedenle, bitkiler ve hava kirleticileri arasındaki ilk temas noktasıdır ve kirletici girdisine etkili bir engel oluşturmaktadır. Yaprakların dış yüzeyleri, kütikül denilen ince bir zar ile kaplıdır. Bu zar tabakası bitkinin aşırı su kaybının önlenmesi, çözünmüş madde alımının düzenlenmesi ve fotosentetik dokuların korunması, stratosferik ozon azalmasından kaynaklanan gelişmiş UV-B gibi zararlı ışınlanmayı önlemek de dahil olmak üzere birçok temel fonksiyona sahiptir. Odun yapısı da aynı şekilde bizlere uzun yıllar boyunca aynı konumda bulunması sebebiyle maruz kaldıkları kirleticiler ve bunların seviyesi hakkında bilgi vermektedirler.

Çalışma Kastamonu ili kent merkezinde, trafiğin yoğun, az ve hemen hemen hiç olmadığı yerde bulunan *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen türü üzerinde yürütülmüştür. Dallar yaşlarına göre kesilerek sınıflandırılmış, yaş olarak sınıflandırılan örnekler ibre, kabuk ve dal kısımlarına ayrılmış ve gerekli ölçüm işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara SPSS paket programı yardımıyla varyans analizi uygulanmıştır. Sonuç olarak farklı yaştaki ibre, kabuk ve odunda tüm element miktarlarının istatistiki olarak en az %99,9 güven düzeyinde farklı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*, ağır metal, SPSS, element

2019, 61 sayfa
Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE OPPORTUNITIES of *Abies nordmanniana subsp. equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen SPECIES for USABILITY as BIOMONITOR in MONITORING the CHANGE of HEAVY METAL CONCENTRATIONS in RECENT PAST

Amira Salem Ali ALKHARAM
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Nurcan YİĞİT

Air-pollutant substances are seen all over the globe. Heavy metals are enumerated in the first place among the components of air pollution. Because some of the heavy metals are known to cause toxic or carcinogenic effects, even in low concentrations, for living things and especially for people. Leaf surfaces in plants form the interface between plants and deteriorating atmospheric environment. Therefore, it is the first contact point between plants and air pollutants and constitutes an effective barrier to contaminant penetration. The outer surfaces of the leaves are covered with a thin membrane called cuticle. This membrane layer has many basic functions, including the Prevention of excessive water loss, the regulation of dissolved matter intake and the preservation of photosynthetic tissues, and the Prevention of harmful radiation from stratospheric ozone depletion, such as advanced UV-B. The wood structure also gives us information about the continents they are exposed to and their level as they have been in the same position for many years. The wood structure also gives us information about the continents they are exposed to and their level as they have been in the same position for many years.

The study was carried out on the strain *Abies nordmanniana subsp. equi-trojani* (Asc. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen, which is located in the city center of Kastamonu, where traffic is intense, little and hardly ever. The branches were cut and classified according to their age, the samples classified as age were divided into leaf, shells and branches and the necessary measurement procedures were performed. Variance analysis was performed with the help of SPSS package program. As a result, all elements of different age leaf, shell and wood amounts were statistically different at least 99.9% confidence level.

Key Words: *Abies nordmanniana subsp. equi-trojani*, heavy metal, SPSS, element

2019, 61 pages
Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca danışmanlığımı yapan, bilgi birikimiyle çalışmama ışık tutan çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Nurcan YİĞİT'e şükranlarımı sunarım. Tez jürime katılan saygıdeğer hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY ve Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL'e teşekkür ederim. Çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen kıymetli aileme teşekkür ederim. Yaptığım tez çalışmasının, bilim dünyasına yararlı olmasını temenni ederim.

Amira Salem Ali ALKHARAM
Kastamonu, Mayıs, 2019



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI.....	ii
TAAHHÜTNAME.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLOLAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
GRAFİKLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	6
2.1. Çalışmaya Konu Ağır Metaller.....	6
2.2. Kazdağı Göknaarı Hakkında Genel Bilgiler.....	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Örneklerin Temin Edilmesi.....	11
3.2. Yöntem.....	12
3.2.1. Numunelerin Hazırlanması.....	12
3.3. Ağır Metal Analizlerinin Yapılması.....	13
3.4. İstatistik Analizler.....	13
4. BULGULAR.....	14
4.1. Element Konsantrasyonlarının Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi.....	14
4.2. Element Konsantrasyonlarının İbre, Odun ve Kabuğa Bağlı Değişimi.....	16
4.3. Element Konsantrasyonlarının İbre, Odun ve Kabuğa Yaşına Bağlı Değişimi.....	17
4.4. Element Konsantrasyonlarının Değişimi.....	20
4.4.1. Mn Elementinin Değişimi.....	20
4.4.1.1. İbrelerde Mn Elementinin Değişimi.....	20
4.4.1.2. Odunlarda Mn Elementinin Değişimi.....	23
4.4.1.3. Kabuklarda Mn Elementinin Değişimi.....	26
4.4.2. Ni Elementinin Değişimi.....	29
4.4.2.1. İbrelerde Ni Elementinin Değişimi.....	29
4.4.2.2. Odunlarda Ni Elementinin Değişimi.....	32
4.4.2.3. Kabuklarda Ni Elementinin Değişimi.....	35
4.4.3. Zn Elementinin Değişimi.....	38
4.4.3.1. İbrelerde Zn Elementinin Değişimi.....	38
4.4.3.2. Odunlarda Zn Elementinin Değişimi.....	41
4.4.3.3. Kabuklarda Zn Elementinin Değişimi.....	44
5. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	48
6. ÖNERİLER.....	53
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	61

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 4.1. Elementlerin trafik yoğunluğuna bağlı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	14
Tablo 4.2. Elementlerin trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları.....	15
Tablo 4.3. Elementlerin organa bağlı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları	16
Tablo 4.4. Elementlerin organ bazında ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları	17
Tablo 4.5. Elementlerin organ yaşına bağlı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları	18
Tablo 4.6. Elementlerin organ yaşı bazında ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları	19
Tablo 4.7. İbrelerde Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi ..	20
Tablo 4.8. İbrelerde Mn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi	22
Tablo 4.9. Odunlarda Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	23
Tablo 4.10. Odunlarda Mn (ppb) Elementinin Odun Yaşına Bağlı Değişimi	25
Tablo 4.11. Kabuklarda Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	26
Tablo 4.12. Kabuklarda Mn (ppb) Elementinin Kabuk Yaşına Bağlı Değişimi.....	28
Tablo 4.13. İbrelerde Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi....	29
Tablo 4.14. İbrelerde Ni (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi.....	31
Tablo 4.15. Odunlarda Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi .	32
Tablo 4.16. Odunlarda Ni (ppb) Elementinin Odun Yaşına Bağlı Değişimi	34
Tablo 4.17. Kabuklarda Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	35
Tablo 4.18. Kabuklarda Ni (ppb) Elementinin Kabuk Yaşına Bağlı Değişimi	37
Tablo 4.19. İbrelerde Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi ...	38
Tablo 4.20. İbrelerde Zn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi	40
Tablo 4.21. Odunlarda Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi .	41
Tablo 4.22. Odunlarda Zn (ppb) Elementinin Odun Yaşına Bağlı Değişimi.....	43
Tablo 4.23. Kabuklarda Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	44
Tablo 4.24. Kabuklarda Zn (ppb) Elementinin Kabuk Yaşına Bağlı Değişimi	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Kazdağı göknarların genel görünümü (Şevik, 2010).....	9
Şekil 2.2. Göknarlarda sürgün yaşının belirlenmesi (Kapucu, 2016)	10
Şekil 3.1. Numunelerin ağaç üzerindeki konumları ve yaşlarına göre sınıflandırılması.....	12



GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 4.1. İbrelerde Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi .	21
Grafik 4.2. İbrelerde Mn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi	23
Grafik 4.3. Odunlarda Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	24
Grafik 4.4. Odunlarda Mn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi.....	26
Grafik 4.5. Kabuklarda Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	27
Grafik 4.7. İbrelerde Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi...	30
Grafik 4.8. İbrelerde Ni (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi.....	32
Grafik 4.9. Odunlarda Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	33
Grafik 4.10. Odunlarda Ni (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi	35
Grafik 4.11. Kabuklarda Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	36
Grafik 4.12. Kabuklarda Ni (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi.....	38
Grafik 4.13. İbrelerde Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi ..	39
Grafik 4.14. İbrelerde Zn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi	41
Grafik 4.15. Odunlarda Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	42
Grafik 4.16. Odunlarda Zn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi.....	44
Grafik 4.17. Kabuklarda Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	45
Grafik 4.18. Kabuklarda Zn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi	47

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ag	Gümüş
Al	Alüminyum
As	Arsenik
Ba	Baryum
Be	Berilyum
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cu	Bakır
Cr	Krom
Fe	Demir
Hg	Civa
HNO ₃	Nitrik Asit
K	Potasyum
Li	Lityum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
Sb	Antimon
Se	Selenyum
Sn	Kalay
Tl	Talyum
V	Vanadyum
Zn	Çinko
CO ₂	Korbondioksit
O ₂	Oksijen
°C	Santigrat Derece
F	F değeri
DL	Dedeksiyon limitleri
PSI	Basınç birimi
m	metre
cm	santimetre
mm	milimetre
mL	mililitre
g	gram
kg	kilogram
µm	milimikron
ppb	milyarda bir
ppm	milyonda bir
µgg	-1 mikrogram / gram

1. GİRİŞ

Günümüzde dünya genelinde, bu güne kadar benzeri görülmemiş bir plansız sanayileşme ve kentleşme akımı yaşanmaktadır. Tarım ve orman alanları hızla yerleşim ve sanayi alanlarına dönüşmekte, artan kentleşme ile birlikte sanayi gelişimi, tarım arazilerinin, bitki örtüsünün ve su dağıtımının yaygın bir şekilde tahrip edilmesine yol açmaktadır. Bir başka deyişle, kentleşmenin gelişimi, nüfus artışı, endüstriyel faaliyetler ve fabrikalar, düzensiz binaların varlığı, insan faaliyetleri ve sanayi devriminden sonra kentsel yapılaşma süreci, çevre kirliliğini artırmış, bu süreç havada kirletici kaynakların da anormal seviyede artışına sebep olmuştur (Saleh, 2018; Zeren Çetin, 2019).

Hava kirliliği o kadar ciddi boyutlara ulaşmıştır ki son dönemlerde hava kirliliği birçok ülkenin en önemli sorunlarından birisi durumuna gelmiş, özellikle sanayileşmiş ülkelerde daha da kendini göstermeye başlamıştır (Cetin, Sevik, Isinkaralar, 2017; Cetin, Kalayci Onac, Sevik, Sen, 2018). Öyle ki dünya genelinde yılda yaklaşık 6,5 milyon insanın hava kirliliğine bağlı sebeplerden dolayı hayatını kaybettiği belirtilmektedir (Pınar, 2019).

Hava kirliliğinin bu kadar insanın hayatını etkilemesinin birkaç sebebi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi dünya genelindeki nüfus artışıdır. Dünya nüfusu 1750 yılında sadece 717 milyon civarındayken, 2000 yılında 6 milyarı aşmıştır. Dünya nüfusunun 2025 yılında 8 milyarı aşacağı tahmin edilmektedir (Demir, 2018). Artan nüfusun istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için hammadde kullanımı, yerkabuğundaki minerallerin gün yüzüne çıkartılarak sanayide hammadde olarak kullanılması hava kirliliğinin en önemli sebeplerinin başında gelmektedir (Shahid vd., 2017).

Hızlı nüfus artışına ek olarak dengesiz nüfus dağılışı, bazı bölgelerde birim alanda yaşayan insan sayısının çok daha fazla olmasına ve bu bölgede yaşayan insanların faaliyetleri de bu bölgelerde çok daha yüksek seviyelerde kirletici unsurun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Zeren Çetin, 2019; Shahid vd., 2017). Dünya nüfusu hızla kırsaldan kentsel alanlara doğru kaymaktadır. 2000 yılında dünya nüfusunun

yaklaşık %47'si (yaklaşık 2,9 milyar kişi) kentsel alanlarda yaşarken 2030 yılına kadar dünya nüfusunun %85'inin kentsel alanlarda yaşayacağı tahmin edilmektedir. Avrupa ülkelerinde toplam nüfusun üçte ikisinden fazlası kentsel alanlarda yaşamaktadır ve bu oranın daha da artacağı tahmin edilmektedir (İlten, vd., 2017; Çalı, 2018).

Ülkemizdeki durum da dünya genelindekine paralel seyretmektedir. Türkiye nüfusundaki artış yıllık ortalama % 0,23 civarlarında olup dünya ortalamasının oldukça üzerindedir. Türkiye nüfusunun 2075 yılında 100 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir (Kasarıcı, 1996).

2008 yılı Türkiye İstatistik Kurumu'nun adrese dayalı olarak yaptığı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre, ülkemiz nüfusunun yaklaşık %71'i kentlerde, %29'u ise köylerde yaşamaktayken 2018 yılında kentlerde yaşayan nüfusun oranı %72,5'e ulaşmış, köylerde yaşayan nüfus oranı ise %7,5'e gerilemiştir (Çalı, 2018). Buna ek olarak köyden kente göç de halen devam etmekte olup, ilerleyen zamanlarda kent nüfusunun daha da artacağı tahmin edilmektedir (Cetin vd., 2017; Cetin vd., 2018).

Artan ve kent merkezlerinde yoğunlaşan nüfus, kent merkezlerinde çevre ve hava kirliliği başta olmak üzere pek çok problemi de beraberinde getirmektedir. Özellikle fosil yakıt kullanımına paralel olarak artan hava kirliliği, çevre için tehlikeli boyutlara ulaşmıştır (Turkyılmaz, Şevik & Çetin, 2018).

Hava kirliliğinin bileşenleri arasında pek çok kirletici bulunmaktadır. En yaygın organik ve inorganik atmosferik kirleticiler azot oksitler (NO_x), CO₂, ozon (O₃), hidrojen florür, sülfür dioksit (SO₂), formaldehid (HCHO), partikül maddeler, karbon monoksit (CO) gibi maddelerdir (Su & Liang 2015; Erdem, 2018; Shahid vd., 2017).

Hava kirliliği bileşenleri arasında belki de en önemlileri ağır metallerdir. Bunun en önemli sebebi ağır metallerin bazılarının canlılar ve özellikle insanlar için düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya kanserojen etkiye sahip olmalarıdır. Pb, As, Cr, Cd ve Hg en toksik ağır metallere aittir. Ni, Cr, Pb, Zn, V ve Cd gibi ağır metaller ise kanserojendirler. Ayrıca hemen hemen bütün metaller belirli bir miktarın üzerinde alındığında toksik etki oluşturmaktadırlar. Ağır metaller bu zararlarının yanı sıra

doğada bozulmaz ve kolay kolay yok olmazlar. Ayrıca canlı bünyelerinde, biyobirikme eğilimindedirler (Turkyılmaz, Şevik, Işınkaralar, Çetin, 2018b; Turkyılmaz, Çetin, Şevik, Işınkaralar, 2018c, Shahid vd., 2015; Shahid vd., 2017; Pınar, 2019). Bundan dolayı havadaki ağır metal konsantrasyonlarının değişiminin izlenmesi son derece önemlidir.

Özellikle kent merkezlerinde nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde bu durum daha büyük önem taşımaktadır. Zira kent merkezlerinde taşıtlar önemli bir kirlilik kaynağıdır. Taşıtların egzoz gazları, tekerlekleri, araç aşınmaları havadaki ağır metal konsantrasyonuna önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Zhuang vd., 2009; Erdem, 2018; Turkyılmaz, Şevik, Çetin, Saleh, 2018d; Turkyılmaz, Şevik, Işınkaralar, Çetin, 2018e).

Kent merkezlerinde nüfus artışı ile birlikte taşıt sayısı da önemli ölçüde artmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre ülkemizde yıllık kaydı yapılan otomobil sayısı 1990 yılında 349.473 iken 2010 yılında 485.619 ve 2018 yılında 526.235 e ulaşmıştır (TÜİK, 2019). Türkiye’de 2018 yılı itibariyle trafiğe kayıtlı araç sayısı 22 milyondan fazladır (URL1). Dolayısıyla bu rakamlar dikkate alındığında havadaki ağır metal konsantrasyonlarının izlenmesinin ne kadar önemli olduğu bir kez daha anlaşılmaktadır.

Atmosferdeki ağır metal kirliliğinin değişimi doğrudan veya dolaylı yöntemlerle belirlenebilmektedir. Ancak, atmosferdeki ağır metal kirliliğinin doğrudan ölçülmesinin bazı handikapları bulunmaktadır. Öncelikle bu yöntemler pahalı yöntemlerdir. Ayrıca atmosferik kirliliğin ekosistem üzerindeki etkisinin belirlenememesi ve ölçüm zamanından önceki dönemlere ait veri sağlayamaması önemli dezavantajlarıdır. Ayrıca bu yöntemler genellikle pahalı ölçüm aletleri ve yöntemler gerektirmekte ve kontaminasyon riski taşımaktadır. Bundan dolayı ağır metal kirliliğinin izlenmesinde dolaylı yöntemler daha çok tercih edilmektedir (Cesur, 2019; Çobanoğlu, 2019).

Havadaki ağır metal kirliliğinin değişiminin dolaylı olarak izlenmesinde en etkili yöntemlerden birisi biyoidikatörler veya biyomonitörlerdir. Biyoidikatör, bir

türdeki ekolojik etkinin var veya yok olduğunu gösteren belirtgeçlerdir. Biyomonitorler ise organizmanın fiziksel, kimyasal, biyolojik veya davranışsal değişkenlikleri ile ekolojik değişkenliğin derecesini gösterirler. Başka bir tanımla biyomonitorler bünyelerinde metalleri veya kirleticileri biriktiren en duyarlı ve doğru organizmalar olarak tanımlanabilir (Bat, Gündoğdu ve Öztürk,1999; Taylan ve Özkoç, 2007; Çobanoğlu, 2019).

Havadaki ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde likenler (Cansaran Duman ve Aras, 2012; Yemets, Gauslaa, & Solhaug, 2015; Osyczka, Rola, & Jankowska; 2016; Paoli, Vannini, Monaci, Loppi, 2018), yosunlar (Gramatica vd., 2006; Ayres vd., 2006; Ite vd., 2016; Scott vd., 2018) ve çeşitli bitkiler sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak biyomonitorler vasıtasıyla elde edilen verilerin yorumlanmasında bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Zira farklı ağır metaller bitkilerin organlarında farklı seviyelerde birikebilmektedir (Pınar, 2019). Bundan dolayı elde edilen verinin yani belirlenen konsantrasyonun ne ifade ettiğini anlamlandırabilmek kolay olmamaktadır.

Özellikle liken ve yosunların biyomonitor olarak kullanılmalarındaki en önemli çekincelerin başında, bu canlıların ne kadar süre ile kirlilik etmenine maruz kaldıklarının bilinmemesi gelmektedir. Dolayısıyla canlı bünyesinde biriken ağır metallerin, ne kadar sürede bitki bünyesinde biriktiği tam olarak bilinmemekte ve bu durum elde edilen verilerin yorumlanmasında sorunlara neden olmaktadır (Çobanoğlu, 2019).

Biyomonitor olarak kullanılan bir diğer bitki grubu herdemyeşil bitkilerdir. Herdemyeşil olmayan bitkilerde yapraklar vejetasyon mevsimi başında oluşmakta ve vejetasyon mevsimi sonuna kadar ağır metallere maruz kalmaktadırlar. Dolayısıyla yaprak bünyesinde biriken ağır metallerin ne kadar süre içerisinde biriktiği bilinebilmektedir. Ancak yukarıda açıklandığı üzere farklı ağır metaller, farklı bitkilerin organlarında farklı seviyelerde birikebilmektedir. Dolayısıyla aynı bölgede yetişen bitkilerde yapılan analizlerde çok farklı sonuçlar alınabilmektedir (Mossi, 2018; Saleh, 2018; Özel, 2019). Dolayısıyla bitki bünyesinde belirlenen ağır metal konsantrasyonunun yorumlanması oldukça güç olmaktadır.

Havadaki ağır metal kirliliğindeki değişimin izlenmesinde en güvenilir sonuçları, bitkinin yaşı net olarak belirlenen çok yıllık organları üzerinde yapılan çalışmalar vermektedir. Bu noktada en çok kullanılan organellerin başında yıllık halkalar gelmektedir. Farklı mevsimlerin yaşandığı bölgelerde ağaçların yıllık halkalarında biriken ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi ile o bölgede havadaki ağır metal konsantrasyonlarının değişimi konusunda önemli bilgiler elde edilebilmektedir (Turkyılmaz vd., 2018b,e; Akarsu, 2019; Cesur, 2019; Yiğit, 2019).

Ağaçların yıllık halkaların biyomonitor olarak kullanılmasının en önemli dezavantajı ise materyal teminidir. Bu yöntemde numuneler genellikle ağaçların ana gövdelerinden temin edilmektedir. Dolayısıyla yeterli materyal temin edebilmek için bazen ağaçların kesilmesi gerektiğinden, bu yöntem sürdürülebilir bir izleme için uygun bir yöntem değildir.

Havadaki ağır metal konsantrasyonlarının değişiminin izlenmesinde kullanılan bir diğer yöntem, ibreleri uzun yıllar bitki üzerinde kalabilen ve dal yaşı belirlenebilen türlerin kullanılmasıdır. Bu çalışmalarda dallar nodlar gözlemlenerek yaşlarına ayrılmakta ve böylece farklı yaşlardaki organlarda ağır metal konsantrasyonları belirlenerek ağır metal konsantrasyonlarının yakın geçmişteki değişimine ilişkin bilgiler elde edilebilmektedir. Bu yöntem kullanılarak *Picea pungens* (Turkyılmaz vd., 2018a; Çobanoğlu, 2019), *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, ve *Abies bornmuelleriana* (Turkyılmaz vd., 2018a) gibi türlerde ağır metal konsantrasyonlarının değişiminin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada ise Kazdağı göknarının yakın geçmişteki ağır metal konsantrasyonlarının değişiminin belirlenmesinde biyomonitor olarak kullanılabilme olanakları araştırılmıştır. Çalışma kapsamında ibreler dışında kabuk ve odun organları yaş bazında değerlendirilmiş ayrıca trafik yoğunluğunun farklı olduğu bölgelerde yetişen bireyler kullanılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Çalışmaya Konu Ağır Metaller

Ağır metaller genel olarak özgül yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten daha büyük olan elementler (Saleh, 2018; Akarsu, 2019) veya atom ağırlığı 50 ve üzeri olan elementler olarak tanımlanabilmektedir (Cesur, 2019). Ağır metallerin tanımlanması için, yoğunluk, toksisite veya atom ağırlığı gibi kriterlere göre, yetkili birimler tarafından kabul gören bir kriter ortaya konulmamıştır (Jalilzadeh, 2014; Akarsu, 2019).

Ağır metaller içerisinde en önemlileri Fe, Ni, Cu, Mn, V, Cr, Zn, Co, Be, Mo, Cd, Pb, Sb, Ag, Tl, Se, Hg, As, Sn ve Al elementleri sayılmaktadır. Bu elementlerden Cr, Zn, Fe, Mn, Ni, Cu, Mo gibi bazıları bitki ve hayvanlar için mikro besin elementleridir ve canlıların yaşamı için hayati önem taşımaktadırlar. Ancak bu ağır metaller de yüksek konsantrasyonlarda zararlı etkiler oluşturabilmektedirler. Ağır metallerden Pb, Cr, Zn, As, Cd, V, Ni ve gibi ağır metaller kanserojendirler. Hg, As, Pb ve Cd gibi ağır metaller ise yaşayan organizmalar için düşük konsantrasyonlarda bile ciddi toksite oluşturabilmektedirler (Çobanoğlu, 2019).

Çalışmaya konu elementlerden Nikel (Ni) kömür, çelik, petrol, alaşım üretimi, galvaniz ve elektronik endüstrisinde kullanılan bir elementtir (Asri ve Sönmez, 2006; Mossi, 2018). Takılar, seramik, piller, endüstride ve laboratuvarlarda katalizör kaplamaları, maden filizleri, tasfiye fırınları ve elektronik malzemeler, rafineri atıkları ve gıda endüstrisi araç ve gereçleri gibi birçok alanlar en önemli nikel kaynaklarından. Kömür ve petrol ürünlerinin yakılması ve bazı endüstriyel işlemler sırasında da nikel açığa çıkabilmektedir (Erkmen, 2010).

Nikel, bitkilerdeki enzimlerde ve fizyolojik aktif merkezlerde bulunan ağır metallerle yer değiştirir. Nikel üreaz ve birçok hidrogenaz enzimlerinin metal yapı maddesidir (Asri ve Sönmez, 2006; Mossi, 2018). Ni ile kontamine olan hava, su, toprak ve gıdalardan Ni kolayca insanlara bulaşabilmektedir (Erkmen, 2010).

Nikel memeliler ve diğer hayvanlar için olası kanserojen bir elementtir (Okçu vd., 2009; Shahid vd., 2015). Rusya'da nikel rafinasyonunda çalışan işçilerde mide ve akciğer kanserine yakalanma oranının oldukça yüksek olduğu belirlenmiş ve benzer sonuçlar İngiltere ve Japonya'da yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir. Ni toksititesinde insanlarda bulantı, ishal, kusma, nefes darlığı, karaciğer ve böbrek hasarları oluşabilmekte ayrıca, kronik zehirlenme ile de alerjik reaksiyonlar oluşabilmektedir (Çağlarırnak ve Hepçimen, 2010).

Ni ve nikelli bileşikler deride kaşıntı, tahriş, ekzema ve alerji gibi rahatsızlıklara, boğaz ve akciğer kanserlerine neden olabilmektedirler. Havadaki Ni bileşiklerinin solunması sonucunda nefes borusunda tahrişe bağlı zedelenme ile alveoler makrofaj hücrelerinin sayısında artış gibi anormal fonksiyon bozuklukları ve bozukluklar meydana gelebilmektedir. Ayrıca astım yanında burun ve gırtlak kanserlerine de neden olduğu kanıtlanmıştır (Erkmen, 2010).

Çalışmaya konu elementlerden Çinko (Zn), hem insanlar, hem hayvanlar hem de bitkiler için mutlaka gerekli bir elementtir (Pak, 2011). Zn, bitkilerde protein ve karbonhidrat sentezine katılır. Ayrıca, enzim aktivasyonu, fotosentez ve solunum faaliyetleri yanı sıra biyolojik membran stabilitesi üzerine etkilidir. Bundan dolayı ürün miktar ve kalitesini doğrudan etkilemektedir (Okçu vd., 2009; Mossi, 2018).

İnsan ve hayvanlarda ise enzim faaliyetlerinde rol oynamak, enzim yapısına katılmak, DNA, RNA, insulinin aktivasyonu, protein sentezi, yaraların iyileşmesi, hücrelerin bölünerek çoğalabilmesi gibi pek çok fonksiyonda rol oynar. Ayrıca tad alma, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, sperm yapımı, davranış ve öğrenme performansının artışı, anne karnındaki ve doğmuş bebek ve çocukların büyüme ve gelişimi, kanda yağların taşınması gibi birçok olayda da görev alır (Sarı, 2009; Mossi, 2018).

Ancak, çinko yüksek konsantrasyonlarda toksik etki yaratmaktadır (Sarı, 2009). Zn, endüstride metal kaplama ve alaşımlarda, Galvanize demir kaplar, kozmetik, akü, otomotiv endüstrisi, mürekkep, bronz, pil, boya, kopya kâğıtları, sigorta, muşamba, kauçuk, lastik, oyuncak, diş dolgusu, maden sanayi gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Yoğun endüstri alanlarından bırakılan atık sularla, asit yağmurları

aracılığıyla ve kanalizasyon sularıyla toprağa ulaşmaktadır (Asri ve Sönmez, 2006; Erkmen, 2010).

Çinko toksisitesinde bitkilerin kök ve sürgün büyümesi yavaşlar, kökler inceler, genç yapraklar kıvrılır, kloroz görülür, hücre büyümesi ve uzaması engellenir, hücre organelleri parçalanır ve klorofil sentezi azalır (Asri ve Sönmez, 2006). İnsanlarda Zn deriye bulaştığında tahriş edicidir ve kaşıntıya sebep olmaktadır. Zn'nin toksikolojik belirtileri; bulantı, mide krampları, karın ağrısı, ishal, kusma, ateş, terleme, uykusuzluk, bağışıklık sisteminin zayıflaması, kötü kolesterolün yükselmesi, yorgunluk, uyuşukluk olarak sayılabilir. Ayrıca Zn'nun deney hayvanları üzerinde kanserojenik etkisi saptanmıştır (Erkmen, 2010).

Çalışmaya konu bir diğer element olan Mangan (Mn) bitkilerde hem kök hem de yapraklardan alınabilen bir elementtir. Özellikle geniş yapraklı bitkilerde Mn eksikliğinde yaprak damarları arası sararır, damarlar yeşil kalır. Mangan eksikliğinde bitkilerde görülen sararma yeterince klorofil oluşturulamamasıyla ilişkilidir. Klorofilin bileşiminde yer almamasına karşın Mn noksanlığında klorofil oluşumu önemli oranda azalmaktadır (Pak, 2011).

Mn toksisitesi bitki türlerine göre değişmektedir. Mn toksisitesi çoğu bitkilerde olgun yapraklarda kahverengi lekeler şeklinde belirir. Lekelerin bulunduğu alanlar zamanla mantarlaştır. Fasulye ve pamuk gibi bitkilerde genç yapraklarda şekil bozulmalarına neden olur (Pak, 2011). Besin zinciri yoluyla insanlara ulaşan Mn'in toksisite belirtileri başlıca solunum sisteminde ve beyinde gözlenmektedir. Mn zehirlenmesinin belirtileri halusinasyonlar, uykusuzluk, bitkinlik, güçsüzlük, unutkanlık ve sinir hasarlarıdır. Mn ayrıca parkinson, akciğer ambolisi ve bronşite, erkeklerde uzun süre Mn toksisitesine maruz kalma ise iktidarsızlığa sebep olabilir (Pak, 2011; Mossi, 2018).

2.2. Kazdağı Göknarı Hakkında Genel Bilgiler

Göknarların Dünya üzerinde yayılış gösteren 70'den fazla türü bulunmakla birlikte ülkemizde doğal olarak yayılış yapan 2 türü ve bunlara ait alt türleri bulunmaktadır.

Bu türlerden Kazdağı göknarı ülkemiz asli orman ağacı türlerindedir. Göknarlar ülkemizde yaklaşık 0,6 milyon ha yayılış alanına sahiptir (Şevik, 2010; URL 2).

Ülkemiz için endemik bir tür olan Kazdağı göknarı, doğal yayılışını Çatalca-Kocaeli, Güney Marmara, Batı Karadeniz ve Orta Karadeniz’de yapmaktadır. 30-40 m boya ulaşabilen, birinci sınıf orman ağacıdır ve aşağıya kadar dallanma gösterir (Şevik, 2010; URL, 2). Kazdağı göknarının genel görünüşü Şekil 2.1.’de verilmiştir.

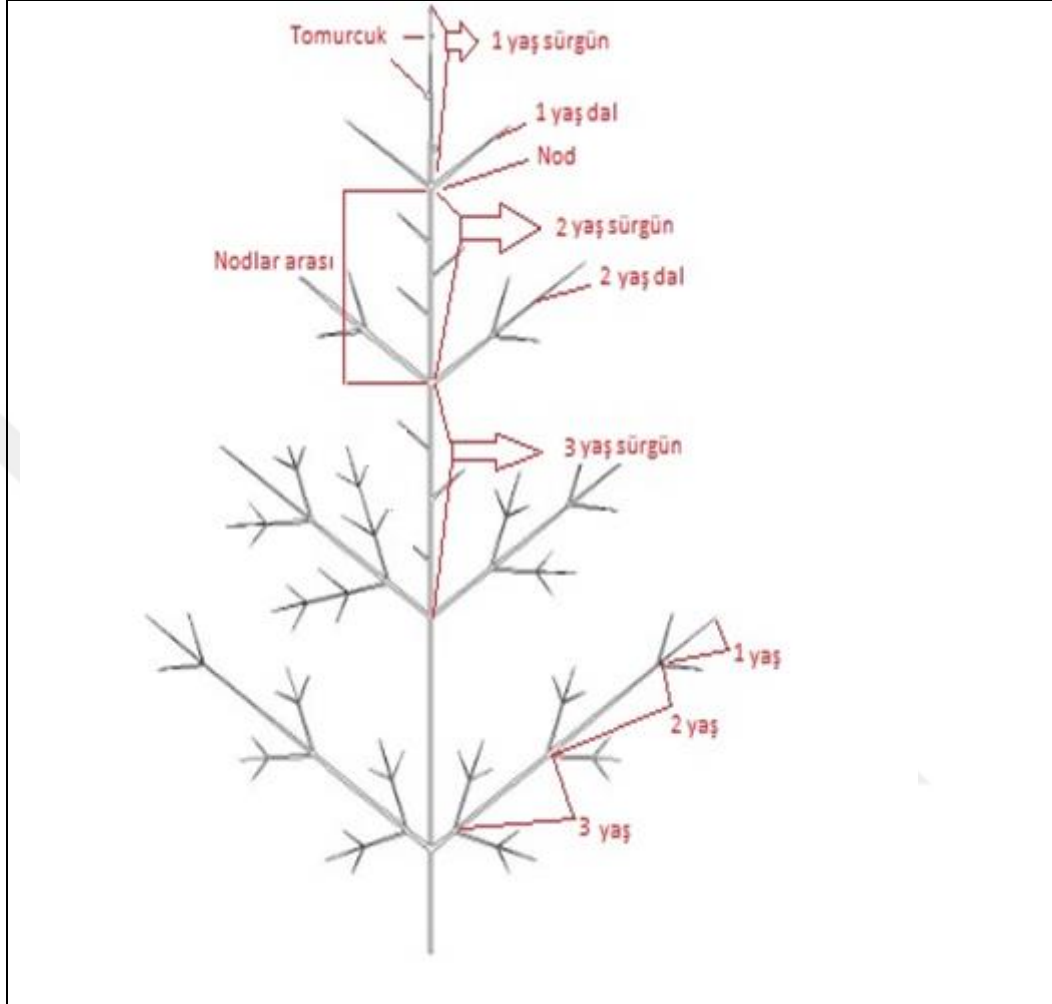


Şekil 2.1. Kazdağı göknarlarının genel görünümü (Şevik, 2010)

Kazdağı göknarı güzel formu dolayısıyla pek çok alanda peyzaj çalışmalarında kullanılmaktadır. Ayrıca değerli bir yılbaşı ağacı olarak kullanılması sebebiyle dünyanın pek çok bölgesinde yetiştirilmektedir (Sevik, 2011; Sevik vd., 2012).

Kazdağı göknarında ibreler uzun yıllar bitki üzerinde kalabilmektedir. Ayrıca oluşan nodlar vasıtasıyla hangi ibrelerin kaç yaşında olduğu bilinebilmektedir. Kapucu (2016) göknarlar üzerinde nodlar vasıtasıyla ibre ve dal yaşlarının net olarak

belirlenebileceğini belirtmektedir. Göknarlarda sürgün yaşının belirlenmesi Şekil 2.2.'de verilmiştir.



Şekil 2.2. Göknarlarda sürgün yaşının belirlenmesi (Kapucu, 2016)

Göknarların hem güzel formu dolayısıyla kent merkezlerinde peyzaj çalışmalarında sıklıkla kullanılması hem de ibre ve dal yaşlarının net olarak belirlenebilmesi, yakın geçmişteki ağır metal kirliliğinin değişiminin belirlenmesinde biyomonitor olarak kullanılabilmesi fikrini akla getirmektedir. Nitekim Turkyılmaz vd., (2018a) Kazdağı göknaarının iyi bir biyomonitor olduğunu belirtmektedir. Bu özelliklerinden dolayı çalışma Kazdağı göknaarı üzerinde yürütülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

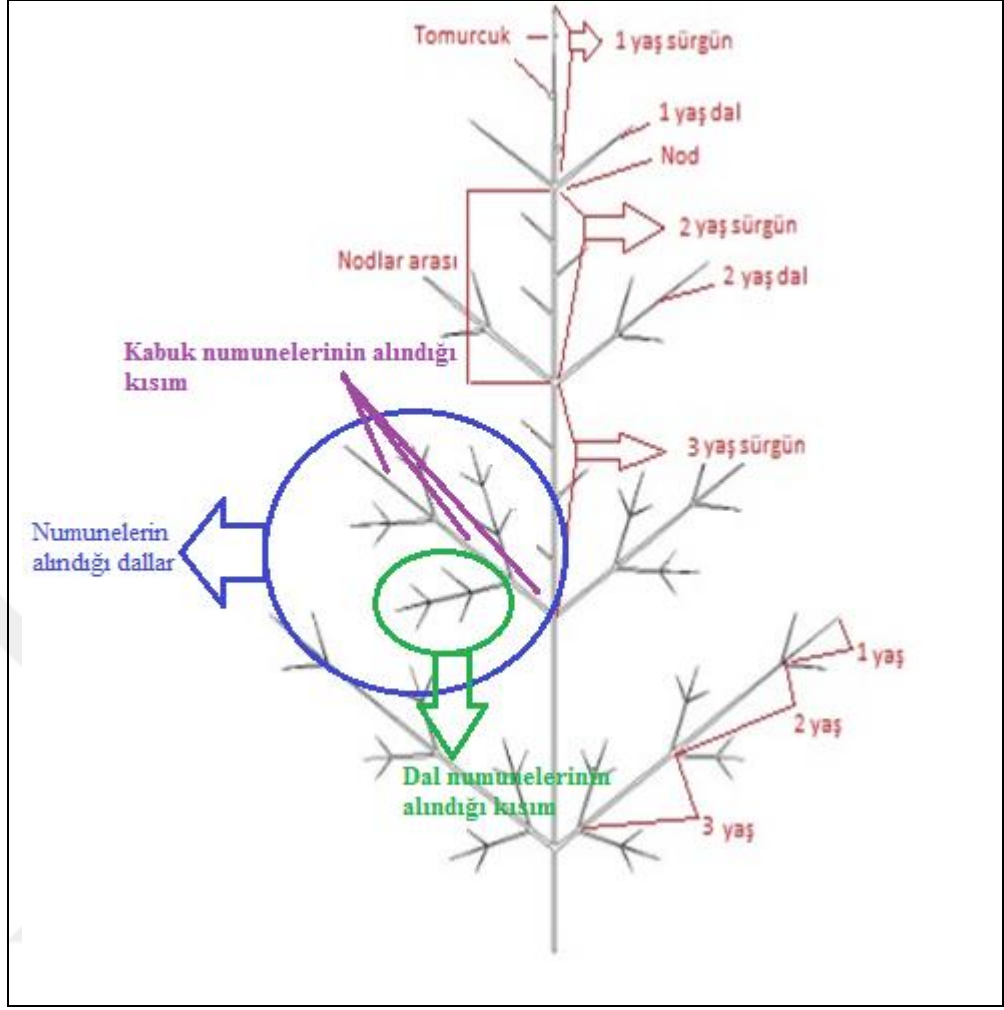
3.1. Örneklerin Temin Edilmesi

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

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 yoğun olduğu alan olarak seçilen ağaç, Kent merkezinde bulunan Abdurrahmanpaşa Lisesi'nin önünde yer almaktadır. Bu noktada ayrıca trafik ışığı bulunduğundan, örnek ağaç gün içerisinde yoğun olarak eksoz dumanına maruz kalmaktadır.

Trafiğin az yoğun olduğu alan olarak Kuzeykent bölgesi seçilmiştir. Kamil Demircioğlu Caddesi üzerinde bulunan ağaç, Kuzeykent trafiğinin olduğu anayolun kenarında yer almaktadır. Bu bölgede iki şeritli bir yol bulunmakta olup, trafik oldukça akıcıdır ve trafik yoğunluğu kent merkezine göre oldukça düşüktür. Trafiğin yoğun olduğu ve az yoğun olduğu bölgelerde, ağaçların yola bakan dallarından örnekler alınmıştır.

Trafiğin olmadığı alan olarak ise Kastamonu Üniversitesi kampüs alanı seçilmiş ve kampüs alanı içerisinde en az 50 m yakınında otoyol bulunmayan bir ağaç örnek ağaç olarak seçilmiş ve numuneler alınmıştır. Numuneler ağaçların yerden yaklaşık 2 m yüksekteki yan dalları kesilerek alınmış ve laboratuara getirilmiştir. Daha sonra laboratuvarında dallar yaşlarına göre kesilerek sınıflandırılmıştır. Yaş olarak sınıflandırılan örnekler ibre, kabuk ve dal kısımlarına ayrılmış ve etiketlenmiştir. Ayırma işlemi esnasında çelik bıçaklar kullanılmıştır. Numunelerin ağaç üzerinde alındığı kısımlar ve yaşlarına göre sınıflandırılması Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Numunelerin ağaç üzerindeki konumları ve yaşlarına göre sınıflandırılması

3.2.Yöntem

3.2.1. Numunelerin Hazırlanması

Yaş ve organlarına ayrılıp etiketlenerek laboratuvara getirilen örnekler kartonlar üzerine serilerek oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Dallar, daha rahat kuruyabilmeleri için kırılarak parçalanmıştır. Bu şekilde hazırlanan numuneler 15 gün oda kurusu hale gelmesi için bekletilmiş, bu süreç içerisinde laboratuvar her gün havalandırılmıştır.

Hava kurusu hale gelen numuneler, tamamen kuruyabilmeleri amacıyla etüvde 50°C'de bir hafta boyunca kurutulmuştur. Kurutulan örnekler hava rutubetinden

etkilenmeyecek şekilde paketlenmiş ve tekrar etiketlenerek analiz için Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'na gönderilmiştir.

3.3. Ağır Metal Analizlerinin Yapılması

Laboratuvara getirilen bitki örnekleri öğütülerek toz haline getirilmiş ve 0,5 g tartılarak mikrodalga için tasarlanmış tüplere konulmuştur. Örneklerin üzerine 10 mL % 65'lik HNO₃ ilave edilmiştir. Bu işlemler esnasında çekerocakta çalışılmıştır. Hazırlanan örnekler daha sonra mikrodalga cihazında 280 PSI basınçta ve 180 °C'de 20 dakika yakılmıştır. Tüpler işlemler tamamlandıktan sonra mikrodalgadan çıkarılarak soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örnekler üzerine deiyonize su ilave edilerek 50 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan örnekler filtre kâğıdından süzöldükten sonra ICP-OES cihazında uygun dalga boylarında okunmuştur (Pınar, 2019; Akarsu, 2019; Çobanoğlu, 2019). Çalışmada kullanılan cihazın dedeksiyon limitleri (DL); Pb>0,377 ppb, Cu>0,639 ppb, Cd>0,063 ppb, Cr>0,311 ppb, Ni>0,171 ppb, Mn>0,00015 ppm, Zn>0,00634 ppm dir.

3.4. İstatistik Analizler

Elde edilen veriler SPSS 20.0 paket programı yardımıyla değerlendirilmiş, verilere varyans analizi uygulanmış, istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p<0,05$) farklılıklar bulunan verilere Duncan testi uygulanarak homojen gruplar elde edilmiştir. Elde edilen veriler sadeleştirilip tablolaştırılarak yorumlanmıştır.

4. BULGULAR

Çalışma kapsamında değerlendirilen Li, Co, Cu, Cd ve Pb elementleri belirlenebilir limitlerin altında kaldığından değerlendirmeye alınamamıştır. Bunun dışında kalan Mn, Ni ve Zn elementlerinin trafik yoğunluğu, organ (ibre, kabuk ve odun) ve yaş bazında değişimleri değerlendirilmiştir.

4.1. Element Konsantrasyonlarının Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen Mn, Ni ve Zn elementlerinin konsantrasyonlarının trafik yoğunluğu bazında değişimlerinin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,05$) olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. *Elementlerin trafik yoğunluğuna bağlı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları*

Element		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	Hata
Mn	Gruplar Arası	10512854,528	2	5256427,264	2,230	,110
	Gruplar İçi	502155353,306	213	2357536,870		
	Toplam	512668207,833	215			
Ni	Gruplar Arası	245497,583	2	122748,792	6,414	,002
	Gruplar İçi	4076444,375	213	19138,237		
	Toplam	4321941,958	215			
Zn	Gruplar Arası	296950600,065	2	148475300,032	4,760	,009
	Gruplar İçi	6643548649,597	213	31190369,247		
	Toplam	6940499249,662	215			

Elementlerin trafik yoğunluğuna bağlı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde Mn konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p = 0,110$) bulunmamıştır. Diğer elementlerin ise trafik yoğunluğuna bağlı değişimi istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,01$) düzeydedir.

Elementlerin trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. *Elementlerin trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları*

Element	Trafik Yoğunluğu			F Değeri
	Yok	Az Yoğun	Yoğun	
Mn	3035,68	2708,83	2499,57	2,230ns
Ni	114,29 a	193,67 b	134,25 a	6,414**
Zn	9798,22 b	6960,68 a	7995,08 ab	4,760**

Elementlerin trafik yoğunluğu bazında ortalama değerleri ve Duncan testi sonuğlarını gösterir tablo incelendiğinde Mn konsantrasyonunun en dūřuk değerinin trafiğin yoğun olduğu bōlgede (2499,57 ppb) elde edildiği, sonraki en yōksek değerin trafiğin az yoğun olduğu bōlgede (2708,83 ppb) elde edildiği, en yōksek değerin (3035,68 ppb) ise trafiğin olmadığı bōlgede elde edildiği gōrōlmektedir. Ancak varyans analizi sonuğlarına gōre bu değerler arasında istatistiki olarak anlamlı dōzeyde ($p < 0,05$) fark bulunmamaktadır.

Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi incelendiğinde ise en dūřuk değerlerin trafiğin olmadığı (114,29 ppb) ve trafiğin yoğun olduğu (134,25 ppb) bōlgelerde elde edildiği gōrōlmektedir. Ancak Duncan testi sonuğlarına gōre trafiğin olmadığı ve yoğun olduğu bōlgelerde elde edilen değerler aynı homojen grupta yer almaktadır. En yōksek değer (193,67 ppb) ise trafiğin az yoğun olduğu bōlgelerde elde edilmiş olup bu değer Duncan testi sonuğlarına gōre de ikinci homojen grubu oluşturmaktadır.

Zn konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimine ilişkin sonuğlar incelendiğinde ise en dūřuk değerin (6960,68 ppb) trafiğin az yoğun olduğu bōlgelerde, en yōksek değerin (9798,22 ppb) ise trafiğin olmadığı bōlgelerde elde edildiği gōrōlmektedir. Bu iki değer Duncan testi sonuğlarına gōre ayrı homojen grupta yer almaktadır. Trafięin yoğun olduğu bōlgelerde elde edilen değer (7995,08 ppb) ise her iki homojen grupta birden yer almaktadır.

4.2. Element Konsantrasyonlarının İbre, Odun ve Kabuğa Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu Mn, Ni ve Zn elementlerinin konsantrasyonlarının organ bazında değişimlerinin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p<0,05$) olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3. Elementlerin organa bağlı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Elementer		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	Hata
Mn	Gruplar Arası	41382757,000	2	20691378,500	9,352	,000
	Gruplar İçi	471285450,833	213	2212607,750		
	Toplam	512668207,833	215			
Ni	Gruplar Arası	588928,528	2	294464,264	16,802	,000
	Gruplar İçi	3733013,431	213	17525,885		
	Toplam	4321941,958	215			
Zn	Gruplar Arası	874721958,676	2	437360979,338	15,358	,000
	Gruplar İçi	6065777290,986	213	28477827,657		
	Toplam	6940499249,662	215			

Elementlerin organ bazında değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde çalışmaya konu her üç elementin de organ bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ($p<0,001$) düzeyde olduğu görülmektedir. Elementlerin organ bazında ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları Tablo 4.4.’de verilmiştir.

Tablo 4.4. Elementlerin organ bazında ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları

Element	Organ			F Değeri
	İbre	Odun	Kabuk	
Mn	2441,61 a	2435,44 a	3367,03 b	9,352****
Ni	78,04 a	160,14 b	204,03 c	16,802****
Zn	5878,11 a	8077,67 b	10798,21 c	15,358****

Elementlerin organ bazında değişimleri incelendiğinde her u elementte de Duncan testi sonuçlarına göre ibrelerde elde edilen değerlerin ilk homojen gruplarda, kabuklarda elde edilen değerlerin ise son homojen gruplarda olması dikkat çekmektedir.

Duncan testi sonuçlarına göre organlar Mn konsantrasyonu bakımından iki, Ni ve Zn konsantrasyonları bakımından ise uer homojen grup oluşturmuştur. Ni ve Zn'da organların her birisi ayrı bir homojen grup oluşturmuştur. Bu elementlerde ibreler ilk, odunlar ikinci ve kabuklar ise son homojen grupta yer almıştır. Mn konsantrasyonu bakımından ise odun ve ibre ilk homojen grubu oluştururken kabuk ikinci homojen grubu oluşturmuştur.

4.3. Element Konsantrasyonlarının İbre, Odun ve Kabuğa Yaşına Bağlı Değişimi

Mn, Ni ve Zn elementlerinin konsantrasyonlarının organ yaşı bazında değişimlerinin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,05$) olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Elementlerin organ yaşına bağlı değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Elementler		Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	Hata
Mn	Gruplar Arası	36963542,278	7	5280506,040	2,309	,027
	Gruplar İçi	475704665,556	208	2287041,661		
	Toplam	512668207,833	215			
Ni	Gruplar Arası	644391,366	7	92055,909	5,207	,000
	Gruplar İçi	3677550,593	208	17680,532		
	Toplam	4321941,958	215			
Zn	Gruplar Arası	543741809,440	7	77677401,349	2,526	,016
	Gruplar İçi	6396757440,222	208	30753641,540		
	Toplam	6940499249,662	215			

Elementlerin organ yaşı bazında değişimine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde çalışmaya konu her üç elementin de organ yaşı bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,05$) düzeyde olduğu görülmektedir. Elementlerden Mn ($p = 0,027$) ve Zn ($p = 0,016$) elementlerinin organ yaşı bazında değişimi istatistiki olarak %95 ($p < 0,05$) güven düzeyinde anlamlı iken Ni elementinin organ yaşı bazında değişimi istatistiki olarak %99,9 ($p < 0,001$) güven düzeyinde anlamlıdır. Elementlerin organ yaşı bazında ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Elementlerin organ yaşı bazında ortalama değerleri ve Duncan testi sonuçları

Organ Yaşı	Element		
	Mn	Ni	Zn
1	2612,93 abc	91,78 a	7321,44 ab
2	3028,19 abc	105,33 ab	10865,96 c
3	2159,26 a	212,59 cd	10226,48 bc
4	3310,63 c	158,26 abc	8617,81 abc
5	2359,81 ab	93,07 a	9002,26 abc
6	3071,85 abc	174,67 bcd	6969,96 ab
7	3140,33 bc	241,59 d	6710,00 a
8	2301,22 ab	101,93 ab	6296,70 a
F Değeri	2,309*	5,207***	2,526*

Elementlerin organ yaşı bazında değişimi incelendiğinde Mn konsantrasyonunun 2159,26 ppb (3 yaş) ile 3310,63 ppb (4 yaş) arasında değiştii görölmektedir. En düşük ve en yüksek değerlerin peş peşe iki yaşta elde edilmiş olması enteresandır. Mn konsantrasyonu bakımından veriler Duncan testi sonucunda üç homojen grupta toplanmış, bir çok yaş birbirleri ile aynı homojen gruplarda yer almıştır.

Ni konsantrasyonunun ise 91,78 ppb ile 241,59 ppb arasında değiştii, en düşük değerin 1 yaş, en yüksek değerin ise 8 yaş organlarda elde edildiği belirlenmiştir. Ni konsantrasyonu bakımından veriler dört homojen grup oluşturmuş, en düşük değerin elde edildiği 1 yaş ile birlikte 5 yaş (93,07 ppb) sadece ilk homojen grupta yer alırken en yüksek değerin elde edildiği 7 yaş sadece son homojen grupta yer almıştır.

Zn konsantrasyonunun da 6710,00 ppb (7 yaş) ile 10865,96 ppb (2 yaş) arasında değiştii görölmektedir. En düşük iki değerin son iki yaşta (7. ve 8. yaşlar) elde edilmiş olması dikkat çekmektedir. Zn konsantrasyonu bakımından da verilerin üç homojen grup oluşturduğu görölmektedir.

Değerler genel olarak incelendiğinde her üç elementte de organ yaşı ile element konsantrasyonunun değişimi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu söylemek oldukça

zordur. Bundan dolayı element konsantrasyonlarının değişimi her bir element için organ ve organ yaşı bazında ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.4. Element Konsantrasyonlarının Değişimi

4.4.1. Mn Elementinin Değişimi

4.4.1.1. İbrelerde Mn Elementinin Değişimi

Mn elementi çalışmaya konu önemli elementlerden birisidir. Mn elementinin göknar ibrelerinde trafik yoğunluğuna bağlı değişimi ibre yaşı bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.7.'de verilmiştir.

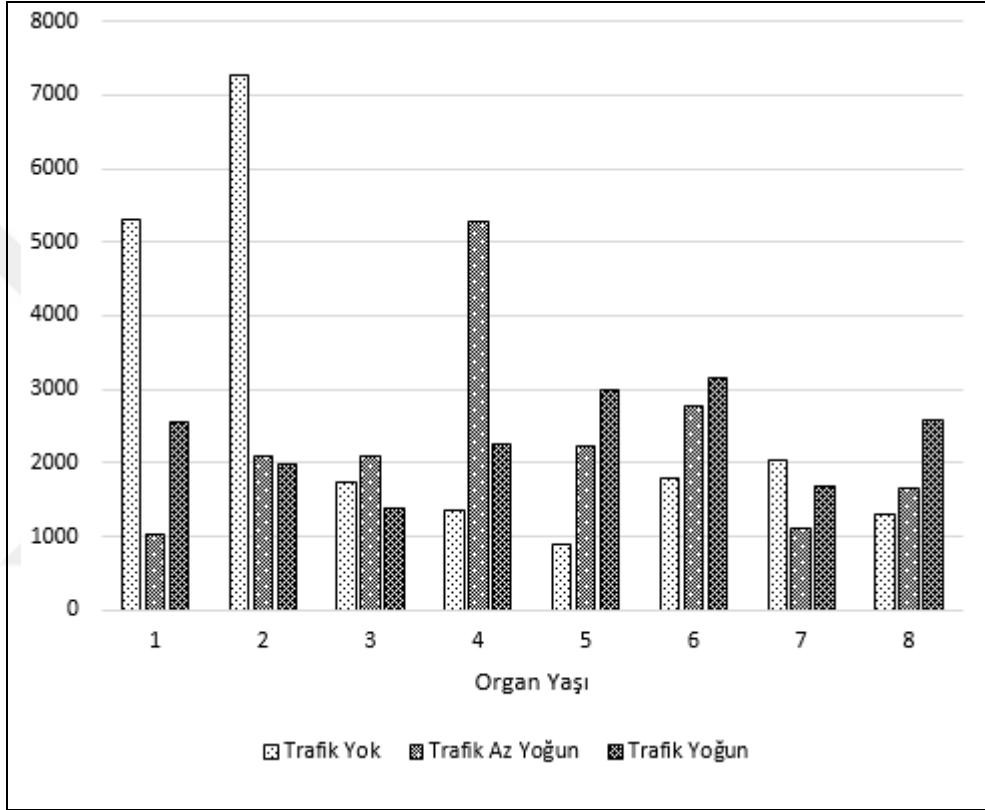
Tablo 4.7. İbrelerde Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

İbre Yaşı	Trafik Yoğunluğu			F Değeri	Hata
	Yok	Az Yoğun	Yoğun		
1	5309,33 c	1036,67 a	2568,33 b	434764,395	0,000
2	7268,67 c	2093,33 b	1976,00 a	298241,514	0,000
3	1749,00 b	2101,00 c	1383,00 a	14500,950	0,000
4	1352,67 a	5290,67 c	2248,67 b	187973,706	0,000
5	904,00 a	2226,67 b	3001,00 c	143881,597	0,000
6	1796,00 a	2767,00 b	3163,67 c	12719,447	0,000
7	2024,67 c	1109,00 a	1677,00 b	26584,041	0,000
8	1303,00 a	1655,67 b	2593,67 c	20058,718	0,000

Mn elementinin ibre yaşı bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini gösterir tablo sonuçları incelendiğinde Mn konsantrasyonunun bütün yaşlarda trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p<0,001$) olduğu görölmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük değerlerin 4, 5, 6 ve 8 yaşındaki ibrelerde trafiğin olmadığı bölgede, 1 ve 7 yaşındaki ibrelerde trafiğin az yoğun olduğu bölgede, 2 ve 3 yaşındaki ibrelerde ise trafiğin yoğun olduğu bölgede elde edildiği

görülmektedir. En yüksek değerler ise 1, 2 ve 7 yaşındaki ibrelerde trafiğin olmadığı bölgelerde, 3 ve 4 yaşındaki ibrelerde trafiğin az yoğun olduğu bölgede, 5, 6 ve 8 yaşındaki ibrelerde ise trafiğin yoğun olduğu bölgelerde elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre göknar ibrelerinde genel olarak trafik yoğunluğu ile Mn konsantrasyonunun artışı arasında bariz bir ilişki olduğu söylenebilir. İbrelerde Mn elementinin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi Grafik 4.1’de verilmiştir.



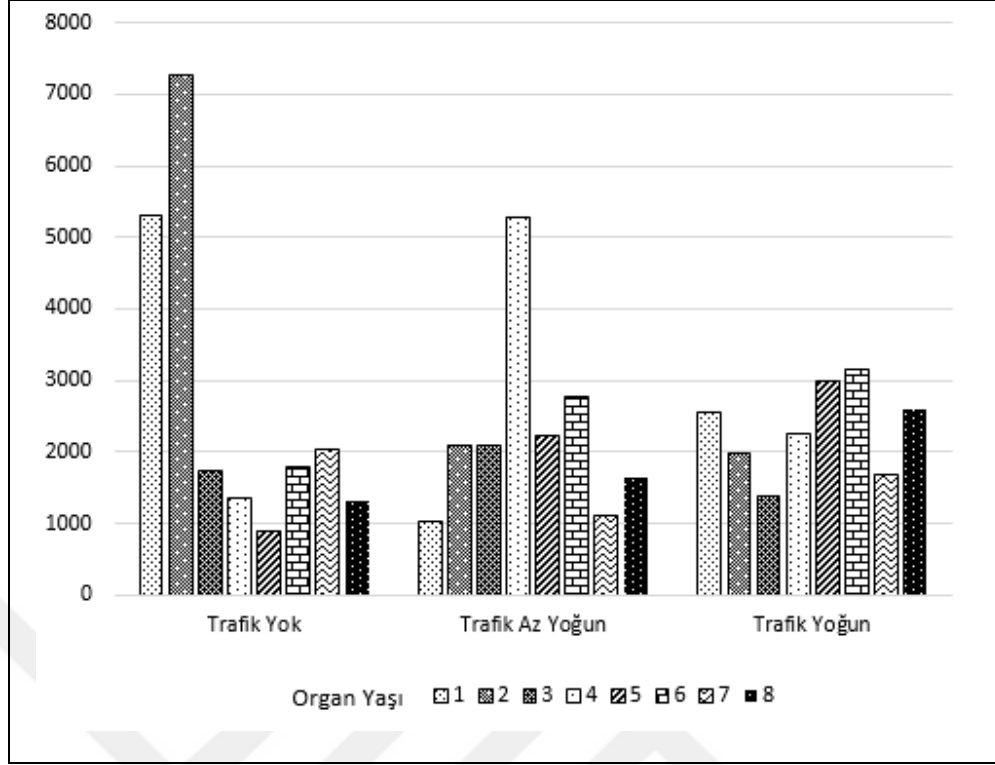
Grafik 4.1. İbrelerde Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Mn elementinin göknar ibrelerinde ibre yaşına bağlı olarak değişimi trafik yoğunluğu bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.8.’de verilmiştir.

Tablo 4.8. İbrelerde Mn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

İbren Yaşı	Trafik Yoğunluğu		
	Yok	Az Yoğun	Yoğun
1	5309,33 g	1036,67 a	2568,33 e
2	7268,67 g	2093,33 d	1976,00 c
3	1749,00 d	2101,00 d	1383,00 a
4	1352,67 c	5290,67 g	2248,67 d
5	904,00 a	2226,67 e	3001,00 g
6	1796,00 e	2767,00 f	3163,67 h
7	2024,67 f	1109,00 b	1677,00 b
8	1303,00 b	1655,67 c	2593,67 f
F Değeri	277474,233	92744,980	21978,946
Hata	0,000	0,000	0,000

Mn elementinin ibre yaşı bazında değişimini gösterir varyans analizi sonuçlarına göre, bütün trafik yoğunluklarında Mn konsantrasyonunun ibre yaşına bağlı olarak değişimi istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeydedir. Mn konsantrasyonunun ibre yaşına bağlı olarak trafiğin olmadığı bölgelerde 904,00 ppb ile 7268,67 ppb, trafiğin az yoğun olduğu bölgelerde 1036,67 ppb ile 5290,67 ppb ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde ise 1383,00 ppb ile 3163,67 ppb arasında değiştiği belirlenmiştir. Değerler incelendiğinde trafiğin olmadığı alanlarda en düşük değer 5 yaşındaki ibrelerde elde edilirken en düşük ikinci değer 8 yaşındaki ibrelerde elde edilirken en yüksek değerler 1 ve 2 yaşındaki ibrelerde elde edilmiştir. Benzer bir durum diğer trafik yoğunluklarında da elde edilmiştir. Trafikin az yoğun olduğu bölgede en düşük değer 1, en düşük ikinci değer 7 yaşındaki ibrelerde elde edilirken en yüksek değer 4 yaşındaki ibrelerde elde edilmiştir. Trafikin yoğun olduğu bölgede de en düşük ve en yüksek değerler 3 ve 6 yaşındaki ibrelerde elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre ibre yaşı ile Mn konsantrasyonu değişimi arasında belirgin bir ilişki algılanamamaktadır. İbrelerde Mn elementinin konsantrasyonunun ibre yaşına bağlı değişimi Grafik 4.2'de verilmiştir.



Grafik 4.2. İbrelere Mn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

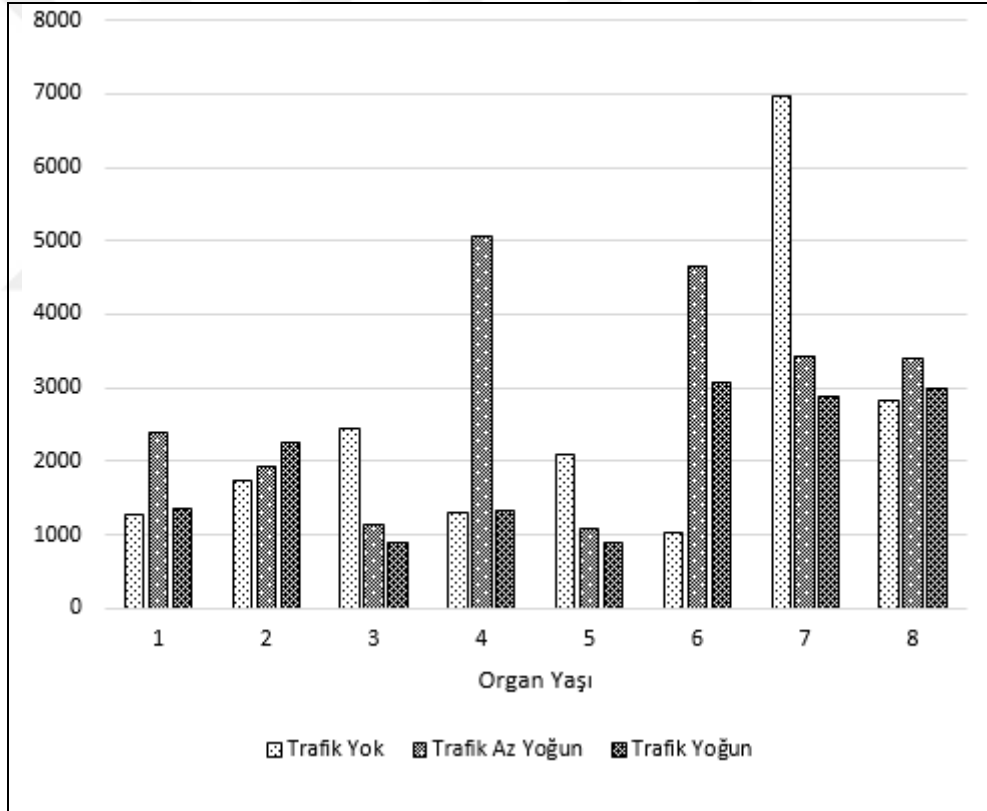
4.4.1.2. Odunlarda Mn Elementinin Değişimi

Mn elementinin göknar odunlarında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi odun yaşı bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Odunlarda Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Odun Yaşı	Trafik Yoğunluğu			F Değeri	Hata
	Yok	Az Yoğun	Yoğun		
1	1270,67 a	2386,33 c	1349,00 b	62701,132	0,000
2	1745,00 a	1936,67 b	2253,33 c	7736,413	0,000
3	2442,00 c	1152,00 b	883,00 a	88033,986	0,000
4	1295,33 a	5049,33 c	1336,67 b	268058,829	0,000
5	2080,67 c	1094,33 b	889,67 a	135179,049	0,000
6	1024,00 a	4651,00 c	3073,67 b	161481,181	0,000
7	6972,67 c	3440,33 b	2889,67 a	302583,920	0,000
8	2834,33 a	3410,67 c	2990,33 b	5477,838	0,000

Odunlarda Mn elementinin trafik yoğunluğuna bağlı değişimi incelendiğinde bütün yaşlarda trafik yoğunluğuna bağlı değişimin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde 1, 2, 4, 6 ve 8 yaşındaki odunlarda en düşük değerler trafiğin olmadığı bölgelerde elde edilirken 3, 5 ve 7 yaşındaki odunlarda en yüksek değerler trafiğin olmadığı bölgelerde elde edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde trafik yoğunluğu ile Mn konsantrasyonu arasında 2 yaşındaki odunlarda doğru, 3 ve 5 yaşındaki odunlarda ters orantılı bir ilişki mevcuttur. Bu sonuçlara göre odunlarda Mn konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin anlamlı olmadığı söylenebilir. Odunlarda Mn elementinin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi Grafik 4.3’de verilmiştir.



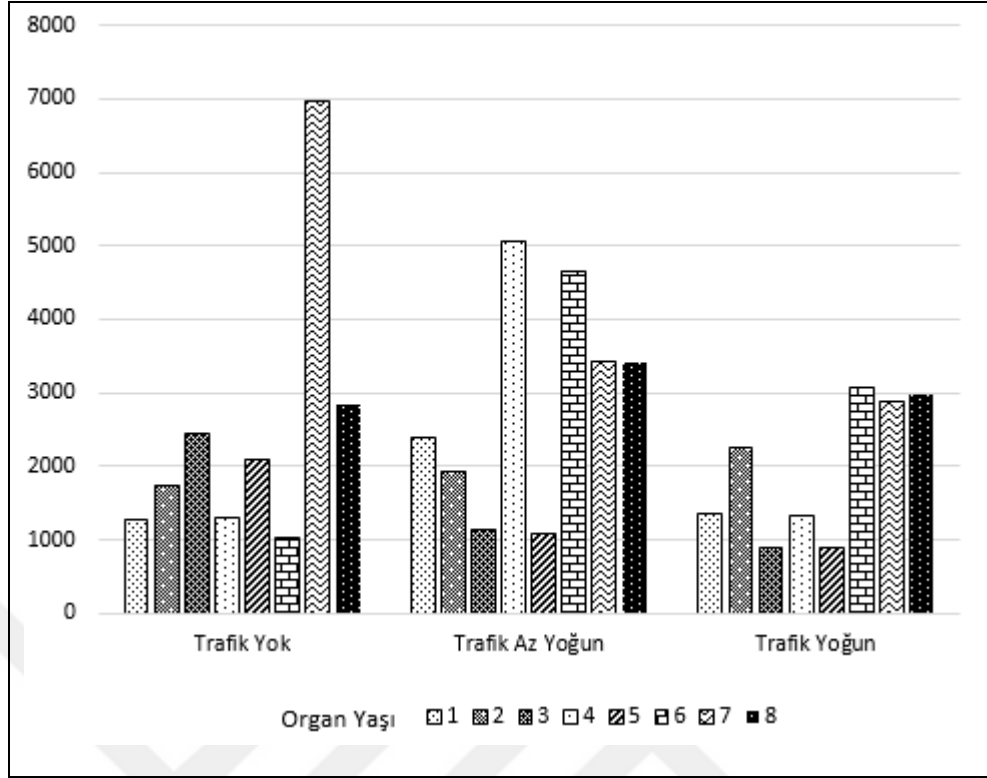
Grafik 4.3. Odunlarda Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Mn elementinin göknar odunlarında odun yaşına bağlı olarak değişimi trafik yoğunluğu bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.10.’da verilmiştir.

Tablo 4.10. Odunlarda Mn (ppb) Elementinin Odun Yaşına Bağlı Değişimi

Odun Yaşı	Trafik Yoğunluğu		
	Yok	Az Yoğun	Yoğun
1	1270,67 b	2386,33 d	1349,00 c
2	1745,00 d	1936,67 c	2253,33 d
3	2442,00 f	1152,00 b	883,00 a
4	1295,33 c	5049,33 h	1336,67 b
5	2080,67 e	1094,33 a	889,67 a
6	1024,00 a	4651,00 g	3073,67 g
7	6972,67 h	3440,33 f	2889,67 e
8	2834,33 g	3410,67 e	2990,33 f
F Değeri	383028,764	149540,698	80546,521
Hata	0,000	0,000	0,000

Tablo değerleri incelendiğinde varyans analizi sonuçlarına göre odun yaşına bağlı olarak Mn konsantrasyonunun bütün trafik yoğunluklarında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde ise odun yaşı ile Mn konsantrasyonunun artışı arasında anlamlı bir ilişki görülememektedir. Trafik olmadığı bölgelerde en düşük değerlerin 6 yaşındaki odunlarda, en yüksek değerlerin ise 7 ve 8 yaşındaki odunlarda elde edildiği görülmektedir. Trafik az yoğun olduğu ve yoğun olduğu bölgelerde en düşük değer 5 yaş, en yüksek üç değer 6, 7 ve 8 yaş odunlarda elde edilmiştir. Odunlarda Mn elementinin konsantrasyonunun odun yaşına bağlı değişimi Grafik 4.4’de verilmiştir.



Grafik 4.4. Odunlarda Mn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

4.4.1.3. Kabuklarda Mn Elementinin Değişimi

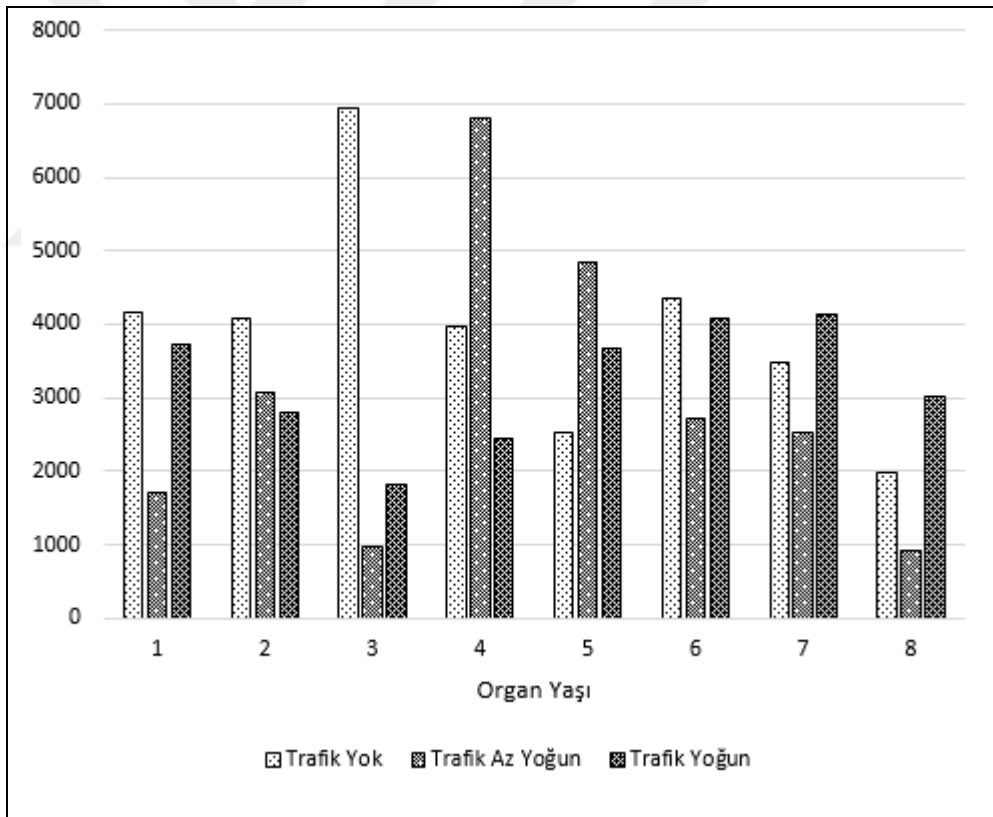
Mn elementinin göknar kabuklarında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi kabuk yaşı bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.11.'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Kabuklarda Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Kabuk Yaşı	Trafik Yoğunluğu			F Değeri	Hata
	Yok	Az Yoğun	Yoğun		
1	4154,00 c	1712,67 a	3729,33 b	69701,481	0,000
2	4088,33 c	3083,00 b	2809,33 a	17851,943	0,000
3	6940,33 c	976,67 a	1806,33 b	389698,898	0,000
4	3960,33 b	6803,00 c	2459,00 a	55150,194	0,000
5	2534,67 a	4832,67 c	3674,67 b	19478,774	0,000
6	4354,33 c	2731,67 a	4085,33 b	24484,649	0,000
7	3480,67 b	2540,00 a	4129,00 c	7334,255	0,000
8	1971,67 b	931,67 a	3020,00 c	96517,459	0,000

Tablo 4.11’de görüldüğü üzere Mn konsantrasyonunun bütün yaşlarda trafik yoğunluğuna bağlı değişimi istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeydedir. Değerler incelendiğinde Mn konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin anlamlı düzeyde olduğunu söylemek oldukça zordur. En düşük değerler 5 yaşındaki kabuklarda trafiğin olmadığı, 1, 3, 6, 7 ve 8 yaşındaki kabuklarda trafiğin az yoğun olduğu, 2 ve 4 yaşındaki kabuklarda ise trafiğin yoğun olduğu bölgelerde elde edilmiştir.

En yüksek değerler ise 1, 2, 3 ve 6 yaşındaki kabuklarda trafiğin olmadığı, 4 ve 5 yaşındaki kabuklarda trafiğin az yoğun olduğu, 7 ve 8 yaşındaki kabuklarda ise trafiğin yoğun olduğu bölgelerde elde edilmiştir. Kabuklarda Mn elementinin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi Grafik 4.5’de verilmiştir.



Grafik 4.5. Kabuklarda Mn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Mn elementinin göknar kabuklarında kabuk yaşına bağlı olarak değişimi trafik yoğunluğu bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde

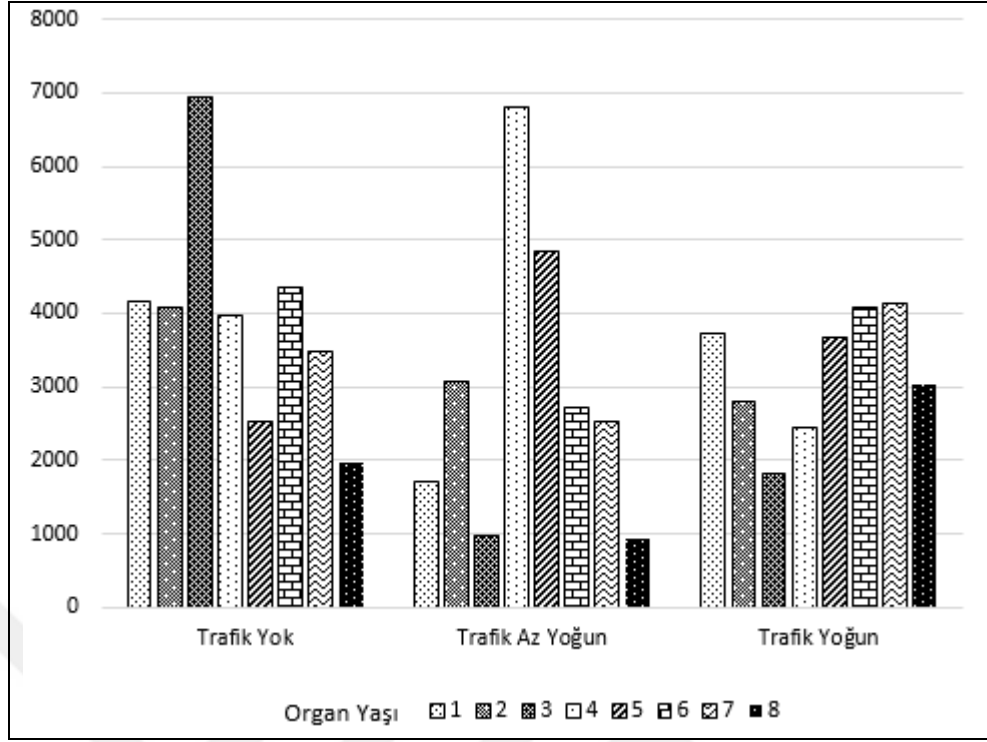
edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.12.'de verilmiştir.

Tablo 4.12. *Kabuklarda Mn (ppb) Elementinin Kabuk Yaşına Bağlı Değişimi*

İbre Yaşı	Trafik Yoğunluğu		
	Yok	Az Yoğun	Yoğun
1	4154,00 f	1712,67 c	3729,33 f
2	4088,33 e	3083,00 f	2809,33 c
3	6940,33 h	976,67 b	1806,33 a
4	3960,33 d	6803,00 h	2459,00 b
5	2534,67 b	4832,67 g	3674,67 e
6	4354,33 g	2731,67 e	4085,33 g
7	3480,67 c	2540,00 d	4129,00 h
8	1971,67 a	931,67 a	3020,00 d
F Değeri	52763,026	92032,084	13625,383
Hata	0,000	0,000	0,000

Mn elementinin göknar kabuklarında trafik yoğunluğu bazında kabuk yaşına bağlı olarak değişimini gösterir tablo incelendiğinde, diğer organlarda olduğu gibi kabuk yaşına bağlı olarak Mn konsantrasyonunun bütün trafik yoğunluklarında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) olduğu görülmektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde ise Mn konsantrasyonunun trafiğin olmadığı bölgelerde 1971,67 ppb (8 yaş) ile 6940,33 ppb (3 yaş) arasında, trafiğin az yoğun olduğu bölgelerde 931,67 ppb (8 yaş) ile 6803,00 ppb (4 yaş) arasında ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde ise 1806,33 ppb (3 yaş) ile 4129,00 ppb (7 yaş) arasında değiştiği görülmektedir. Değerler incelendiğinde genel olarak kabuk yaşı ile Mn konsantrasyonunun değişimi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu söylemek oldukça zordur. Kabuklarda Mn elementinin konsantrasyonunun kabuk yaşına bağlı değişimi Grafik 4.6'da verilmiştir.



Grafik 4.6. Kabuklarda Mn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

4.4.2. Ni Elementinin Değişimi

4.4.2.1. İbrelerde Ni Elementinin Değişimi

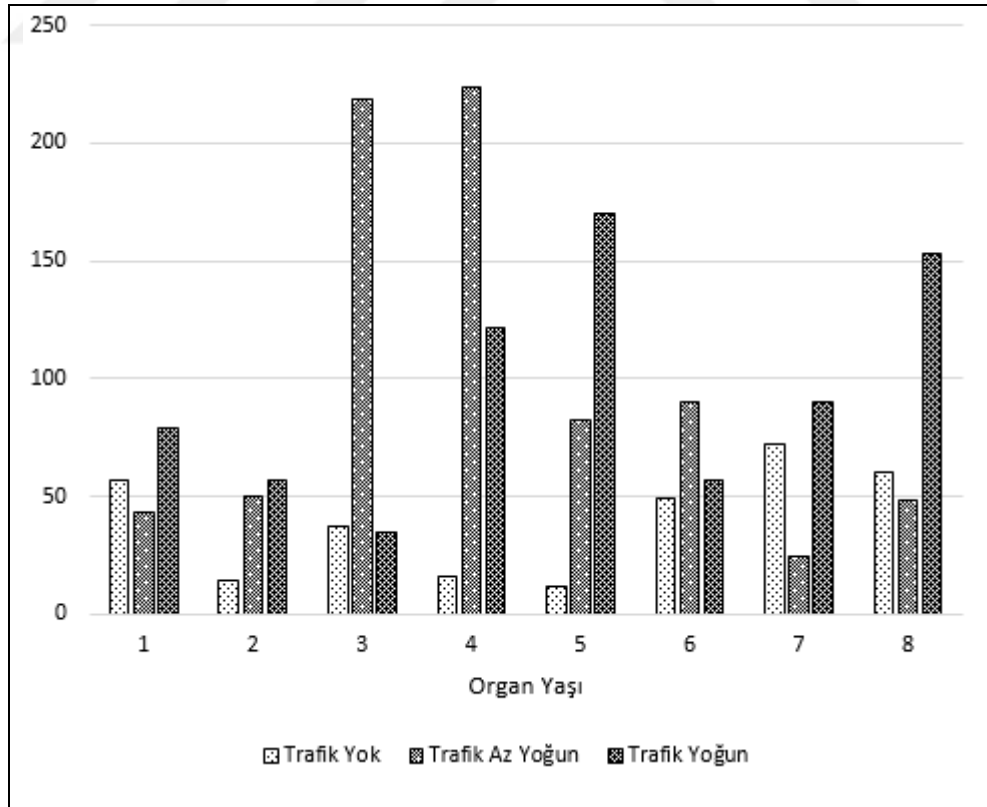
Ni elementi çalışmaya konu en önemli elementlerin başında gelmektedir. Ni elementinin göknar ibrelerinde trafik yoğunluğuna bağlı değişimi ibre yaşı bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.13. İbrelerde Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

İbre Yaşı	Trafik Yoğunluğu			F Değeri	Hata
	Yok	Az Yoğun	Yoğun		
1	56,67 b	43,00 a	78,67 c	105,337	0,000
2	14,67 a	49,67 b	57,00 c	337,049	0,000
3	37,00 b	219,00 c	35,00 a	1210,554	0,000
4	16,00 a	223,67 c	121,67 b	1094,462	0,000
5	12,00 a	82,67 b	170,00 c	567,557	0,000
6	49,33 a	90,33 c	57,00 b	26,641	0,001
7	72,00 b	24,67 a	89,67 c	342,685	0,000
8	60,33 b	48,00 a	152,67 c	273,520	0,000

Ni elementinin ibre yaşı bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini gösterir Tablo 4.13 incelendiğinde Ni konsantrasyonunun bütün yaşlarda trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p<0,05$) olduğu, bu değişimin 6 yaşındaki ibrelerde istatistiki olarak % 99 güven düzeyinde ($p<0,01$), diğer yaşlarda ise % 99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlı olduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde 2, 4, 5 ve 6 yaşındaki ibrelerde en düşük değerlerin, diğer ibrelerde ise en düşük ikinci değerlerin trafiğin olmadığı bölgeden alınan ibrelerde elde edildiği görülmektedir. En yüksek değerler ise 3, 4 ve 6 yaşındaki ibreler dışındaki bütün ibrelerde trafiğin yoğun olduğu bölgelerden alınan ibrelerde elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre göknar ibrelerinde genel olarak trafik yoğunluğuna bağlı olarak Ni konsantrasyonunun arttığı söylenebilir. İbrelerde Ni elementinin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi Grafik 4.7’de verilmiştir.



Grafik 4.7. İbrelerde Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

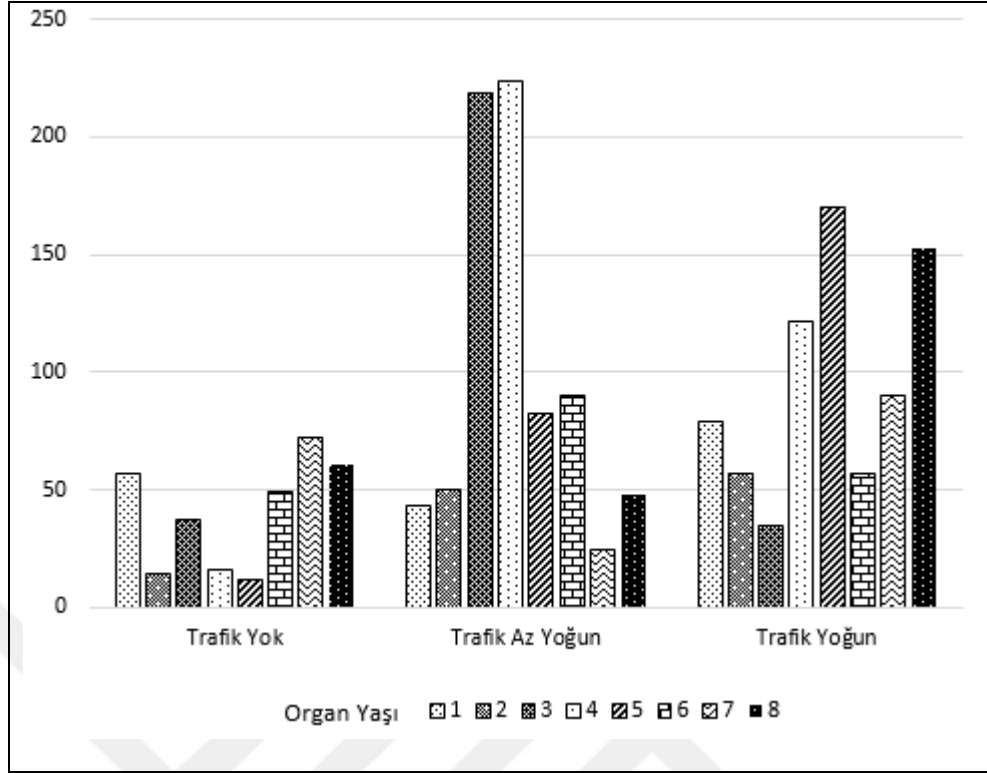
Ni elementinin göknar ibrelerinde ibre yaşına bağlı olarak değişimi trafik yoğunluğu bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.14.'de verilmiştir.

Tablo 4.14. İbrelerde Ni (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

İbre Yaşı	Trafik Yoğunluğu		
	Yok	Az Yoğun	Yoğun
1	56,67 c	43,00 b	78,67 d
2	14,67 a	49,67 b	57,00 b
3	37,00 b	219,00 d	35,00 a
4	16,00 a	223,67 d	121,67 f
5	12,00 a	82,67 c	170,00 h
6	49,33 cd	90,33 c	57,00 c
7	72,00 e	24,67 a	89,67 e
8	60,33 d	48,00 b	152,67 g
F Değeri	81,529	670,933	259,383
Hata	0,000	0,000	0,000

Ni elementinin ibre yaşı bazında değişimini gösterir varyans analizi sonuçlarına göre, bütün trafik yoğunluklarında Ni konsantrasyonunun ibre yaşına bağlı olarak değişimi istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeydedir.

Ni konsantrasyonunun ibre yaşına bağlı olarak trafiğin olmadığı bölgelerde 12,00 ppb ile 60,33 ppb, trafiğin az yoğun olduğu bölgelerde 24,67 ppb ile 223,67 ppb ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde ise 35,00 ppb ile 170,00 ppb arasında değiştiği belirlenmiştir. Ancak Ni konsantrasyonunun ibre yaşı bazında değişimi incelendiğinde, ibre yaşı ile Ni konsantrasyonu değişimi arasında belirgin bir ilişki algılanamamaktadır. İbrelerde Ni elementinin konsantrasyonunun ibre yaşına bağlı değişimi Grafik 4.8'de verilmiştir.



Grafik 4.8. İbrelerde Ni (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

4.4.2.2. Odunlarda Ni Elementinin Değişimi

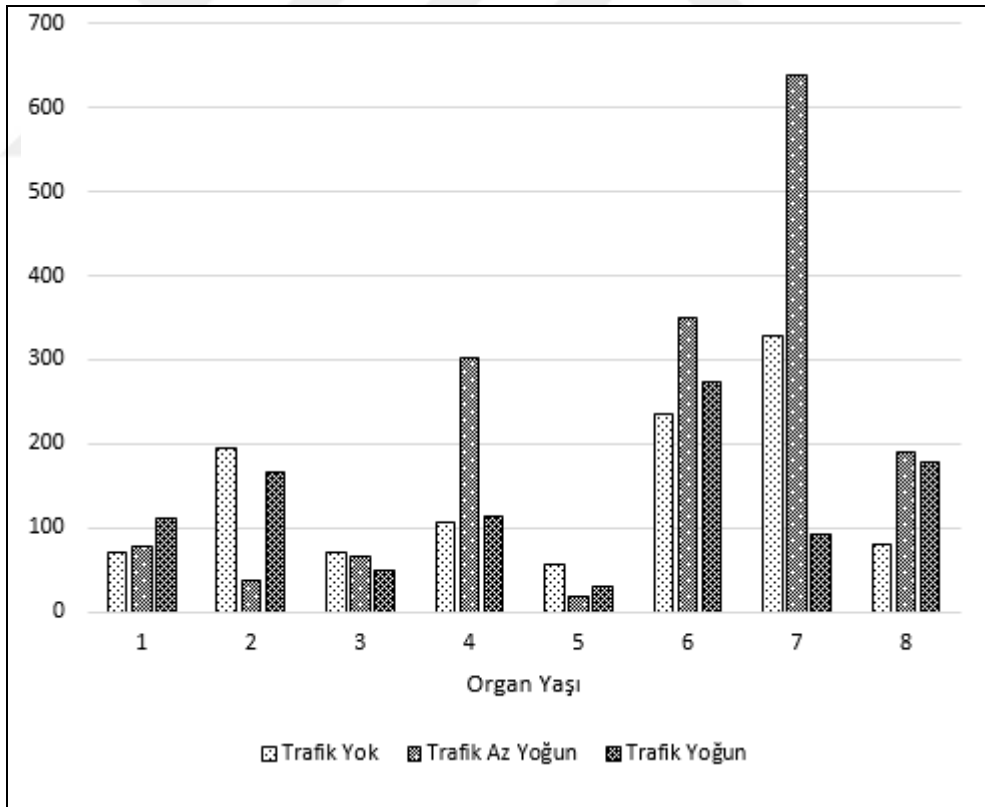
Ni elementinin göknar odunlarında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi odun yaşı bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.15’de verilmiştir.

Tablo 4.15. Odunlarda Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Odun Yaşı	Trafik Yoğunluğu			F Değeri	Hata
	Yok	Az Yoğun	Yoğun		
1	70,67 a	78,33 b	111,33 c	21,117	0,002
2	195,00 c	38,67 a	166,67 b	1574,126	0,000
3	70,33 c	65,33 b	50,33 a	16,810	0,003
4	107,00 a	302,00 c	113,67 b	438,893	0,000
5	56,67 c	19,67 a	30,00 b	30,753	0,000
6	235,00 a	350,67 c	273,67 b	355,943	0,000
7	328,67 b	637,33 c	93,67 a	5352,883	0,000
8	81,00 a	190,33 c	177,33 b	251,470	0,000

Odonlarda Ni elementinin trafik yoğunluğuna bağlı değişimi incelendiğinde bütün yaşlarda trafik yoğunluğuna bağlı değişimin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Bu değişimin 1 ve 3 yaşındaki ibrelerde istatistiki olarak %99 güven düzeyinde ($p<0,01$), diğer yaşlarda ise %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlı olduğu görülmektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde 1, 4, 6 ve 8 yaşındaki odunlarda en düşük değerler trafiğin olmadığı bölgelerde elde edilirken 2, 3 ve 5 yaşındaki odunlarda en yüksek değerler trafiğin olmadığı bölgelerde elde edilmiştir. Benzer şekilde 2 ve 5 yaşındaki odunlarda en düşük, 4, 6, 7 ve 8 yaşındaki odunlarda ise en yüksek değerler trafiğin az yoğun olduğu bölgelerde elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre odunlarda Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin anlamlı düzeyde olmadığı söylenebilir. Odunlarda Ni elementinin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi Grafik 1’de verilmiştir.



Grafik 4.9. Odunlarda Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Ni elementinin göknar odunlarında odun yaşına bağlı olarak değişimi trafik yoğunluğu bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde

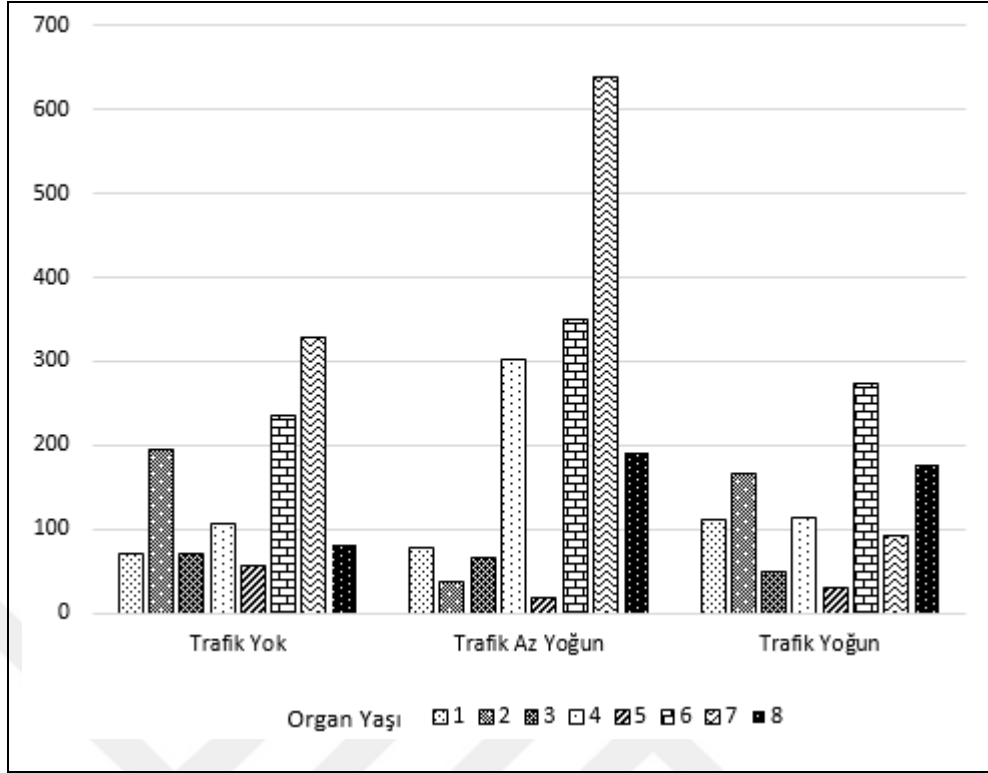
edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.16.'da verilmiştir.

Tablo 4.16. *Oduzlarda Ni (ppb) Elementinin Odun Yaşına Bağlı Değişimi*

Odun Yaşı	Trafik Yoğunluğu		
	Yok	Az Yoğun	Yoğun
1	70,67 b	78,33 c	111,33 d
2	195,00 d	38,67 b	166,67 e
3	70,33 b	65,33 c	50,33 b
4	107,00 c	302,00 e	113,67 d
5	56,67 a	19,67 a	30,00 a
6	235,00 e	350,67 f	273,67 g
7	328,67 f	637,33 g	93,67 c
8	81,00 b	190,33 d	177,33 f
F Değeri	684,514	2292,081	811,368
Hata	0,000	0,000	0,000

Tablo değerleri incelendiğinde varyans analizi sonuçlarına göre odun yaşına bağlı olarak Ni konsantrasyonunun bütün trafik yoğunluklarında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) olduğu görülmektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde ise odun yaşı ile birlikte Ni konsantrasyonunun kısmen artış gösterdiği söylenebilir. Fakat bütün trafik yoğunluklarında en düşük konsantrasyonların 5 yaşındaki odunlarda elde edilmiş olması dikkat çekmektedir. 5 yaşındaki odunlarda elde edilen değerler gözardı edildiğinde trafiğin olmadığı bölgelerde en düşük değerlerin 1, 3 ve 8 yaşındaki odunlarda, en yüksek değerlerin ise 6 yaşındaki odunlarda elde edildiği görülmektedir. Trafikin az yoğun olduğu bölgelerde en düşük değer 2 yaş, en yüksek değer 7 yaş odunlarda, trafiğin yoğun olduğu bölgelerde en düşük değer 3 yaş, en yüksek değer ise 6 yaş odunlarda elde edilmiştir. Odunlarda Ni elementinin konsantrasyonunun odun yaşına bağlı değişimi Grafik 4.10'de verilmiştir.



Grafik 4.10. Odunlarda Ni (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

4.4.2.3. Kabuklarda Ni Elementinin Değişimi

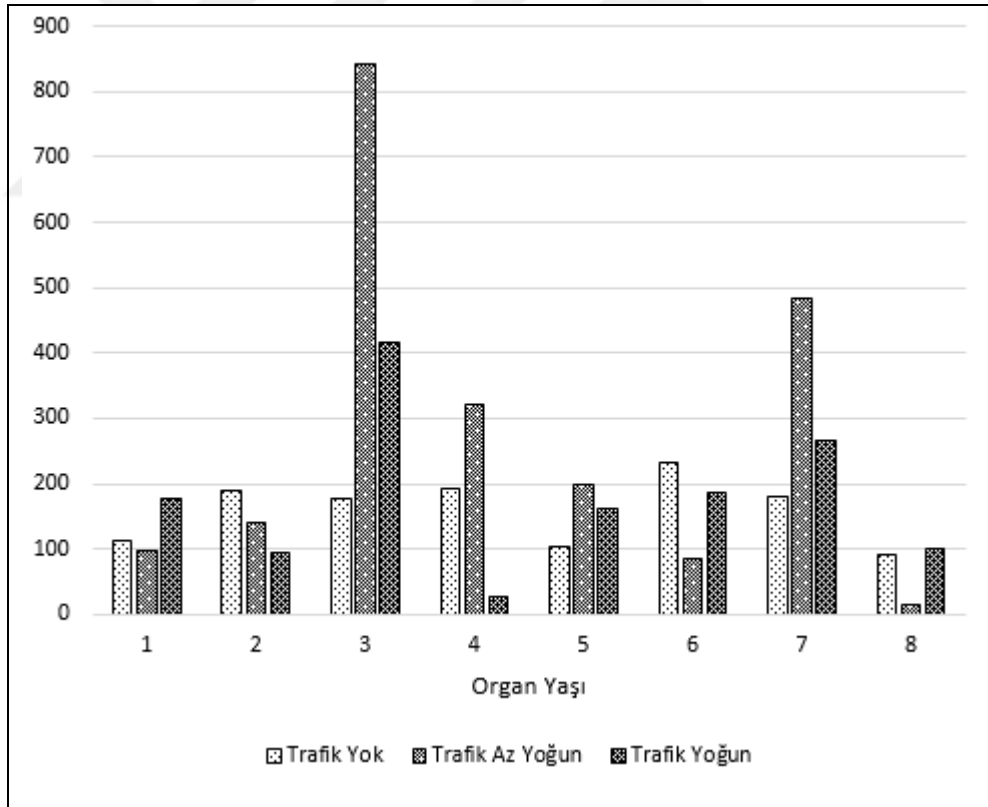
Ni elementinin göknar kabuklarında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi kabuk yaşı bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17. Kabuklarda Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Kabuk Yaşı	Trafik Yoğunluğu			F Değeri	Hata
	Yok	Az Yoğun	Yoğun		
1	112,33 b	97,67 a	177,33 c	163,438	0,000
2	189,33 c	141,33 b	95,67 a	80,589	0,000
3	178,00 a	843,33 c	415,00 b	3931,346	0,000
4	192,33 b	320,33 c	27,67 a	2279,169	0,000
5	104,67 a	199,00 c	163,00 b	82,465	0,000
6	232,67 c	84,00 a	187,00 b	183,567	0,000
7	179,00 a	484,00 c	265,33 b	1596,462	0,000
8	92,33 b	15,00 a	100,33 c	208,948	0,000

Tabloda görüldüğü üzere Ni konsantrasyonunun bütün yaşlarda trafik yoğunluğuna bağlı değişimi istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeydedir. Değerler incelendiğinde Ni konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin anlamlı düzeyde olduğunu söylemek oldukça zordur. En düşük değerler 3, 5 ve 7 yaşındaki kabuklarda trafiğin olmadığı, 1, 6 ve 8 yaşındaki kabuklarda trafiğin az yoğun olduğu, 2 ve 4 yaşındaki kabuklarda ise trafiğin yoğun olduğu bölgelerde elde edilmiştir.

En yüksek değerler ise 2 ve 6 yaşındaki kabuklarda trafiğin olmadığı, 3, 4, 5 ve 7 yaşındaki kabuklarda trafiğin az yoğun olduğu, 1 ve 8 yaşındaki kabuklarda ise trafiğin yoğun olduğu bölgelerde elde edilmiştir. Kabuklarda Ni elementinin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi Grafik 4.11’de verilmiştir.



Grafik 4.11. Kabuklarda Ni (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

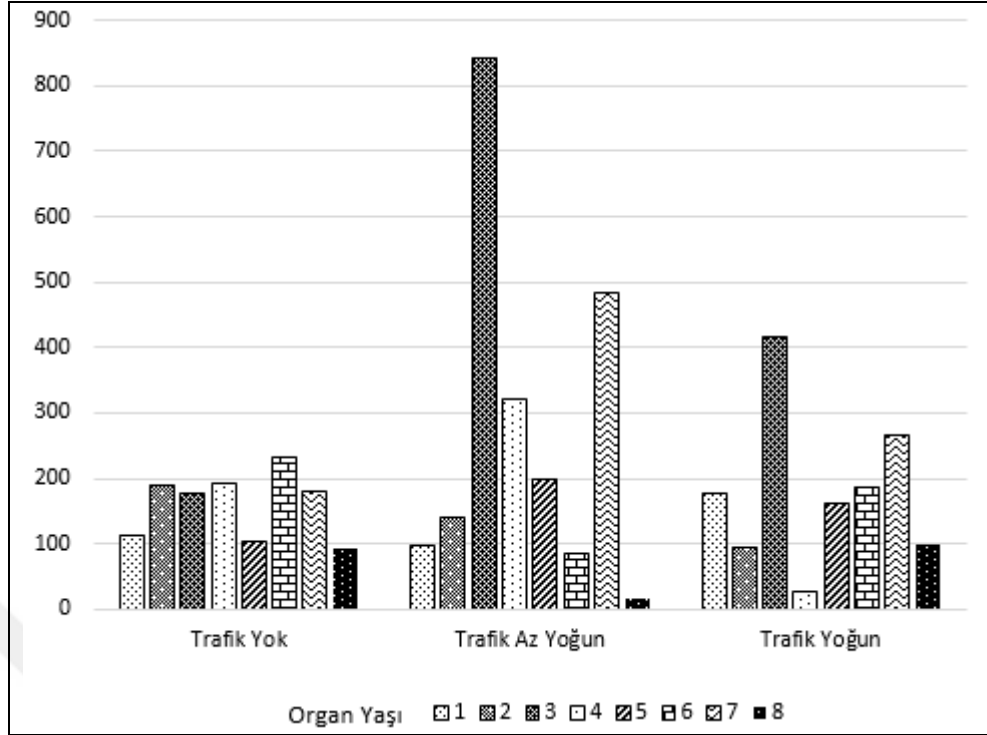
Ni elementinin göknar kabuklarında kabuk yaşına bağlı olarak değişimi trafik yoğunluğu bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.18.'de verilmiştir.

Tablo 4.18. *Kabuklarda Ni (ppb) Elementinin Kabuk Yaşına Bağlı Değişimi*

Kabuk Yaşı	Trafik Yoğunluğu		
	Yok	Az Yoğun	Yoğun
1	112,33 b	97,67 b	177,33 cd
2	189,33 d	141,33 c	95,67 b
3	178,00 c	843,33 g	415,00 f
4	192,33 d	320,33 e	27,67 a
5	104,67 b	199,00 d	163,00 c
6	232,67 e	84,00 b	187,00 d
7	179,00 c	484,00 f	265,33 e
8	92,33 a	15,00 a	100,33 b
F Değeri	283,598	3235,773	500,488
Hata	0,000	0,000	0,000

Ni elementinin göknar kabuklarında trafik yoğunluğu bazında kabuk yaşına bağlı olarak değişimini gösterir tablo incelendiğinde, diğer organlarda olduğu üzere kabuk yaşına bağlı olarak Ni konsantrasyonunun bütün trafik yoğunluklarında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) olduğu görülmektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi oluşan gruplaşmalar incelendiğinde ise Ni konsantrasyonunun trafiğin olmadığı bölgelerde 92,33 ppb (8 yaş) ile 232,67 ppb (6 yaş) arasında, trafiğin az yoğun olduğu bölgelerde 15,00 ppb (8 yaş) ile 843,33 ppb (3 yaş) arasında ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde ise 27,67 ppb (4 yaş) ile 415,00 ppb (3 yaş) arasında değiştiği görülmektedir. Değerler incelendiğinde genel olarak kabuk yaşı ile Ni konsantrasyonunun değişimi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu söylemek oldukça zordur. Kabuklarda Ni elementinin konsantrasyonunun kabuk yaşına bağlı değişimi Grafik 4.12'de verilmiştir.



Grafik 4.12. Kabuklarda Ni (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

4.4.3. Zn Elementinin Değişimi

4.4.3.1. İbrelerde Zn Elementinin Değişimi

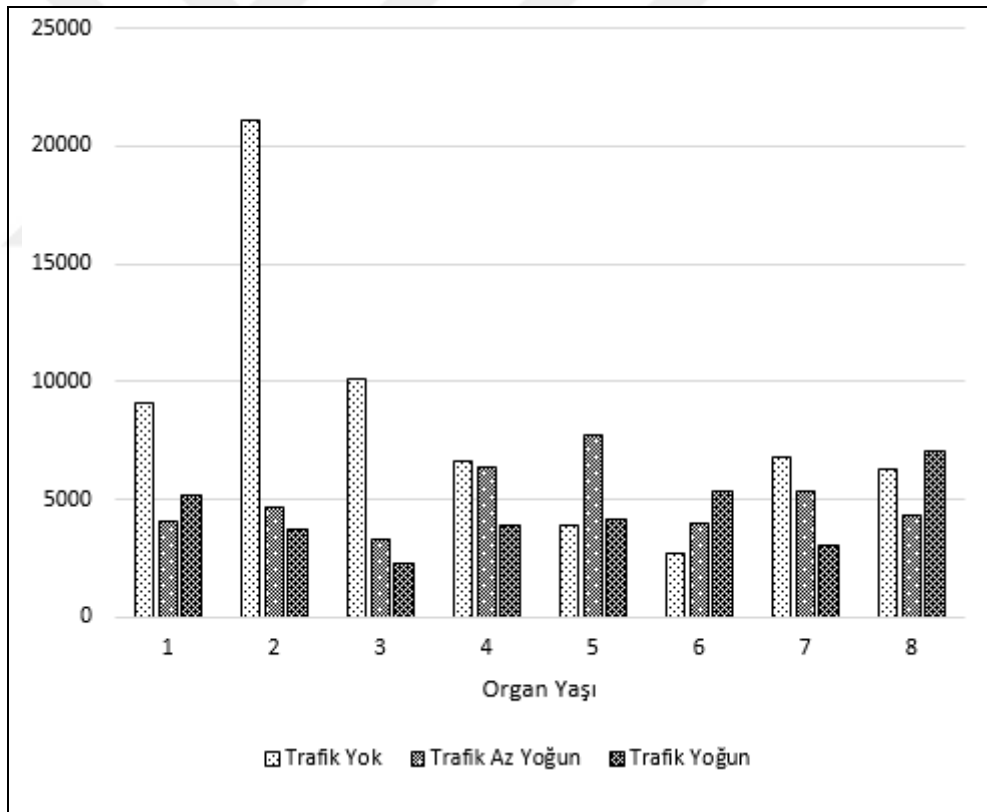
Zn elementinin göknar ibrelerinde trafik yoğunluğuna bağlı değişimi ibre yaşı bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.19'de verilmiştir.

Tablo 4.19. İbrelerde Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

İbre Yaşı	Trafik Yoğunluğu			F Değeri	Hata
	Yok	Az Yoğun	Yoğun		
1	9080,00 c	4069,33 a	5200,00 b	55982,631	0,000
2	21071,00 c	4633,00 b	3734,67 a	952252,814	0,000
3	10074,33 c	3309,33 b	2268,67 a	126696,682	0,000
4	6625,33 c	6382,67 b	3935,33 a	18852,073	0,000
5	3905,67 a	7751,67 c	4158,33 b	40754,796	0,000
6	2748,67 a	4013,67 b	5309,67 c	11137,995	0,000
7	6767,00 c	5305,33 b	3059,33 a	37836,480	0,000
8	6269,33 b	4313,67 a	7088,67 c	5361,913	0,000

Zn elementinin ibre yaşı bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini gösterir tablo sonuçları incelendiğinde Zn konsantrasyonunun bütün yaşlarda trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) anlamlı olduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde trafik yoğunluğu ile Zn elementinin konsantrasyonu arasında 6 yaşındaki ibrelerde doğru orantı bulunurken yani Zn konsantrasyonu trafik yoğunluğu ile birlikte artarken, 2, 3, 4 ve 7 yaşındaki ibrelerde ters orantı olduğu yani trafik yoğunluğu arttıkça Zn konsantrasyonunun azaldığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre göknar ibrelerinde genel olarak trafik yoğunluğuna bağlı olarak Zn konsantrasyonunun azaldığı söylenebilir. İbrelerde Zn elementinin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi Grafik 4.13’de verilmiştir.



Grafik 4.13. İbrelerde Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Zn elementinin göknar ibrelerinde ibre yaşına bağlı olarak değişimi trafik yoğunluğu bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F

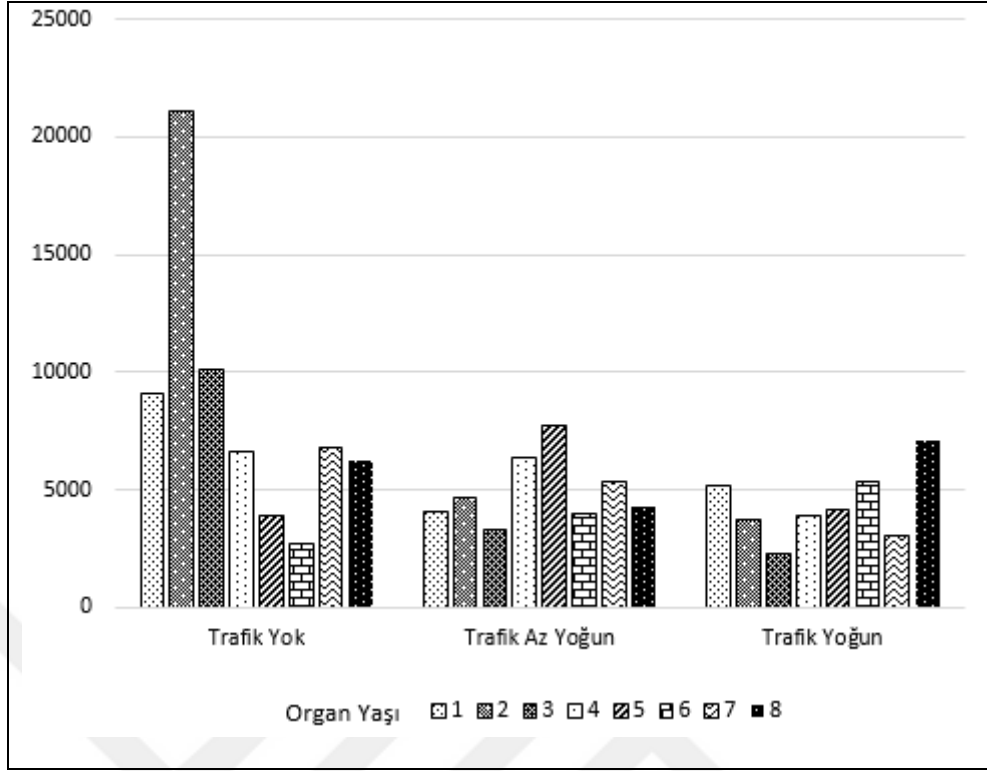
değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. İbrelerde Zn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

İbre Yaşı	Trafik Yoğunluğu		
	Yok	Az Yoğun	Yoğun
1	9080,00 f	4069,33 c	5200,00 f
2	21071,00 h	4633,00 e	3734,67 c
3	10074,33 g	3309,33 a	2268,67 a
4	6625,33 d	6382,67 g	3935,33 d
5	3905,67 b	7751,67 h	4158,33 e
6	2748,67 a	4013,67 b	5309,67 g
7	6767,00 e	5305,33 f	3059,33 b
8	6269,33 c	4313,67 d	7088,67 h
F Değeri	225266,476	17747,787	11684,223
Hata	0,000	0,000	0,000

Zn elementinin ibre yaşı bazında değişimini gösterir varyans analizi sonuçlarına göre, bütün trafik yoğunluklarında Zn konsantrasyonunun ibre yaşına bağlı olarak değişimi istatistiki olarak anlamlı ($p<0,001$) düzeydedir.

Zn konsantrasyonunun ibre yaşına bağlı olarak trafiğin olmadığı bölgelerde en düşük değerlerin 6 yaş (2748,67 ppb) ve 5 yaş (3905,67) ibrelerde elde edilirken en yüksek değerlerin 2 yaş (21071,00 ppb) ve 3 yaş (10074,33 ppb) ibrelerde elde edildiği görülmektedir. Trafikin az yoğun olduğu bölgelerde en düşük değerler 3 yaş (3309,33 ppb) ve 6 yaş (4013,67 ppb) ibrelerde elde edilirken en yüksek değerler 4 yaş (6382,67 ppb) ve 5 yaş (7751,67 ppb) ibrelerde elde edilmiş, trafiğin yoğun olduğu bölgelerde ise en düşük değerler 3 yaş (2268,67 ppb) ve 7 yaş (3059,33 ppb) ibrelerde elde edilirken en yüksek değerler 8 yaş (7088,67 ppb) ve 6 yaş (5309,67 ppb) ibrelerde elde edilmiştir. Zn konsantrasyonunun ibre yaşı bazında değişimi değerlendirildiğinde, ibre yaşı ile Zn konsantrasyonu değişimi arasında belirgin bir ilişki olduğunu söylemek mümkün değildir. İbrelerde Zn elementinin konsantrasyonunun ibre yaşına bağlı değişimi Grafik 4.14’de verilmiştir.



Grafik 4.14. İbrelerde Zn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

4.4.3.2. Odunlarda Zn Elementinin Değişimi

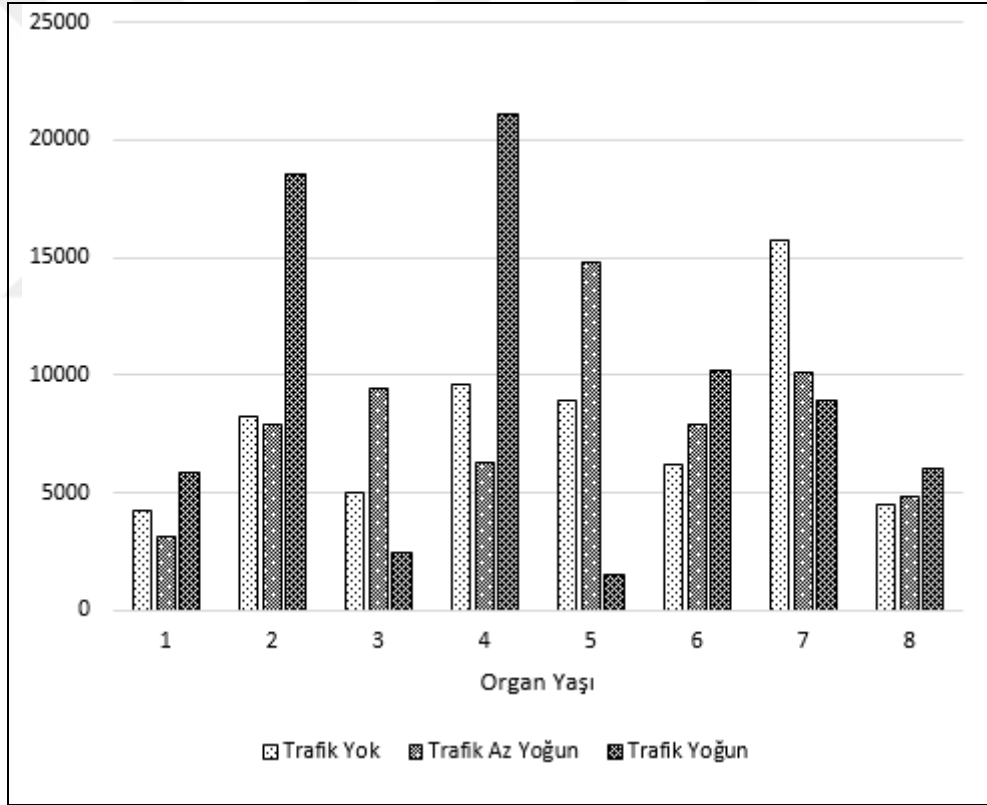
Zn elementinin göknar odunlarında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi odun yaşı bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.21. Odunlarda Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

İbre Yaşı	Trafik Yoğunluğu			F Değeri	Hata
	Yok	Az Yoğun	Yoğun		
1	4259,00 b	3164,33 a	5885,67 c	13546,956	0,000
2	8220,67 b	7864,00 a	18553,67 c	91677,582	0,000
3	4992,67 b	9455,00 c	2447,67 a	44291,361	0,000
4	9573,00 b	6269,00 a	21109,67 c	15680,734	0,000
5	8935,00 b	14774,00 c	1533,00 a	63217,644	0,000
6	6216,33 a	7872,00 b	10206,33 c	5903,956	0,000
7	15768,00 a	10107,67 c	8957,00 b	4272,242	0,000
8	4513,67 a	4852,67 b	6052,67 c	8770,735	0,000

Odonlarda Zn elementinin trafik yoğunluğuna bağlı değişimi incelendiğinde bütün yaşlarda trafik yoğunluğuna bağlı değişimin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p<0,001$) olduğu görülmektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucu oluşan gruplar incelendiğinde trafiğin olmadığı bölgelerde elde edilen değerlerin tamamının Duncan testi sonuçlarına göre ilk iki homojen grupta olması, 1, 2, 4, 6 ve 8 yaşındaki ibrelerde en yüksek değerlerin trafiğin yoğun olduğu bölgelerde elde edilmiş olması dikkat çekicidir. Rijid bir ayırım olmamakla birlikte genel olarak odunlarda Zn konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığı söylenebilir. Odunlarda Zn elementinin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi Grafik 4.15’de verilmiştir.



Grafik 4.15. Odunlarda Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

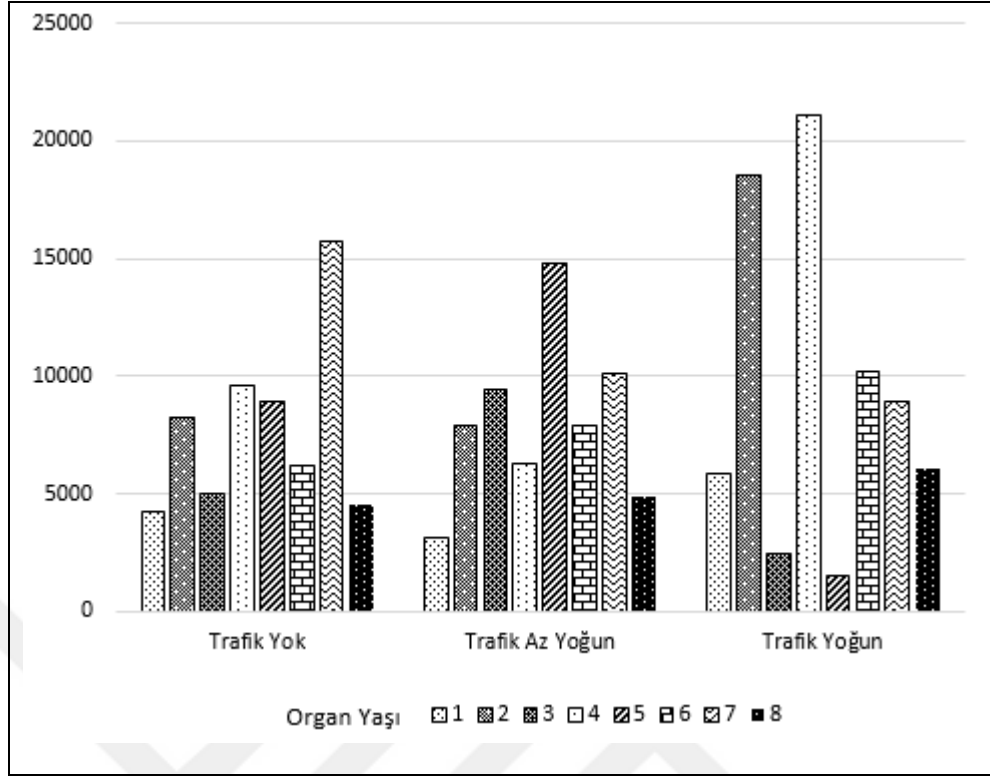
Zn elementinin göknar odunlarında odun yaşına bağlı olarak değişimi trafik yoğunluğu bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.22. Odunlarda Zn (ppb) Elementinin Odun Yaşına Bağlı Değişimi

İbre Yaşı	Trafik Yoğunluğu		
	Yok	Az Yoğun	Yoğun
1	4259,00 a	3164,33 a	5885,67 c
2	8220,67 f	7864,00 d	18553,67 g
3	4992,67 c	9455,00 e	2447,67 b
4	9573,00 h	6269,00 c	21109,67 h
5	8935,00 g	14774,00 g	1533,00 a
6	6216,33 d	7872,00 d	10206,33 f
7	15768,00 e	10107,67 f	8957,00 e
8	4513,67 b	4852,67 b	6052,67 d
F Değeri	3579,953	26748,312	74276,591
Hata	0,000	0,000	0,000

Tablo değerleri incelendiğinde varyans analizi sonuçlarına göre odun yaşına bağlı olarak Zn konsantrasyonunun bütün trafik yoğunluklarında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde ise odun yaşı ile birlikte Zn konsantrasyonunun değişimi arasında belirgin bir ilişki olduğunu söylemek oldukça zordur.

Tablo değerleri incelendiğinde trafiğin olmadığı bölgelerde en düşük ve en yüksek ikinci değer ilk iki yaş odunlarda elde edildiği, benzer şekilde trafiğin yoğun olduğu bölgelerde en düşük değer 5 yaşındaki, en yüksek iki değer ise 4 ve 6 yaşındaki odunlarda elde edildiği görülmektedir. Bu sonuçlara göre Zn konsantrasyonu ile trafik yoğunluğu arasında anlamlı bir ilişki olduğunu söylemek oldukça güçtür. Odunlarda Zn elementinin konsantrasyonunun odun yaşına bağlı değişimi Grafik 4.16'de verilmiştir.



Grafik 4.16. Odunlarda Zn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

4.4.3.3. Kabuklarda Zn Elementinin Değişimi

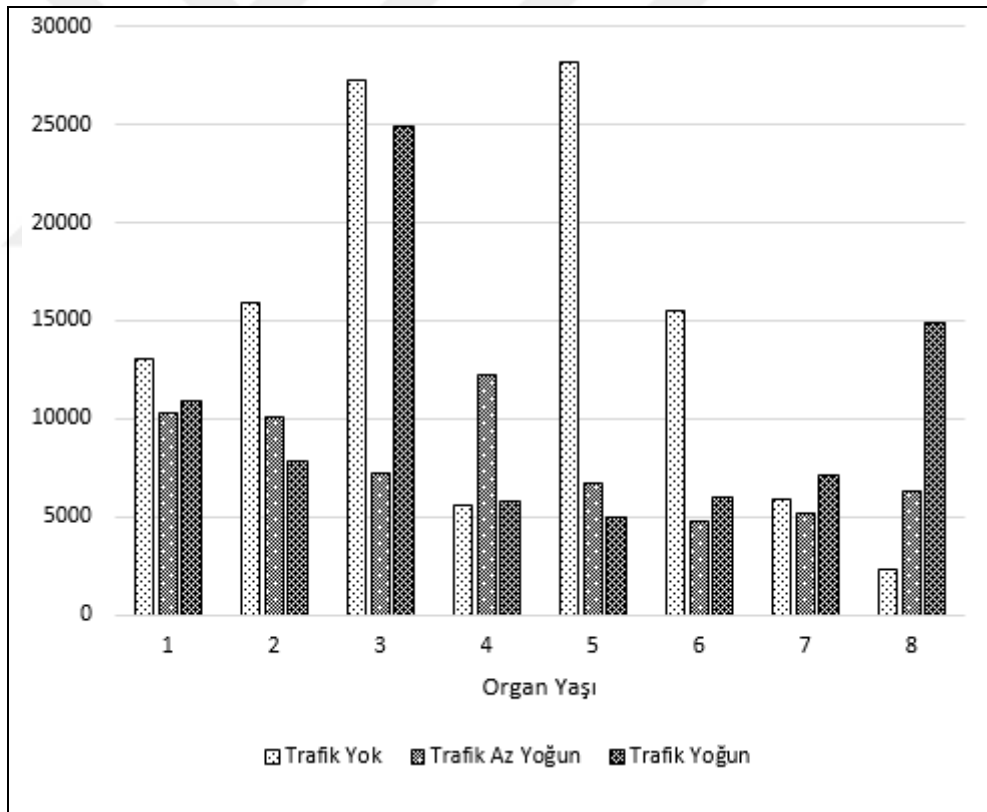
Zn elementinin göknar kabuklarında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi kabuk yaşı bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.23'de verilmiştir.

Tablo 4.23. Kabuklarda Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

İbre Yaşı	Trafik Yoğunluğu			F Değeri	Hata
	Yok	Az Yoğun	Yoğun		
1	13066,33 c	10268,33 a	10900,00 b	6721,030	0,000
2	15867,00 c	10051,67 b	7798,00 a	33736,498	0,000
3	27284,67 c	7248,00 a	24958,00 b	156040,459	0,000
4	5644,67 a	12257,00 c	5763,67 b	43301,468	0,000
5	28208,33 c	6771,00 b	4983,33 a	25359,187	0,000
6	15547,33 c	4810,00 a	6005,67 b	151676,682	0,000
7	5896,00 b	5154,67 a	7093,67 c	6258,270	0,000
8	2342,00 a	6358,33 b	14879,33 c	138747,989	0,000

Tabloda görüldüğü üzere Zn konsantrasyonunun bütün yaşlarda trafik yoğunluğuna bağlı değişimi istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeydedir. Değerler incelendiğinde Zn konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin anlamlı düzeyde olduğunu söylemek oldukça zordur. En düşük değerler 4 ve 8 yaşındaki kabuklarda trafiğin olmadığı, 1, 3, 6 ve 7 yaşındaki kabuklarda trafiğin az yoğun olduğu, 2 ve 5 yaşındaki kabuklarda ise trafiğin yoğun olduğu bölgelerde elde edilmiştir.

En yüksek değerler ise 1, 2, 3, 5 ve 6 yaşındaki kabuklarda trafiğin olmadığı, 4 yaşındaki kabuklarda trafiğin az yoğun olduğu, 7 ve 8 yaşındaki kabuklarda ise trafiğin yoğun olduğu bölgelerde elde edilmiştir. Kabuklarda Zn elementinin konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimi Grafik 4.17’de verilmiştir.



Grafik 4.17. Kabuklarda Zn (ppb) Elementinin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Zn elementinin göknar kabuklarında kabuk yaşına bağlı olarak değişimi trafik yoğunluğu bazında belirlenmiş ve ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde

edilen F değeri, hata oranı ve Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar Tablo 4.24'de verilmiştir.

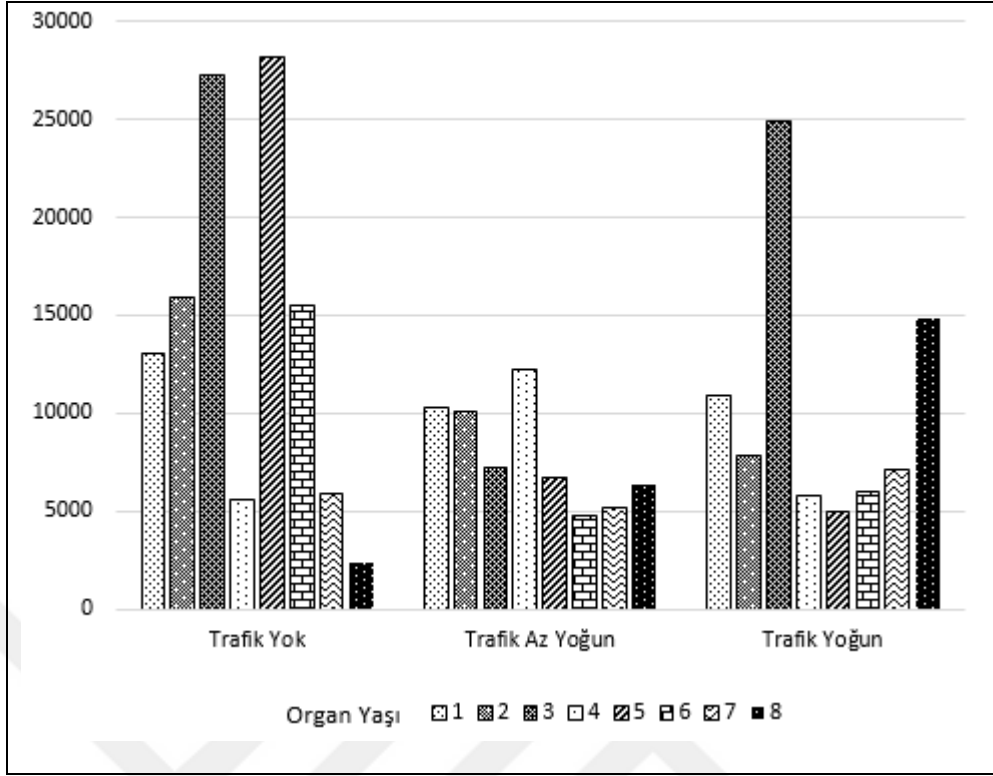
Tablo 4.24. Kabuklarda Zn (ppb) Elementinin Kabuk Yaşına Bağlı Değişimi

İbre Yaşı	Trafik Yoğunluğu		
	Yok	Az Yoğun	Yoğun
1	13066,33 d	10268,33 g	10900,00 f
2	15867,00 f	10051,67 f	7798,00 e
3	27284,67 g	7248,00 e	24958,00 h
4	5644,67 b	12257,00 h	5763,67 b
5	28208,33 h	6771,00 d	4983,33 a
6	15547,33 e	4810,00 a	6005,67 c
7	5896,00 c	5154,67 b	7093,67 d
8	2342,00 a	6358,33 c	14879,33 g
F Değeri	34619,668	21924,905	110540,895
Hata	0,000	0,000	0,000

Zn elementinin göknar kabuklarında trafik yoğunluğu bazında kabuk yaşına bağlı olarak değişimini gösterir tablo incelendiğinde, diğer organlarda olduğu üzere kabuk yaşına bağlı olarak Zn konsantrasyonunun bütün trafik yoğunluklarında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) olduğu görülmektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi oluşan gruplaşmalar incelendiğinde ise Zn konsantrasyonunun trafiğin olmadığı bölgelerde 2342,00 ppb (8 yaş) ile 28208,33 ppb (5 yaş) arasında, trafiğin az yoğun olduğu bölgelerde 4810,00 ppb (6 yaş) ile 12257,00 ppb (4 yaş) arasında ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde ise 4983,33 ppb (5 yaş) ile 24958,00 ppb (3 yaş) arasında değiştiği görülmektedir. Değerler incelendiğinde genel olarak kabuk yaşı ile Zn konsantrasyonunun değişimi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu söylemek oldukça zordur.

Tablo değerleri incelendiğinde dikkat çeken önemli bir husus Zn konsantrasyonu değerleri arasında aynı trafik yoğunluğundaki bölgelerde dahi, farklı yaşlarda çok büyük farklar bulunmasıdır. Örneğin trafiğin olmadığı alanda 8 yaşındaki ibrelerde elde edilen değer (2342,00 ppb) ile 5 yaşındaki ibrelerde elde edilen değer (28208,33 ppb) arasında 12 kattan fazla fark olmasıdır. Kabuklarda Zn elementinin konsantrasyonunun kabuk yaşına bağlı değişimi Grafik 4.18'de verilmiştir.



Grafik 4.18. Kabuklarda Zn (ppb) Elementinin İbre Yaşına Bağlı Değişimi

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında Kazdağı göknarında, Mn, Ni ve Zn elementlerinin 8 yaşına kadar olan ibre, odun ve kabuklarda, trafiğin olmadığı, az yoğun olduğu ve yoğun olduğu alanlardaki konsantrasyonlarının değişimi incelenmiştir. Bu güne kadar ağır metaller üzerinde yapılan çok sayıda çalışmaya bu elementlerin bir kısmı da konu edilmiştir. Özellikle potansiyel tehlikeleri dolayısıyla Ni ve Zn üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır (Tanushree vd., 2011; Serbula vd., 2012; Sevik vd., 2018; Pınar, 2019). Bu elementlerin düşük konsantrasyonlarda bile toksik etkiye sebep olabilmeleri, kanserojen olmaları gibi sebepler bu elementlerin ön plana çıkmasında temel etkenler olarak gösterilebilir (Saleh, 2018; Akarsu, 2019; Çobanoğlu, 2019).

Elementlerin organ bazında değişimleri incelendiğinde her üç elementte de Duncan testi sonuçlarına göre ibrelerde elde edilen değerlerin ilk homojen gruplarda, kabuklarda elde edilen değerlerin ise son homojen gruplarda olması dikkat çekmektedir. Dolayısıyla bu elementlerin konsantrasyonlarının düşükten yükseğe doğru ibre, odun ve kabuk olarak sıralanabilir.

Kabukta elde edilen değerlerin odun ve ibrelerde elde edilen değerlerden yüksek olduğu daha önce yapılan çalışmalarda da dile getirilmiştir. Mossi (2018) yedi farklı tür üzerinde yaptığı çalışmada yaprak ve dallardaki element miktarlarının değişimini değerlendirilmiş ve çalışma sonucunda Cu, Ni, Pb, Cd ve Ca konsantrasyonlarının dallarda yapraktakinden daha yüksek olduğunu, Mn konsantrasyonunun ise yapraklarda dallardan daha yüksek düzeyde olduğunu tespit etmiştir.

Erdem (2018) *Ailanthus altissima*, *Biota orientalis*, *Platanus orientalis* ve *Pyracantha coccinea* yapraklarındaki Ni konsantrasyonlarının dallardakinden çok daha yüksek seviyelerde olduğunu belirlemiştir. Pınar (2019) süs eriği, at kestanesi, ıhlamur ve dişbudak üzerinde yaptığı çalışmada Ni konsantrasyonunun yapraklarda, dallardakinden yüksek olduğunu belirtmiştir. Özel (2019) ise farklı türler üzerinde yaptığı çalışmada Ni konsantrasyonunun düşükten yükseğe doğru vişne de dal, yaprak ve kabuk, erikte dal, kabuk ve yaprak, dutta kabuk, dal ve yaprak, elmada ise dal, kabuk ve yaprak şeklinde sıralandığını belirlemiştir.

Görüldüğü üzere ağır metal konsantrasyonlarının organ bazında değişimi türe göre farklılıklar göstermektedir Yapılan çalışmalarda birbirinden oldukça farklı sonuçlar alınmıştır. Bunun başlıca sebebi bitki organlarındaki ağır metal konsantrasyonlarının çok farklı faktörlerin etkisi altında olmasıdır.

Yapılan çalışmalar farklı ağır metallerin farklı bitkiler tarafından daha yoğun tutulduğunu göstermektedir (Turkyilmaz 2018a,b; Saleh, 2018; Pınar, 2019). Bitkilerin ağır metal biriktirme potansiyellerin bitki anatomik yapısı ile yakından ilişkilidir. Yapraklardan ağır metal alımının büyük ölçüde kütikül yapısı, bitki yapraklarının morfolojisi ve yüzey alanı, yaprakların yüzey dokusu, stoma sayısı ve büyüklüğü, bitki habitusu, bitki organının yapısı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değiştiği belirtilmektedir (Pearce vd., 2006; Galmés vd., 2007; Xu ve Zhou, 2008; Xiong vd., 2014; Shahid vd., 2017; Turkyilmaz vd., 2018a,b; Erdem, 2018; Özel, 2019).

Bitkilere ağır metal girişi ve organlarda birikimi mekanizması oldukça karmaşık ve henüz tam olarak çözülememiş bir mekanizmadır. Bu süreçte metallerin fiziko-kimyasal özellikleri, tutunan metalin kimyasal ve fiziksel formları, bitkilerin metale maruz kalma süresi yanında bitki ve/veya bitki organı ile metalin karşılıklı etkileşimi de son derece etkili olmaktadır (Xiong vd., 2014; Shahid vd., 2015; Shahid, 2017; Turkyilmaz vd., 2018a,e).

Çalışma sonucunda en yüksek konsantrasyonların kabukta elde edildiği belirlenmiştir. Benzer sonuçlar özellikle odun ve kabuklardaki konsantrasyonların karşılaştırıldığı çalışmalarda da elde edilmiş, hatta kabuk ile odun arasındaki farkın çok yüksek düzeylerde olabildiği tespit edilmiştir (Turkyilmaz vd., 2018b,e; Yiğit, 2019; Akarsu, 2019; Cesur, 2019).

Kabukta ağır metal konsantrasyonlarının yüksek düzeylerde çıkmasında en büyük faktörün havadaki partikül maddeler olduğu düşünülmektedir. Havadaki ağır metaller partikül maddeler üzerinde birikmekte, partikül maddelerin yaprak yüzeylerinde çökmesinin ardından yaprak transferi yoluyla bitki yapraklarında birikebilmektedir

(Schreck vd., 2012; Xiong vd., 2014; Shahid vd., 2017; Erdem, 2018). Yapılan çalışmalar ağır metal kirliliğinin yüksek olduğu endüstri tesisleri yakınında büyüyen bitkilerin yapraklarında yüksek seviyelerde ağır metal birikimi olduğunu göstermiştir (Martín vd., 2015; Simon vd., 2016; Hurley vd., 2017; Shahid vd., 2017).

Kabuklarda ise kabuğun tırtıklı yapısından dolayı partikül maddelerin kabuk üzerinde yerleşmesi daha kolay olabilmektedir. Bundan dolayı da kabuklarda ağır metal konsantrasyonu daha yüksek çıkabilmektedir. Dolayısıyla havadaki ağır metal konsantrasyonunun fazla olduğu maden sahaları, endüstriyel alanlar, yoğun trafiğin bulunduğu alanların yakınında büyüyen bitkilerin yapraklarında ve özellikle ağır metal kirliliği ile birlikte partikül madde kirliliğinin yüksek düzeyde olduğu alanlarda yetişen bitkilerin kabuklarında yüksek düzeyde ağır metal konsantrasyonları belirlenebilmektedir (Shahid vd., 2013; Schreck vd., 2013; Xiong vd., 2014; Saleh, 2018; Mossi, 2018; Özel, 2019).

Çalışma kapsamında elde edilen bir diğer sonuç, organ yaşı ile ağır metal konsantrasyonları arasında doğrusal bir ilişkinin belirlenememiş olmasıdır. Bazı metal konsantrasyonlarının ara yaşlarda daha yüksek seviyelerde olduğu, en düşük ve en yüksek konsantrasyonların birbirini takip eden iki yaşta belirlenebildiği görülmektedir.

Bu durumun sebebi olarak, bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonlarının birbirinden bağımsız ancak birbirini etkileyen çok sayıda faktörün etkisi altında şekillenmesi olarak gösterilebilir. Daha önce açıklandığı gibi bitki bünyesinde ağır metal konsantrasyonu bitki yapısı, ağır metalin yapısı ve havadaki partikül madde miktarı ile yakından ilişkilidir.

Bu faktörlere ek olarak bitki bünyesinde ağır metal birikimini etkileyen daha başka pek çok faktör bulunmaktadır. Örneğin bu faktörlerden birisi yağıştır. Yapılan çalışmalar yağış miktarı veya hava rutubeti ile ağır metallerin bitki bünyesine alınması arasında önemli düzeyde ilişkiler olduğunu göstermektedir (Turkyılmaz vd., 2018b; Çobanoğlu, 2019). Turkyılmaz vd., (2018b) çalışmalarında toplam yağış miktarının en fazla olduğu yıllarda Ca, P, Mg ve Zn gibi besleyici elementlerin

miktarlarında artış gözlemlendiğini, bu elementlerin yağışla beraber topraktaki çözünürlüğünün arttığını ve ağacın kökleri aracılığı ile ağacın bünyesine alındığını belirtmektedirler (Turkyilmaz vd., 2018b). Penninckx vd., (1999), ağaç yıllık halkalarındaki metal konsantrasyonu ile yağış miktarı arasında negatif korelasyon olduğunu, yaz aylarında yüksek yağış ile birlikte topraktaki konsantrasyonların seyreltiğini belirtmişlerdir.

Bitkilerde ağır metal konsantrasyonunun birikimini etkileyen çok sayıda faktör birbirleri ile de karşılıklı etkileşim içerisindedir. Örneğin bağıl nem bitki yaprak yüzeyinin geçirgenlik potansiyelini ayrıca, bitkilerin yüzeylerine tutunan partikül maddelere fiziko-kimyasal tepkimesini etkilemektedir. Bağıl nem yüksek olduğunda bitki yaprak yüzeyinin geçirgenlik potansiyeli artabilmekte ve dolayısıyla partikül madde ve ağır metaller ıslak kalmakta ve bu da ağır metalin bitki yapraklarının içine girişini kolaylaştırmaktadır. Dolayısıyla iklim faktörü havadaki partikül madde miktarından, ağır metal davranışına, bitki gelişim hızından ağır metalin bitki içerisine nüfuz etme prosedürüne kadar bir çok faktörü etkiler ve böylece çok sayıda faktör karşılıklı etkileşime girer (Bondada vd., 2004; Shahid vd., 2017; Mossi, 2018; Çobanoğlu, 2019).

Çalışma kapsamında elde edilen önemli sonuçlardan birisi de çalışmada değerlendirilen Li, Co, Cu, Cd ve Pb elementlerinin konsantrasyonlarının belirlenebilir limitlerin altında kalmasıdır. Bu sonuç iki şekilde yorumlanabilir. Birincisi Kazdağı göknarının bu metalleri bünyesinde yeterince biriktiremediğidir. Nitekim daha önce Kastamonu'da yapılan çalışmalarda farklı türlerde bu metallerin konsantrasyonları belirlenmiş ve değerlendirilmiştir (Özel, 2019; Akarsu, 2019; Çobanoğlu, 2019). Dolayısıyla Kazdağı göknarının bu elementlerin değişiminin izlenmesinde iyi bir biyomonitor olduğunu söylemek oldukça zordur.

Bu sonuca göre ikinci değerlendirme Kastamonu'daki bu elementler bakımından hava kirliliğinin yüksek düzeyde olmamasıdır. Zira aynı tür ile Ankara'da yapılan bir çalışmada bu elementlerin bir kısmının Kazdağı göknarı ibrelerindeki konsantrasyonlarının yüksek düzeylerde olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla Kastamonu'nun havasının söz konusu ağır metaller bakımından en azından

Ankara'ya göre çok daha temiz olduğu söylenebilir. Özellikle trafiğin yoğun olduğu alanlardan alınan örneklerin, Kastamonu havasının en kirli olduğu bölgeden alındığı düşünöldüğünde bu sonuç Kastamonu'da yaşayanlar için sevindirici bir durumdur.

Elde edilen bu sonuç, çalışma kapsamında belirlenen ağır metal konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna bağılı olarak değışiminin bir çok organda anlamsız düzeyde olmasını da açıklayabilir. Çalışma kapsamında bir çok organ ve organ yaşında trafik yoğunluğu ile ağır metal konsantrasyonu arasında ilişki çıkmaması, Kastamonu havasının nispeten temiz olması ve Kazdağı göknarının bazı ağır metalleri daha az seviyede biriktirmesi ile açıklanabilir.



6. ÖNERİLER

Bu çalışmada ibreleri uzun yıllar ağaç üzerinde kalan Kazdağı göknarında bazı ağır metal konsantrasyonlarının trafik yoğunluğu, organ ve organ yaşına bağlı olarak konsantrasyonlarının değişimi belirlenmiştir. Çalışma sonuçları çalışmaya konu ağır metallere Ni, Zn ve Mn konsantrasyonlarının organ ve organ yaşına bağlı olarak önemli düzeyde değiştiğini ortaya koymuştur.

Bu sonuç, özellikle ağır metal birikiminin yakın geçmişte keskin bir şekilde değişmesine sebep olabilecek faktörlerin örneğin etrafa yoğun bir şekilde ağır metal salınımı yapan bir fabrikanın kurulumu veya yakın tarihte faaliyete geçmiş bir otobanın çevresel etkilerinin belirlenmesi amacıyla kullanılabilir.

Çalışmada kullanılan yöntem, örneğin alındığı ağaca hayati bir zarar vermeyen, sürdürülebilir bir yöntemdir. Bu yöntem Kazdağı göknarında olduğu gibi ibreleri uzun yıllar ağaç üzerinde kalabilen ve organ yaşı net olarak belirlenebilen diğer türlerde de rahatlıkla kullanılabilir.

Çalışma kapsamında değerlendirilen Li, Co, Cu, Cd ve Pb elementlerinin konsantrasyonlarının belirlenebilir limitlerin altında kaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun iki olası sebebi çalışma kapsamında açıklanmıştır. Bu sebeplerden Kastamonu havasının temiz olması durumunda bu sonuç oldukça sevindiricidir. Ancak, ikinci durum söz konusu ise yani Kazdağı göknarı bu ağır metalleri bünyesinde yeterince biriktirmiyor ise başka türler biyomonitor olarak kullanılmalı ve bu ağır metallerin konsantrasyonlarının değişiminin izlenmesi gerekmektedir. Çünkü bu ağır metallere özellikle Pb, Cd ve Co insan sağlığı açısından son derece önemli ve tehlikeli ağır metallere ve havadaki kirlilik düzeylerinin mutlaka izlenmesi gerekmektedir.

Ağır metallerin bitki bünyesinde birikmesini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır ve ağır metallerin bitki bünyesinde birikmesini etkileyen faktörler konusunda yapılmış çalışma sayısı henüz yeterli düzeyde değildir. Bu konuda yapılan çalışmaların çeşitlendirilip artırılarak devam ettirilmesi önerilmektedir.

Ağır metal konsantrasyonlarındaki değişim özellikle insan sağlığı açısından hayati önem taşıyan bir konudur ve özellikle hızlı Őehirleşmenin yaşandığı bölgelerde bu değişim mutlak surette izlenmelidir. Bu konuda biyomonitorler son derece etkin olarak kullanılabilir. Ancak ağır metallerin bitki bünyesine alınması konusunda etkili olan mekanizmalar ve bu süreçte etkili olan faktörler konusundaki bilgiler henüz yeterli düzeyde değildir. Bundan dolayı bu konudaki çalışmaların çeşitlendirilip artırılarak devam ettirilmesi, bu güne kadar yapılan çalışmalara konu edilmeyen faktörlerin de değerlendirilmesi önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Akarsu, H., (2019). Atmosferdeki Ağır Metal Birikiminin Yıllık Halkalar Yardımı İle Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu.
- Asri, F.Ö. ve Sönmez, S. (2006). Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. *Derim, Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü, Dergisi*, 23(2): 36-45.
- Ayres, E., Van der Wal, R., Sommerkorn, M., & Bardgett, R. D. (2006). Direct uptake of soil nitrogen by mosses. *Biology Letters*, 2(2), 286-288.
- Bat, L., Gündoğdu, A., Öztürk, M. (1999). Heavy Metals, SDU Eğirdir su ürünleri fak. Derg. 1998-1999; 166-175
- Bondada, B.R., Tu, S. & Ma, L.Q., (2004), Absorption of foliar-applied arsenic by the arsenic hyperaccumulating fern (*Pteris vittata* L.), *Sci. Toplam Environ.* 332, 61-70.
- Cansaran Duman, D., & Aras, S. (2012). Heavy metal accumulation of five biomonitor lichen species in the vicinity of iron-steel plant in Karabük, Turkey and their comparative analysis. *Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology*, 69(4), 179-192.
- Cesur, A. (2019). Havadaki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Değişiminin İzlenmesinde *Cupressus arizonica* Yıllık Halkalarının Kullanabilirliği. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. 63 s.
- Cetin M, Sevik H, Isinkaralar K. (2017). 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., (2018) 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>.
- Çağlarırnak, N., & Hepçimen, A. Z. (2010). Ağır metal toprak kirliliğinin gıda zinciri ve insan sağlığına etkisi. *Akademik Gıda*, 8(2), 31-35.
- Çalı, K. (2018). Kentsel Planlama Çalışmalarında Biyokonfor; Manisa Örneği. *Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı*. Kastamonu. 72 s.

- Çobanoğlu, O. (2019). Mavi Ladin (*Picea pungens* Engelm) İbrelere Yakın Geçmişteki Ağır Metal Birikiminde Biyomonitor Olarak Kullanılabilir Olanakları. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. 62 s.
- Demir, O. (2018). Nüfus Hakkında Bazı Yanılgılar. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 143-149
- Erdem, T. (2018). Ağır Metal Konsantrasyonlarının Bazı Bitkilerde Tür, Organel Ve Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu, Türkiye.
- Erkmen, O. (2010). Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 53(3), 220-35.
- 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.
- Gramatica, P., Battaini, F., Giani, E., Papa, E., Jones, R. J., Preatoni, D., & Cenci, R. M. (2006). Analysis of mosses and soils for quantifying heavy metal concentrations in Sicily: A multivariate and spatial analytical approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 13(1), 28-36.
- Hurley, R. R., Rothwell, J. J., & Woodward, J. C. (2017). Metal contamination of bed sediments in the Irwell and Upper Mersey catchments, northwest England: exploring the legacy of industry and urban growth. *Journal of Soils and Sediments*, 17(11), 2648-2665.
- Ite, A. E., Ubong, U. U., Etesin, U. M., Nsi, E. W., Ukpong, E. J., Ekanem, A. N., Ufot, U.F. & Udo, A.I. (2016). Heavy metals in epiphytic lichens and Mosses of Oil-Producing Communities of Eket and Ibeno, Akwa Ibom State-Nigeria. *American Journal of Environmental Protection*, 4(2), 38-47.
- İlten, N., Selici, A. T., & Caner, İ. (2017). İç ortamlarda sıcaklık ve bağıl nem parametrelerinin sosyo-ekonomik yapı ile ilişkisi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 52-61.
- Jalilzadeh, M. (2014). Designing Of Ion-Imprinted Cryogels And Their Use For Heavy Metal Removal. Türkiye.
- Kapucu, Ö. (2016) Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.) fidanlarının formları üzerine ışığın etkisi. *Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu.
- Kasarıcı, R. (1996). Türkiye’de nüfus gelişimi. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, (5), 248-266.

- Martín, J. R., De Arana, C., Ramos-Miras, J. J., Gil, C., & Boluda, R. (2015). Impact of 70 years urban growth associated with heavy metal pollution. *Environmental pollution*, 196, 156-163.
- Mossi, M. M. (2018). Çalı Formundaki Bazı Peyzaj Bitkilerinde Ağır Metal Birikiminin Belirlenmesi. Doktora Tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı*. Kastamonu, Türkiye.
- Osyczka, P., Rola, K., & Jankowska, K. (2016). Vertical concentration gradients of heavy metals in Cladonia lichens across different parts of thalli. *Ecological indicators*, 61, 766-776.
- Özel, S.. (2019). Bazı Meyve Ağacı Organellerinde Ağır Metal Birikiminin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi. *Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu.
- Pak, O. (2011). An Investigation of Some Heavy Metal Pollution Along the TEM Motorway Soils in Kırklareli, *Namık Kemal University Graduate School of Natural and Applied Sciences Main Science Division of Soil Science and Plant Nutrition, MSc. Thesis*. Tekirdağ
- Paoli, L., Vannini, A., Monaci, F., & Loppi, S. (2018). Competition between heavy metal ions for binding sites in lichens: Implications for biomonitoring studies. *Chemosphere*, 199, 655-660.
- 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.
- Penninckx, V., Meerts, P., Herbauts, J., Gruber, W., (1999). Ring width and element concentrations in beech (*Fagus sylvatica* L.) from a periurban forest in central Belgium. *Forest Ecology and Management*. 113, 23–33
- Pınar, B., (2019). Bazı Peyzaj Bitkilerinde Ağır Metal Birikiminin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi. *Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu.
- 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*. Kastamonu
- Sarı, T. (2009). *Edirne ve çevresinde otoban kenarlarındaki topraklarda bazı ağır metal kirliliğinin araştırılması* (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- 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. Toplam 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.
- Scott, D. L., Bradley, R. L., Bellenger, J. P., Houle, D., Gundale, M. J., Rousk, K., & DeLuca, T. H. (2018). Anthropogenic deposition of heavy metals and phosphorus may reduce biological N₂ fixation in boreal forest mosses. *Science of the Total Environment*, 630, 203-210.
- 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. (2019). Determination of changes in heavy metal accumulation depending on plant species, plant organism, and traffic density in some landscape plants. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(2), 189-195. Sevik, H . (2011). Dalların Karakterleri Bakımından Noel Ağacı Üretimine Uygun Uludağ Göknarı Populasyonlarının Belirlenmesi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 11 (1), 102-107.
- Sevik, H., Yahyaoglu, Z., & Turna, I. (2012). Determination of genetic variation between populations of *Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf According to some seed characteristics. In *Genetic diversity in plants*. IntechOpen.
- 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.
- Simon, E., Harangi, S., Baranyai, E., Fábrián, I., & Tóthmérész, B. (2016). Influence of past industry and urbanization on elemental concentrations in deposited dust and tree leaf tissue. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 12-19.

- Su, Y., Liang, Y. (2015) Foliar uptake and translocation of formaldehyde with Bracket plants (*Chlorophytum comosum*), *J. Hazard. Mater.* 291, 120–128.
- Şevik H (2010) Structure of genetic diversity in the populations of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.), Karadeniz Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Doctorate Thesis, p. 150.
- 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.
- Taylan, Z. S., & Böke Özkoç Hülya. (2007). Potansiyel Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Akuatik Organizmaların Biokullanılabilirliği. *Baü Fbe Dergisi*, Cilt:9, Sayı:2, 17-33.
- Turkyilmaz A, Sevik H, Cetin M (2018a). 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 (2018b) 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. (2018c). 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. (2018d) Changing of Heavy Metal Accumulation Dependent on Traffic Density in Some Landscape Plants, *Polish Journal of Environmental Studies*. 27(5): 2277-2284
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., Isinkaralar, K., Cetin, M. (2018e). Using Acer platanoides annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(10), 578.
- TÜİK, 2019. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=89&locale=tr>
- URL-1 14.05.2019 tarihinde <https://www.cnnturk.com/ekonomi/turkiye/iste-turkiyede-trafige-kayitli-arac-sayisi> adresinden alınmıştır.
- URL-2 Mataracı, T. (2012). *Abies*. Bizim bitkiler (2013). 14.05.2019 tarihinde <http://www.bizimbitkiler.org.tr> adresinden alınmıştır.
- Xiong, T.T. Leveque, T. Austruy, A. Goix, S. Schreck, E. Dappe, V. Sobanska, S. Foucault, Y. Dumat, C. (2014). Foliar uptake and metal(loid) 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.
- 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.
- Yiğit, N., (2019), “Determination of Heavy Metal Accumulation in Air Through Annual Rings: The Case of *Malus floribunda* Species”, *Applied Ecology and Environmental Research*. 17(2):2755-2764.
- Zeren Çetin, İ. (2019). Trabzon ekoturizm potansiyelinin GIS kullanımı ile biyoklimatik konfor açısından değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu.
- Zhuang, P. McBride, M.B. Xia, H. Li, N. Li, Z. (2009) Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of Dabaoshan mine, South China, *Sci. Total Environ.* 407; 1551–1561.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Amira Salem Ali ALKHARAM
Doğum Yeri ve Yılı : 24.09.1990 Derna-Libya
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : anwagymarlin8777@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Fatima Alzahraa
Lisans : Eczacılık Fakültesi - Omar Al - Muhtar Üniversitesi