

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞAL ORTAMLARDA VE PİYASADA SATILAN IHLAMUR
(*Tilia* sp.)’LARDA İZ ELEMENT İÇERİĞİ

ERTUĞRUL PARLAK

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. ALİ BİLGİN
TEZ JÜRİLERİ
PROF. DR. SERDAR MAKBUL
DOÇ. DR. NESLİHAN SARUHAN GÜLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

RİZE-2019
Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOĞAL ORTAMLARDA VE PİYASADA SATILAN IHLAMUR
(*Tilia* sp.)'LARDA İZ ELEMENT İÇERİĞİ**

Prof. Dr. Ali BİLGİN danışmanlığında, Ertuğrul PARLAK tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 24/07/2019 tarihinde Biyoloji Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

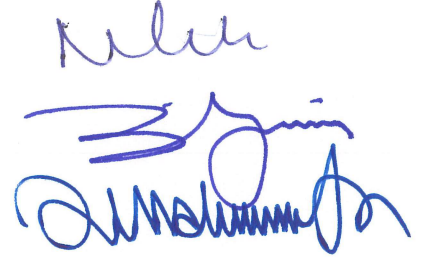
Unvanı Adı Soyadı

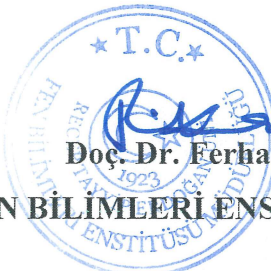
İmzası

Başkan : Doç. Dr. Neslihan SARUHAN GÜLER

Üye : Prof. Dr. Ali BİLGİN

Üye : Prof. Dr. Serdar MAKBUL




Doç. Dr. Ferhat KALAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında “Doğal Ortamlarda ve Piyasada Satılan İhlamur (*Tilia* sp.)’larda İz Element İçeriği” başlıklı yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca beni yönlendiren, yardımlarını esirgemeyen ve değerli bilgilerinden faydalandığım saygıdeğer danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali BİLGİN’e en içten dileklerimle teşekkür eder, saygılar sunarım. Tez jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Serdar MAKBUL ve Sayın Doç. Dr. Neslihan SARUHAN GÜLER’e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansa başladığım ilk günden bugüne kadar bana her türlü desteği veren ve tezimin hazırlanmasında büyük katkısı olan saygıdeğer hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Şule GÜZEL’e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca; çok kıymetli hocalarım sayın Doç. Dr. Serkan GÜL ve Öğretim Görevlisi Dr. Seda OKUR’a teşekkür ederim. Arazi çalışmalarında bana her türlü desteği veren Furkan VURAL, Fatih TAŞÇI ve Sedat UZUN’a, yüksek lisansa başlamamda bana büyük destek olan en başta abim Ömer PARLAK olmak üzere desteklerini her zaman gördüğüm aileme sonsuz teşekkür ederim.

Bu tezi başta Raşit Furkan BİLGİLİ olmak üzere bütün yeğenlerime eğitim hayatlarında örnek teşkil etmesi için ithaf ediyorum.

Hazırlanan bu yüksek lisans tezi R.T.E.Ü. BAP Birimi tarafından FYL-2017-776 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Ertuğrul PARLAK

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Doğal Ortamlarda ve Piyasada Satılan İhlamur (*Tilia* sp.)’larda İz Element İçeriği” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 24/07/2019


Ertuğrul PARLAK

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

DOĞAL ORTAMLARDA VE PİYASADA SATILAN İHLAMUR (*Tilia sp.*)’LARDA İZ ELEMENT İÇERİĞİ

Ertuğrul PARLAK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Prof. Dr. Ali BİLGİN

Bu çalışmada, araziden toplanan *Tilia sp.* numuneleri ile piyasada paket ve aktarlarda açık olarak satılan *Tilia sp.* çaylarının iz element içerikleri yaş yakma ve demleme teknikleri kullanılarak indüktif eşlenmiş plazma optimum emisyon spektroskopisi (ICP-OES) kullanılarak belirlendi. Bunun için Rize - Merkez, Ardeşen, Der pazarı, Pazar ve Fındıklı ilçelerinden trafik yoğunluğunun olduğu ve trafik yoğunluğunun olmadığı alanlardan tespit edilen ıhlamur ağaçlarından çiçekler toplandı. Ayrıca aktarlarda açık satılan ıhlamur çayları ile yine marketlerde satılan sallama paket ıhlamur çayları araştırma materyali olarak kullanıldı. Yapılan analizlerde hem bitki ekstraktında hem de demleme yapılan çay örneklerinde trafiğin yoğun olduğu alanlarda bütün iz elementlerinin daha fazla biriktiği görüldü. Yine demleme yapılan numunelerin iz element değerlerinin trafik yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda daha fazla olduğu, ancak demleme süreleri dikkate alındığında ise demleme süresinin artmasına paralel olarak iz element konsantrasyonlarında önemli ve anlamlı bir değişimin olmadığı, elde edilen verilerin istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermediği ve tüm demleme sürelerinde birbirine yakın değerlerin olduğu tespit edildi. Araziden toplanan, paket ve açık olarak satılan *Tilia sp.* bitkisinin tüm yaş yakma ve demleme süreleri dikkate alındığında çoğu metalin demleme suyuna az geçtiği belirlenmiş olup yaş yakma sonuçlarının daha fazla ağır metal içerdiği tespit edildi. Yaş yakma ve demleme sonuçları trafik faktörüne göre toplu olarak değerlendirildiğinde tüm elementlerin trafik yoğunluğunun olduğu alanlarda daha fazla biriktiği tespit edildi.

2019, 99 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Tilia sp.*, Bitkisel Çay, Demleme, Trafik, İz Elementler.

ABSTRACT

THE CONTENT OF TRACE ELEMENT IN LINDEN (*Tilia* sp.) SOLD IN NATURAL PLACES AND BAZAARS

Ertuğrul PARLAK

**Recep Tayyip Erdogan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology
Master Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Ali BİLGİN**

In this study, it was found out by being used emission spectroscopy (ICP-OES), the techniques of infusing and wet burning, content of trace element of *Tilia* sp. which is sold without any package in the herbalist and the examples of *Tilia* sp. in packages picked up in the fields. In order to make this study, the flowers were picked up from the trees in Rize (center), Ardeşen, Pazar, Fındıklı, Der pazarı and also the regions which are intensified in terms of traffic or not. Moreover, linden tea sold without packages in the herbalist and linden-tea bag sold in the markets were used as the basic materials. In the analysis performed, both in the plant extract and in the patterns of tea infused and also in the areas which are intensified by the traffic, it was seen that the whole trace element much more got together. Nonetheless, when the duration of infusing was taken into the consideration, parallelly to increasing the duration of infusing, the concentration of trace element didn't change in a significant and meaningful way. It was defined that the values were close to each other in terms of duration, the data provided by the study didn't give any differences. It was perceived that in the linden picked up from the field and the one sold without packages. Many metals were less mixtured with the infusing water when the duration of infusing were taken into the consideration, furthermore, the results of wet burning included more heavy metal. When the wet burning and the results of infusing were evaluated totally in terms of the traffic, all elements were defined to become together much more in the region of the intensified traffic.

2019, 99 pages

KeyWords: *Tilia* sp., Herbal Tea, Infusion, Pollution, Trace Elements

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET..	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Bitki Beslenmesi için Gerekli Olan Elementler	3
1.3. Tıbbi Bitkilerde Bulunabilen Bazı Elementler	3
1.3.1. Kurşun (Pb).....	5
1.3.2. Nikel (Ni).....	6
1.3.3. Demir (Fe).....	7
1.3.4. Çinko (Zn).....	8
1.3.5. Bakır (Cu)	9
1.3.6. Alüminyum (Al)	10
1.3.7. Krom (Cr)	11
1.3.8. Kobalt (Co)	12
1.3.9. Mangan (Mn)	13
1.4. <i>Tilia</i> L. sp. Pl. 1: 514 (1753) (İhlamur)	14
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	17
2.1. Arazi Çalışması ve Materyal Temini.....	17
2.2. Yöntem	17
2.2.1. Yaş Yakma Analizi	17
2.2.2. Demleme	18
2.2.3. İstatistiksel Analizi	18
3. BULGULAR	19
3.1. Araziden Toplanan <i>Tilia</i> sp. Bitkisinin Lokalitelere Göre İz Element İçerikleri..	19
3.2. <i>Tilia</i> sp. Bitkisinin Trafik Faktörüne Göre İz Element İçerikleri.....	24

3.3. Piyasada Satılan <i>Tilia</i> sp. Çaylarının İz Element İçerikleri.....	28
3.4. Araziden Toplanan <i>Tilia</i> sp. Bitkisinden Demlemeyle Suya Geçen İz Element İçerikleri	38
3.5. <i>Tilia</i> sp. Bitkisinden Demlemeyle Suya Geçen İz Element İçeriklerinin Trafik Faktörüne Göre Değerlendirilmesi	43
3.6. Piyasada Satılan <i>Tilia</i> sp. Çaylarından Demlemeyle Suya Geçen İz Element İçerikleri	47
3.7. Araziden Toplanan <i>Tilia</i> sp. Bitkisinin Demleme Sonucu Suya Geçen İz Elementlerin Zamana Karşı Etkileşimleri	57
3.8. Piyasada Satılan <i>Tilia</i> sp. Bitkisinin Demleme Sonucu Suya Geçen İz Elementlerin Zamana Karşı Etkileşimleri	62
3.9. Araziden Toplanan <i>Tilia</i> sp. Bitkileri ile Piyasada Satılan <i>Tilia</i> sp. Çaylarının Demlemeyle Suya Geçen İz Element İçerikleri	67
4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR	77
5. ÖNERİLER	86
KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ	99

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Ağır metallerin doğaya yayılımları (Kahvecioğlu, 2006).....	4
Şekil 2.	İnsanların iz metallere maruziyet yolları (İslam vd., 2015).....	5
Şekil 3.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin lokalitelere göre Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.....	22
Şekil 4.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin lokalitelere göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.....	23
Şekil 5.	<i>Tilia</i> sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.	26
Şekil 6.	<i>Tilia</i> sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.....	27
Şekil 7.	Piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.....	31
Şekil 8.	Piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.....	32
Şekil 9.	Piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.....	36
Şekil 10.	Piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.....	37
Şekil 11.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demlemeye göre Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.....	41
Şekil 12.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demlemeye göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.....	42
Şekil 13.	<i>Tilia</i> sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.	45
Şekil 14.	<i>Tilia</i> sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.....	46
Şekil 15.	Piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.....	50
Şekil 16.	Piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.....	51
Şekil 17.	Piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.....	55
Şekil 18.	Piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.....	56
Şekil 19.	<i>Tilia</i> sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe ve	

	Zn (ppm) içerikleri.....	60
Şekil 20.	<i>Tilia</i> sp. bitkilerinin demleme sürelerine göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.....	61
Şekil 21.	Piyasada satılan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.	65
Şekil 22.	Piyasada satılan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.	66
Şekil 23.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkileri ile piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.....	70
Şekil 24.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkileri ile piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.....	71
Şekil 25.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkileri ile piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.	75
Şekil 26.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkileri ile piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.	76

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin lokalitelere göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.	19
Tablo 2.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin lokalitelere göre Tukey HSD sonuçları.	21
Tablo 3.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin lokalitelere göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.	21
Tablo 4.	<i>Tilia</i> sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.	24
Tablo 5.	<i>Tilia</i> sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.	25
Tablo 6.	Piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.	28
Tablo 7.	Piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Tukey HSD sonuçları.	29
Tablo 8.	Piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.	30
Tablo 9.	Piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.	33
Tablo 10.	Piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Tukey HSD sonuçları.	35
Tablo 11.	Piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları. ...	35
Tablo 12.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demlemeye göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.	38
Tablo 13.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demlemeye göre Tukey HSD sonuçları.	40
Tablo 14.	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demlemeye göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.	40
Tablo 15.	<i>Tilia</i> sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.	43
Tablo 16.	<i>Tilia</i> sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.	44
Tablo 17.	Piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve	

maksimum değerleri.....	47
Tablo 18. Piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Tukey HSD sonuçları.	48
Tablo 19. Piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.	49
Tablo 20. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.	52
Tablo 21. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Tukey HSD sonuçları.	54
Tablo 22. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları. ...	54
Tablo 23. Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.	57
Tablo 24. Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Tukey HSD sonuçları.	59
Tablo 25. Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.	59
Tablo 26. Piyasada satılan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.	62
Tablo 27. Piyasada satılan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Tukey HSD sonuçları.	64
Tablo 28. Piyasada satılan <i>Tilia</i> sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.	64
Tablo 29. Araziden toplanan (trafik yoğunluğunun olmadığı alan) <i>Tilia</i> sp. bitkileri ile piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.	67
Tablo 30. Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. ile piyasada satılan paket <i>Tilia</i> sp. çaylarının demleme yöntemiyle Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.	68
Tablo 31. Araziden toplanan (trafik yoğunluğunun olmadığı alan) <i>Tilia</i> sp. bitkileri ile piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.	72
Tablo 32. Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkileri ile piyasada aktarlarda açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çaylarının demleme metoduna göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.	73

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Ni	Nikel
Pb	Kurşun
Fe	Demir
Zn	Çinko
Cu	Bakır
Al	Alüminyum
Cr	Krom
Co	Kobalt
Mn	Mangan
N	Azot
C	Karbon
S	Kükürt
P	Fosfor
H	Hidrojen
O	Oksijen
K	Potasyum
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
B	Bor
Na	Sodyum
Si	Silisyum
V	Vanadyum
ICP-OES	İndüktif eşlenmiş plazma optimum emisyon spektroskopisi
vb.	Ve benzeri
vd.	Ve diğerleri
L	Litre
µg	Mikrogram
g	Gram
mg	Miligram
kg	Kilogram
ppm	Parts Per Million (Milyonda bir)

%	Yüzde
ÖD	Önemli Değil
°	Derece
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
°C	Santigrad Derece
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonu
mM	Milimolar
μM	Mikromolar
mt	Metrik Ton
HNO ₃	Nitrik Asit
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
IARC	Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı
EPA	Çevre Koruma Ajansı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Tıbbi bitkiler, eczacılıkta bazı preparatların (tentür, ekstre, şurup vb.) hazırlanmasında ve tedavide kullanılan saf etkili maddelerin (alkoloit, heterozit, saponozit vb.) elde edilmesinde kullanılmaktadır. Bu bitkilerin tıbbi özellikleri dışında değişik amaçlarla kullanıldığı ve bazı sanayi kollarında hammadde olarak değerlendirildiği de görülmektedir. Bu bitkiler gıda, baharat, içki, dericilik, kozmetik ve parfümeri sanayinde, halk tarafından ilaç yapımında, süs ve çevre düzenlemesi gibi alanlarda kullanıldığı gibi özellikle baharat olarak da bütün dünyada yaygın bir tüketim alanına sahiptir (Usal ve Özdeş, 2001; Uçar, 2006).

Günümüzde hem keyif almak amacıyla hem de sağlık açısından olumlu etkilerinden dolayı, en yaygın olarak tüketilen bitkisel kökenli doğal ürünler bitkilerden demleme ve soğuk olarak hazırlanan bitkisel çaylardır (Baydar, 2005). Bitki çaylarının yüksek oranda içerdikleri antioksidan maddelerin hastalıkları önleme ve tedavi etmedeki öneminin açıkça ortaya konulmasının sonucu olarak bu ürünlerin tüketimi her geçen gün daha çok ilgi çekmektedir (Ivanova vd., 2005). Bu nedenle çaylar ve demlenmiş bitkisel çaylar günlük diyetimizin temel fenolik bileşik kaynaklarını oluşturmaktadır (Atoui vd., 2005).

Bitkisel çay üretiminde, sayısız bitki türü ve kombinasyonu kullanılabildiğinden, ürünlerin duyuşal özellikleri ve tıbbi etkileri son derece farklı ve çeşitlidir. Etkili bileşiklerin sıcak suya geçme oranları da değişkendir. Daha çok keyif verici olarak, aromaları öne çıkan ve geleneksel biçimde günlük kullanıma girmiş bitkisel çayların (adaçayı, ıhlamur vb.) tüketiminde bir sınırlama genelde söz konusu değildir. Buna karşılık, belirli bir rahatsızlığı önleme veya tedavi etme amacını güden bitkisel çayların, mutlaka uzman kontrolünde ve etiket bilgilerine uygun kullanımı şarttır. Aksi durumda, beklenen etki elde edilebileceği gibi sağlığa zararlı sonuçlarda ortaya çıkabilir. Zaten, bitkisel çayların bazı örnekler hariç asıl tedaviye yardım edebilecekleri ve etkili bileşenleri genellikle az içerdiklerinden düzenli ve uzun süreli kullanımın önemli olduğu unutulmamalıdır (Akgül ve Ünver, 2001; Uçar, 2006).

Demlenmiş bitkisel çaylar olarak tüketilen en eski ürün *Camellia sinensis* L. bitkisinin yaprağı olan çaydır. Çay dışında demlenerek hazırlanan ve yaygın olarak tüketilen diğer bazı bitkiler adaçayı, ıhlamur, kuşburnu, papatya ve nane sayılabilir (Zheng ve Wang, 2001; Atoui vd., 2005; Ivanova vd., 2005; Basgel ve Erdemoglu, 2006). Bahsedilen çaylardan biri olan ıhlamurun soğuk algınlığına iyi geldiği ve sinirleri yatıştırıcı özelliği olduğuna inanılarak söz konusu rahatsızlıkların tedavilerinde bu çaydan yoğun olarak yararlanılmakta olup yapısında bulunan kuersetin ve kempferol bitkinin önemli flavonoidleridir (Karakaya ve El, 1999; Eruçar, 2006).

Mikro besin elementleri bitkiler tarafından çok az miktarda alınmasına rağmen bitki metabolizmasında önemli işlevlere sahiptir. Bitki besin elementleri arasında bir etkileşim söz konusu olup, bu etkileşim bitki beslenmesini yönlendirmektedir (Aksu, 2010). Her ne kadar bitkilerin besin iyon alımı seçici ise de, yetiştirme ortamında yaygın formda bulunan besin elementleri oranı arttıkça, bitki bünyesine pasif yollarla geçebilen bazı ağır metaller, bitkilere alınarak besin zincirine dahil olmaktadır. Bunun sonucu olarak bitkilere ve bitkilerle beslenen insan ve hayvanlara toksik etkiler yapabilmektedirler. Çünkü bitkiler yetiştikleri ortamda bulunan elementleri, kendileri için gerekli olsun veya olmasın az miktarda da olsa bünyelerine almaktadırlar (Yıldız, 2003).

Şifalı bitkilerin özellikle bitkisel çayların bazı hastalıkları tedavi ettiklerine inanıldığından dolayı ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çaylar makro ve mikro elementlerin yanında polifenoller gibi insan sağlığı bakımından yararlı olan bazı maddeler açısından da önemli kaynaklardır. Bu özelliklerinden dolayı bitkisel çaylar işlenmemiş ham şekilleriyle özellikle içecek olarak tüketilmekte veya ilaç yapımında ham madde olarak kullanılmaktadır (Aksu, 2010).

Tilia sp. türlerinin idrar arttırıcı, terletici, yatıştırıcı ve göğüs yumuşatıcı etkileri bulunmaktadır (Baytop, 1999).

1.2. Bitki Beslenmesi için Gerekli Olan Elementler

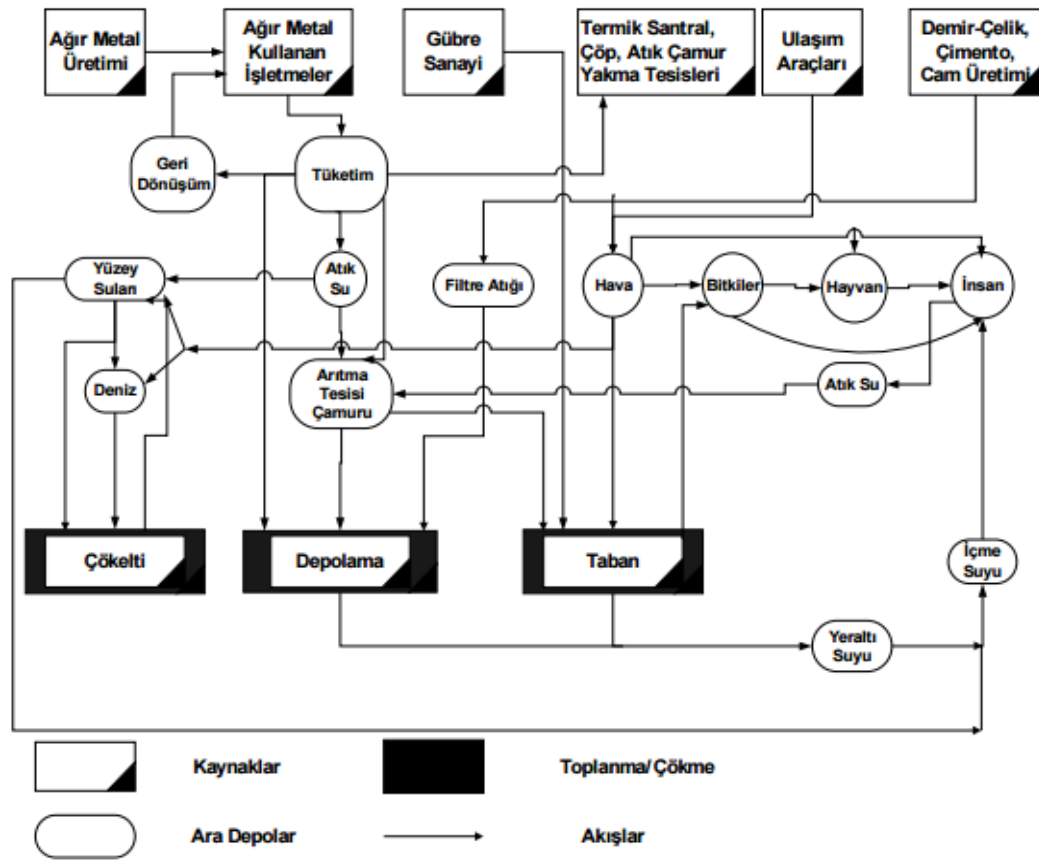
Bitki besin elementleri bitkilerin devamlılığı için mutlak gerekli elementler olup, makro ve mikro elementler olarak isimlendirilirler. Bitkilerin nispeten yüksek miktarlarda ihtiyaç duyduğu bu elementler makroelement, bitki tarafından daha az oranda ihtiyaç duyulan elementler de iz (mikroelement veya eser element) olarak adlandırılır. Bu elementlerden hangisi olursa olsun, bitki tarafından yeterince alınamadığı takdirde bitkinin gelişimi ve kalitesi olumsuz yönde etkilenir (Bakırcıoğlu, 2009).

Bitki, dokularında yaklaşık olarak doğada bulunan tüm elementleri barındırabilir. Bu elementlerden 16 tanesi (C, H, O, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Cl ve Mo) bütün bitkiler için mutlak gerekli besin maddeleridir. Diğer 6 element (Co, Al, Na, Si, Ni ve V) ise sadece bazı bitkilere gerekli olan faydalı elementler olarak kabul edilir (Yıldız, 2003). Mutlak gerekli besin elementlerinden C, H, O organik maddenin yapısında bulunan temel elementlerdir ve kuru madde esasına göre bitkilerin yaklaşık % 96'lık bölümünü oluştururlar. Geriye kalan % 4'lük kısmı ise diğer mineral besin elementleri oluşturur. N, P, K, Ca, Mg ve S makroelement grubuna girmektedir. Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, B ve Cl ise mikroelement grubuna girer. Buna karşılık, Al, Co, Na, Ni, Si ve V fonksiyonel besin elementlerini oluşturmakta ve bu elementlerin ancak bazı bitkiler için gerekli oldukları kabul edilmektedir (Bergmann, 1992; Güzel, 2017).

1.3. Tıbbi Bitkilerde Bulunabilen Bazı Elementler

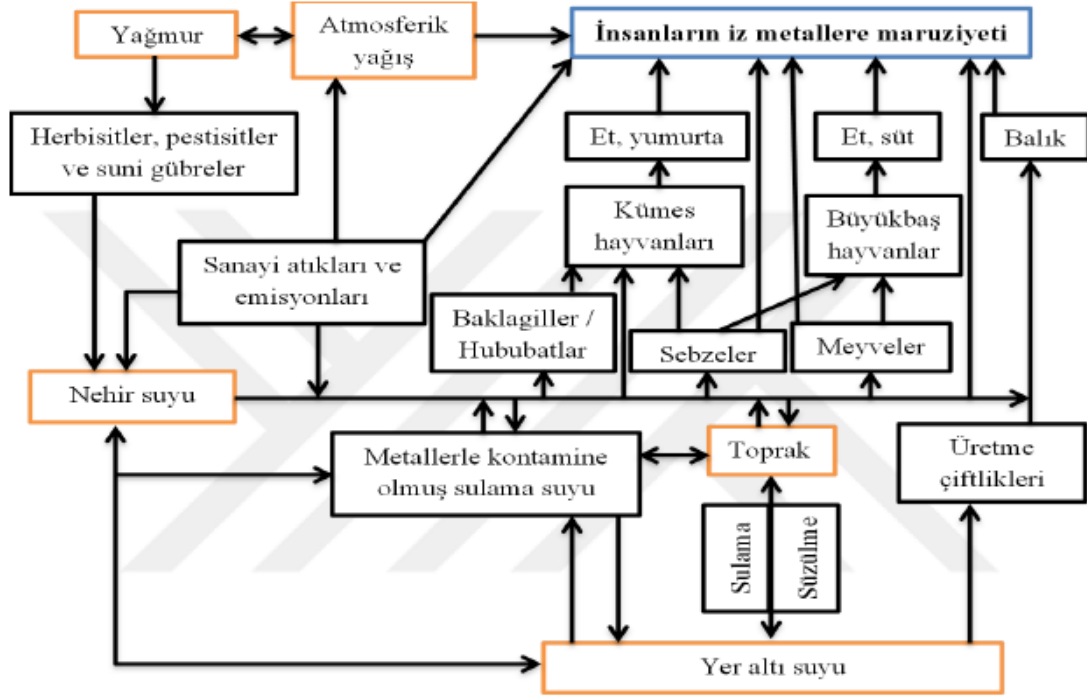
Bu tür bitkilerde en yaygın olarak bulunan iz elementler alüminyum, arsenik, bakır, civa, çinko, demir, kadmiyum, kobalt, kurşun, kalay, nikel, selenyum, talyum, vanadyum gibi metallerdir. Ayrıca Na, K, Ca ve Mg gibi makro elementler açısından da oldukça zengindir. Şifalı bitkilerin kullanımından önce kalite kontrollerinin yapılarak bu metalleri ne düzeyde içerdikleri tespit edilmelidir. Çünkü vücutta metal değişiminin fizyolojik sınırın üzerine çıkması durumunda, istenmeyen sağlık sorunları ile karşılaşılabilir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) bu metallerden arsenik, kadmiyum ve kurşun için sınır değeri olarak sırasıyla 1,0, 0,3 ve 10,0 mg/L olarak açıklamıştır (Aksu, 2010).

Ağır metaller farklı yollarla doğaya karışmaktadır. Ağır metallerin doğaya yayılımları Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Ağır metallerin doğaya yayılımları (Kahvecioğlu, 2006).

İnsanların iz metallere maruziyeti farklı yollarla gerçekleşmektedir. İnsanların doğaya yayılan ağır metalleri bünyelerine alma yolları Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. İnsanların iz metallere maruziyet yolları (Islam vd., 2015).

1.3.1. Kurşun (Pb)

Kurşun antik dönemin önemli ağır metallerinden biridir ve güçlü bir çevresel kirleticisi olarak büyük önem kazanmıştır. Kurşun her yerde görülen yayılımı ile topraktaki en bol bulunan toksik elementlerden biridir. Doğal ayrışma süreçlerinin yanı sıra, çevrenin Pb kontaminasyonu petrol ve petrol türevlerinden, madencilik ve eritme faaliyetlerinden, boya, benzin ve patlayıcı madde içeren kurşunun yanı sıra kurşunca zenginleştirilmiş belediye lağım çamurlarının bertaraf edilmesinden de kaynaklanmaktadır (Chaney ve Ryan, 1994).

Endüstriyel alanların yakınında ekili toprakların Pb içeriğinde belirgin artışlar gözlemlenmiştir. Pb, yüzey zemin katmanında birikme eğilimindedir ve konsantrasyonu toprak derinliği ile azalır (de Abreu vd., 1998).

Topraktan bitkiler tarafından kolayca alınır ve farklı organlarda toplanır. Pb, kümülatif ve yavaş etkili olan genel bir protoplazmik zehir olarak kabul edilir. Pb ile kirlenmiş topraklar, mahsul verimliliğinde keskin düşüslere neden olarak tarım için ciddi bir sorun teşkil etmektedir (Johnson ve Eaton, 1980). Kurşun bitkilerin morfolojisi, büyümesi ve fotosentetik işlemleri üzerinde olumsuz etki yapar. Pb'nin yüksek seviyesi ayrıca enzim aktivitelerinin inhibisyonuna, su dengesizliğine, membran geçirgenliğinde değişikliklere neden olur ve mineral beslenmesini bozar (Sharma ve Dubey, 2005). Pb, sülfhidril grupları ile reaksiyona girerek enzimlerin aktivitesini hücresel düzeyde inhibe eder. Yüksek Pb konsantrasyonu ayrıca bitkilerde ROS üretimini artırarak oksidatif strese neden olur (Reddy vd., 2005).

Birçok ülkede çevreye Pb girdisini sınırlamak için kabul edilen düzenleyici önlemlere rağmen, en ciddi küresel çevresel ve insani tehlikelerden biri olmaya devam etmektedir. Pb kirleticilerin birçoğu modern insan yaşamı için vazgeçilmez olduğundan, yakın gelecekte Pb ile toprak kirliliğinin azalması beklenmemektedir (Yang vd., 2000).

1.3.2. Nikel (Ni)

Ni, bir geçiş metalidir ve ultramafik veya serpentinik topraklar hariç, doğal topraklarda iz konsantrasyonlarda bulunur. Bununla birlikte, Ni^{2+} konsantrasyonu, madencilik işleri, kömür ve yağın yanması, atık su, fosfatlı gübreler ve böcek ilaçları gibi insan faaliyetleriyle belirli alanlarda artmaktadır (Gimeno-García vd., 1996). Kirlenmiş topraktaki Ni^{2+} konsantrasyonu, doğal toprakta bulunan toplam aralığın (10-1000 mg/kg) 20 ila 30 katına (200-226.000 mg/kg) ulaşabilir (Izosimova, 2005).

Üreaz enziminin bir aktivatörü olarak görev yaptığı için Ni, temel bitki mikrobesein elementi olarak kabul edilir. Son araştırmalar, Ni'nin, hücresel metabolizma tarafından doğal olarak üretilen güçlü bir sitotoksik bileşik olan metilglisoksalın parçalanmasında önemli bir adım olan bir glikoksalaz I izoformunu aktive edebileceğini göstermiştir (Fabiano vd., 2015).

Nikel, ağır metaller arasında özel bir yere sahiptir. Cd, Pb, Hg, Ag ve bitki enzimlerinin bileşeni olmayan diğer bazı metallerin aksine Ni, üreazın bir bileşenidir ve

bazı bitki türleri için az miktarda Ni (0,01 ila 5 µg/g kuru ağırlık) gereklidir. Öte yandan, Ni, Zn ve Cu kadar bitki metabolizması için önemli değildir. Bununla birlikte, diğer ağır metallerde olduğu gibi, yüksek Ni konsantrasyonları bitkiler için toksik olabilir (Seregin ve Kozhevnikova, 2006). Toprakta Ni²⁺'nın fazla olması, çeşitli bitki türlerinde farklı fizyolojik değişikliklere ve kloroz ve nekroz gibi toksisite semptomlarına neden olur (Zornoza vd., 1999; Pandey ve Sharma, 2002; Rahman vd., 2005).

1.3.3. Demir (Fe)

Demir, solunum, fotosentez ve DNA sentezi, azot fiksasyonu ve hormon üretimi gibi diğer birçok hücrel fonksiyon için gerekli olan temel bir elementtir. Demir bitkiler için temel bir besindir. Fe²⁺ ve Fe³⁺ arasında geçiş yaparak geri dönüşümlü redoks reaksiyonları yoluyla elektron transferine katıldığı, solunumdan fotosenteze kadar yaşamı sürdüren süreçler için gereklidir. Yetersiz Fe alımı, yapraklardaki damar içi kloroz ve mahsul veriminde azalma gibi Fe eksikliği semptomlarına yol açar. Bitkilerin optimal büyümeyi elde etmek için demiri 10⁻⁹-10⁻⁴ M konsantrasyonda tutmaları gerekir, ancak demirin toprak çözeltisinde çözünürlüğünün düşük olmasından dolayı Fe edinimi zordur (Guerinot ve Yi, 1994).

Demir, yer kabuğunda dördüncü en bol bulunan element olmasına rağmen, demir genellikle kullanılamaz, çünkü nötr veya bazik pH'da oksijen varlığında çözünmez ferrik hidroksit kompleksleri oluşturur ve bu nedenle bitkiler için serbestçe temin edilemez (Vert vd., 2002). Bu nedenle, şelatörler, indirgeyici ajanların üretimi, redüktaz aktiviteleri, proton aracılı işlemler, özel depolama proteinleri ve diğerlerini içeren karmaşık stratejiler, demiri ortamdan bitki içerisinde ve bitki içinde harekete geçirmek için uyum içinde hareket eder (Graziano ve Lamattina, 2005).

Fizyolojik pH'da iyi havalandırılmış topraklarda, serbest Fe³⁺ ve Fe²⁺ konsantrasyonları, optimal büyüme için gereken değerin çok altında bir değer olan 10⁻¹⁵ M'den daha azdır (Marschner, 1995). Bu nedenle, Fe eksikliği genellikle tarımsal sorunlara neden olan bitki büyümesini sınırlar. Aslında, dünyanın ekili topraklarının üçte biri kalkırlıdır ve Fe eksikliği olarak kabul edilir (Mori, 1999). Demir eksikliği,

hem dikotiledon hem de monokotiledon türlerde klorofil biyosentezi ve kloroplast gelişimini bozar. Bu nedenle, demir kullanılabilirliği, bitki verimliliği ile doğrudan bir korelasyon sağlar. Kireçli topraklarda demirin bulunmamasından dolayı kloroz (yüksek pH), kireçli topraklarda ürün veriminin azalmasına neden olan önemli bir tarımsal problemdir (Graziano vd., 2002).

Düşük çözünürlüğe ek olarak, demirin özellikleri bitki hücrelerinin birikimine sınırlamalar getirmesini gerektirir. Moleküler oksijenin azaltılması sırasında hücrelerde üretilen süperoksit ve hidrojen peroksit, yüksek oranda reaktif hidroksil radikalini oluşturmak için Fe^{3+} ve Fe^{2+} tarafından katalize edilir (Halliwell ve Gutteridge, 1992). Hidroksil radikali, DNA, proteinler, lipitler ve şekerler gibi çoğu hücresel bileşenlere zarar verebilir. Bu nedenle, bitkilerde Fe alımı, aşırı birikimi önlemek için son derece denetimlidir (Kim ve Gueriot, 2007).

1.3.4. Çinko (Zn)

Çinko, hayvanlarda, insanlarda ve bitkilerde büyümek için gerekli bir elementtir ve çeşitli enzimatik reaksiyonlarda, metabolik işlemlerde ve oksidasyon azaltma reaksiyonlarında olduğu gibi bitkisel beslenmede de hayati öneme sahiptir. Ek olarak, Zn azot metabolizması, enerji transferi ve protein sentezi için ihtiyaç duyulan birçok enzim için de gereklidir. Çinko eksikliği, sadece bitkilerin büyümesini ve verimini geciktirmekle kalmaz, aynı zamanda insanlar üzerinde de etkileri vardır (Graham vd., 2001; Cakmak, 2002).

Çinko, pek çok fizyolojik fonksiyonda yer alan ve yetersiz alınması durumunda mahsul verimini azaltacak olan mikro besin maddesidir. Çinko eksikliği, en yaygın mikro besin eksikliği sorunudur ve kireçli, kumlu, turba, yüksek fosforlu ve silikonlu topraklarda ve bu topraklarda yetişen hemen hemen tüm mahsulde eksiklik görülür. Bitkisel üretimdeki rolünün yanında Zn, tüm canlı organizmalarda hücresel fonksiyonların temel faaliyetlerinde rol oynar ve insan bağışıklık sisteminin iyileştirilmesine katkıda bulunur. Yetersiz alınımına bağlı olarak, insan vücudunda saç ve hafıza kaybı, cilt problemleri, vücut kaslarında zayıflık görülecektir (Hafeez vd., 2013).

Zn, çok çeşitli fizyolojik işlemlerde rol oynayan temel bir mikro besindir ancak 0,2 mg g⁻¹ kuru maddenin üzerindeki konsantrasyonlarda, yaprak dokusunda potansiyel fitotoksisite gelişir (Tsonev ve Cebola Lidon, 2012). Kirilenmiş topraklarda bulunan Zn konsantrasyonları, besin olarak ihtiyaç duyulan miktarı aşar ve fitotoksisiteye neden olabilir. Kirli topraklarda 150 ila 300 mg/kg Zn konsantrasyonlarının ölçüldüğü ifade edilmiştir (de Vries vd., 2002; Warne vd., 2008).

Ekinlerde çinko toksisitesi Zn eksikliğinden çok daha az yaygındır. Bununla birlikte, Zn toksisitesi, madencilik ve eritme faaliyetleri ile kirilenmiş topraklarda, atık çamurla işlem görmüş tarımsal topraklarda ve özellikle düşük pH'lı topraklarda, Zn'nin antropojenik girdileriyle zenginleştirilmiş kentsel ve peri-kentsel topraklarda meydana gelir (Broadley vd., 2007).

Topraktaki yüksek Zn seviyeleri birçok bitki metabolik fonksiyonunu inhibe eder; gecikmiş büyüme ve yaşlanmaya neden olur. Bitkilerde çinko toksisitesi, hem kök hem de sürgün büyümesini sınırlar (Choi vd., 1996; Ebbs ve Kochian, 1997; Fontes ve Cox, 1998). Çinko toksisitesi ayrıca genç yapraklarda yüksek toprak Zn seviyelerine uzun süre maruz kaldıktan sonra yaşlı yapraklara yayılabilen kloroza neden olur (Ebbs ve Kochian, 1997).

1.3.5. Bakır (Cu)

Cu, bitkiler için bir mikro besin maddesi olarak kabul edilir (Thomas vd., 1998) ve CO₂ asimilasyonu ve ATP sentezinde önemli rol oynar. Cu aynı zamanda solunum elektron taşıma zincirinin sitokrom oksidazı ve fotosentetik sistemin plastosiyanini gibi çeşitli proteinlerin temel bir bileşenidir (Demirevska-kepova vd., 2004).

Cu, in vivo olarak birçok oksidasyon durumunda bulunabileceği için bitkilerde birçok fizyolojik proseste yer alan temel bir redoks aktif geçiş metalidir. Fizyolojik koşullar altında Cu, Cu²⁺ ve Cu⁺ olarak bulunur. Cu, düzenleyici proteinlerde yapısal bir element olarak görev yapar ve fotosentetik elektron taşınması, mitokondriyal solunum, oksidatif stres tepkileri, hücre duvarı metabolizması ve hormon sinyallerine katılır (Yruea, 2005).

Hücrelerdeki Cu konsantrasyonlarının düşük seviyelerde tutulması gerekir, çünkü bu element yüksek redoks özellikleri bakımından aşırı toksiktir. Bitki dokusundaki ortalama Cu içeriği, $10 \mu\text{g g}^{-1}$ kuru ağırlıktır (Baker ve Senef, 1995). Sadece az miktarda bakır bitki beslenmesi için gereklidir ve yüksek konsantrasyonlarda hücreler için toksik olabilir. Kritik eksiklik seviyeleri $1-5 \text{ mg kg}^{-1}$ bitki kuru kütlesi aralığındadır ve toksisite eşiği $20-30 \text{ mg kg}^{-1}$ kuru kütlenin üstündedir (Marschner, 1995). Bazı hiperakümülatörler, yapraklarda $1000 \text{ mg Cu kg}^{-1}$ 'e kadar biriktirebilirler (Ducic ve Polle, 2005).

Gelişmiş sanayi ve madencilik faaliyetleri, ekosistemlerde Cu oluşumunun artmasına katkıda bulunmuştur. Cu ayrıca, Cu içeren cevherlerin madenciliği ve eritilmesi dahil olmak üzere farklı insan faaliyetlerinden topraklara eklenir. Madencilik faaliyetleri, yüzeyde biriken çok miktarda atık kaya ve tortu oluşturur. Topraktaki Cu fazlalığı sitotoksik bir rol oynar, strese neden olur ve bitkilerde hasara neden olur. Bu durum bitki büyüme geriliğine ve yaprak klorozuna yol açar (Lewis vd., 2001).

Bitkilerin Cu'ya aşırı maruz kalması oksidatif stres ve ROS üretir (Stadtman ve Oliver, 1991). Oksidatif stres, metabolik yolların bozulmasına ve makromoleküllerin hasar görmesine neden olur (Hegedus vd., 2001).

1.3.6. Alüminyum (Al)

Alüminyum yer kabuğunda en bol bulunan metaldir, çözünür iyonik formu (Al^{3+}) ise kök uzamasını hızlı bir şekilde engellenmesiyle karakterize edilen fitotoksisiteye sebep olur (Ma, 2007). Al iyonları hem bitki hem de hayvan hücreleri üzerinde toksik bir etkiye sahiptir (Kochian, 1995).

Alüminyum genellikle toprak mineral maddesinde bol miktarda bulunur, ancak bitkilerin alımı için uygunlukları düşük çözünürlükle sınırlıdır, biyolojik fonksiyonlardan yoksundur ve düşük biyoyararlanım gösterir. Yüksek toprak pH'sı, alüminyum elementinin çözünmeyen formlarda çökmesine neden olur. Asit yağmuru, alüminyumu toksik seviyelere çıkarır. Al toksisitesi, doğal olarak oluşan asit topraklarında ve asidik yağıştan etkilenen topraklarda büyük bir problemdir. Al, yüksek

yapılı bitkilerde bilinen bir role sahip değildir ve genellikle toksik bir element olarak bilinir (Hodson ve Evans, 1995; Piña ve Cervantes, 1996).

Alüminyum, hücre duvarının, plazma zarının, sinyal iletim yolunun ve Ca homeostazının bozulmuş yapısına ve/veya fonksiyonlarına yol açan, bağlanma yoluyla çoklu hücrel bölge hedefler. Öte yandan, bazı bitki türleri, hem dışsal hem de içsel olarak Al toksisitesi ile başa çıkmak için mekanizmalar geliştirmiştir (Ma, 2007).

Alüminyum iyonunun fitotoksitesi (Al^{3+}) asit topraklarda ürün üretimini sınırlayan ciddi bir problemdir. Al-şelatlanma yeteneğine sahip organik asitler, Al'nin hem içsel hem de dışsal olarak detoksifikasyonunda önemli bir rol oynar. Al, sitrik, oksalik ve/veya malik asitler gibi organik asitlerin köklerden salgılanması ile dışsal olarak detoksifiye edilir. Organik asitlerin salgılanması, alüminyuma oldukça spesifiktir ve salgılama alanı, kök tepe noktasında lokalize edilir. Salgı modelinin yanı sıra salgılanan organik asitlerin çeşidi bitki türleri arasında farklılık gösterir (Ma, 2000).

1.3.7. Krom (Cr)

Cr toprakta, sedimentlerde ve yer altı sularında ciddi çevresel kirlenmeye neden olan ağır bir metaldir (Shanker vd., 2005). Kromun bitkilerde ve hayvanlarda ciddi hasara neden olabilecek toksik bir metal olduğu bilinmektedir (Panda ve Choudhury, 2005). Tabaklama endüstrisi, başlıca su tüketicilerinden biridir ve suyun çoğunluğu yüksek miktarda Cr (1,07-7,80 mg/l) içeren atık su olarak tahliye edilir. Tatlı su kütlelerinde dünya çapında antropojenik Cr deşarjının 3550 mt (metrik ton) olduğu tahmin edilmektedir (Nriagu, 1990).

Cr (VI), Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC), Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından resmileştirilen çok toksik, güçlü bir epitel tahriş edici ve kanıtlanmış bir insan kanserojenidir (Yadav, 2010).

Düşük Cr seviyesinin bitki büyümesi için uyarıcı olduğu bulunmasına rağmen, fazla Cr bitkiler için oldukça toksiktir (Liu vd., 2009). Genel olarak, Cr, $100 \mu M \text{ kg}^{-1}$ kuru ağırlıktaki çoğu yüksek bitki için toksiktir (Davies vd., 2002), ve çoğu yüksek

bitkinin sürgünlerindeki Cr konsantrasyonu çok düşüktür. Cr'nin toksisitesi birçok bitkide incelenmiştir. Cr'nin aşırı olması, bitki büyümesinin inhibe edilmesine, genç yapraklarda klorozun, besin dengesizliğinin, tepelerin solmasına ve kök yaralanmasına neden olur (Chatterjee ve Chatterjee, 2000; Dixit vd., 2002; Sharma vd., 2003; Scoccianti vd., 2006). Karasal bitkilerde klorofil biyosentezinin inhibisyonu da bildirilmiştir (Vajpayee vd., 2000).

Cr'nin bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki toksik etkileri, çimlenme sürecinde ve ayrıca köklerin, sapların ve yaprakların büyümesindeki değişiklikleri içerir. Bu nedenle, yüksek Cr seviyesine maruz kalma toplam kuru madde üretimini ve bitki verimini etkilemiştir (Shanker vd., 2005).

Cr, fotosentez, su ilişkileri ve mineral beslenmesi gibi bitkisel fizyolojik süreçler üzerinde de zararlı etkilere neden olur. Cr maruziyetiyle metabolik değişiklikler, bitkilerde, enzimler ve metabolitler üzerindeki doğrudan bir etki veya ROS üretme kabiliyeti ile de tarif edilmiştir (Shanker vd., 2005).

1.3.8. Kobalt (Co)

Bitkiler geliştikleri ortamdan kobaltı Co^{2+} iyonu şeklinde alırlar. Püskürtülerek uygulanan Co^{2+} yapraklar aracılığıyla da alınabilir. Kobalt; Fe, Mn, Zn ve Cu gibi metallerin bitkiler tarafından alınmasını olumsuz şekilde etkiler. Ortamda fazla miktarda bulunan Co'nun Fe ve Mn alımını azalttığı bilinmektedir (Mengel ve Kirkby, 1987; Kacar ve Katkat, 2015).

Bir geçiş elemanı olan kobalt, çeşitli enzimlerin ve ko-enzimlerin temel bir bileşenidir. Bitkilerin büyümesini ve metabolizmasını, rizosfer ve topraktaki kobalt konsantrasyonu ve durumuna bağlı olarak farklı derecelerde etkilediği gösterilmiştir. Kobalt, kompleksler oluşturmak için diğer elementlerle etkileşime girer. Kobalt ve bileşiklerinin sitotoksik ve fitotoksik aktiviteleri, elektronik yapıları, iyon parametreleri (yük-boyut ilişkileri) ve koordinasyon dahil olmak üzere bu komplekslerin fiziko-kimyasal özelliklerine bağlıdır. Dolayısıyla, ilişkili metallerin rekabetçi Emilimi ve

karşılıklı aktivasyonu, kobaltın çeşitli fitokimyasal reaksiyonlar üzerindeki etkisini etkiler (Palit vd., 1994).

Kobaltın yüksek miktarları bitkilerde zehir etkisi oluşturur. Aşırı Co'nun fitotoksik etkisi ile ilgili çok az bilgi bulunmaktadır (Yadav, 2010). Kobaltın morfoloji üzerindeki toksik etkisi yaprak dökülmesini, yeşillenmenin önlenmesini, renksiz damarları, erken yaprak kapanmasını ve düşük sürgün ağırlığını içerir. Kobaltın yararlı etkileri arasında yaprak yaşlanmasının geciktirilmesi, tohumlarda kuraklığa dayanıklılığın artması, şifalı bitkilerde alkaloid birikiminin düzenlenmesi ve etilen biyosentezinin inhibisyonu bulunur (Palit vd., 1994).

1.3.9. Mangan (Mn)

Bitkiler geliştikleri ortamdan mangani kökleri aracılığıyla M^{2+} iyonu şeklinde aldıkları gibi doğal ve yapay kompleks oluşturmaya moleküler şekilde bağlanmış olan mangani da alırlar. Püskürtülerek uygulanmaları durumunda bitkiler, anılan şekillerdeki mangani yaprakları aracılığı ile de alabilirler. Topraklarda mangan miktarları yükseltgenme-indirgenme tepkimelerine bağlı olarak değişir (Kacar ve Katkat, 2015).

Bitkilerde Mn birçok biyokimyasal işlemlerde rol oynar. Bununla birlikte, genellikle enzimlerin bütünleyici bileşenleri olan Cu, Zn, Fe ve Mo gibi diğer önemli iz elementlerin aksine, Mn genellikle bir enzim aktifleştiricisi olarak görev yapar ve genellikle başka metal iyonları ile yer değiştirebilir. Mangan, biyokimyasal fonksiyonunda Mg'ye benzer ve fosforilasyonlar, dekarboksilasyonlar, indirgemeler ve hidroliz reaksiyonları dahil enzim katalizli reaksiyonların aktifleştirilmesinde rol oynar ve bu nedenle bitkilerde solunum, amino asit sentezi, lignin biyosentezi ve hormon seviyesi gibi işlemleri etkiler (Burnell, 1988).

Mn'nin ortalama hücre konsantrasyonu yaklaşık 100 μM 'dir. Toplam hücre Mn'nin önemli bir kısmı, nispeten yüksek iyonik metal konsantrasyonları (0,1-1 mM) gerektiren ayrışabilen metalle aktifleştirilen sistemlerde yer alır. Sıkıca bağlanmış bir Mn havuzu, 400 klorofil molekülü başına 6 atom miktarının bulunduğu kloroplast içindedir (Cheniae, 1970). 1,8 mM'lik bir klorofil konsantrasyonunu varsayarsak, bağlı

Mn, yaklaşık 30 µM'ye eşittir. Manganez içeren süperoksit dismutaz, bağlı Mn'nin yaklaşık % 1'ine katkıda bulunabilir (Sevilla vd., 1980).

Temel bir mikro besin maddesi olarak, bitkilerin normal beslenme ve gelişimi için düşük Mn seviyeleri kesinlikle gereklidir. Yaprakların normal Mn içerikleri türler arasında büyük farklılıklar gösterir (30-500 mg kg⁻¹ Mn kuru kütle, Millaleo vd., 2010). Bununla birlikte, aşırı miktarda mevcut olduğunda, bitki hücreleri için son derece toksiktir (Migocka ve Klobus, 2007). Bitkilerde manganez (Mn) toksisitesi genellikle açıkça tanımlanabilen bir bozukluk değildir. Toksikiteye neden olan Mn konsantrasyonunun yanı sıra Mn toksisitesinin semptomları, bitki türleri ve türler içindeki çeşitler arasında büyük farklılıklar gösterir, çünkü Mn'nin fitotoksik mekanizmaları, farklı bitki genotiplerinde farklı biyokimyasal yollar içerir. Mn'nin bitki mevcudiyeti toprağın adsorpsiyonuna ve Mn şelasyonu veya redüksiyonu için kök atıklarına bağlıdır. Bitkilerde Mn toksisite bozukluğunun tam olarak anlaşılması için aynı türdeki farklı genotipler arasındaki Mn toksisitesinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi ve multidisipliner bir yaklaşım gerekmektedir (El-Jaoual ve Cox, 1998).

1.4. *Tilia* L. sp. Pl. 1: 514 (1753) (İhlamur)

Malvaceae familyasına ait olan yaprak döken ağaçlardır. Yaprakları alternat, bölünmemiş, genellikle eğik kalpsi (cordate) ya da tabanda kesik (truncate), yaprak kenarları testere dişli (serrate) ve saplı (petiolate)'dir. Çiçekler hipogin, sarımsı beyaz renkli, kokulu, saplı kimozda uzamış membranöz brakte yapışır. Sepal 5, serbest, petal 5, serbest, stamen çok sayıda, serbest, bazen verimsiz stamenleri (staminod) bulunur. Stigma 5 loblu, stilus ince, her hücrede 2 tane tohum taslaklı (ovül) 5 hücreli yumurtalık (ovaryum), tepecikli (stigmatalı) ve ince bir boyuncuk (stilus) vardır. Açılmayan kuru meyve grubuna giren meyve ters oval (obovoid), fındıksı (nut-like), genellikle 3-5 çıkıntılı (ribbed) ve yoğun tüylü, meyve durumu (infructescence) kalıcı braketlere bağlanmıştır. Tohumlar 1-2 tanedir.

Tilia L. sp.'nin sistematikteki yeri aşağıdaki gibidir:

Alem: Plantae
Bölüm: Magnoliophyta
Sınıf: Magnoliopsida
Takım: Malvales
Aile: Malvaceae
Alt aile: Tilioideae
Cins: *Tilia* L.

İhlamur türleri (*Tilia* sp.) dünya'da Avrupa ve Güneydoğu Asya'da, ülkemizde ise Marmara Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Amanos Dağları, Çanakkale ve Isparta yörelerinde yayılış göstermektedir (Korkusuz ve Dirik, 2011). İhlamur türleri Dünya'da Avrupa, Asya, Kuzey Amerika'nın doğusunda yayılış gösterir. Avrupa'da *T. platyphyllos* Scop. ve *T. cordata* Miller, Balkanlarda *T. tomentosa* Moench, Asya'da ve Sibirya'da *T. sibirica* Bayer, Anadolu, Kafkasya ve Kuzey İran'da *T. rubra* DC. yoğun yayılış gösteren türleridir. Uzak Doğuya kadar hiç görülmeyen İhlamur, Japonya, Kore Yarımadası ve Çin'de tekrar ortaya çıkar. Bu alanda 30 kadar türü olduğu belirtilmektedir. Cinsin Amerika'da ise 4 türü (*T. americana* L., *T. caroliniana* Mill., *T. heterophylla* Vent., *T. mexicana* Schlect.) yayılış gösterir (Boratynska vd., 1991). Türkiye'de doğal yayılış gösteren üç ihlamur taksonunun (*T. tomentosa*, *T. platyphyllos*, *T. rubra* subsp. *caucasica* (Rupr.) V. Engler) bulunduğu ifade edilirken, *T. cordata* için, Yaltırık (1966)'a göre Türkiye'de bu türün varlığının doğrulanması gerektiği, Kayacık (1982)'a göre ise Türkiye'de doğal olarak bulunmadığı belirtilmiştir. Demir (2003) tarafından yapılan çalışmada *T. cordata*'nın ülkemizde doğal olarak Çatalca, Binkılıç ve Çilingöz 'da münferit şekilde yayılış gösterdiği saptanmıştır. Ülkemizde en geniş yayılışa sahip olan *T. tomentosa* türü Batı Karadeniz ve Marmara bölgesinde kayın, kestane, gürgen ve meşe ile karışık meşcereler oluşturur (Saatçioğlu, 1976; Yaltırık ve Efe, 2000; Anşin ve Özkan, 2006). *T. platyphyllos* türü Kuzeydoğu Anadolu, Isparta, Kazdağı ve Kuşadası'nda yayılış gösterir (Yaltırık ve Efe, 2000; Turna, 2001). *T. rubra* subsp. *caucasica* taksonu ise Kuzeydoğu Anadolu, Aydın, Bolu ve Isparta'da yayılışını yapar (Yaltırık ve Efe, 2000; Demir, 2003,). Ülkemizde bulunan söz konusu 4 ihlamur taksonu (*T. tomentosa*, *T. cordata*, *T. platyphyllos* ve *T. rubra* subsp. *caucasica*) yaklaşık

4581,5 ha'lık alan kapsar. Bu alanların yaklaşık %28'i bozuk orman niteliğindedir (OGM, 2004).

Bu çalışmada farklı lokalitelerden toplanan, aktarlarda ve marketlerde satılan *Tilia* sp. bitkilerinin örneklerindeki iz element miktarları yaş yakma ve demleme teknikleri kullanılarak indüktif eşlenmiş plazma optimum emisyon spektroskopisi (ICP-OES) kullanılarak tayin edildi. Çalışmanın amacı, araziden toplanan *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada paket ve aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının demleme sonucunda iz element içerikleri yönünden farklarını belirlemektir.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Arazi Çalışması ve Materyal Temini

Araştırma materyalini oluşturan *Tilia* sp. çiçekleri Rize ili Pazar, Fındıklı, Der pazarı, Ardeşen ve Merkez 1-2 (Fener ve Alipaşa Mahallesi) ilçelerinden toplandı. Numuneler trafik yoğunluğunun olduğu (kirli alan) Ardeşen, Der pazarı, Rize Merkez 1 (Fener Mahallesi)'den ve trafik yoğunluğunun olmadığı (temiz alan) Pazar, Fındıklı, Rize Merkez 2 (Alipaşa Mahallesi)'den toplanıp kurutularak muhafaza edildi. Rize Merkez'de bulunan aktarlarda açık satılan *Tilia* sp. çayı numuneleri ve marketlerde sallama çay formatında satılan paket *Tilia* sp. çayları araştırma materyali olarak temin edildi. X1, X2, X3 ve X4 numaralı örnekler piyasada marketlerde satılan ve sallama çay formatında farklı markalara ait numuneleri, Y1, Y2, Y3, Y4, Y5 ve Y6 ise Rize Merkez'de farklı aktarlarda açık olarak satılan numuneleri ifade etmektedir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Yaş Yakma Analizi

0,3 gramlık öğütölmüş kuru *Tilia* sp. örnekleri teflon kaplara alınıp üzerine 5 ml nitrik asit (HNO_3) ve 3 ml % 30'luk hidrojen peroksit (H_2O_2) eklendi. Teflon kabın kapağı kapatılıp çalkalanarak 20 dakika bekletildi. Daha sonra Berghof marka speedwave cihazına yerleştirilerek uygun programda çalıştırıldı. Bu şekilde mikrodalga fırında yaş yakma işlemi tamamlanan numuneler sıvı ortama aktarılmış oldu. Teflon kaplardaki çözeltiler filtre kâğıtlarıyla süzölerek son hacim 50 ml olacak şekilde saf su ile tamamlandı. Analize hazır hale getirilen bitki numunelerinin iz element içerikleri Pekin Elmer Marka, Optima 7000 DV Model, İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) cihazında ppm cinsinden belirlendi ve elde edilen sonuçlar formüller ile hesaplandı.

2.2.2. Demleme

Bitkiler toz haline gelinceye kadar porselen havanda dövüldü ve hassas terazide 2 gr tartıldı. Erlene 98 ml ultra saf su konuldu ve hot plate üzerinde kaynatılmaya başlatıldı. Kaynayınca toz haline getirilmiş ve tartılmış bitki numuneleri ilave edilip, istenilen demleme sürelerine göre 10, 20, 60, 120 ve 240. dakikalarda demlemeye son verildi ve filtreyle süzüldü. Süzüntüden 25 ml alınarak 50 ml'lik cam balon jojelere aktarıldı ve ultra saf suyla 50 ml'ye tamamlandı.

Demleme sularının iz element içerikleri filtre edildikten sonra direkt ICP-OES cihazında ppm cinsinden okutuldu.

2.2.3. İstatistiksel Analizi

Çalışmada tüm verilerin istatistiksel analizleri SPSS Version 21.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Armonk, NY) paket programı kullanılarak yapıldı. *Tilia* sp. bitkisinin ve demleme suyu numunelerinin element içeriklerinin lokalitelere ve demleme sürelerine göre yorumlanmasında tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulandı. Yine piyasada satılan *Tilia* sp. çayları arasında element içeriklerinin değişiklik gösterip göstermediği tek yönlü varyans analizi uygulanarak belirlendi. Parametreler arasında farklılığın sebeplerini tespit etmek için Tukey HSD testi kullanıldı.

3. BULGULAR

3.1. Araziden Toplanan *Tilia* sp. Bitkisinin Lokalitelere Göre İz Element İçerikleri

Tilia sp. bitkisinin Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri ile Tukey HSD sonuçları Tablo 1 ve Tablo 2’de verildi. *Tilia* sp. bitkisinin element içerikleri lokaliteler bakımından değerlendirildiğinde Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Co ve Mn (ppm) değerleri $P < 0,01$ seviyesinde farklılıklar gösterirken, Cr (ppm) değeri ise herhangi bir farklılık göstermedi (Tablo 3). En yüksek Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerleri Merkez 1’de gözlemlendi. En düşük Pb, Fe, Al ve Mn (ppm) değerleri Merkez 2’de, Ni, Zn, Cu ve Co (ppm) değerleri Fındıklı’da, Cr (ppm) değeri ise Pazar’da tespit edildi (Şekil 3 ve 4).

Tablo 1. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin lokalitelere göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Lokaliteler	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Pb	Ardeşen	3	0,83	0,00	0,83	0,83
	Derepazarı	3	1,00	0,19	0,67	1,33
	Merkez 1	3	1,22	0,05	1,17	1,33
	Pazar	3	0,27	0,11	0,17	0,50
	Fındıklı	3	0,61	0,14	0,33	0,83
	Merkez 2	3	0,28	0,05	0,17	0,33
	Toplam	18	0,70	0,09	0,17	1,33
Ni	Ardeşen	3	0,1661	0,0005	0,165	0,167
	Derepazarı	3	0,1661	0,0005	0,165	0,167
	Merkez 1	3	1,0000	0,000	1,000	1,000
	Pazar	3	0,1644	0,002	0,160	0,167
	Fındıklı	3	0,1642	0,001	0,162	0,167
	Merkez 2	3	0,1648	0,001	0,163	0,167
	Toplam	18	0,3040	0,075	0,160	1,000
Fe	Ardeşen	3	53,11	2,60	48,833	57,833
	Derepazarı	3	82,05	1,10	80,167	84,000
	Merkez 1	3	95,44	11,54	75,667	115,667
	Pazar	3	46,38	1,84	43,000	49,333
	Fındıklı	3	40,88	0,20	40,500	41,167
	Merkez 2	3	36,05	1,54	33,000	38,000
	Toplam	18	58,99	5,60	33,000	115,667

Tablo 1 (devam). Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin lokalitelere göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Lokaliteler	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Zn	Ardeşen	3	12,33	0,97	10,83	14,16
	Derepazarı	3	16,88	0,14	16,66	17,16
	Merkez 1	3	20,83	0,67	19,66	22,00
	Pazar	3	17,00	0,25	16,50	17,33
	Fındıklı	3	11,11	0,30	10,50	11,50
	Merkez 2	3	18,11	1,14	15,83	19,50
	Toplam	18	16,04	0,84	10,50	22,00
Cu	Ardeşen	3	5,55	0,22	5,33	6,00
	Derepazarı	3	6,11	0,05	6,00	6,16
	Merkez 1	3	10,50	0,82	9,00	11,83
	Pazar	3	7,22	0,77	5,83	8,50
	Fındıklı	3	2,77	0,20	2,50	3,16
	Merkez 2	3	7,11	0,30	6,50	7,50
	Toplam	18	6,54	0,58	2,50	11,83
Al	Ardeşen	3	47,83	2,50	43,66	52,33
	Derepazarı	3	84,94	0,62	83,83	86,00
	Merkez 1	3	98,55	14,96	74,50	126,00
	Pazar	3	23,88	1,95	20,00	26,16
	Fındıklı	3	27,22	3,52	22,16	34,00
	Merkez 2	3	14,33	1,82	10,83	17,00
	Toplam	18	49,46	8,01	10,83	126,00
Cr	Ardeşen	3	0,22	0,055	0,167	0,333
	Derepazarı	3	0,22	0,055	0,167	0,333
	Merkez 1	3	0,25	0,048	0,167	0,333
	Pazar	3	0,16	0,000	0,167	0,167
	Fındıklı	3	0,16	0,000	0,167	0,167
	Merkez 2	3	0,16	0,000	0,167	0,167
	Toplam	18	0,19	0,015	0,167	0,333
Co	Ardeşen	3	0,168	0,000	0,167	0,170
	Derepazarı	3	0,167	0,000	0,167	0,168
	Merkez 1	3	0,500	0,000	0,500	0,500
	Pazar	3	0,168	0,001	0,167	0,171
	Fındıklı	3	0,166	0,000	0,165	0,167
	Merkez 2	3	0,166	0,000	0,167	0,167
	Toplam	18	0,222	0,030	0,165	0,500
Mn	Ardeşen	3	24,33	1,08	23,16	26,50
	Derepazarı	3	32,77	0,40	32,00	33,33
	Merkez 1	3	124,83	3,85	118,33	131,66
	Pazar	3	23,00	0,50	22,33	24,00
	Fındıklı	3	15,83	0,16	15,50	16,00
	Merkez 2	3	8,38	0,81	7,00	9,83
	Toplam	18	38,19	9,59	7,00	131,66

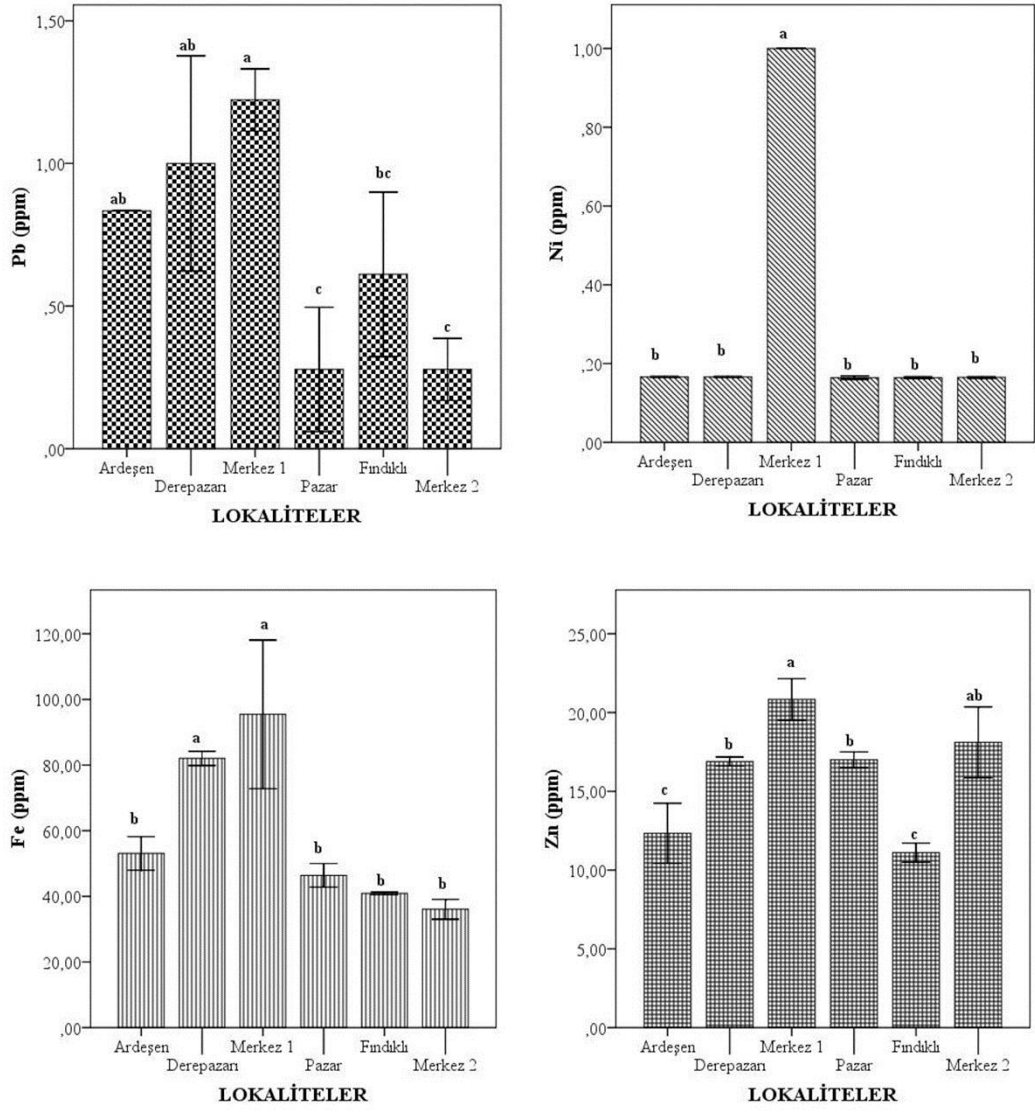
Tablo 2. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin lokalitelere göre Tukey HSD sonuçları.

Lokaliteler	Pb	Ni	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn
Ardeşen	0,83ab	0,1661b	53,11b	12,33c	5,55b	47,83b	0,22a	0,168b	24,33c
Derepazarı	1,00ab	0,1661b	82,05a	16,88b	6,11b	84,94a	0,22a	0,167b	32,77b
Merkez 1	1,22a	1,00a	95,44a	20,83a	10,50a	98,55a	0,25a	0,500a	124,83a
Pazar	0,27c	0,1644b	46,38b	17,00b	7,22b	23,88bc	0,16a	0,168b	23,00cd
Fındıklı	0,61bc	0,1642b	40,88b	11,11c	2,77c	27,22bc	0,16a	0,166b	15,83de
Merkez 2	0,28c	0,1648b	36,05b	18,11ab	7,11b	14,33c	0,16a	0,166b	8,38e

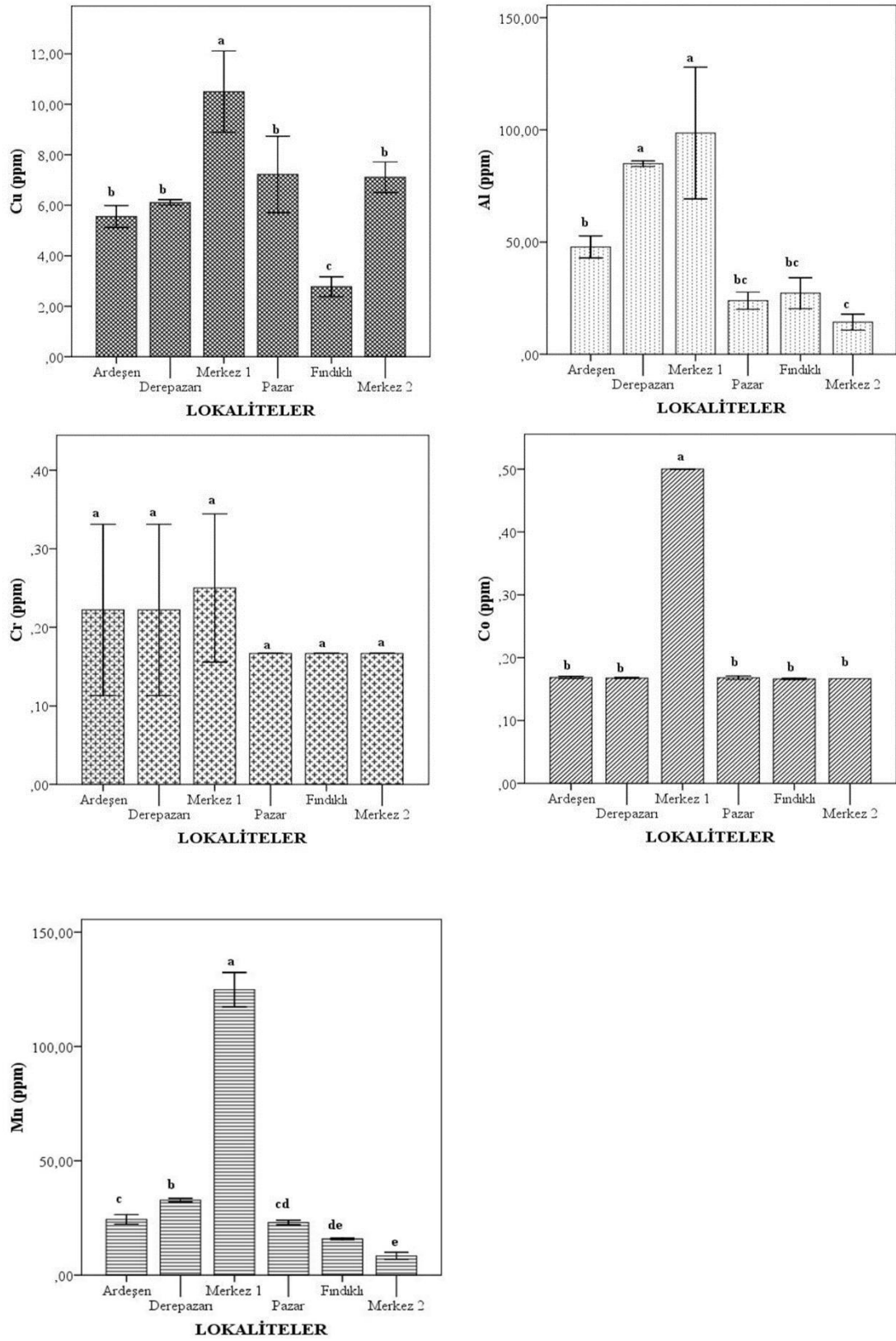
Tablo 3. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin lokalitelere göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Pb	Gruplar arası	2,235	5	0,447	11,584	0,000**
	Gruplar içi	0,463	12	0,039		
	Toplam	2,698	17			
Ni	Gruplar arası	1,742	5	0,348	81936,858	0,000**
	Gruplar içi	0,000	12	0,000		
	Toplam	1,742	17			
Fe	Gruplar arası	8723,804	5	1744,761	23,701	0,000**
	Gruplar içi	883,389	12	73,616		
	Toplam	9607,193	17			
Zn	Gruplar arası	200,823	5	40,165	27,629	0,000**
	Gruplar içi	17,444	12	1,454		
	Toplam	218,267	17			
Cu	Gruplar arası	95,341	5	19,068	26,123	0,000**
	Gruplar içi	8,759	12	0,730		
	Toplam	104,100	17			
Al	Gruplar arası	18163,346	5	3632,669	29,045	0,000**
	Gruplar içi	1500,852	12	125,071		
	Toplam	19664,198	17			
Cr	Gruplar arası	0,020	5	0,004	0,964	0,477ÖD
	Gruplar içi	0,051	12	0,004		
	Toplam	0,071	17			
Co	Gruplar arası	0,277	5	0,055	31006,366	0,000**
	Gruplar içi	0,000	12	0,000		
	Toplam	0,277	17			
Mn	Gruplar arası	28041,088	5	5608,218	654,561	0,000**
	Gruplar içi	102,815	12	8,568		
	Toplam	28143,903	17			

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; ÖD: Önemli değil



Şekil 3. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin lokalitelere göre Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 4. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin lokalitelere göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

3.2. *Tilia* sp. Bitkisinin Trafik Faktörüne Göre İz Element İçerikleri

Tilia sp. bitkisinin Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri Tablo 4’de verildi. *Tilia* sp. bitkisinin element içerikleri trafik faktörüne göre değerlendirildiğinde Pb, Fe ve Al (ppm) değerleri $P < 0,01$ seviyesinde, Cr ve Mn (ppm) değeri ise $P < 0,05$ seviyesinde farklılıklar gösterirken, Ni, Zn, Cu ve Co (ppm) değeri ise herhangi bir farklılık göstermedi (Tablo 5, Şekil 5 ve 6).

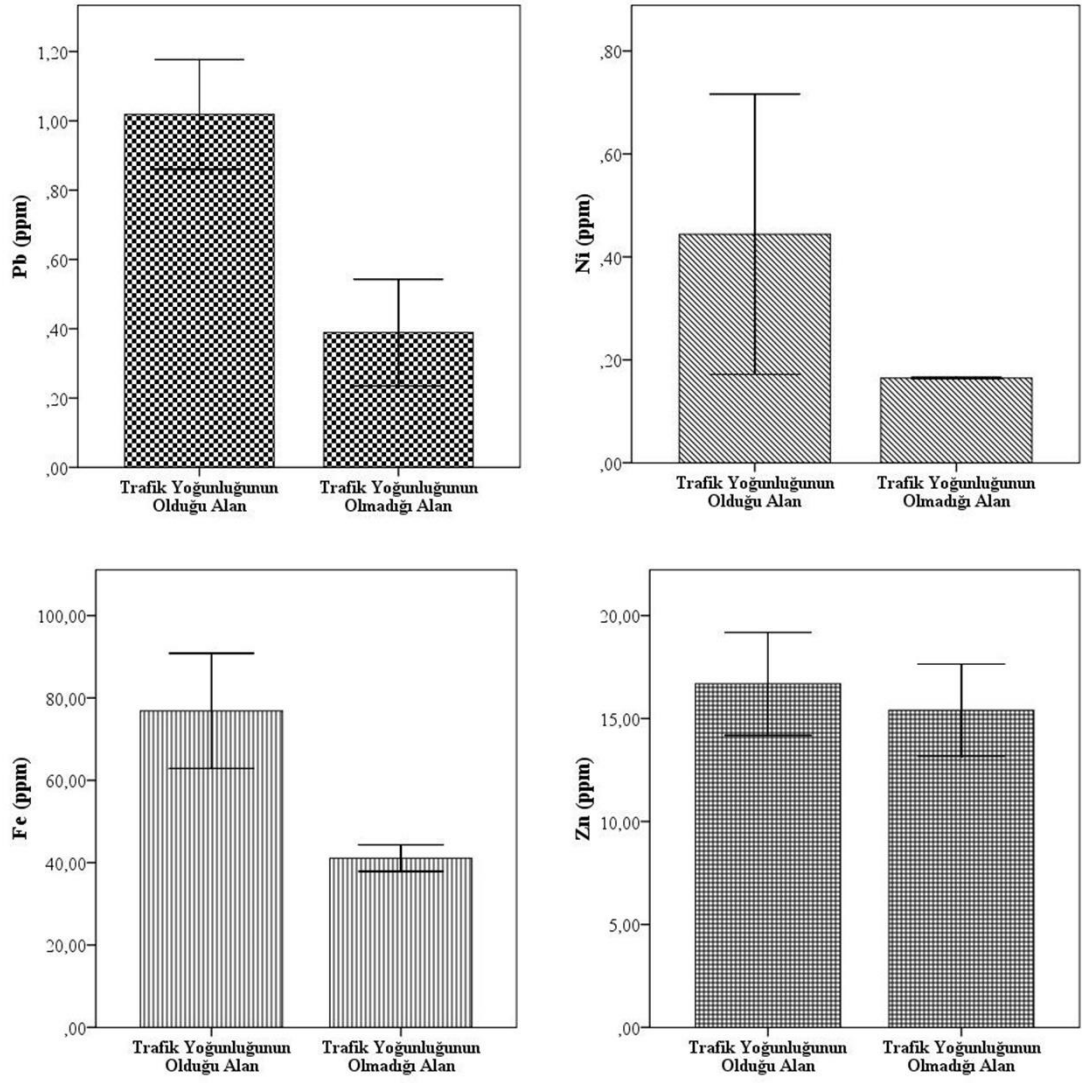
Tablo 4. *Tilia* sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Lokaliteler	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Pb	Kirli	9	1,01	0,08	0,66	1,33
	Temiz	9	0,38	0,07	0,16	0,83
	Toplam	18	0,70	0,09	0,16	1,33
Ni	Kirli	9	0,44	0,13	0,16	1,00
	Temiz	9	0,16	0,00	0,16	0,16
	Toplam	18	0,30	0,07	0,16	1,00
Fe	Kirli	9	76,87	7,12	48,83	115,66
	Temiz	9	41,11	1,64	33,00	49,33
	Toplam	18	58,99	5,60	33,00	115,66
Zn	Kirli	9	16,68	1,27	10,83	22,00
	Temiz	9	15,40	1,14	10,50	19,50
	Toplam	18	16,04	0,84	10,50	22,000
Cu	Kirli	9	7,38	0,81	5,33	11,83
	Temiz	9	5,70	0,77	2,50	8,50
	Toplam	18	6,54	0,58	2,50	11,83
Al	Kirli	9	77,11	8,75	43,66	126,00
	Temiz	9	21,81	2,31	10,83	34,00
	Toplam	18	49,46	8,01	10,83	126,00
Cr	Kirli	9	0,23	0,02	0,16	0,33
	Temiz	9	0,16	0,00	0,16	0,16
	Toplam	18	0,19	0,01	0,16	0,33
Co	Kirli	9	0,27	0,05	0,16	0,50
	Temiz	9	0,16	0,00	0,16	0,17
	Toplam	18	0,22	0,03	0,16	0,50
Mn	Kirli	9	60,64	16,13	23,16	131,66
	Temiz	9	15,74	2,12	7,00	24,00
	Toplam	18	38,19	9,59	7,00	131,66

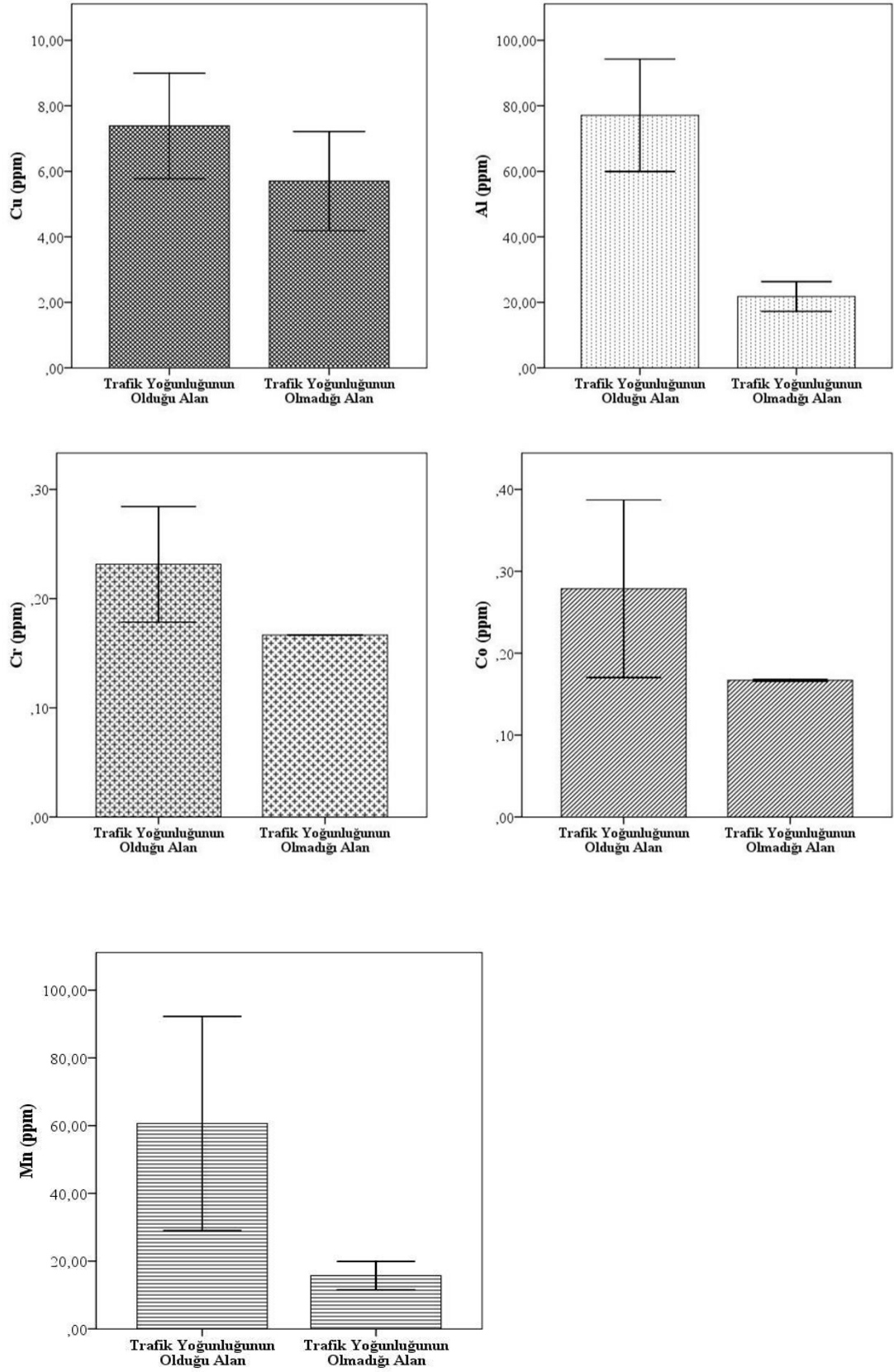
Tablo 5. *Tilia* sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Pb	Gruplar arası	1,784	1	1,784	31,243	0,000**
	Gruplar içi	0,914	16	0,057		
	Toplam	2,698	17			
Ni	Gruplar arası	0,352	1	0,352	4,046	0,061ÖD
	Gruplar içi	1,391	16	0,087		
	Toplam	1,742	17			
Fe	Gruplar arası	5754,261	1	5754,261	23,896	0,000**
	Gruplar içi	3852,932	16	240,808		
	Toplam	9607,193	17			
Zn	Gruplar arası	7,347	1	7,347	0,557	0,466ÖD
	Gruplar içi	210,920	16	13,182		
	Toplam	218,267	17			
Cu	Gruplar arası	12,779	1	12,779	2,239	0,154ÖD
	Gruplar içi	91,321	16	5,708		
	Toplam	104,100	17			
Al	Gruplar arası	13759,562	1	13759,562	37,285	0,000**
	Gruplar içi	5904,636	16	369,040		
	Toplam	19664,198	17			
Cr	Gruplar arası	0,019	1	0,019	5,765	0,029*
	Gruplar içi	0,052	16	0,003		
	Toplam	0,071	17			
Co	Gruplar arası	0,056	1	0,056	4,079	0,060ÖD
	Gruplar içi	0,220	16	0,014		
	Toplam	0,277	17			
Mn	Gruplar arası	9075,039	1	9075,039	7,615	0,014*
	Gruplar içi	19068,864	16	1191,804		
	Toplam	28143,903	17			

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; ÖD: Önemli değil



Şekil 5. *Tilia sp.* bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 6. *Tilia sp.* bitkisinin trafik faktörüne göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

3.3. Piyasada Satılan *Tilia* sp. Çaylarının İz Element İçerikleri

Piyasada sallama paket çay formatında satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri ile Tukey HSD sonuçları Tablo 6 ve Tablo 7’de verildi. *Tilia* sp. çaylarının element içerikleri yaş yakma metoduna göre değerlendirildiğinde Zn elementi hariç tüm elementler $P < 0,01$ seviyesinde farklılıklar gösterdi (Tablo 8). En yüksek Pb (ppm) X1’de, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co (ppm) X2’de, Mn (ppm) değerleri ise X3’te gözlemlendi. En düşük Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co (ppm) X3’te, Mn (ppm) değerleri ise X4’te gözlemlendi (Şekil 7 ve 8).

Tablo 6. Piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Paket Çaylar	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Pb	X1	3	5,50	0,92	3,67	6,67
	X2	3	3,88	0,29	3,33	4,33
	X3	3	0,94	0,11	0,83	1,17
	X4	3	1,77	0,58	0,83	2,83
	Toplam	12	3,02	0,59	0,83	6,67
Ni	X1	3	2,72	0,33	2,17	3,33
	X2	3	4,11	0,14	3,83	4,33
	X3	3	0,27	0,05	0,17	,33
	X4	3	1,55	0,146	1,33	1,83
	Toplam	12	2,16	0,43	0,17	4,33
Fe	X1	3	713,77	7,44	706,17	728,67
	X2	3	1313,77	18,51	1289,67	1350,17
	X3	3	135,16	11,87	121,67	158,83
	X4	3	423,44	3,05	417,33	426,67
	Toplam	12	646,54	131,60	121,67	1350,17
Zn	X1	3	24,77	1,05	23,33	26,83
	X2	3	25,83	2,07	22,33	29,50
	X3	3	21,00	0,34	20,33	21,50
	X4	3	23,27	3,66	17,67	30,17
	Toplam	12	23,72	1,07	17,67	30,17

Tablo 6 (devam). Piyasa satılan paket *Tilia* sp. çaylarının lokalitelere göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

Lokaliteler	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum	
Cu	X1	3	9,55	0,45	8,67	10,17
	X2	3	29,77	3,14	23,50	33,33
	X3	3	8,38	0,20	8,00	8,67
	X4	3	5,55	0,05	5,50	5,67
	Toplam	12	13,31	2,97	5,50	33,33
Al	X1	3	773,72	10,64	756,50	793,17
	X2	3	2023,61	11,01	2008,33	2045,00
	X3	3	119,38	10,03	106,50	139,17
	X4	3	537,83	20,80	497,67	567,33
	Toplam	12	863,63	214,01	106,50	2045,00
Cr	X1	3	4,83	0,50	4,33	5,83
	X2	3	10,38	0,82	8,83	11,67
	X3	3	0,50	0,00	0,50	0,50
	X4	3	1,66	0,00	1,67	1,67
	Toplam	12	4,34	1,17	0,50	11,67
Co	X1	3	0,33	0,00	0,33	0,33
	X2	3	0,44	0,01	0,43	0,47
	X3	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	X4	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	Toplam	12	0,27	0,03	0,17	0,47
Mn	X1	3	78,16	0,25	77,67	78,50
	X2	3	103,44	10,36	82,83	115,67
	X3	3	108,22	3,08	103,00	113,67
	X4	3	67,61	2,11	65,50	71,83
	Toplam	12	89,36	5,63	65,50	115,67

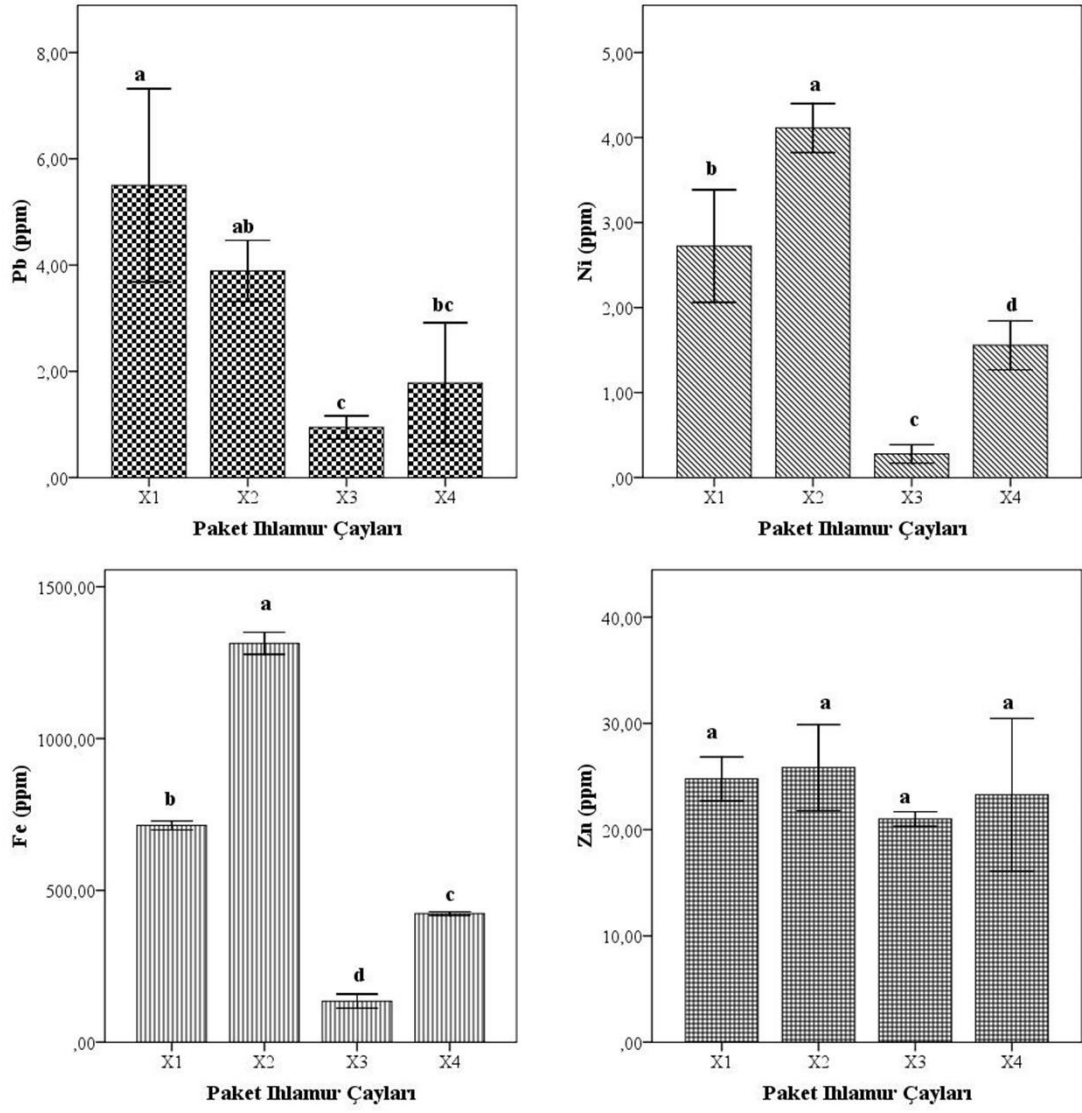
Tablo 7. Piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Tukey HSD sonuçları.

Bitkiler	Pb	Ni	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn
X1	5,50a	2,72b	713,77b	24,77a	9,55b	773,72b	4,83b	0,33b	78,16b
X2	3,88ab	4,11a	1313,77a	25,83a	29,77a	2023,61a	10,38a	0,44a	103,44a
X3	0,94c	0,27d	135,16d	21,00a	8,38b	119,38d	0,50c	0,16c	108,22a
X4	1,77bc	1,55c	423,44c	23,27a	5,55b	537,83c	1,66c	0,16c	67,61b

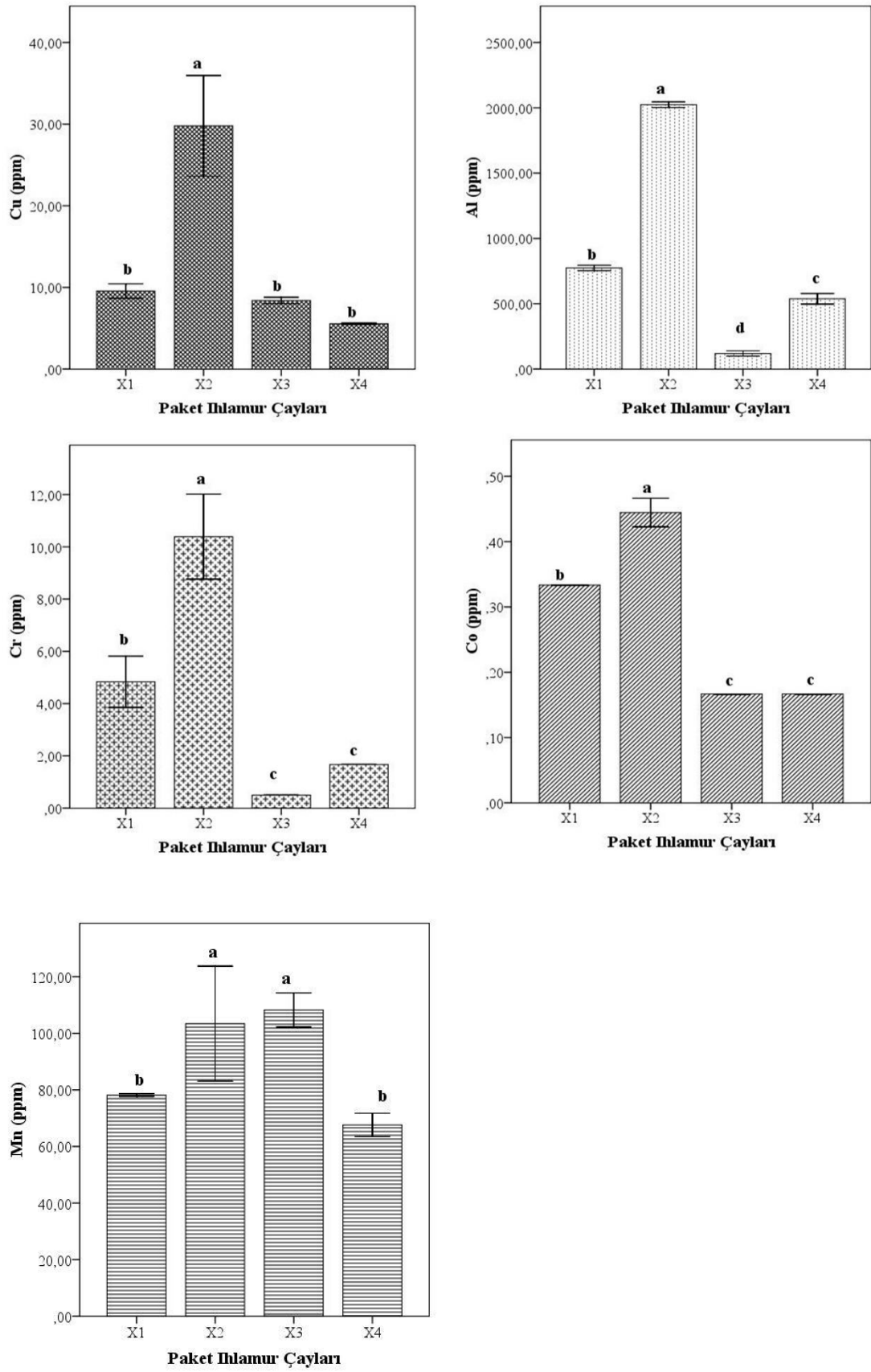
Tablo 8. Piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Pb	Gruplar arası	38,269	3	12,756	13,121	0,002**
	Gruplar içi	7,778	8	0,972		
	Toplam	46,046	11			
Ni	Gruplar arası	24,093	3	8,031	66,718	0,000**
	Gruplar içi	0,963	8	0,120		
	Toplam	25,056	11			
Fe	Gruplar arası	2283004,452	3	761001,484	1850,116	0,000**
	Gruplar içi	3290,611	8	411,326		
	Toplam	2286295,063	11			
Zn	Gruplar arası	39,537	3	13,179	0,927	0,471ÖD
	Gruplar içi	113,704	8	14,213		
	Toplam	153,241	11			
Cu	Gruplar arası	1108,896	3	369,632	48,506	0,000**
	Gruplar içi	60,963	8	7,620		
	Toplam	1169,859	11			
Al	Gruplar arası	6041033,657	3	2013677,886	3494,452	0,000**
	Gruplar içi	4610,000	8	576,250		
	Toplam	6045643,657	11			
Cr	Gruplar arası	176,174	3	58,725	83,451	0,000**
	Gruplar içi	5,630	8	0,704		
	Toplam	181,803	11			
Co	Gruplar arası	0,167	3	0,056	600,000	0,000**
	Gruplar içi	0,001	8	0,000		
	Toplam	0,167	11			
Mn	Gruplar arası	3457,380	3	1152,460	12,653	0,002**
	Gruplar içi	728,667	8	91,083		
	Toplam	4186,046	11			

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; ÖD: Önemli değil



Şekil 7. Piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 8. Piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri ile Tukey HSD sonuçları Tablo 9 ve Tablo 10'da verildi. *Tilia* sp. çaylarının element içerikleri yaş yakma metoduna göre değerlendirildiğinde Fe (ppm) değerleri $P < 0,05$ seviyesinde, Ni, Al ve Mn (ppm) değerleri $P < 0,01$ seviyesinde farklılıklar gösterirken diğer elementer istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermedi (Tablo 11). En yüksek Pb (ppm) Y2'de, Ni ve Cu (ppm) Y1'de, Fe, Zn ve Mn (ppm) Y3'te, Al ve Cr (ppm) değerleri ise Y6'da gözlemlendi. En düşük Pb, Al ve Cr (ppm) Y1'de, Ni ve Fe (ppm) Y4'te, Zn ve Cu (ppm) Y5'te, Mn (ppm) değerleri ise Y6'da gözlemlendi. Co (ppm) değerlerinin ise aynı seviyede olduğu tespit edildi (Şekil 9 ve 10).

Tablo 9. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Açık Çaylar	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Pb	Y1	3	0,50	0,19	0,17	0,83
	Y2	3	1,16	0,00	1,17	1,17
	Y3	3	0,61	0,14	0,33	0,83
	Y4	3	0,72	0,24	0,33	1,17
	Y5	3	0,88	0,14	0,67	1,17
	Y6	3	0,77	0,14	0,50	1,00
	Toplam	18	0,77	0,07	0,17	1,17
Ni	Y1	3	1,27	0,29	0,83	1,83
	Y2	3	0,55	0,20	0,17	0,83
	Y3	3	1,22	0,14	1,00	1,50
	Y4	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	Y5	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	Y6	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	Toplam	18	0,59	0,12	0,17	1,83
Fe	Y1	3	67,38	4,70	58,00	72,67
	Y2	3	93,05	16,43	63,17	119,83
	Y3	3	100,22	7,22	92,50	114,67
	Y4	3	56,00	0,44	55,17	56,67
	Y5	3	73,11	2,72	67,67	76,00
	Y6	3	85,16	2,50	80,83	89,50
	Toplam	18	79,15	4,53	55,17	119,83

Tablo 9 (devam). Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Lokaliteler	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Zn	Y1	3	21,22	1,02	19,17	22,33
	Y2	3	19,88	2,07	16,17	23,33
	Y3	3	23,94	1,73	20,83	26,83
	Y4	3	19,33	1,48	16,50	21,50
	Y5	3	18,50	0,60	17,67	19,67
	Y6	3	22,33	0,57	21,33	23,33
	Toplam	18	20,87	0,65	16,17	26,83
Cu	Y1	3	9,16	0,41	8,67	10,00
	Y2	3	7,61	0,90	5,83	8,83
	Y3	3	8,33	0,72	7,17	9,67
	Y4	3	6,94	0,56	5,83	7,67
	Y5	3	6,27	1,06	4,33	8,00
	Y6	3	6,33	0,19	6,00	6,67
	Toplam	18	7,44	0,35	4,33	10,00
Al	Y1	3	33,66	5,87	22,00	40,67
	Y2	3	53,22	9,79	35,17	68,83
	Y3	3	71,22	5,78	63,33	82,50
	Y4	3	43,55	1,73	41,50	47,00
	Y5	3	58,22	0,96	56,50	59,83
	Y6	3	74,41	2,26	70,50	78,33
	Toplam	18	55,71	3,93	22,00	82,50
Cr	Y1	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	Y2	3	0,22	0,05	0,17	0,33
	Y3	3	0,44	0,05	0,33	0,50
	Y4	3	0,22	0,05	0,17	0,33
	Y5	3	0,38	0,14	0,17	0,67
	Y6	3	0,50	0,09	0,33	0,67
	Toplam	18	0,32	0,04	0,17	0,67
Co	Y1	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	Y2	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	Y3	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	Y4	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	Y5	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	Y6	3	0,16	0,00	0,17	0,17
	Toplam	18	0,16	0,00	0,17	0,17
Mn	Y1	3	23,72	1,05	21,83	25,50
	Y2	3	51,16	4,81	41,67	57,33
	Y3	3	142,00	5,74	131,67	151,50
	Y4	3	100,22	5,76	91,00	110,83
	Y5	3	19,44	2,04	15,50	22,33
	Y6	3	17,66	8,75	0,17	26,67
	Toplam	18	59,03	11,50	0,17	151,50

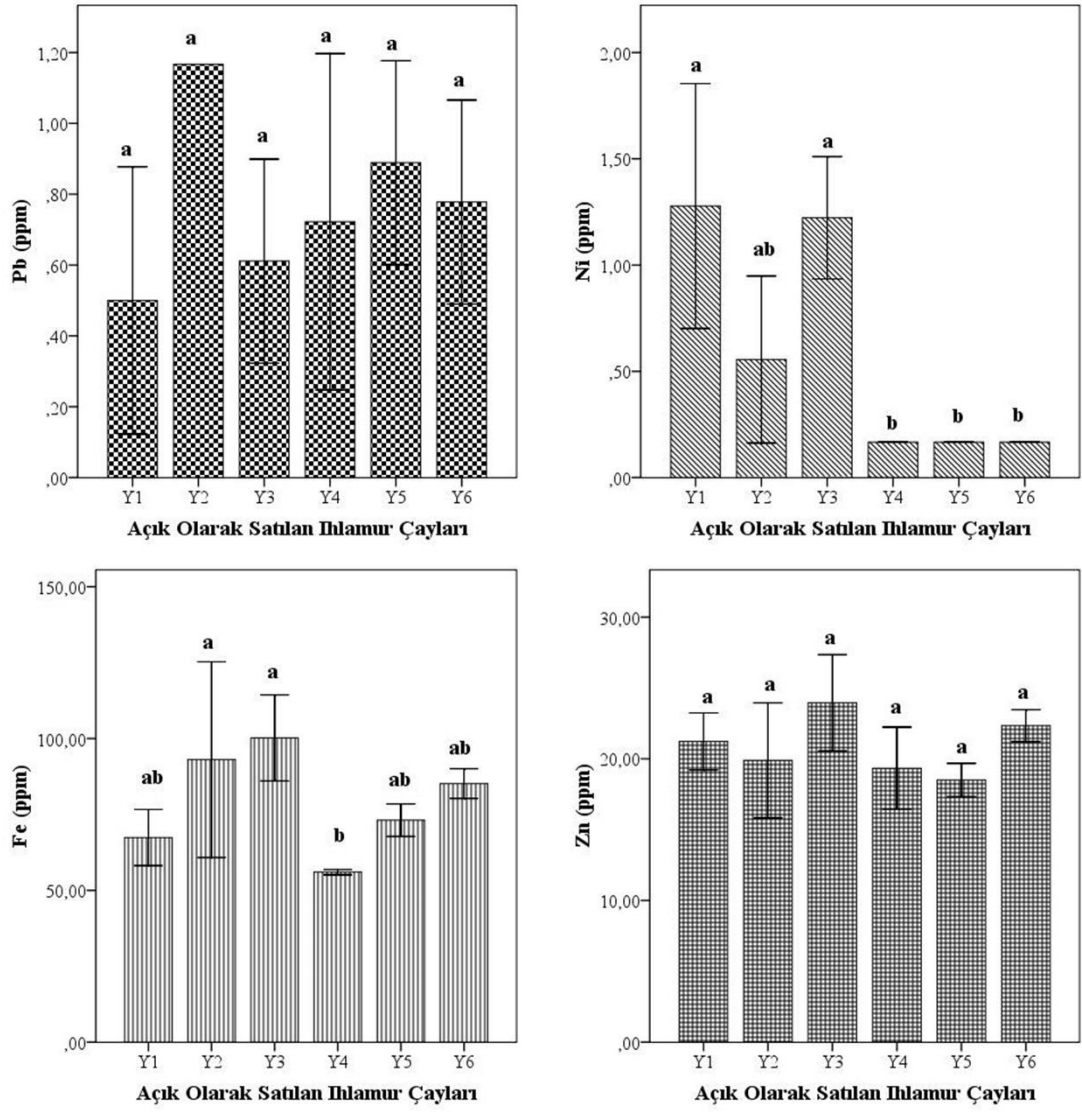
Tablo 10. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Tukey HSD sonuçları.

Açık Çaylar	Pb	Ni	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn
Y1	0,50a	1,27a	67,38ab	21,22a	9,16a	33,66b	0,16a	0,16c	23,72d
Y2	1,16a	0,55ab	93,05a	19,88a	7,61a	53,22ab	0,22a	0,16c	51,16c
Y3	0,61a	1,22a	100,22a	23,94a	8,33a	71,22a	0,44a	0,16c	142,00a
Y4	0,72a	0,16b	56,00b	19,33a	6,94a	43,55b	0,22a	0,16c	100,22b
Y5	0,88a	0,16b	73,11ab	18,50a	6,27a	58,22ab	0,38a	0,16c	19,44d
Y6	0,77a	0,16b	85,16ab	22,33a	6,33a	74,41a	0,50a	0,16c	17,66d

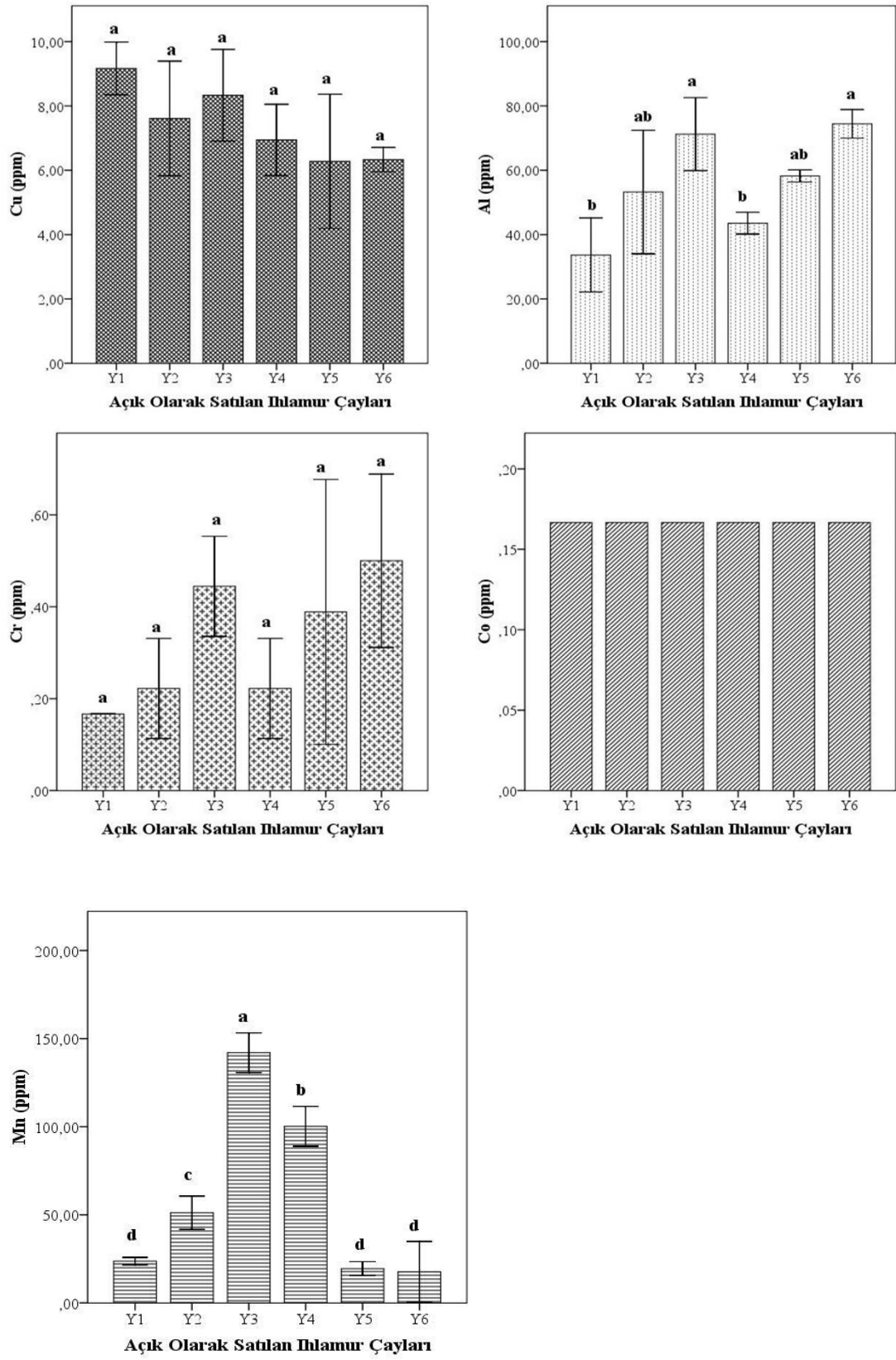
Tablo 11. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Pb	Gruplar arası	0,815	5	0,163	2,031	0,146ÖD
	Gruplar içi	0,963	12	0,080		
	Toplam	1,778	17			
Ni	Gruplar arası	4,235	5	0,847	11,433	0,000**
	Gruplar içi	0,889	12	0,074		
	Toplam	5,123	17			
Fe	Gruplar arası	4152,952	5	830,590	4,637	0,014*
	Gruplar içi	2149,685	12	179,140		
	Toplam	6302,637	17			
Zn	Gruplar arası	61,975	5	12,395	2,202	0,122ÖD
	Gruplar içi	67,556	12	5,630		
	Toplam	129,531	17			
Cu	Gruplar arası	19,889	5	3,978	2,636	0,078ÖD
	Gruplar içi	18,111	12	1,509		
	Toplam	38,000	17			
Al	Gruplar arası	3710,122	5	742,024	8,580	0,001**
	Gruplar içi	1037,755	12	86,480		
	Toplam	4747,877	17			
Cr	Gruplar arası	0,285	5	0,057	2,846	0,064ÖD
	Gruplar içi	0,241	12	0,020		
	Toplam	0,526	17			
Co	Gruplar arası	0,000	5	0,000	.	.
	Gruplar içi	0,000	12	0,000		
	Toplam	0,000	17			
Mn	Gruplar arası	39501,698	5	7900,340	92,227	0,000**
	Gruplar içi	1027,944	12	85,662		
	Toplam	40529,642	17			

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; ÖD: Önemli değil



Şekil 9. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 10. Piyasada aktarlarda açık olark *Tilia* sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

3.4. Araziden Toplanan *Tilia* sp. Bitkisinden Demlemeye Suya Geçen İz Element İçerikleri

Tilia sp. bitkisinin Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri ile Tukey HSD sonuçları Tablo 12 ve Tablo 13’de verildi. *Tilia* sp. bitkisinin element içerikleri lokaliteler bakımından değerlendirildiğinde tüm elementler $P < 0,01$ seviyesinde farklılıklar gösterdi (Tablo 14). En yüksek Pb, Cr, Co ve Mn (ppm) değerleri Merkez 1’de, Ni, Fe, Zn, Cu ve Al (ppm) değerleri ise Ardeşen’de gözlemlendi. En düşük Pb ve Mn (ppm) değerleri Merkez 2’de, Ni ve Cr (ppm) değerleri Pazar’da, Fe, Zn, Cu, Al ve Co (ppm) değerleri ise Fındıklı’da gözlemlendi (Şekil 11 ve 12).

Tablo 12. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin demlemeye göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Lokaliteler	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Pb	Ardeşen	15	0,61	0,12	0,10	1,90
	Derepazarı	15	1,14	0,22	0,10	3,50
	Merkez 1	15	1,46	0,22	0,10	2,60
	Pazar	15	0,67	0,09	0,10	1,30
	Fındıklı	15	0,44	0,07	0,10	0,80
	Merkez 2	15	0,27	0,06	0,10	0,70
	Toplam	90	0,77	0,07	0,10	3,50
Ni	Ardeşen	15	0,77	0,04	0,50	1,10
	Derepazarı	15	0,64	0,17	0,20	3,00
	Merkez 1	15	0,19	0,05	0,10	0,70
	Pazar	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	Fındıklı	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	Merkez 2	15	0,44	0,02	0,30	0,60
	Toplam	90	0,37	0,04	0,10	3,00
Fe	Ardeşen	15	4,98	0,11	4,10	5,70
	Derepazarı	15	1,69	0,37	0,10	5,60
	Merkez 1	15	3,63	0,13	2,70	4,50
	Pazar	15	1,90	0,07	1,50	2,40
	Fındıklı	15	1,25	0,39	0,10	4,00
	Merkez 2	15	3,34	0,11	2,50	4,40
	Toplam	90	2,80	0,16	0,10	5,70

Tablo 12 (devam). Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin demlemeye göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Lokaliteler	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Zn	Ardeşen	15	50,44	0,77	46,60	59,00
	Derepazarı	15	27,11	3,25	13,70	53,60
	Merkez 1	15	43,36	2,89	4,70	51,00
	Pazar	15	28,82	0,70	25,40	34,90
	Fındıklı	15	16,93	0,54	15,20	24,20
	Merkez 2	15	32,17	0,41	29,00	34,30
	Toplam	90	33,14	1,37	4,70	59,000
Cu	Ardeşen	15	5,20	0,39	3,80	8,00
	Derepazarı	15	4,91	0,30	2,30	6,60
	Merkez 1	15	4,30	0,18	3,20	5,50
	Pazar	15	3,96	0,14	3,20	5,30
	Fındıklı	15	3,60	0,11	2,60	4,30
	Merkez 2	15	5,08	0,07	4,40	5,50
	Toplam	90	4,51	0,11	2,30	8,00
Al	Ardeşen	15	4,54	0,15	3,70	5,70
	Derepazarı	15	0,96	0,20	0,10	2,50
	Merkez 1	15	1,72	0,28	0,20	4,80
	Pazar	15	0,98	0,07	0,60	1,40
	Fındıklı	15	0,17	0,04	0,10	0,70
	Merkez 2	15	0,85	0,12	0,40	2,00
	Toplam	90	1,53	0,16	0,10	5,70
Cr	Ardeşen	15	0,22	0,01	0,10	0,30
	Derepazarı	15	0,23	0,01	0,10	0,30
	Merkez 1	15	0,54	0,07	0,10	1,00
	Pazar	15	0,10	0,00	0,10	0,20
	Fındıklı	15	0,18	0,02	0,10	0,30
	Merkez 2	15	0,19	0,01	0,10	0,30
	Toplam	90	0,24	0,02	0,10	1,00
Co	Ardeşen	15	0,10	0,00	0,10	0,11
	Derepazarı	15	0,25	0,04	0,10	0,70
	Merkez 1	15	0,29	0,09	0,10	1,00
	Pazar	15	0,14	0,01	0,10	0,30
	Fındıklı	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	Merkez 2	15	0,26	0,01	0,20	0,40
	Toplam	90	0,19	0,01	0,10	1,00
Mn	Ardeşen	15	6,50	1,19	3,30	16,20
	Derepazarı	15	19,50	2,53	5,80	43,80
	Merkez 1	15	21,42	0,63	16,90	25,00
	Pazar	15	10,56	0,78	5,30	13,60
	Fındıklı	15	8,53	0,69	0,10	11,00
	Merkez 2	15	6,18	0,20	4,50	7,40
	Toplam	90	12,11	0,81	0,10	43,80

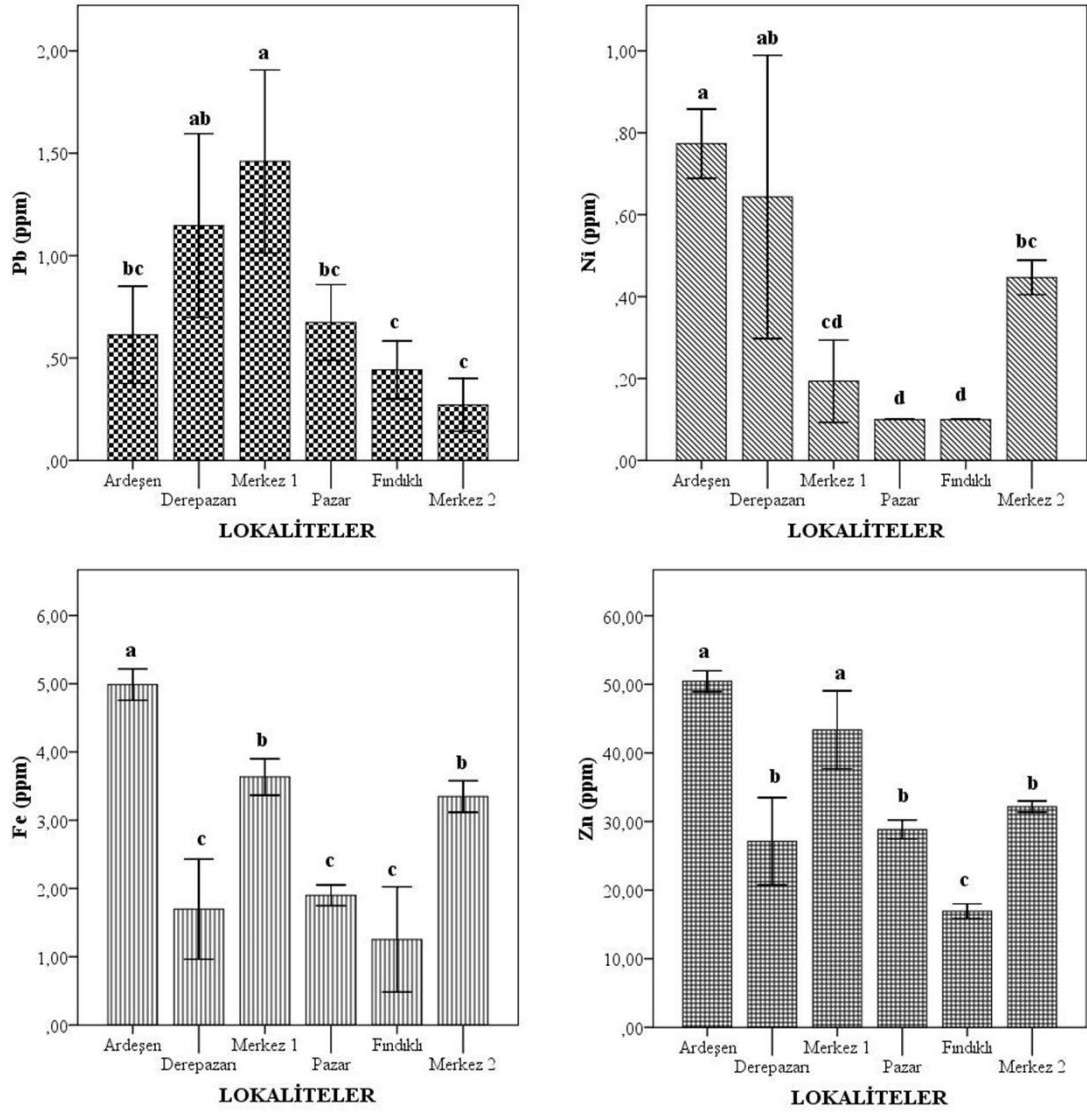
Tablo 13. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin demlemeye göre Tukey HSD sonuçları.

Lokaliteler	Pb	Ni	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn
Ardeşen	0,61bc	0,77a	4,98a	50,44a	5,20a	4,54a	0,22b	0,10b	6,50b
Derepazarı	1,14ab	0,64ab	1,69c	27,11b	4,91ab	0,96c	0,23b	0,25ab	19,50a
Merkez 1	1,46a	0,19cd	3,63b	43,36a	4,30abc	1,72b	0,54a	0,29a	21,42a
Pazar	0,67bc	0,10d	1,90c	28,82b	3,96bc	0,98c	0,10b	0,14ab	10,56b
Fındıklı	0,44c	0,10d	1,25c	16,93c	3,60c	0,17d	0,18b	0,10b	8,53b
Merkez 2	0,27c	0,44bc	3,34b	32,17b	5,08a	0,85cd	0,19b	0,26ab	6,18b

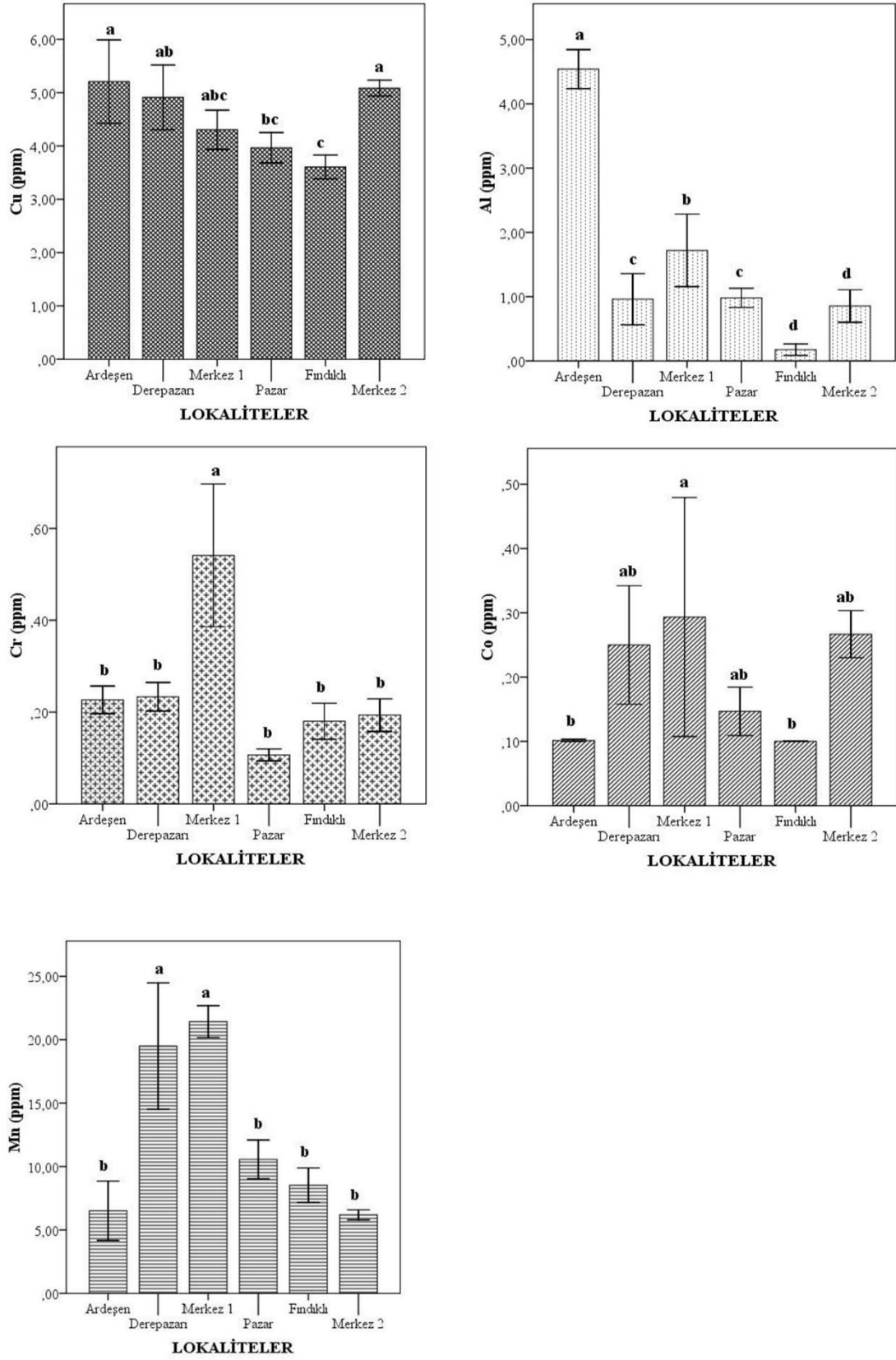
Tablo 14. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin demlemeye göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestli k Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Pb	Gruplar arası	14,871	5	2,974	8,588	0,000**
	Gruplar içi	28,743	83	0,346		
	Toplam	43,614	88			
Ni	Gruplar arası	6,301	5	1,260	13,983	0,000**
	Gruplar içi	7,570	84	0,090		
	Toplam	13,871	89			
Fe	Gruplar arası	152,914	5	30,583	35,274	0,000**
	Gruplar içi	72,828	84	0,867		
	Toplam	225,742	89			
Zn	Gruplar arası	10839,321	5	2167,864	42,107	0,000**
	Gruplar içi	4324,680	84	51,484		
	Toplam	15164,001	89			
Cu	Gruplar arası	32,016	5	6,403	7,776	0,000**
	Gruplar içi	69,169	84	0,823		
	Toplam	101,185	89			
Al	Gruplar arası	180,325	5	36,065	83,579	0,000**
	Gruplar içi	36,247	84	0,432		
	Toplam	216,572	89			
Cr	Gruplar arası	1,714	5	0,343	18,157	0,000**
	Gruplar içi	1,586	84	0,019		
	Toplam	3,300	89			
Co	Gruplar arası	0,569	5	0,114	3,817	0,004**
	Gruplar içi	2,505	84	0,030		
	Toplam	3,074	89			
Mn	Gruplar arası	3346,353	5	669,271	28,468	0,000**
	Gruplar içi	1974,785	84	23,509		
	Toplam	5321,138	89			

** $P < 0,01$



Şekil 11. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin demlemeye göre Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 12. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin demlemeye göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

3.5. *Tilia* sp. Bitkisinden Demlemeyle Suya Geçen İz Element İçeriklerinin Trafik Faktörüne Göre Değerlendirilmesi

Tilia sp. bitkisinin Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri Tablo 15’de verildi. *Tilia* sp. bitkisinin element içerikleri trafik faktörüne göre değerlendirildiğinde Pb, Ni, Fe, Zn, Al, Cr ve Mn (ppm) değerleri $P < 0,01$ seviyesinde, Cu (ppm) değeri ise $P < 0,05$ seviyesinde farklılıklar gösterirken, Co (ppm) değeri ise herhangi bir farklılık göstermedi (Tablo 16). En yüksek Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerleri trafik yoğunluğunun olduğu alanlarda, en düşük değerler ise trafik yoğunluğunun olmadığı alanlarda tespit edildi (Tablo 16, Şekil 13 ve 14).

Tablo 15. *Tilia* sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Lokaliteler	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Pb	Kirli	45	1,07	0,12	0,10	3,50
	Temiz	45	0,45	0,05	0,10	1,30
	Toplam	90	0,76	0,07	0,10	3,50
Ni	Kirli	45	0,53	0,07	0,10	3,00
	Temiz	45	0,21	0,02	0,10	0,60
	Toplam	90	0,37	0,04	0,10	3,00
Fe	Kirli	45	3,43	0,24	0,10	5,70
	Temiz	45	2,16	0,18	0,10	4,40
	Toplam	90	2,80	0,16	0,10	5,70
Zn	Kirli	45	40,30	2,06	4,70	59,00
	Temiz	45	25,97	1,03	15,20	34,90
	Toplam	90	33,14	1,37	4,70	59,00
Cu	Kirli	45	4,80	0,18	2,30	8,00
	Temiz	45	4,22	0,11	2,60	5,50
	Toplam	90	4,51	0,11	2,30	8,00
Al	Kirli	45	2,40	0,26	0,10	5,70
	Temiz	45	0,66	0,07	0,10	2,00
	Toplam	90	1,53	0,16	0,10	5,70
Cr	Kirli	45	0,33	0,03	0,10	1,00
	Temiz	45	0,16	0,01	0,10	0,30
	Toplam	90	0,24	0,02	0,10	1,00

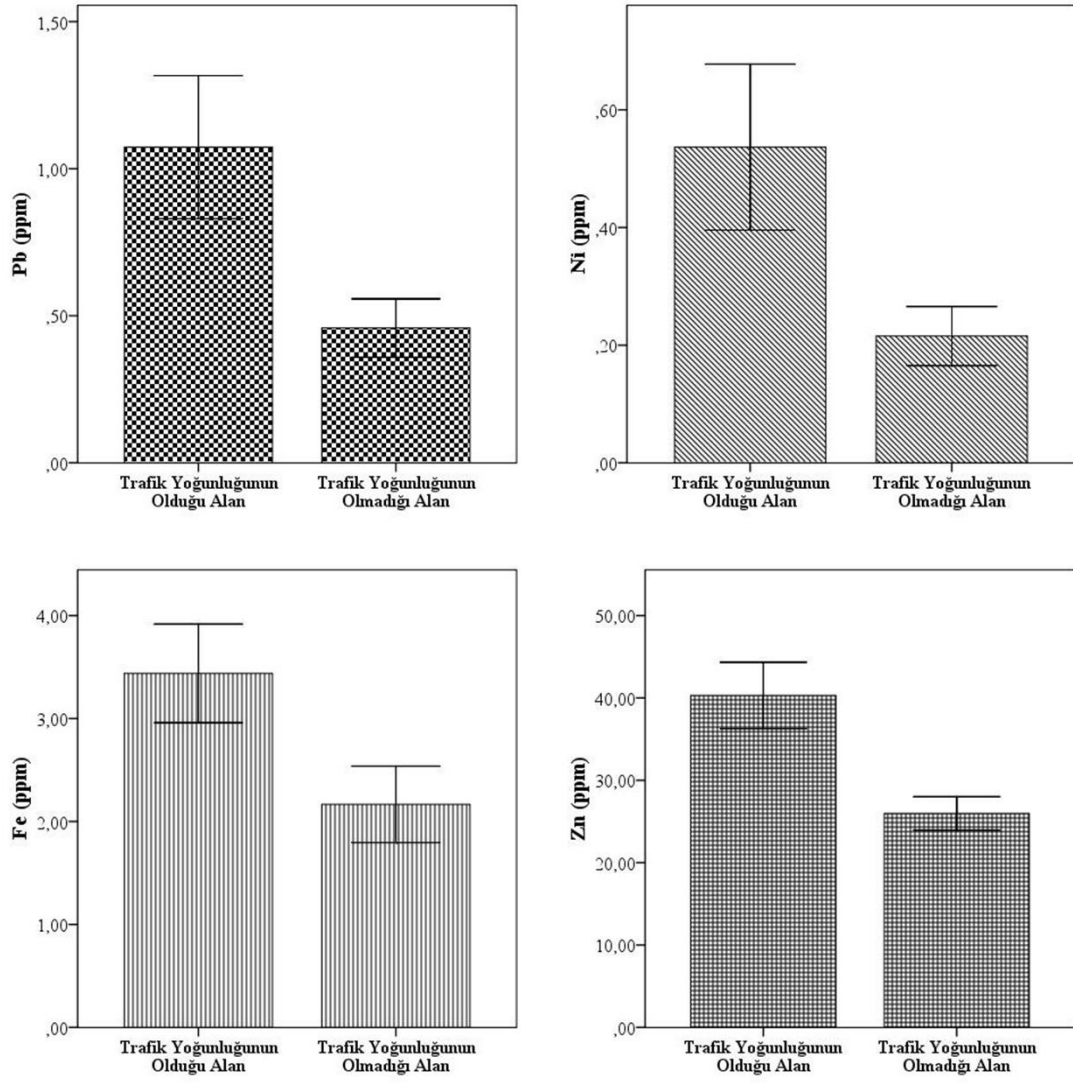
Tablo 15 (devam). *Tilia* sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Lokaliteler	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Co	Kirli	45	0,21	0,03	0,10	1,00
	Temiz	45	0,17	0,01	0,10	0,40
	Toplam	90	0,19	0,01	0,10	1,00
Mn	Kirli	45	15,81	1,36	3,30	43,80
	Temiz	45	8,42	0,43	0,10	13,60
	Toplam	90	12,11	0,81	0,10	43,80

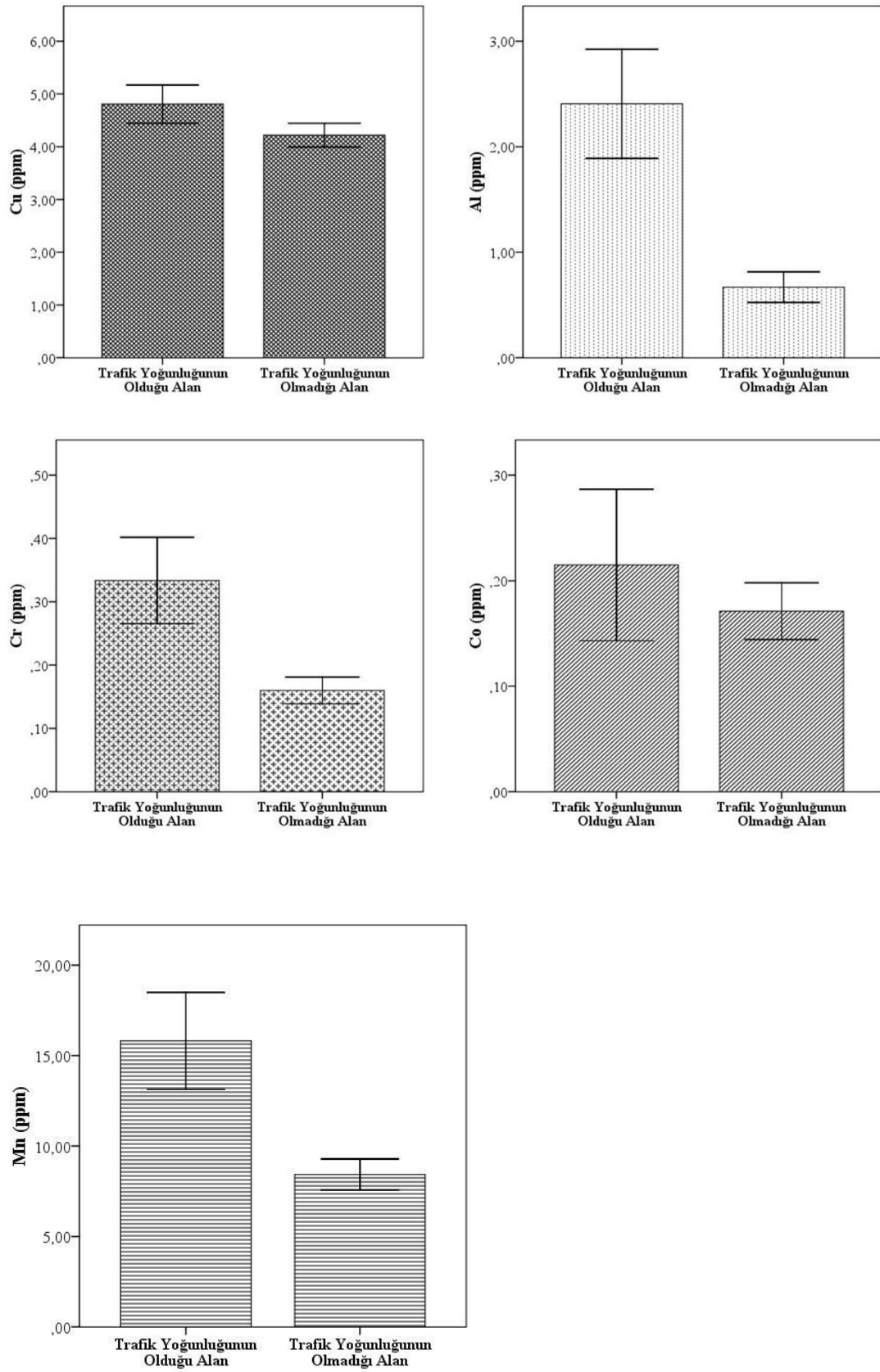
Tablo 16. *Tilia* sp. bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Pb	Gruplar arası	8,507	1	8,507	21,055	0,000**
	Gruplar içi	35,555	88	0,404		
	Toplam	44,062	89			
Ni	Gruplar arası	2,320	1	2,320	17,675	0,000**
	Gruplar içi	11,551	88	0,131		
	Toplam	13,871	89			
Fe	Gruplar arası	36,417	1	36,417	16,927	0,000**
	Gruplar içi	189,324	88	2,151		
	Toplam	225,742	89			
Zn	Gruplar arası	4621,067	1	4621,067	38,571	0,000**
	Gruplar içi	10542,934	88	119,806		
	Toplam	15164,001	89			
Cu	Gruplar arası	7,773	1	7,773	7,323	0,008*
	Gruplar içi	93,412	88	1,061		
	Toplam	101,185	89			
Al	Gruplar arası	67,947	1	67,947	40,231	0,000**
	Gruplar içi	148,624	88	1,689		
	Toplam	216,572	89			
Cr	Gruplar arası	0,679	1	0,679	22,814	0,000**
	Gruplar içi	2,620	88	0,030		
	Toplam	3,300	89			
Co	Gruplar arası	0,043	1	0,043	1,252	0,266ÖD
	Gruplar içi	3,031	88	0,034		
	Toplam	3,074	89			
Mn	Gruplar arası	1226,925	1	1226,925	26,371	0,000**
	Gruplar içi	4094,212	88	46,525		
	Toplam	5321,138	89			

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; ÖD: Önemli değil



Şekil 13. *Tilia sp.* bitkisinin trafik faktörüne göre Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 14. *Tilia sp.* bitkisinin trafik faktörüne göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

3.6. Piyasada Satılan *Tilia* sp. Çaylarından Demlemeyle Suyu Geçen İz Element İçerikleri

Piyasada sallama paket çay formatında satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri ile Tukey HSD sonuçları Tablo 17 ve Tablo 18’de verildi. *Tilia* sp. çaylarının element içerikleri demleme metoduna göre değerlendirildiğinde Co (ppm) elementi $P < 0,05$, diğer tüm elementler ise $P < 0,01$ seviyesinde farklılıklar gösterdi (Tablo 19). En yüksek Pb, Ni ve Cr (ppm) X4’te, Fe ve Co (ppm) X1’de, Zn, Cu ve Mn (ppm) X3’te, Al (ppm) değerleri ise X2’de gözlemlendi. En düşük Pb ve Cu (ppm) X1’de, Ni, Cr, Co ve Mn (ppm) X2’de, Fe ve Al (ppm) X3’te, Zn (ppm) değerleri ise X4’te gözlemlendi (Şekil 15 ve 16).

Tablo 17. Piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Paket Çaylar	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Pb	X1	15	0,26	0,04	0,10	0,50
	X2	15	0,45	0,08	0,10	1,00
	X3	15	1,14	0,16	0,40	2,70
	X4	15	1,21	0,16	0,10	2,90
	Toplam	60	0,76	0,08	0,10	2,90
Ni	X1	15	0,78	0,05	0,30	1,00
	X2	15	0,22	0,03	0,10	0,50
	X3	15	1,58	0,10	1,10	2,30
	X4	15	1,92	0,11	1,00	2,50
	Toplam	60	1,12	0,09	0,10	2,50
Fe	X1	15	3,96	0,13	3,00	4,70
	X2	15	3,17	0,10	2,50	4,00
	X3	15	2,24	0,45	0,80	8,00
	X4	15	2,64	0,28	0,90	4,40
	Toplam	60	3,00	0,16	0,80	8,00

Tablo 17 (devam). Piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

Paket Çaylar	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum	
Zn	X1	15	41,30	0,92	34,60	48,50
	X2	15	27,54	1,83	19,10	44,50
	X3	15	44,15	3,20	26,10	67,50
	X4	15	20,63	2,33	11,00	48,50
	Toplam	60	33,41	1,16	11,00	67,50
Cu	X1	15	4,71	0,94	2,60	17,70
	X2	15	7,23	0,26	5,30	9,10
	X3	15	8,87	0,19	7,70	10,20
	X4	15	4,97	0,13	4,30	6,30
	Toplam	60	6,44	0,33	2,60	17,70
Al	X1	15	1,86	0,09	1,20	2,40
	X2	15	4,87	0,42	1,40	7,00
	X3	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	X4	15	0,16	0,02	0,10	0,50
	Toplam	60	1,74	0,27	0,10	7,00
Cr	X1	15	0,17	0,03	0,10	0,50
	X2	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	X3	15	0,25	0,01	0,20	0,30
	X4	15	0,39	0,08	0,10	1,10
	Toplam	60	0,23	0,02	0,10	1,10
Co	X1	15	0,11	0,00	0,10	0,15
	X2	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	X3	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	X4	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	Toplam	60	0,10	0,00	0,10	0,15
Mn	X1	15	19,68	1,05	14,40	27,50
	X2	15	12,65	0,51	8,20	15,70
	X3	15	49,77	2,14	31,60	69,20
	X4	15	18,77	0,96	11,20	24,10
	Toplam	60	25,22	1,98	8,20	69,20

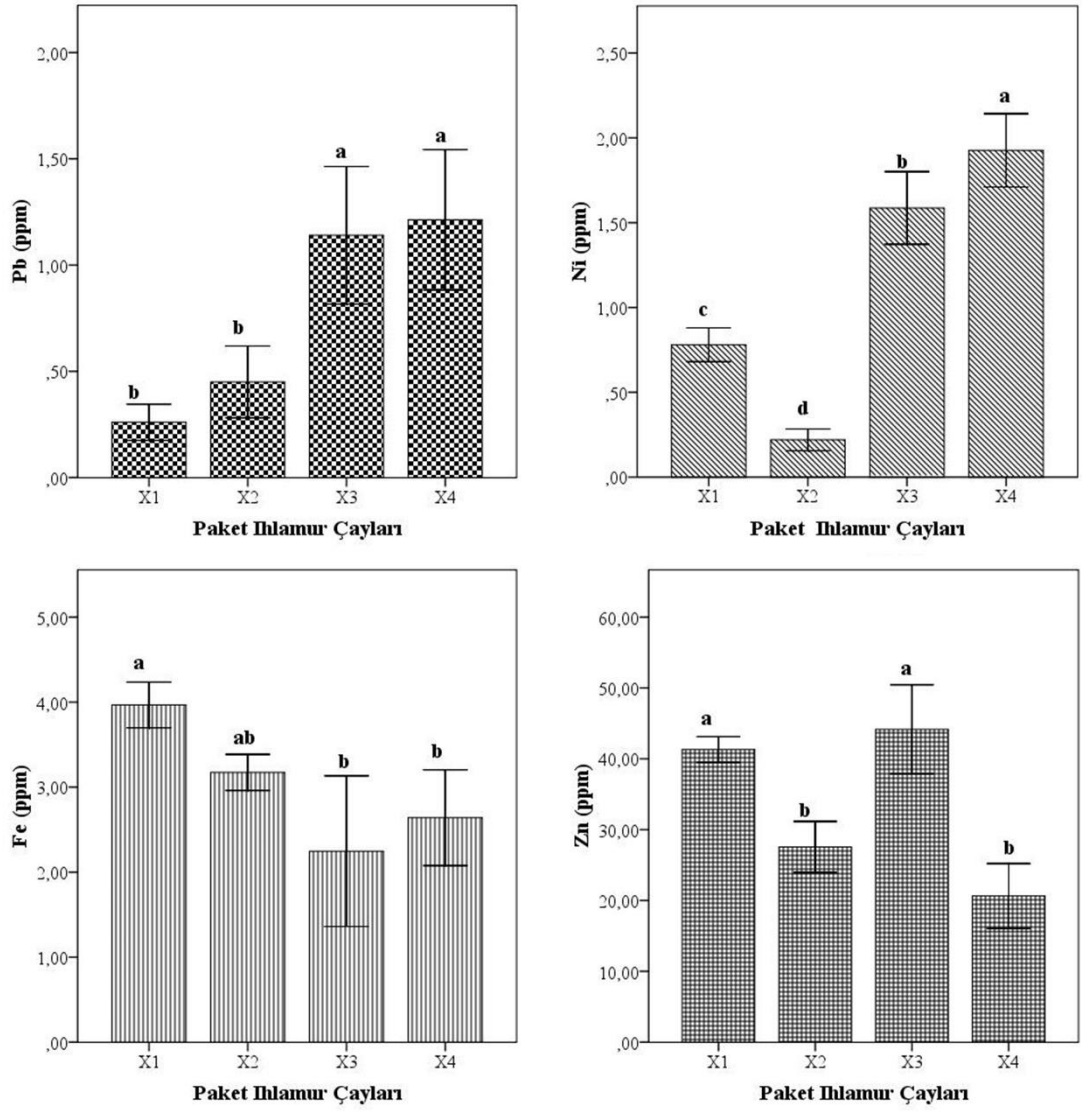
Tablo 18. Piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Tukey HSD sonuçları.

Paket Çaylar	Pb	Ni	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn
X1	0,26b	0,78c	3,96a	41,30a	4,71b	1,86b	0,17b	0,11a	19,68b
X2	0,45b	0,22d	3,17ab	27,54b	7,23a	4,87a	0,10b	0,10a	12,65c
X3	1,14a	1,58b	2,24b	44,15a	8,87a	0,10c	0,25ab	0,10a	49,77a
X4	1,21a	1,92a	2,64b	20,63b	4,97b	0,16c	0,39a	0,10a	18,77b

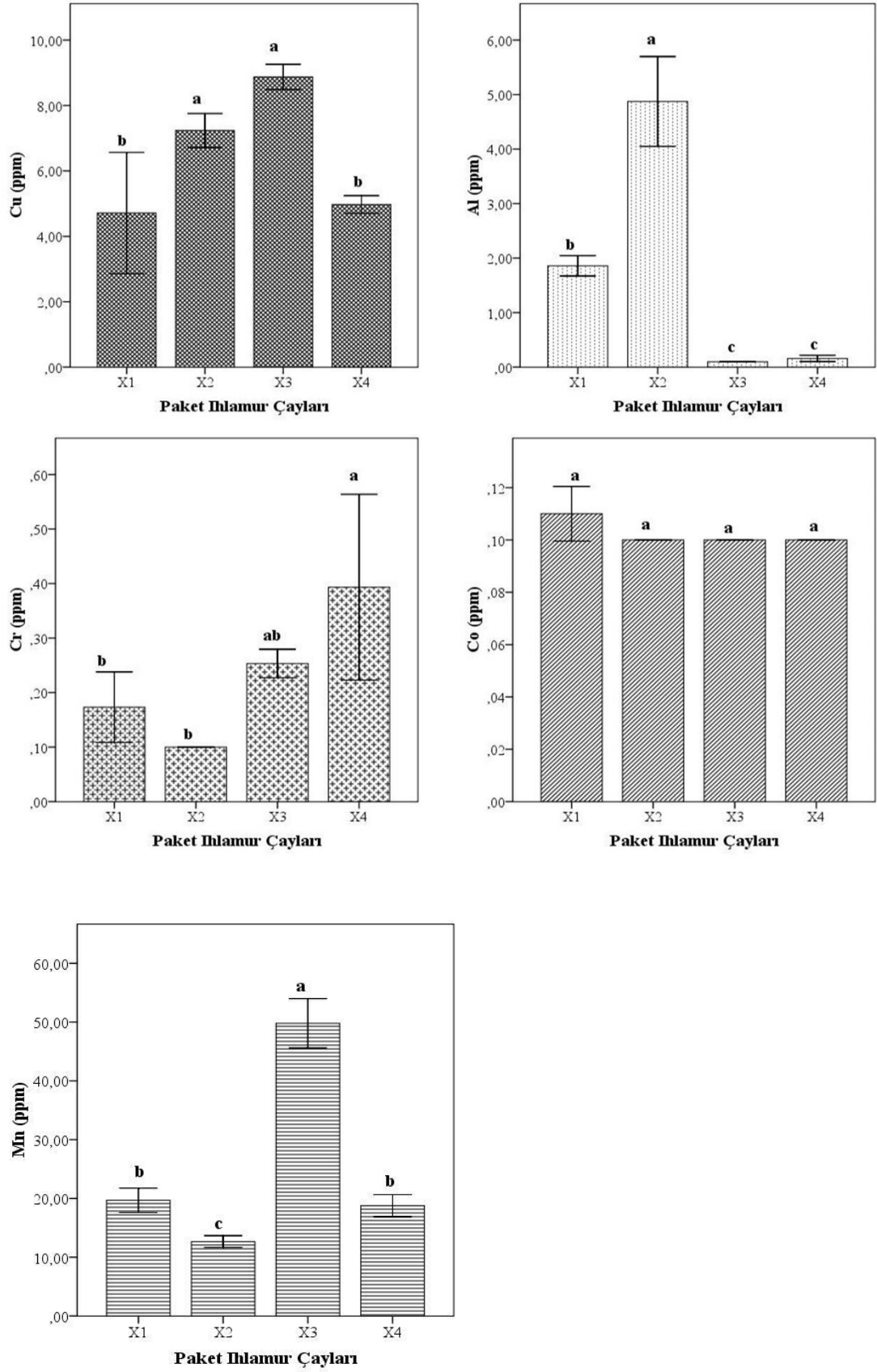
Tablo 19. Piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Pb	Gruplar arası	10,438	3	3,479	14,270	0,000**
	Gruplar içi	13,654	56	0,244		
	Toplam	24,092	59			
Ni	Gruplar arası	26,907	3	8,969	86,379	0,000**
	Gruplar içi	5,815	56	0,104		
	Toplam	32,722	59			
Fe	Gruplar arası	24,921	3	8,307	6,987	0,000**
	Gruplar içi	66,576	56	1,189		
	Toplam	91,497	59			
Zn	Gruplar arası	5630,977	3	1876,992	25,078	0,000**
	Gruplar içi	4191,417	56	74,847		
	Toplam	9822,394	59			
Cu	Gruplar arası	175,240	3	58,413	15,223	0,000**
	Gruplar içi	214,889	56	3,837		
	Toplam	390,130	59			
Al	Gruplar arası	225,269	3	75,090	107,377	0,000**
	Gruplar içi	39,161	56	0,699		
	Toplam	264,430	59			
Cr	Gruplar arası	0,710	3	0,237	7,141	0,000**
	Gruplar içi	1,856	56	0,033		
	Toplam	2,566	59			
Co	Gruplar arası	0,001	3	0,000	3,500	0,021*
	Gruplar içi	0,006	56	0,000		
	Toplam	0,007	59			
Mn	Gruplar arası	12494,468	3	4164,823	160,468	0,000**
	Gruplar içi	1453,433	56	25,954		
	Toplam	13947,902	59			

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$



Şekil 15. Piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 16. Piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri ile Tukey HSD sonuçları Tablo 20 ve Tablo 21’de verildi. *Tilia* sp. çaylarının element içerikleri demleme metoduna göre değerlendirildiğinde tüm elementlerin $P < 0,01$ seviyesinde farklılıklar gösterdiği belirlendi (Tablo 22). En yüksek Pb (ppm) Y1’de, Ni, Cu ve Cr (ppm) Y3’te, Fe ve Zn (ppm) Y2’de, Al (ppm) Y5’te, Co (ppm) Y6’da, Mn (ppm) değerleri ise Y4’te gözlemlendi. En düşük Pb, Ni ve Cr (ppm) Y2’de, Fe ve Al (ppm) Y4’te, Zn ve Co (ppm) Y1’de, Cu ve Mn (ppm) değerleri ise Y5’te gözlemlendi (Şekil 17 ve 18).

Tablo 20. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Açık Çaylar	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Pb	Y1	15	1,42	0,15	0,50	2,20
	Y2	15	0,33	0,06	0,10	0,90
	Y3	15	0,54	0,10	0,10	1,40
	Y4	15	0,63	0,13	0,10	1,70
	Y5	15	0,83	0,09	0,40	1,50
	Y6	15	0,77	0,09	0,30	1,30
	Toplam	90	0,75	0,05	0,10	2,20
Ni	Y1	15	1,10	0,04	0,90	1,50
	Y2	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	Y3	15	1,70	0,09	0,80	2,30
	Y4	15	1,62	0,04	1,40	1,90
	Y5	15	0,74	0,06	0,50	1,50
	Y6	15	0,32	0,03	0,10	0,50
	Toplam	90	0,93	0,06	0,10	2,30
Fe	Y1	15	2,01	0,10	1,40	2,70
	Y2	15	3,36	0,06	3,00	3,80
	Y3	15	2,41	0,12	1,70	3,50
	Y4	15	0,49	0,07	0,10	1,20
	Y5	15	3,30	0,14	1,60	4,10
	Y6	15	3,29	0,06	2,70	3,60
	Toplam	90	2,48	0,11	0,10	4,10

Tablo 20 (devam). Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Açık Çaylar	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Zn	Y1	15	18,97	0,41	17,20	22,80
	Y2	15	38,35	4,14	0,10	52,40
	Y3	15	33,55	0,94	24,90	38,00
	Y4	15	23,88	0,92	19,30	28,30
	Y5	15	22,23	0,54	19,60	28,70
	Y6	15	28,40	0,59	25,20	35,20
	Toplam	90	27,56	1,01	0,10	52,40
Cu	Y1	15	4,32	0,17	3,50	6,40
	Y2	15	5,82	0,16	5,00	6,60
	Y3	15	6,42	0,23	3,40	7,20
	Y4	15	4,31	0,43	1,10	5,70
	Y5	15	3,58	0,26	2,60	7,10
	Y6	15	5,58	0,09	4,50	6,00
	Toplam	90	5,00	0,14	1,10	7,20
Al	Y1	15	0,16	0,02	0,10	0,30
	Y2	15	0,73	0,15	0,10	1,60
	Y3	15	2,14	0,14	1,20	2,90
	Y4	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	Y5	15	2,29	0,08	1,50	2,70
	Y6	15	2,10	0,13	1,60	3,70
	Toplam	90	1,25	0,10	0,10	3,70
Cr	Y1	15	0,23	0,01	0,20	0,30
	Y2	15	0,10	0,00	0,10	0,20
	Y3	15	0,25	0,01	0,20	0,30
	Y4	15	0,12	0,01	0,10	0,20
	Y5	15	0,21	0,01	0,10	0,30
	Y6	15	0,22	0,01	0,10	0,30
	Toplam	90	0,19	0,00	0,10	1,30
Co	Y1	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	Y2	15	0,16	0,03	0,10	0,50
	Y3	15	0,20	0,01	0,10	0,30
	Y4	15	0,10	0,00	0,10	0,10
	Y5	15	0,15	0,01	0,10	0,30
	Y6	15	0,20	0,02	0,10	0,40
	Toplam	90	0,15	0,00	0,10	0,50
Mn	Y1	15	5,92	0,21	4,40	7,30
	Y2	15	7,58	0,62	0,40	9,90
	Y3	15	19,30	1,38	0,70	22,90
	Y4	15	39,03	0,90	35,10	45,90
	Y5	15	0,77	0,05	0,40	1,00
	Y6	15	25,06	0,78	17,30	30,00
	Toplam	90	16,28	1,42	0,40	45,90

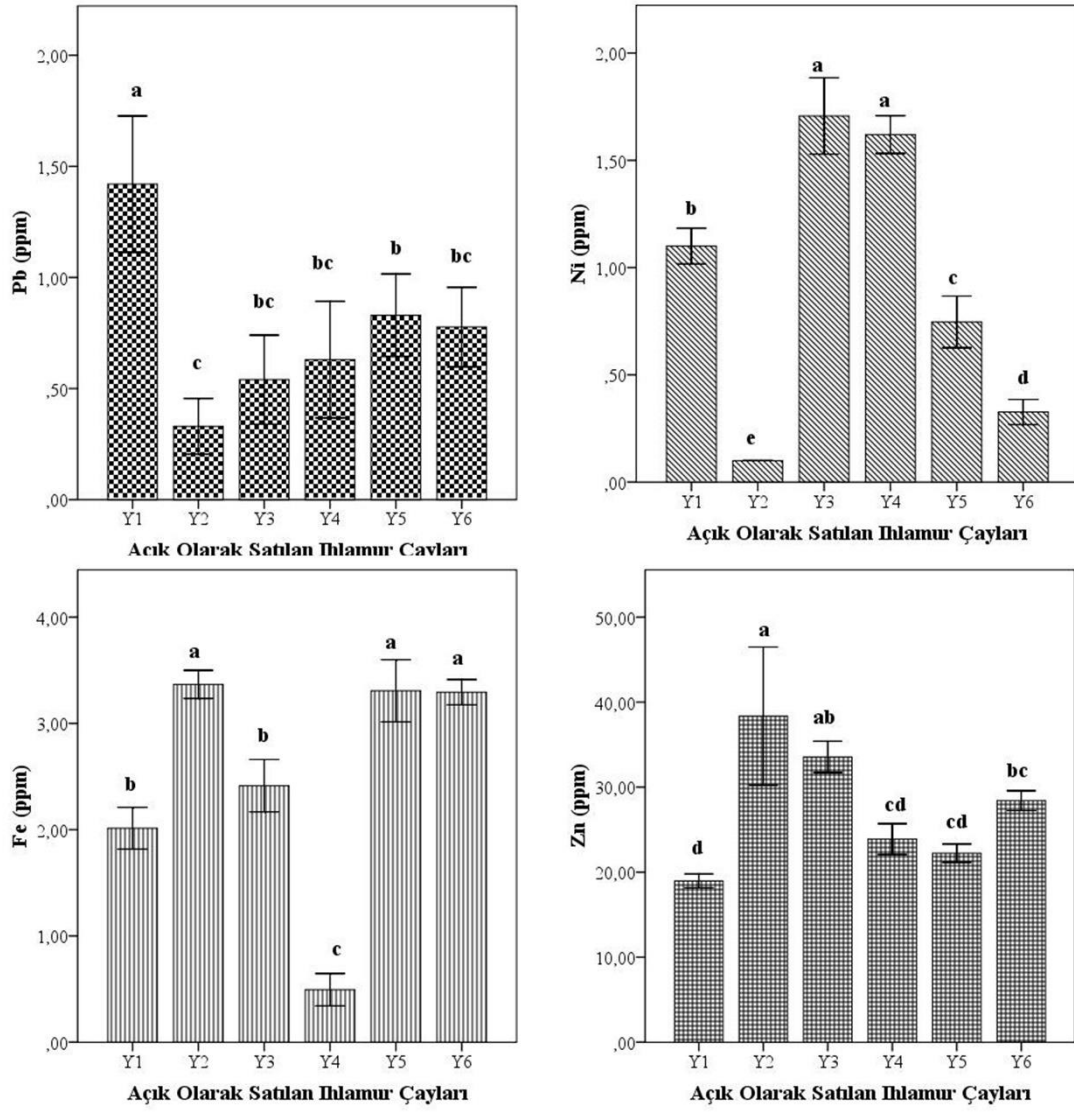
Tablo 21. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Tukey HSD sonuçları.

Açık Çaylar	Pb	Ni	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn
Y1	1,42a	1,10b	2,01b	18,97d	4,32b	0,16c	0,23a	0,10b	5,92d
Y2	0,33c	0,10e	3,36a	38,35a	5,82a	0,73b	0,10b	0,16ab	7,58d
Y3	0,54bc	1,70a	2,41b	33,55ab	6,42a	2,14a	0,25a	0,20a	19,30c
Y4	0,63bc	1,62a	0,49c	23,88cd	4,31b	0,10c	0,12b	0,10b	39,03a
Y5	0,83b	0,74c	3,30a	22,23cd	3,58b	2,29a	0,21a	0,15ab	0,77e
Y6	0,77bc	0,32d	3,29a	28,40bc	5,58a	2,10a	0,22a	0,20a	25,06b

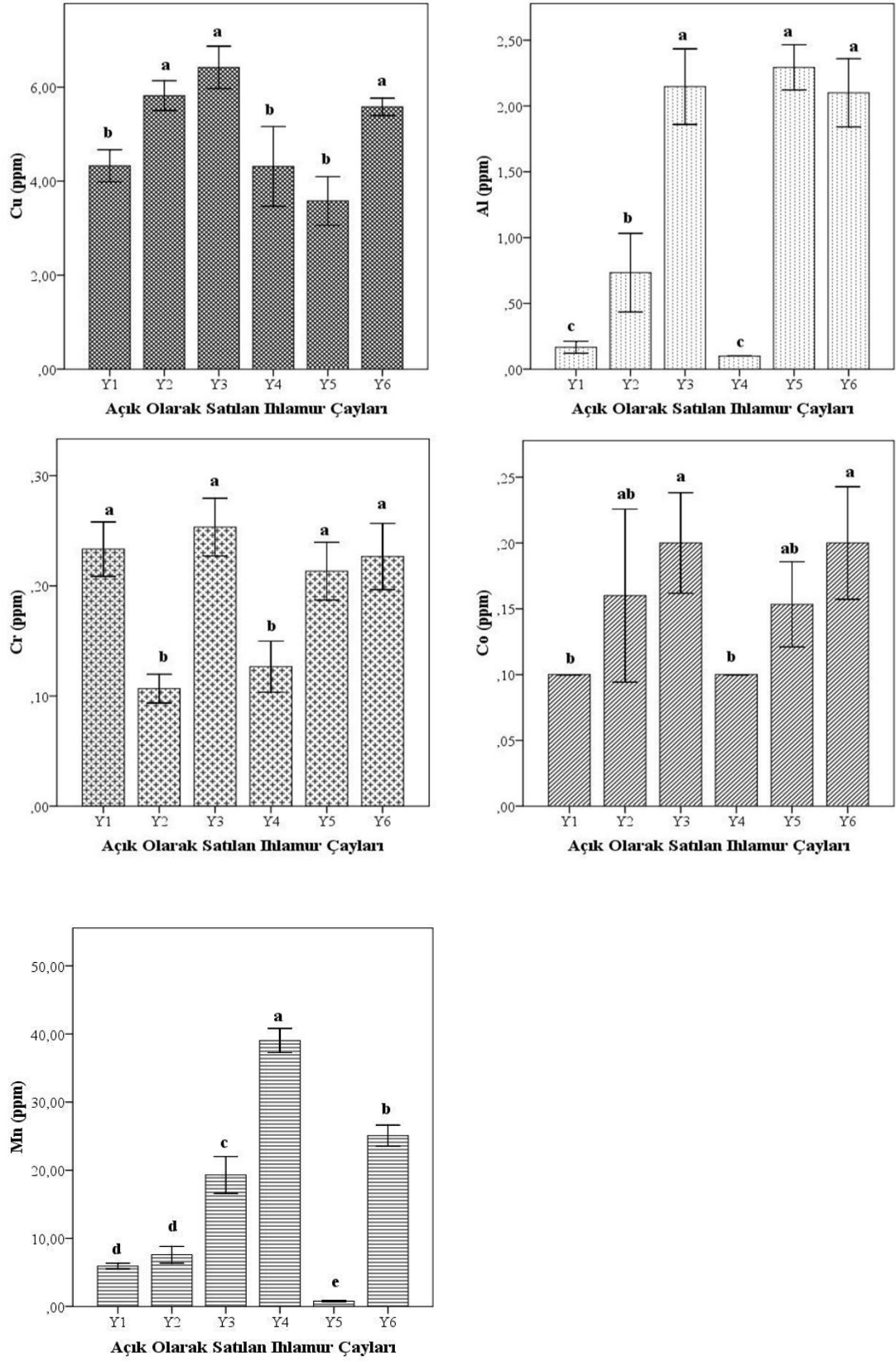
Tablo 22. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Gruplar arası	10,362	5	2,072	11,165	0,000**
Pb Gruplar içi	15,591	84	0,186		
Toplam	25,953	89			
Gruplar arası	32,920	5	6,584	157,118	0,000**
Ni Gruplar içi	3,520	84	0,042		
Toplam	36,440	89			
Gruplar arası	94,502	5	18,900	121,045	0,000**
Fe Gruplar içi	13,116	84	0,156		
Toplam	107,618	89			
Gruplar arası	4030,785	5	806,157	16,330	0,000**
Zn Gruplar içi	4146,675	84	49,365		
Toplam	8177,460	89			
Gruplar arası	89,493	5	17,899	19,036	0,000**
Cu Gruplar içi	78,983	84	0,940		
Toplam	168,476	89			
Gruplar arası	80,668	5	16,134	91,734	0,000**
Al Gruplar içi	14,773	84	0,176		
Toplam	95,441	89			
Gruplar arası	0,280	5	0,056	24,000	0,000**
Cr Gruplar içi	0,196	84	0,002		
Toplam	0,476	89			
Gruplar arası	0,151	5	0,030	5,367	0,000**
Co Gruplar içi	0,473	84	0,006		
Toplam	0,625	89			
Gruplar arası	15408,935	5	3081,787	324,073	0,000**
Mn Gruplar içi	798,803	84	9,510		
Toplam	16207,738	89			

** $P < 0,01$



Şekil 17. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 18. Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

3.7. Araziden Toplanan *Tilia* sp. Bitkisinin Demleme Sonucu Suyu Geçen İz Elementlerin Zamana Karşı Etkileşimleri

Tilia sp. bitkisinin Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri ile Tukey HSD sonuçları Tablo 23 ve Tablo 24’da verildi. *Tilia* sp. bitkisinin element içerikleri lokaliteler bakımından değerlendirildiğinde istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermedi (Tablo 25). En yüksek Pb, Ni ve Cr (ppm) değerleri 60.dk’da, Fe ve Zn (ppm) değerleri 10.dk’da, Cu ve Mn (ppm) değerleri 120.dk’da, Al (ppm) değeri 240.dk’da, Co (ppm) değeri ise 20.dk’da gözlemlendi. En düşük Pb ve Ni (ppm) değerleri 240.dk’da, Fe, Zn ve Cu (ppm) değerleri 60.dk’da, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerleri ise 10.dk’da tespit edildi (Şekil 19 ve 20).

Tablo 23. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Demleme Süreleri	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Pb	10.dk	18	0,81	0,18	0,10	3,50
	20.dk	18	0,80	0,17	0,10	2,30
	60.dk	18	0,98	0,16	0,10	2,60
	120.dk	18	0,63	0,14	0,10	2,30
	240.dk	18	0,58	0,16	0,10	2,30
	Toplam	90	0,76	0,07	0,10	3,50
Ni	10.dk	18	0,31	0,06	0,10	1,00
	20.dk	18	0,39	0,07	0,10	0,90
	60.dk	18	0,45	0,16	0,10	3,00
	120.dk	18	0,42	0,06	0,10	0,90
	240.dk	18	0,28	0,04	0,10	0,70
	Toplam	90	0,37	0,04	0,10	3,00
Fe	10.dk	18	3,54	0,25	2,10	5,60
	20.dk	18	2,56	0,36	0,10	5,20
	60.dk	18	2,41	0,46	0,10	5,10
	120.dk	18	2,53	0,42	0,10	5,70
	240.dk	18	2,95	0,29	1,20	5,20
	Toplam	90	2,80	0,16	0,10	5,70
Zn	10.dk	18	35,70	3,12	15,90	53,60
	20.dk	18	34,81	3,05	16,60	59,00
	60.dk	18	28,73	3,25	4,70	49,40
	120.dk	18	32,10	2,90	16,10	51,50
	240.dk	18	34,36	3,09	15,20	52,10
	Toplam	90	33,14	1,37	4,70	59,00

Tablo 23 (devam). Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Demleme Süreleri	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Cu	10.dk	18	4,63	0,32	2,30	6,90
	20.dk	18	4,65	0,36	2,60	8,00
	60.dk	18	4,18	0,15	3,40	5,40
	120.dk	18	4,66	0,17	3,90	6,40
	240.dk	18	4,43	0,17	3,40	6,10
	Toplam	90	4,51	0,11	2,30	8,00
Al	10.dk	18	1,33	0,32	0,10	4,10
	20.dk	18	1,45	0,31	0,10	4,40
	60.dk	18	1,53	0,40	0,10	4,80
	120.dk	18	1,40	0,44	0,10	5,70
	240.dk	18	1,96	0,36	0,20	5,00
	Toplam	90	1,53	0,16	0,10	5,70
Cr	10.dk	18	0,16	0,01	0,10	0,30
	20.dk	18	0,27	0,04	0,10	0,90
	60.dk	18	0,30	0,07	0,10	1,00
	120.dk	18	0,22	0,02	0,10	0,42
	240.dk	18	0,26	0,03	0,10	0,60
	Toplam	90	0,24	0,02	0,10	1,00
Co	10.dk	18	0,13	0,01	0,10	0,30
	20.dk	18	0,29	0,07	0,10	1,00
	60.dk	18	0,16	0,02	0,10	0,40
	120.dk	18	0,17	0,02	0,10	0,40
	240.dk	18	0,20	0,03	0,10	0,70
	Toplam	90	0,19	0,01	0,10	1,00
Mn	10.dk	18	9,84	1,31	4,40	22,10
	20.dk	18	10,84	1,75	3,30	28,50
	60.dk	18	11,16	1,53	3,50	25,00
	120.dk	18	14,95	2,22	0,10	43,80
	240.dk	18	13,79	2,05	3,60	31,40
	Toplam	90	12,11	0,81	0,10	43,80

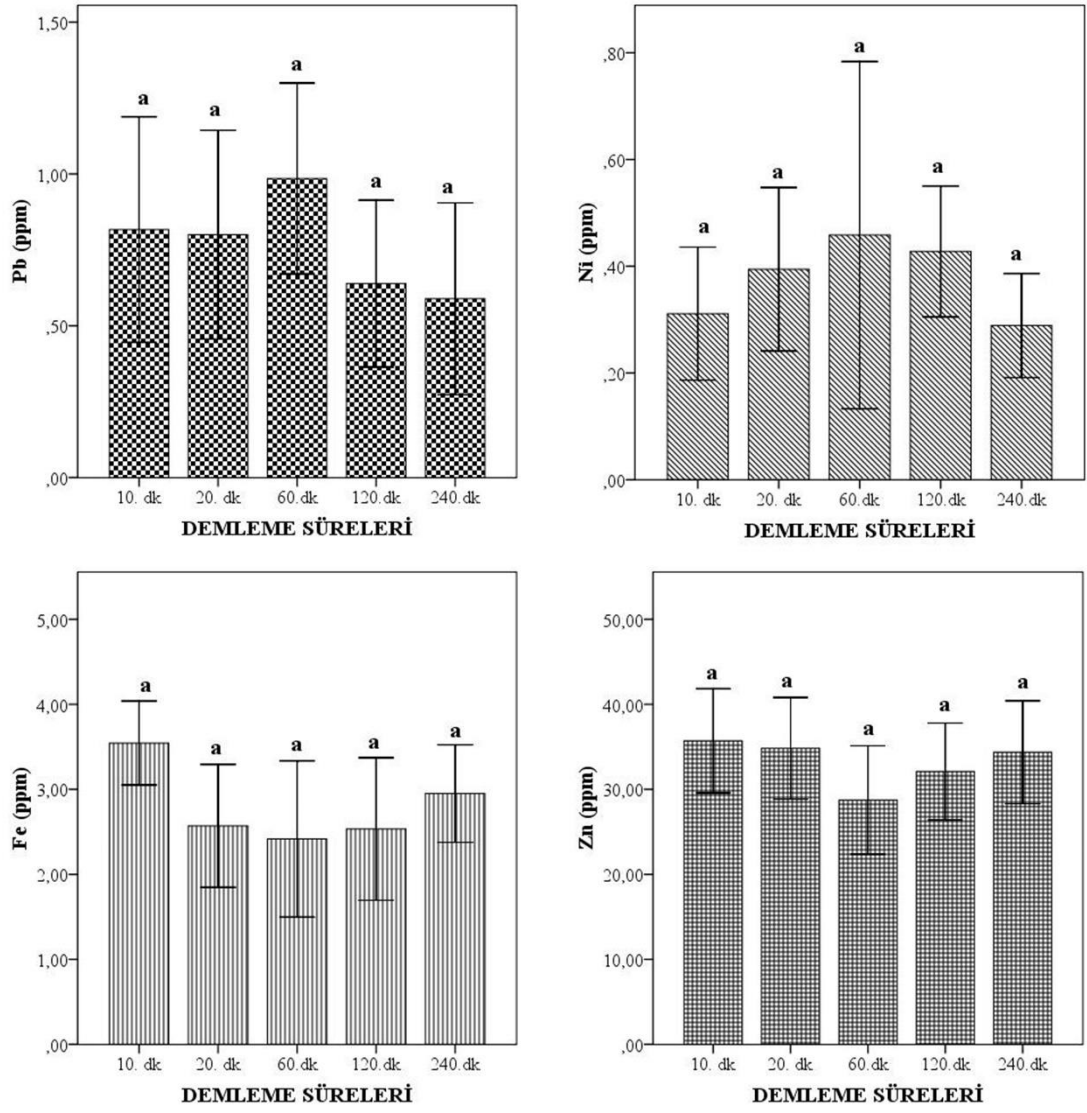
Tablo 24. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Tukey HSD sonuçları.

Demleme Süreleri	Pb	Ni	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn
10.dk	0,81a	0,31a	3,54a	35,70a	4,63a	1,33a	0,16a	0,13a	9,84a
20.dk	0,80a	0,39a	2,56a	34,81a	4,65a	1,45a	0,27a	0,29a	10,84a
60.dk	0,98a	0,45a	2,41a	28,73a	4,18a	1,53a	0,30a	0,16a	11,16a
120.dk	0,63a	0,42a	2,53a	32,10a	4,66a	1,40a	0,22a	0,17a	14,95a
240.dk	0,58a	0,28a	2,95a	34,36a	4,43a	1,96a	0,26a	0,20a	13,79a

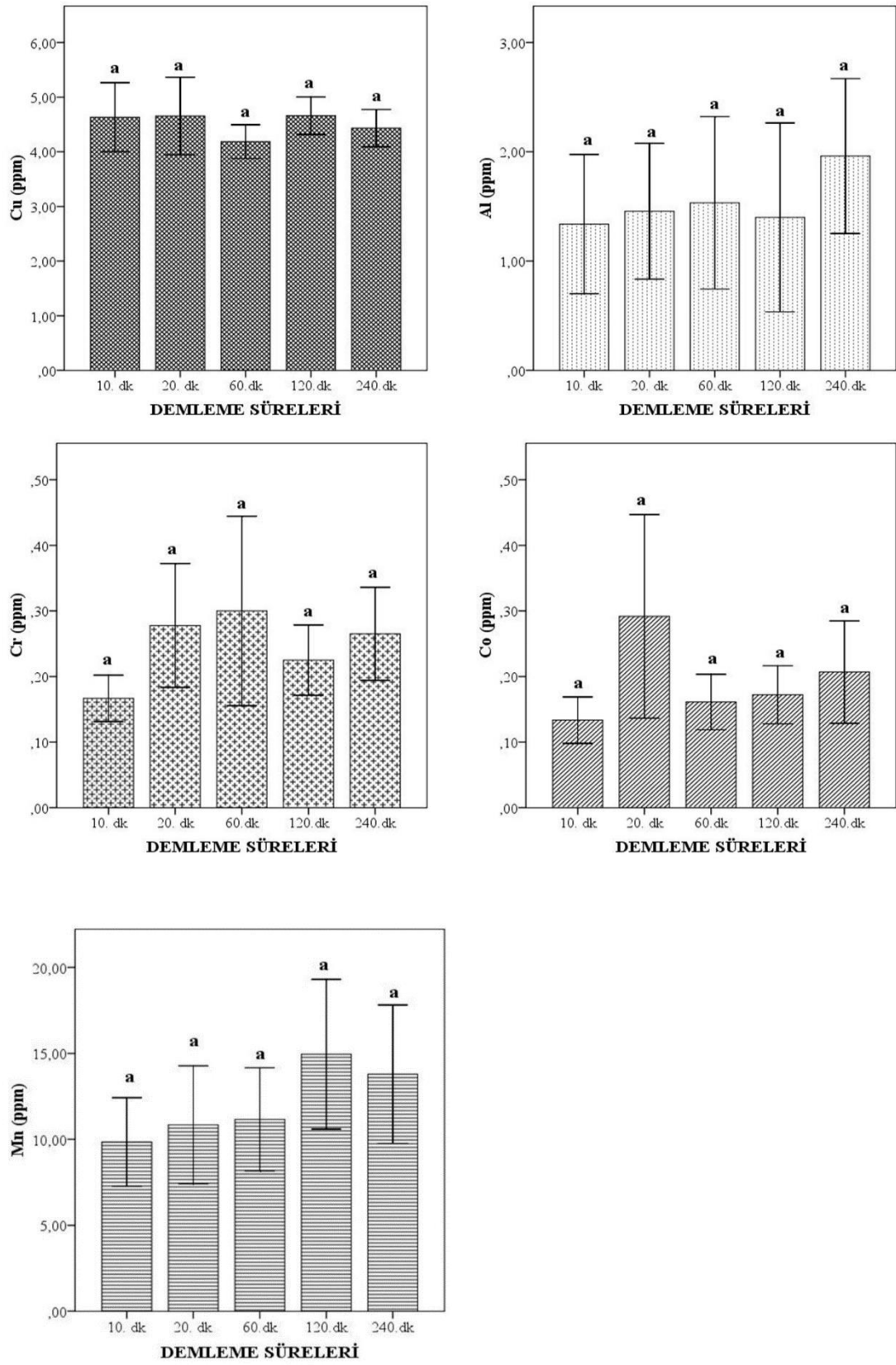
Tablo 25. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Pb	Gruplar arası	1,786	4	0,446	0,898	0,469ÖD
	Gruplar içi	42,276	85	0,497		
	Toplam	44,062	89			
Ni	Gruplar arası	0,389	4	0,097	0,613	0,655ÖD
	Gruplar içi	13,482	85	0,159		
	Toplam	13,871	89			
Fe	Gruplar arası	15,262	4	3,815	1,541	0,198ÖD
	Gruplar içi	210,480	85	2,476		
	Toplam	225,742	89			
Zn	Gruplar arası	563,530	4	140,883	,820	0,516ÖD
	Gruplar içi	14600,471	85	171,770		
	Toplam	15164,001	89			
Cu	Gruplar arası	3,059	4	0,765	0,662	0,620ÖD
	Gruplar içi	98,126	85	1,154		
	Toplam	101,185	89			
Al	Gruplar arası	4,402	4	1,100	0,441	0,779ÖD
	Gruplar içi	212,170	85	2,496		
	Toplam	216,572	89			
Cr	Gruplar arası	0,198	4	0,050	1,359	0,255ÖD
	Gruplar içi	3,101	85	0,036		
	Toplam	3,300	89			
Co	Gruplar arası	0,269	4	0,067	2,036	0,097ÖD
	Gruplar içi	2,806	85	0,033		
	Toplam	3,074	89			
Mn	Gruplar arası	333,672	4	83,418	1,422	0,234ÖD
	Gruplar içi	4987,466	85	58,676		
	Toplam	5321,138	89			

ÖD: Önemli Değil



Şekil 19. *Tilia sp.* bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 20. *Tilia* sp. bitkilerinin demleme sürelerine göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

3.8. Piyasada Satılan *Tilia* sp. Bitkisinin Demleme Sonucu Suyu Geçen İz Elementlerin Zamana Karşı Etkileşimleri

Tilia sp. bitkisinin Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri ile Tukey HSD sonuçları Tablo 26 ve Tablo 27’de verildi. *Tilia* sp. bitkisinin element içerikleri demleme süreleri bakımından değerlendirildiğinde sadece Pb (ppm) değeri $P < 0,05$ seviyesinde önemli farklılıklar gösterirken, diğer element değerleri ise istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermedi (Tablo 28). En yüksek Pb, Cr ve Co (ppm) değerleri 240.dk’da, Ni ve Al (ppm) değerleri 10.dk’da, Fe, Cu ve Mn (ppm) değerleri 20.dk’da, Zn (ppm) değeri ise 120.dk’da gözlemlendi. En düşük Pb, Cr, Co ve Mn (ppm) değerleri 10.dk’da, Ni (ppm) değeri 240.dk’da, Fe, Zn ve Cu (ppm) değerleri 60.dk’da, Al (ppm) değeri ise 20.dk’da tespit edildi (Şekil 21 ve 22).

Tablo 26. Piyasada satılan *Tilia* sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Demleme Süreleri	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Pb	10.dk	30	0,54	0,07	0,10	1,50
	20.dk	30	0,91	0,13	0,10	2,70
	60.dk	30	0,64	0,08	0,10	1,70
	120.dk	30	0,74	0,06	0,20	1,50
	240.dk	30	0,94	0,13	0,10	2,90
	Toplam	150	0,75	0,04	0,10	2,90
Ni	10.dk	30	1,14	0,14	0,10	2,30
	20.dk	30	1,11	0,14	0,10	2,50
	60.dk	30	0,96	0,11	0,10	1,90
	120.dk	30	0,97	0,11	0,10	2,30
	240.dk	30	0,86	0,09	0,10	1,90
	Toplam	150	1,01	0,05	0,1	2,50
Fe	10.dk	30	2,75	0,19	0,50	4,40
	20.dk	30	2,80	0,25	0,40	8,00
	60.dk	30	2,63	0,17	0,60	4,20
	120.dk	30	2,64	0,18	0,10	4,30
	240.dk	30	2,63	0,26	0,10	4,70
	Toplam	150	2,69	0,09	0,10	8,00

Tablo 26 (devam). Piyasada satılan *Tilia* sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	Demleme Süreleri	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Zn	10.dk	30	30,06	2,11	0,30	47,90
	20.dk	30	30,19	1,67	17,20	46,10
	60.dk	30	28,67	2,43	0,10	67,50
	120.dk	30	30,51	2,30	15,80	66,50
	240.dk	30	30,08	1,88	19,40	52,40
	Toplam	150	29,90	0,92	0,10	67,50
Cu	10.dk	30	5,47	0,32	2,60	9,20
	20.dk	30	6,00	0,52	2,60	17,70
	60.dk	30	5,36	0,32	1,10	9,30
	120.dk	30	5,50	0,34	1,10	10,20
	240.dk	30	5,57	0,32	1,10	9,00
	Toplam	150	5,58	0,16	1,10	17,70
Al	10.dk	30	1,55	0,35	0,10	6,90
	20.dk	30	1,33	0,23	0,10	5,50
	60.dk	30	1,37	0,23	0,10	4,10
	120.dk	30	1,52	0,30	0,10	6,10
	240.dk	30	1,48	0,30	0,10	7,00
	Toplam	150	1,45	0,12	0,10	7,00
Cr	10.dk	30	0,183	0,01	0,10	0,30
	20.dk	30	0,193	0,01	0,10	0,30
	60.dk	30	0,213	0,01	0,10	0,50
	120.dk	30	0,190	0,01	0,10	0,30
	240.dk	30	0,260	0,04	0,10	1,10
	Toplam	150	0,208	0,01	0,10	1,10
Co	10.dk	30	0,123	0,010	0,10	0,30
	20.dk	30	0,133	0,012	0,10	0,40
	60.dk	30	0,136	0,010	0,10	0,30
	120.dk	30	0,131	0,010	0,10	0,30
	240.dk	30	0,136	0,017	0,10	0,50
	Toplam	150	0,132	0,005	0,10	0,50
Mn	10.dk	30	19,48	2,87	0,40	56,30
	20.dk	30	20,74	3,11	0,60	69,20
	60.dk	30	19,58	2,73	0,40	53,90
	120.dk	30	19,86	2,41	0,80	47,10
	240.dk	30	19,61	2,59	0,70	51,90
	Toplam	150	19,85	1,21	0,40	69,20

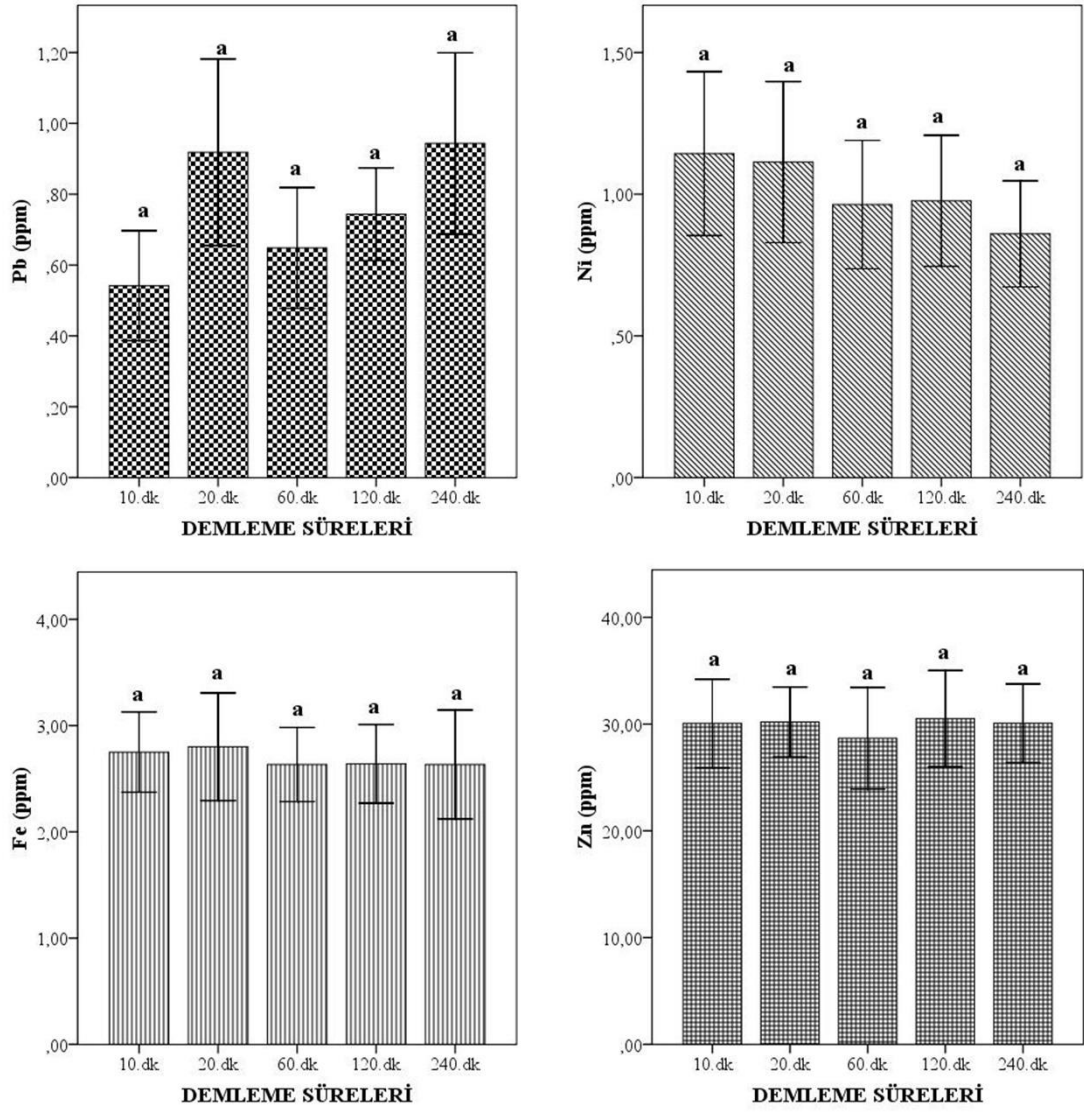
Tablo 27. Piyasada satılan *Tilia* sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Tukey HSD sonuçları.

Demleme Süreleri	Pb	Ni	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn
10.dk	0,54a	1,14a	2,75a	30,06a	5,47a	1,55a	0,183a	0,123a	19,48a
20.dk	0,91a	1,11a	2,80a	30,19a	6,00a	1,33a	0,193a	0,133a	20,74a
60.dk	0,64a	0,96a	2,63a	28,67a	5,36a	1,37a	0,213a	0,136a	19,58a
120.dk	0,74a	0,97a	2,64a	30,51a	5,50a	1,52a	0,190a	0,131a	19,86a
240.dk	0,94a	0,86a	2,63a	30,08a	5,57a	1,48a	0,260a	0,136a	19,61a

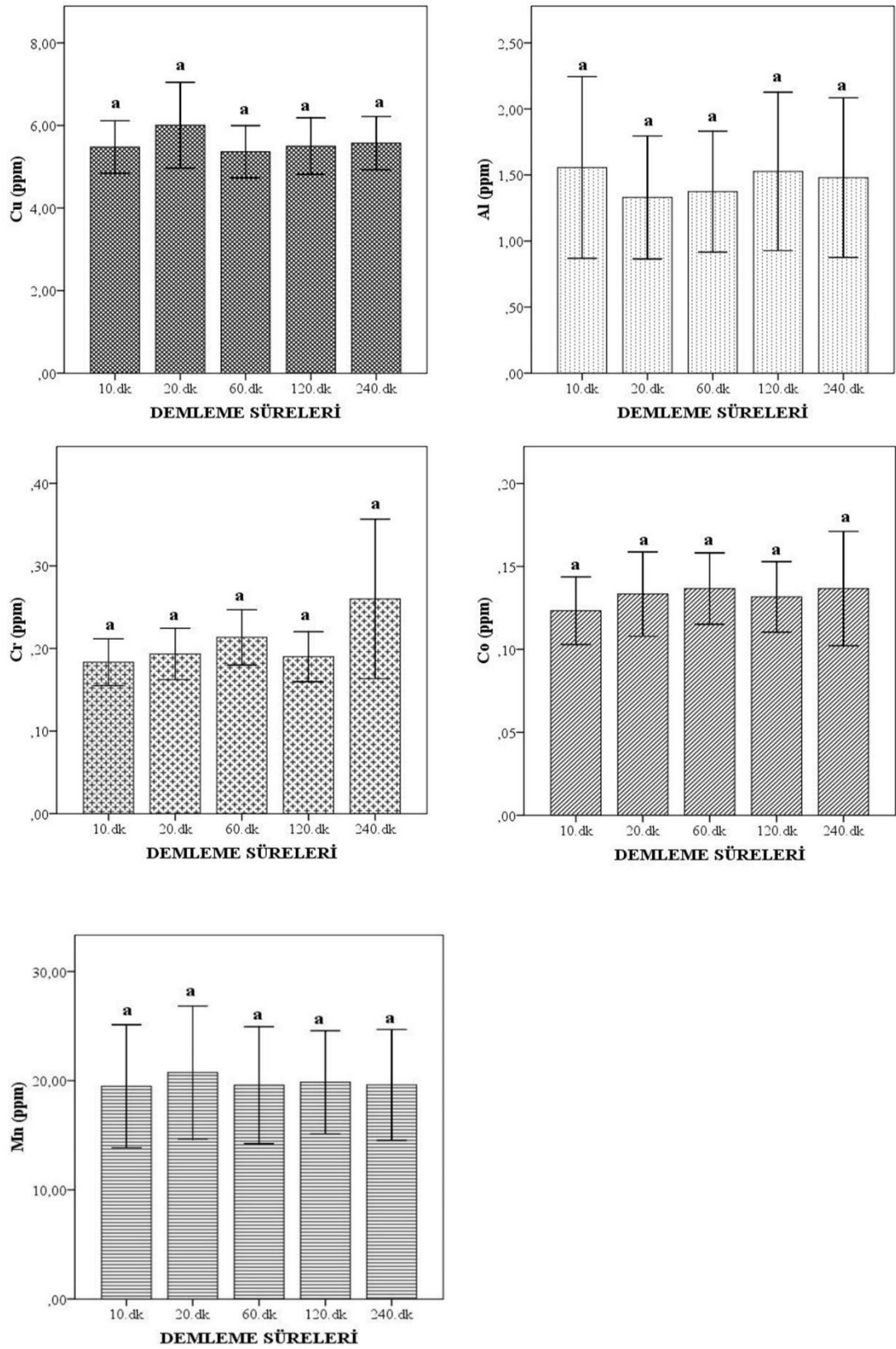
Tablo 28. Piyasada satılan *Tilia* sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Pb	Gruplar arası	3,573	4	0,893	2,787	0,029*
	Gruplar içi	46,478	145	0,321		
	Toplam	50,050	149			
Ni	Gruplar arası	1,627	4	0,407	0,856	0,492ÖD
	Gruplar içi	68,904	145	0,475		
	Toplam	70,531	149			
Fe	Gruplar arası	0,738	4	0,185	0,128	0,972ÖD
	Gruplar içi	208,320	145	1,437		
	Toplam	209,059	149			
Zn	Gruplar arası	60,960	4	15,240	0,115	0,977ÖD
	Gruplar içi	19168,097	145	132,194		
	Toplam	19229,058	149			
Cu	Gruplar arası	7,383	4	1,846	0,428	0,789ÖD
	Gruplar içi	626,045	145	4,318		
	Toplam	633,428	149			
Al	Gruplar arası	1,151	4	0,288	0,114	0,978ÖD
	Gruplar içi	367,422	145	2,534		
	Toplam	368,573	149			
Cr	Gruplar arası	0,116	4	0,029	1,419	0,231ÖD
	Gruplar içi	2,974	145	0,021		
	Toplam	3,090	149			
Co	Gruplar arası	0,004	4	0,001	0,182	0,947ÖD
	Gruplar içi	0,717	145	0,005		
	Toplam	0,721	149			
Mn	Gruplar arası	31,705	4	7,926	0,035	0,998ÖD
	Gruplar içi	33001,542	145	227,597		
	Toplam	33033,247	149			

* $P < 0,05$; ÖD: Önemli değil



Şekil 21. Piyasada satılan *Tilia* sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 22. Piyasada satılan *Tilia* sp. bitkisinin demleme sürelerine göre Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

3.9. Araziden Toplanan *Tilia* sp. Bitkileri ile Piyasada Satılan *Tilia* sp. Çaylarının Demlemeyle Suya Geçen İz Element İçerikleri

Trafik yoğunluğunun olmadığı alandan toplanan *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada sallama paket çay formatında satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri Tablo 29’da verildi. *Tilia* sp. bitkisinin element içerikleri demleme metoduna göre değerlendirildiğinde Cr (ppm) elementi $P < 0,05$ seviyesinden önemli farklılıklar gösterirken diğer tüm elementler ise $P < 0,01$ seviyesinde farklılıklar gösterdi (Tablo 30). En yüksek ve en düşük Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr ve Mn (ppm) değerleri sırasıyla paket *Tilia* sp. çaylarında ve trafik yoğunluğunun olmadığı alanlarda tespit edildi. Co (ppm) elementinde ise tam tersi bir durum gözlemlendi (Şekil 23 ve 24).

Tablo 29. Araziden toplanan (trafik yoğunluğunun olmadığı alan) *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

		N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Pb	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	0,45	0,05	0,10	1,30
	Paket <i>Tilia</i> sp. çayları	60	0,76	0,08	0,10	2,90
	Toplam	105	0,63	0,05	0,10	2,90
Ni	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	0,21	0,02	0,10	0,60
	Paket <i>Tilia</i> sp. çayları	60	1,12	0,09	0,10	2,50
	Toplam	105	0,73	0,07	0,10	2,5
Fe	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	2,16	0,18	0,10	4,40
	Paket <i>Tilia</i> sp. çayları	60	3,00	0,16	0,80	8,00
	Toplam	105	2,64	0,12	0,10	8,00
Zn	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	25,97	1,03	15,20	34,90
	Paket <i>Tilia</i> sp. çayları	60	33,41	1,66	11,00	67,50
	Toplam	105	30,22	1,10	11,00	67,50
Cu	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	4,22	0,11	2,60	5,50
	Paket <i>Tilia</i> sp. çayları	60	6,44	0,33	2,60	17,70
	Toplam	105	5,49	0,22	2,60	17,70
Al	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	0,66	0,07	0,10	2,00
	Paket <i>Tilia</i> sp. çayları	60	1,74	0,27	0,10	7,00
	Toplam	105	1,28	0,16	0,10	7,00

Tablo 29 (devam). Araziden toplanan (trafik yoğunluğunun olmadığı alan) *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

		N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Cr	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	0,16	0,01	0,10	0,30
	Paket <i>Tilia</i> sp. çayları	60	0,23	0,02	0,10	1,10
	Toplam	105	0,20	0,01	0,10	1,10
Co	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	0,17	0,01	0,10	0,40
	Paket <i>Tilia</i> sp. çayları	60	0,10	0,001	0,10	0,15
	Toplam	105	0,13	0,006	0,10	0,40
Mn	Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	8,42	0,43	0,10	13,60
	Paket <i>Tilia</i> sp. çayları	60	25,22	1,98	8,20	69,20
	Toplam	105	18,02	1,40	0,10	69,20

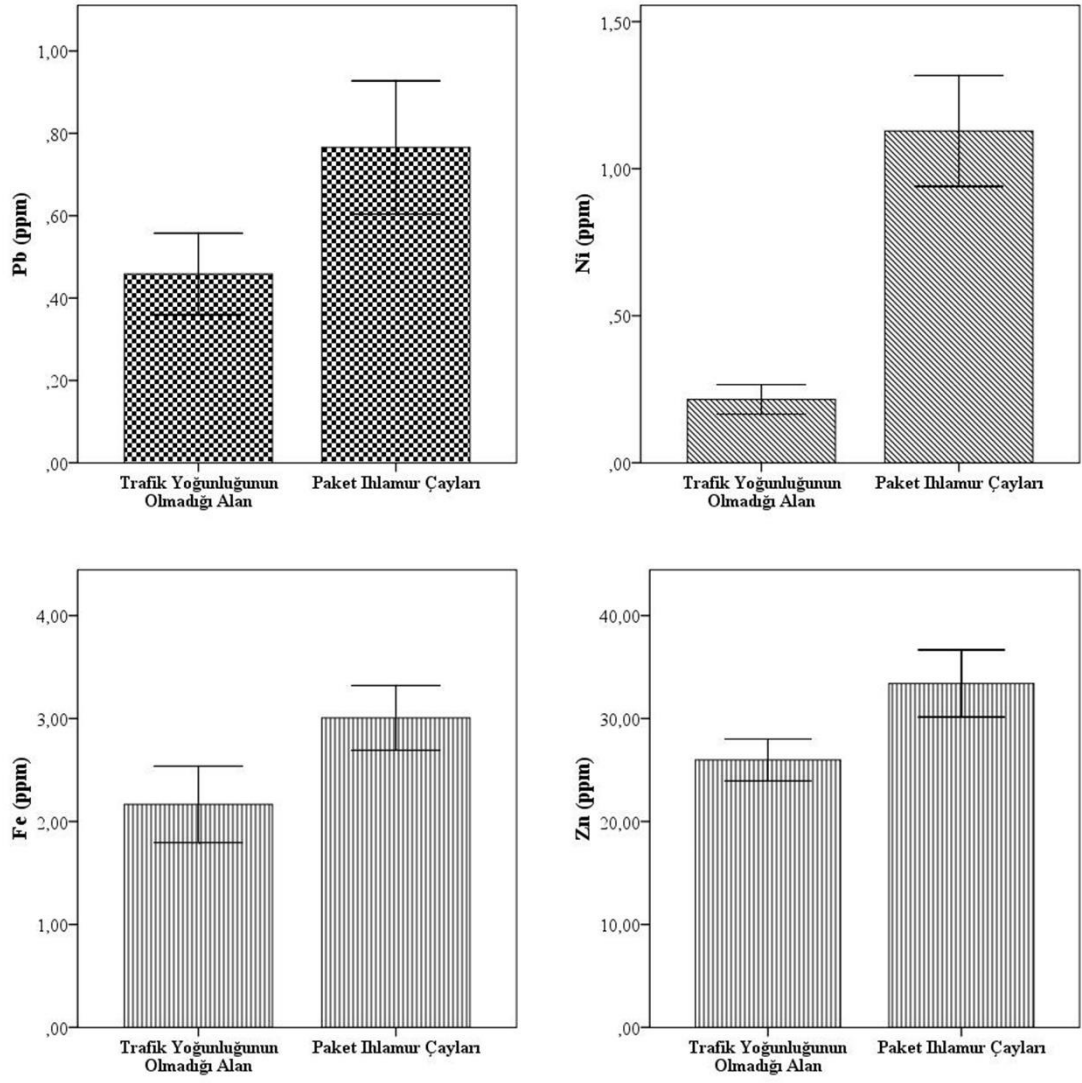
Tablo 30. Araziden toplanan *Tilia* sp. ile piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının demleme yöntemiyle Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Pb	Gruplar arası	2,430	1	2,430	8,582	0,004**
	Gruplar içi	29,160	103	0,283		
	Toplam	31,589	104			
Ni	Gruplar arası	21,424	1	21,424	64,863	0,000**
	Gruplar içi	34,021	103	0,330		
	Toplam	55,445	104			
Fe	Gruplar arası	18,144	1	18,144	11,489	0,001**
	Gruplar içi	162,657	103	1,579		
	Toplam	180,801	104			
Zn	Gruplar arası	1420,404	1	1420,404	12,242	0,001**
	Gruplar içi	11950,652	103	116,026		
	Toplam	13371,056	104			
Cu	Gruplar arası	127,683	1	127,683	31,593	0,000**
	Gruplar içi	416,282	103	4,042		
	Toplam	543,965	104			
Al	Gruplar arası	29,962	1	29,962	11,211	0,001**
	Gruplar içi	275,266	103	2,672		
	Toplam	305,229	104			

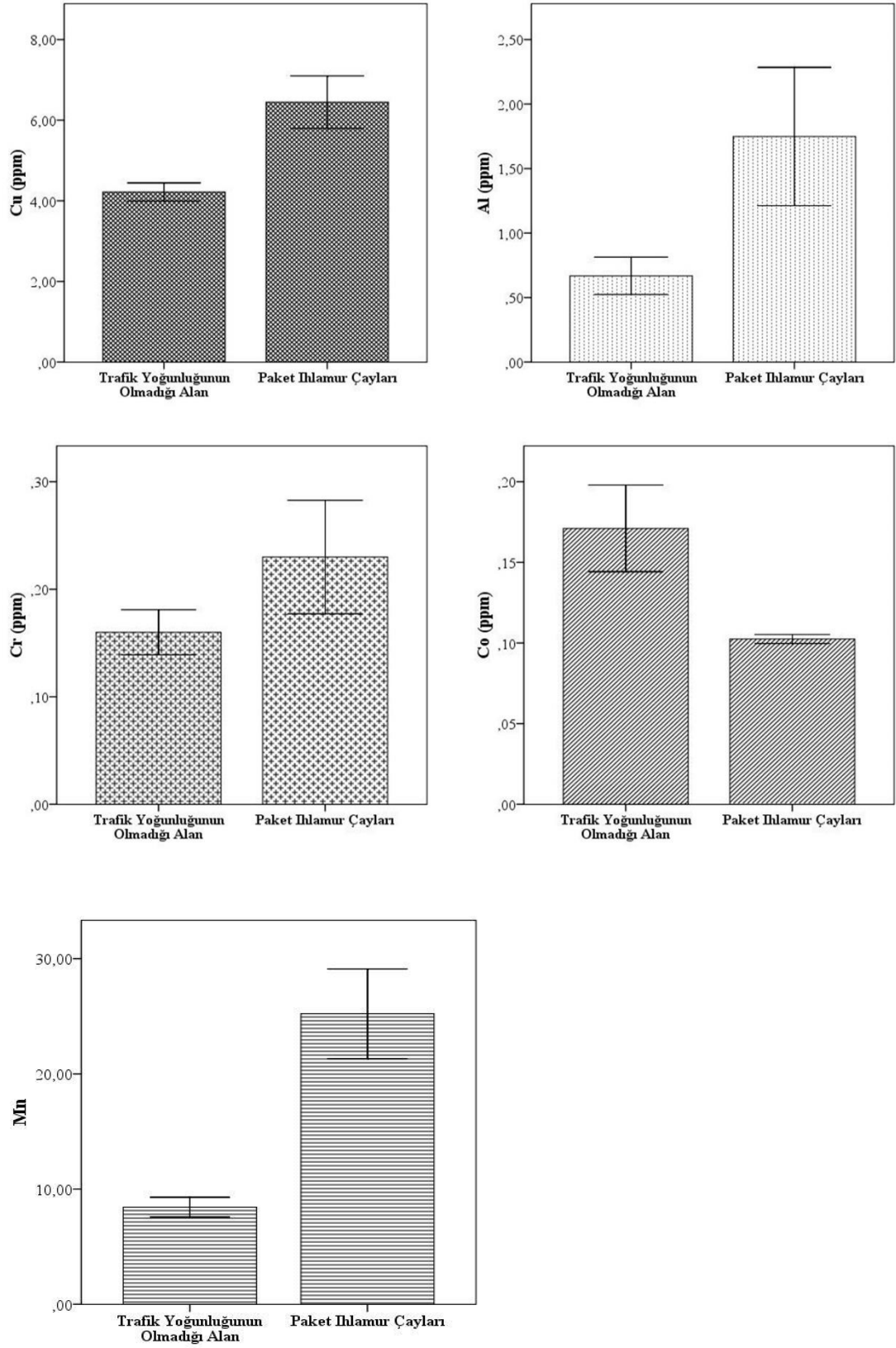
Tablo 30 (devam). Araziden toplanan *Tilia* sp. ile piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının demleme yöntemiyle Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Cr	Gruplar arası	0,126	1	0,126	4,645	0,033*
	Gruplar içi	2,794	103	0,027		
	Toplam	2,920	104			
Co	Gruplar arası	0,121	1	0,121	32,848	0,000**
	Gruplar içi	00,380	103	0,004		
	Toplam	0,501	104			
Mn	Gruplar arası	7253,281	1	7253,281	52,136	0,000**
	Gruplar içi	14329,670	103	139,123		
	Toplam	21582,950	104			

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$



Şekil 23. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 24. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada satılan paket *Tilia* sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

Trafik yoğunluğunun olmadığı alandan toplanan *Tilia* sp. bitkileri ve piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerleri Tablo 31’de verildi. *Tilia* sp. bitkisinin element içerikleri demleme metoduna göre değerlendirildiğinde Fe, Zn ve Cu (ppm) elementleri istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermezken, Cr (ppm) elementi $P < 0,05$ seviyesinde, Pb, Ni, Cu, Al ve Mn (ppm) elementleri ise $P < 0,01$ seviyesinde farklılıklar gösterdi (Tablo 32). En yüksek ve en düşük Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr ve Mn (ppm) değerleri sırasıyla paket *Tilia* sp. çaylarında ve trafik yoğunluğunun olmadığı alanlarda tespit edildi. Co (ppm) elementinde ise tam tersi bir durum gözlemlendi (Şekil 25 ve 26).

Tablo 31. Araziden toplanan (trafik yoğunluğunun olmadığı alan) *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	0,45	0,05	0,10	1,30
Pb Açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çayları	90	0,75	0,05	0,10	2,20
Toplam	135	0,65	0,04	0,10	2,20
Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	0,21	0,02	0,10	0,60
Ni Açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çayları	90	0,93	0,06	0,10	2,30
Toplam	135	0,69	0,05	0,10	2,30
Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	2,16	0,18	0,10	4,40
Fe Açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çayları	90	2,48	0,11	0,10	4,10
Toplam	135	2,37	0,10	0,10	4,40
Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	25,97	1,03	15,20	34,90
Zn Açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çayları	90	27,56	1,01	0,10	52,40
Toplam	135	27,03	0,75	0,10	52,40
Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	4,22	0,11	2,60	5,50
Cu Açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çayları	90	5,00	0,14	1,10	7,20
Toplam	135	4,74	0,10	1,10	7,20

Tablo 31 (devam). Araziden toplanan (trafik yoğunluğunun olmadığı alan) *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) ortalama değerlerinin ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	0,66	0,07	0,10	2,00
Al Açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çayları	90	1,25	0,10	0,10	3,70
Toplam	135	1,06	0,08	0,10	3,70
Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	0,16	0,01	0,10	0,30
Cr Açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çayları	90	0,19	0,00	0,10	0,30
Toplam	135	0,18	0,00	0,10	0,30
Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	0,17	0,01	0,10	0,40
Co Açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çayları	90	0,15	0,00	0,10	0,50
Toplam	135	0,15	0,00	0,10	0,50
Araziden toplanan <i>Tilia</i> sp. bitkisi	45	8,42	0,43	0,10	13,60
Mn Açık olarak satılan <i>Tilia</i> sp. çayları	90	16,21	1,42	0,40	45,90
Toplam	135	13,66	1,00	0,10	45,90

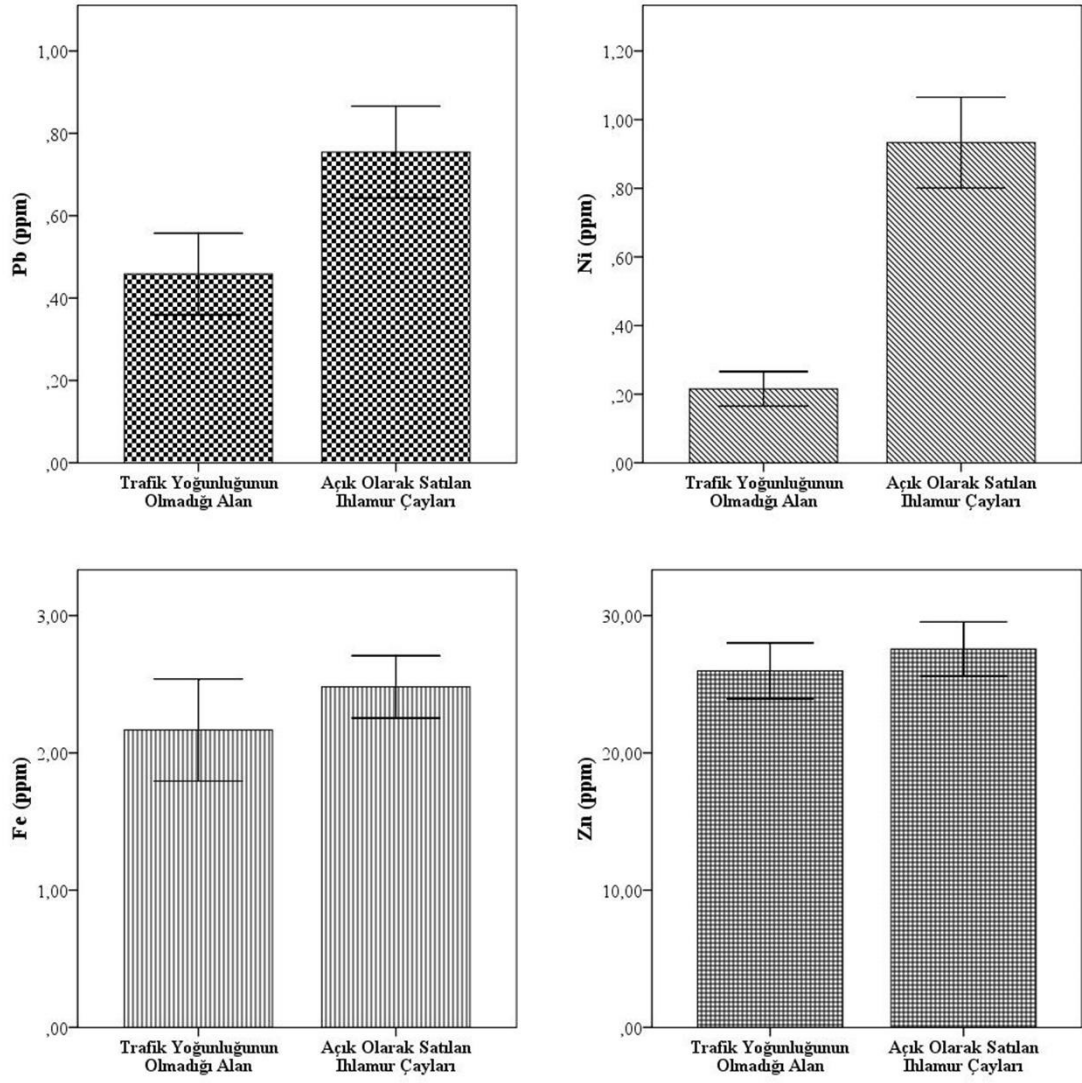
Tablo 32. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının demleme metoduna göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önemlilik Derecesi
Pb Gruplar arası	2,628	1	2,628	11,270	0,001**
Gruplar içi	31,020	133	0,233		
Toplam	33,649	134			
Ni Gruplar arası	15,456	1	15,456	54,470	0,000**
Gruplar içi	37,739	133	0,284		
Toplam	53,195	134			
Fe Gruplar arası	2,966	1	2,966	2,207	0,140ÖD
Gruplar içi	178,778	133	1,344		
Toplam	181,744	134			
Zn Gruplar arası	75,737	1	75,737	0,977	0,325ÖD
Gruplar içi	10305,718	133	77,487		
Toplam	10381,455	134			

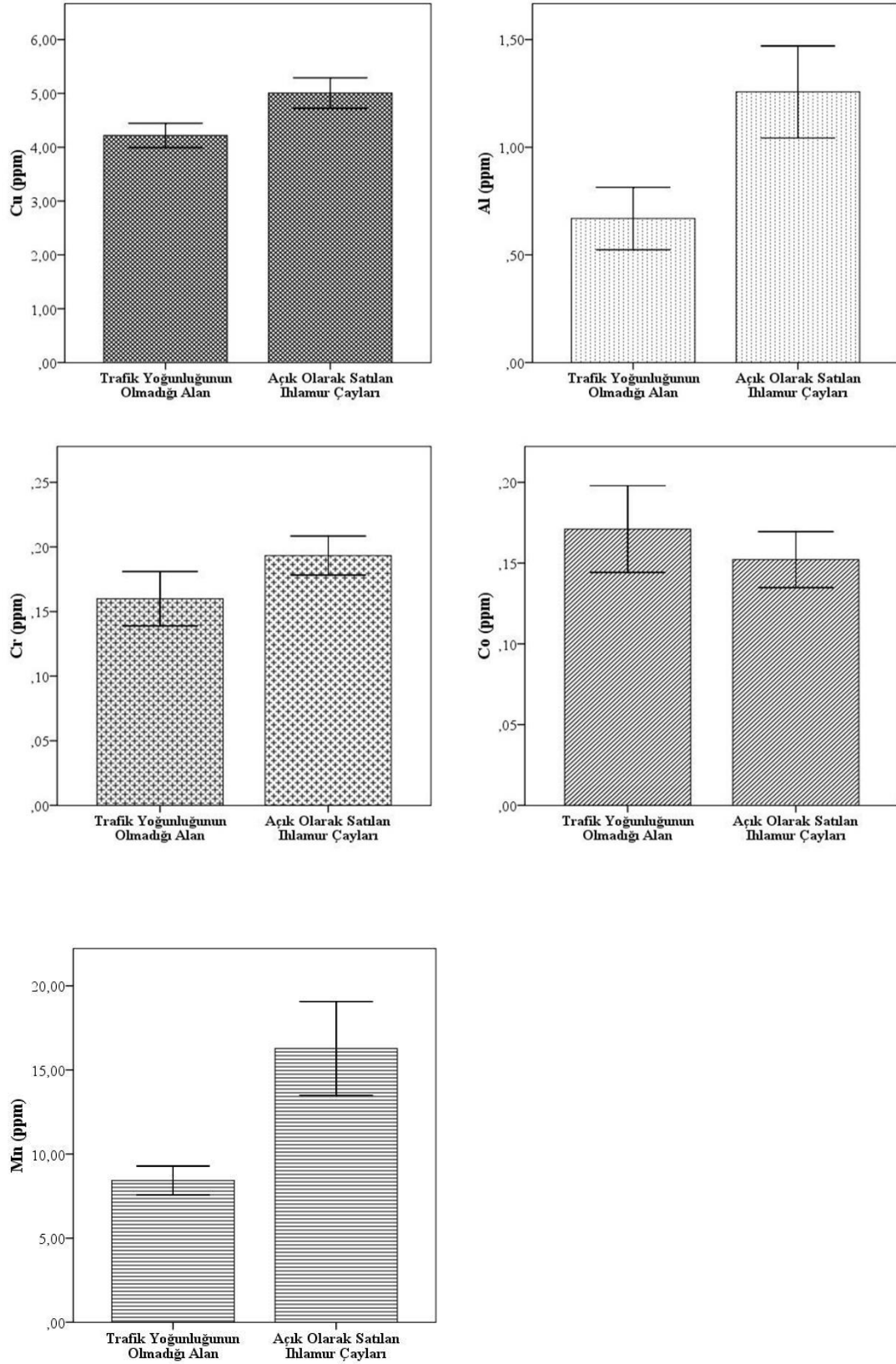
Tablo 32 (devam). Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının demleme metoduna göre Pb, Ni, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) değerlerinin One-Way ANOVA sonuçları.

	Gruplar arası	18,565	1	18,565	12,687	0,001**
Cu	Gruplar içi	194,628	133	1,463		
	Toplam	213,193	134			
	Gruplar arası	10,364	1	10,364	12,971	0,000**
Al	Gruplar içi	106,277	133	0,799		
	Toplam	116,642	134			
	Gruplar arası	0,033	1	0,033	6,297	0,013*
Cr	Gruplar içi	0,704	133	0,005		
	Toplam	0,737	134			
	Gruplar arası	0,011	1	0,011	1,428	0,234ÖD
Co	Gruplar içi	0,997	133	0,007		
	Toplam	1,008	134			
	Gruplar arası	1850,769	1	1850,769	14,838	0,000**
Mn	Gruplar içi	16589,506	133	124,733		
	Toplam	18440,275	134			

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; ÖD: Önemli Değil



Şekil 25. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Pb, Ni, Fe ve Zn (ppm) içerikleri.



Şekil 26. Araziden toplanan *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının Cu, Al, Cr, Co ve Mn (ppm) içerikleri.

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışmada trafik yoğunluğunun olduğu ve olmadığı lokalitelerden toplanan *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada paket ve aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının iz element miktarlarındaki farklar yaş yakma ve demleme teknikleri kullanılarak indüktif eşlenmiş plazma optimum emisyon spektroskopisi (ICP-OES) kullanılarak belirlendi. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar literatür ışığında değerlendirilerek tartışıldı.

Trafik yoğunluğu çevre kirliliğine neden olan önemli bir faktördür. Son yıllarda özellikle Karadeniz sahil yolunun transit taşımacılıkta kullanılması kirliliğin artmasına neden olacağını düşündürmektedir. Bu nedenle özellikle karayollarının kenarlarında yetişen ve gıda maddesi olarak tüketilen bitkilerde iz element içeriklerinin takip edilmesi önem arz etmektedir. Bu kapsamda yürütülen bu çalışmada; yaş yakma sonuçlarına göre trafiğin yoğun olduğu alanlar ile trafikten uzak bölgelerden seçilen lokaliteler arasında Pb, Fe ve Al (ppm) değerleri $P < 0,01$ seviyesinde, Cr ve Mn (ppm) değeri ise $P < 0,05$ seviyesinde farklılıklar gösterirken, Ni, Zn, Cu ve Co (ppm) değeri ise herhangi bir farklılık göstermedi (Tablo 5). Trafiğin yoğun olduğu alanlar ile trafiğin yoğun olmadığı alanlardan alınan *Tilia* sp. bitkilerinin demleme sonuçlarına göre Pb, Ni, Fe, Zn, Al, Cr ve Mn (ppm) değerleri $P < 0,01$ seviyesinde, Cu (ppm) değeri ise $P < 0,05$ seviyesinde farklılıklar gösterirken, Co (ppm) değeri ise herhangi bir farklılık göstermedi (Tablo 16). Hem bitki ekstraktında hem de demleme çayında trafiğin yoğun olduğu lokalitelerde iz elementlerinin daha fazla biriktiği görüldü (Tablo 4, Şekil 5 ve 6, Tablo 15, Şekil 13 ve 14). Günümüzde bu alana yönelik literatürde yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Cassales (1998) ve El-Hasan vd. (2002) trafik yoğunluğunun yüksek miktarlarda Pb birikimine yol açtığını, Önder ve Dursun (2006), Demirayak vd. (2011) trafik yoğunluğu ile Pb konsantrasyonu arasında yakın bir ilişki olduğunu, Aksoy ve Öztürk (1997) ise egzoz gazlarının ağır metal içerdiğini ifade etmişlerdir. Huseyinova vd. (2009) yaptıkları çalışmalarında trafiğin olduğu alanlardan topladıkları bitkilerin ağır metal içeriklerinin daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Yine ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde önemli bir biyoindikatör olan liken türleri üzerinde yapılan bir çalışmada trafiğin olduğu alanlardaki likenlerde yüksek konsantrasyonlarda Pb içerikleri tespit edilmiştir (Kınalıoğlu vd., 2006). Erdem (2018) yaptığı çalışmasında

trafik yoğunluğuna bağlı olarak Pb'nin arttığını bildirmiştir. Kabata-Pendias ve Piotrowska (1984) bitkilerde ortalama Pb konsantrasyonunun 10 ppm'den az olduğunu, Allen (1989) bitkiler için normal doğal seviyenin 3 ppm'den daha dūřuk bir değer olduğunu belirtmişlerken, Yıldız ve şekeroğlu (2013) alıştıkları bitkilerde maksimum Pb içeriğinin 10 ppm olduğunu ifade etmişlerdir. Dwivedi ve Dey (2002), çalıştıkları bitkilerdeki Pb değerlerinin 2,624-32,757 ppm, Iqbal vd. (2011) *Foeniculum vulgare* Mill. ve *Onosma bracteatum* Wall.'da sırasıyla 3,26 ila 30,46 olduğunu bildirmişlerdir. Bizim yaptığımız bu çalışmada literatūre bulunan değerlerle benzer değerler elde edildiği ve trafiğin özellikle Pb artışına neden olduğu (trafiğin olduğu alanlarda 1,018 ila 1,073 ppm, trafiğin olmadığı alanlarda 0,38 ppm ve 0,45 ppm) görülmektedir (Tablo 4 ve 15). Bununla birlikte elde ettiğimiz sonuçların literatūre ifade edilen değerlerin oldukça altında olduğu görüldü.

Nikel, genellikle doğal topraklarda eser miktarda bulunur ve bir geçiş metalidir (Nagajyoti vd., 2010). Yapılan bu çalışmada trafik faktörüne göre hem yař yakma hem de demleme örneklerinin ortalama Ni değerleri sırasıyla 0,44 ppm ve 0,53 ppm olarak belirlendi. Trafik yoğunluğunun olmadığı alanlardaki ortalama Ni değerleri ise 0,16 ppm yař yakma ve 0,21 ppm demleme örnekleri için tespit edildi (Tablo 4 ve 15). Elde edilen sonuçların trafik yoğunluğunun olduğu ve olmadığı alanlar açısından istatistiksel olarak önem arz ettiği ancak literatūre belirtilen değerlerin arasında olduğu görülmektedir. Literatūre bitkilerin içerdikleri Ni konsantrasyonu ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Erdem (2018) yaptığı çalışmasında trafik yoğunluğuna bağlı olarak Ni'nin arttığını bildirmiştir. Baslar vd. (2005) ve Dogan vd. (2007), kendi çalışmalarındaki Ni konsantrasyonlarının sırasıyla 0,88 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve 3,56 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Kabata-Pendias ve Pendias (1993) Ni için normal konsantrasyonun bazı bitkilerde 0,1 ila 3,7 mg kg^{-1} arasında değiştiğini ifade etmiştir. Ancak literatūre bu değerlerin çok üstünde Ni içeren bitkilerin olduğu yapılan çalışmalarda görülmektedir (Siskos vd., 2010; zay ve Mammadov, 2013).

Bitkilerin normal gelişimi için gerekli bir element olan demirin fazlası bitkiler için toksik etki oluşturmaktadır. Çalışmadaki Fe değerlerinin trafik yoğunluğunun olduğu alanlarda yaş yakma örneklerinde 76,87 ppm, demleme örneklerinde ise 3,43 ppm olduğu tespit edildi. Trafik yoğunluğunun olmadığı alanlarda yaş yakma örnekleri 41,11

ppm, demleme örnekleri ise 2,16 ppm olarak belirlendi (Tablo 4 ve 15). Literatürde yer alan çalışmalardan Khan vd. (2008) çalıştıkları bitkilerde Fe içeriklerinin en düşük 33,91 ppm ve en yüksek 206,69 ppm, Ansari vd. (2007) çay bitkisinde 17,2-194,0 mg kg⁻¹ arasında, Kula vd. (2010) 0,532-9,396 ppm aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Doğan (2013) trafiğe bağlı olarak çalıştığı bitkilerin Fe içeriklerini araştırmış ve 0,23-5,48 µmol g⁻¹ aralığında değiştiğini ifade etmiştir. Huseyinova vd. (2009) yaptıkları çalışmalarında trafiğin olduğu alanlardan topladıkları bitkilerin Fe içeriklerinin daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Liken türleri üzerinde yapılan bir çalışmada trafiğin olduğu alanlardaki likenlerde yüksek konsantrasyonlarda Fe içerikleri tespit edilmiştir (Kınalıoğlu vd., 2006). Bitkilerde gözlenen Fe ağır metalinin 140 µg g⁻¹ aralığında olduğunu bildirilmiştir (Nagajyoti vd., 2010). Bu çalışma literatürdeki verilerle kıyaslandığında *Tilia* sp. bitkisinin Fe içeriklerinin normal sınırlar arasında değerler gösterdiği gözlemlenirken, Fe elementinin demleme suya çok az bir oranda geçişinin olduğu tespit edildi. Bu durum Fe elementinin immobil olmasından kaynaklanabilir.

Çinko, bütün organizmalarda esansiyel bir mikro besin maddesidir ve bitkilerin metabolik süreçlerinde önemli rol oynar (Demirayak vd., 2011). Liken türleri üzerinde yapılan bir çalışmada trafiğin olduğu alanlardaki likenlerde yüksek konsantrasyonlarda Zn içerikleri tespit edilmiştir (Kınalıoğlu vd., 2006). Kabata-Pendias ve Pendias (1993) bazı bitkilerin dokularındaki Zn'nin normal değerleri 20 ila 100 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişler ve çoğu bitkide Zn'nin kritik değeri kuru maddede 100 ppm'dir (Yılmaz ve Zengin, 2004). Sawidis vd. (1995) *Ligustrum* L., *Salix* L. ve *Populus* L. gibi bazı bitkilerin Zn konsantrasyonlarının sırasıyla 15,5-42,2 ppm, 20,7-94,7 ppm ve 26,1-139 ppm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Hina vd. (2012), topladıkları bitkilerin Zn içeriklerini 105,53 ila 418,64 µg/g olarak tespit etmişlerdir. Trafik yoğunluğunun olduğu alanlardaki yaş yakma ve demleme örneklerinin ortalama Zn içerikleri sırasıyla 16,68 ve 40,30 ppm iken, trafik yoğunluğunun olmadığı alanlardaki örneklerinki ise sırasıyla 15,40 ve 25,97 ppm olarak tespit edildi (Tablo 4 ve 15). Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile kıyaslandığında çalışılan bitkinin Zn içeriklerinin normal seviyeler aralığında değiştiği tespit edildi.

Bakır, bitkiler için bir iz elementtir ve bitkilerde biyokimyasal işlemlerde önemli değişikliklere neden olabilir (Huseyinova vd., 2009). Dıvrıklı vd. (2006) arabaların

metalik kısımlarının aşınması ile Schafer vd. (1998) ise egzoz emisyonlarından bakırın çevreye yayıldığını ifade etmişlerdir. Erdem (2018) yaptığı çalışmada trafik yoğunluğuna bağlı olarak Cu'nun arttığını bildirmiştir. Li vd. (2001) bitkilerin ağır metal içeriğinin geniş sınırlar içinde olduğunu ve bakır konsantrasyonlarının 2,9 ila 27,2 ppm arasında değiştiğini belirtmiştir. Bitkilerde bakır konsantrasyonu, 4 ppm'den daha az ve 20 ppm'den daha fazla olduğunda büyüme gerilemesine neden olmaktadır (Yılmaz vd., 2006). Çalışmadan elde edilen Cu konsantrasyonları trafik yoğunluğunun olduğu alanlarda yaş yakma ve demleme örnekleri için sırasıyla 7,38 ve 4,80 ppm, trafik yoğunluğunun olmadığı alanlardaki yaş yakma ve demleme örnekleri ise sırasıyla 5,70 ve 4,22 ppm olarak tespit edildi (Tablo 4 ve 15). Bitkilerdeki normal Cu konsantrasyonları 2-20 ppm arasında değişmektedir, ancak birçok bitkide normal Cu konsantrasyonları 4-12 ppm aralığında gözlenmiştir (Wilkinson, 1994; Hüseyinova vd., 2009). Sonuçlar literatürdeki bilgiler ile uyum sağlamakta olup *Tilia* sp. bitkisinin toplandığı lokalitelerdeki Cu içeriklerinin demleme suyuna daha az geçtiği belirlenmiştir.

Alüminyum yer kabuğunda fazla bulunmasına rağmen hem bitki hem de hayvan hücreleri üzerinde toksik bir etkiye sahip elementtir (Kochian, 1995). Literatürde alüminyumun daha çok toksik etkileri üzerinde yapılan çalışmalar mevcut olmasına rağmen (Lindberg vd., 1991; Lindberg ve Griffiths, 1993; Widell vd. 1994; Çolak vd., 2002) bazı bitkilerin içsel alüminyum içerikleri de çalışılmıştır. Leblebici vd. (2012) çalışmalarında *Tilia platyphyllos* Scop.'un Al değerlerini 8,8 ppm olarak belirtmişlerdir. Okut (2019) çalıştıkları tıbbi bitkilerin Al içeriklerinin 0,597-32,852 ppm aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Lopez vd. (2000) farklı aromatik bitkilerle yaptıkları ağır metal çalışmasındaki Al değerlerinin (5,20-35,30 mg kg⁻¹) olduğunu belirtmişlerdir. Trafik faktörüne göre *Tilia* sp. bitkisinin yaş yakma ve demleme örneklerinin ortalama Al içerikleri sırası ile 77,11 ve 2,40 ppm olarak tespit edildi. Trafik yoğunluğunun olmadığı alanlardaki yaş yakma ve demleme örneklerinin Al değerleri 21,81 ve 0,66 ppm olarak belirlendi (Tablo 4 ve 15). Trafik yoğunluğunun olduğu alanlardan alınan *Tilia* sp. bitkisinin Al içerikleri yüksek olmasına rağmen demleme suyuna geçen Al içeriklerinin düşük olduğu belirlendi. Bitkilerde bulunmasına izin verilen Al seviyelerine rastlanmamakla beraber sürekli olarak Al seviyesi yüksek bitkilerden alınan mineralin sağlığa zararlı olacağı düşünülmektedir.

Krom bitkilere son derece zehirli bir metaldir ve bitkilerin büyüme ve gelişimlerine zarar vericidir (Ugulu, 2015). Bununla birlikte, Cr (III)'ün düşük miktarlarda bitkiler için gerekli olduğu da bildirilmiştir (Sahmoune vd., 2008). Cao vd. (2001) bitkilerin normal Cr değerlerinin 0,2-8,4 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Osmalı (2009), İstanbul şehir merkezinde yaptığı çalışmada bitkilerdeki ortalama Cr konsantrasyonunu 3,96-15,94 µg g⁻¹ kuru ağırlık olduğunu ifade etmiştir. Kaya (2010) Cr miktarlarının elma örneklerinde 11,87–28,74 µg g⁻¹ kuru ağırlık, ceviz örneklerinde 20,13–34,60 µg g⁻¹ kuru ağırlık, üzüm örneklerinde ise 13,76–7,60 µg g⁻¹ kuru ağırlık arasında değiştiğini bildirmiştir. Ergun vd. (2012) ve Lavado vd. (2001) çalışmalarında Cr miktarının sırasıyla 18,85 ± 0,84 µg g⁻¹ kuru ağırlık ve 0,93-19.70 mg kg⁻¹ olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen ortalama Cr değerleri trafik yoğunluğunun olduğu alanların yaş yakma örnekleri için 0,23 ppm ve demleme örnekleri için 0,33 ppm olarak, trafik yoğunluğunun olmadığı alanların yaş yakma örnekleri için 0,166 ppm ve demleme örnekleri için 0,16 ppm olarak tespit edildi (Tablo 4 ve 15). Elde edilen sonuçlar literatürde Cr için verilen normal değerler ile karşılaştırıldığında *Tilia* sp. bitkisinin hem yaş yakma hem de demleme sonuçlarının bu değerler içerisinde ve hatta daha düşük olduğu belirlendi. Ancak trafik yoğunluğunun olduğu alanlardan alınan *Tilia* sp. bitkisi örneklerinin demleme suyuna daha fazla Cr iyonu geçtiği gözlemlendi.

Kobalt gerekli bir mikro besin olmasına rağmen fazla miktarda bitkiler tarafından alındığında toksik etki oluşturacak bir elementtir (Nagajyoti vd., 2010). Co'nun yapraklar için toksik sınırı yaklaşık 0,5 ppm'dir (Pendias ve Pendias, 1992). Bununla birlikte, Macnicol ve Beckett (1985) kobalt için normal ağır metal içeriğinin 30-40 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmiştir. Vural (2014) çalıştığı akasya sürgünlerinde kobalt değerlerinin 0,46-0,94 mg kg⁻¹, Yaylalı Abanuz ve Tüysüz (2007) ise çalıştıkları çay bitkisinde 0,06-0,25 ppm arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Çalışmadaki trafik yoğunluğunun olduğu alanlardaki ortalama Co içeriklerinin yaş yakma ve demleme örnekleri için değerlerinin sırasıyla 0,27 ve 0,21 ppm, trafik yoğunluğunun olmadığı alanlardakilerin ise 0,16 ve 0,17 ppm olduğu tespit edildi (Tablo 4 ve 15). Elde edilen sonuçlar literatür verileri ile kıyaslandığında *Tilia* sp. bitkisi için herhangi bir toksik etkiye sebebiyet verecek değerler içerisinde bulunmadığı gözlemlendi. Trafik yoğunluğunun olduğu alanlardan alınan *Tilia* sp. bitkisinin demleme suyuna daha az

oranda geçişinin olduğu belirlenirken, trafik yoğunluğunun olmadığı alanlardan alınan örneklerin yaşı yakma ve demleme sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu belirlendi.

Ele alınan diğer metal ise mangandır ve bitkilerde Mn birçok biyokimyasal işlemlerde rol oynar. Canözer vd. (1984), bitkilerdeki mangan içeriklerinin 40-72 mg kg⁻¹ olduğunu ileri sürmüşlerdir. Gerber vd. (2002) normal mangan içeriğinin bitkilerde 1-700 mg kg⁻¹ arasında olduğunu bildirmiştir. Bakırcıoğlu (2009) ise bitkiden bitkiye farklılık göstermekle birlikte 500 ppm manganın çoğu bitkide toksik etki oluşturduğunu ifade etmiştir. Erdoğul vd. (2005) alışmalarında kullandıkları patates, havuç ve ıspanakta ortalama Mn değerlerinin sırası ile 0,37, 0,18 ve 0,59 ppm olduğunu, ilali (2012), *Rosa* spp. bitkisinin yapraklarındaki konsantrasyonların 54,22 mg kg⁻¹-102,15 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmadaki ortalama Mn içerikleri trafik yoğunluğunun olduğu alanların yaşı yakma örnekleri 60,64 ve demleme örnekleri 15,81 ppm olarak bulundu. Trafik yoğunluğunun olmadığı alanların yaşı yakma örnekleri 15,74 ve demleme örnekleri 8,42 ppm olarak bulundu (Tablo 4 ve 15). Elde edilen veriler literatür verileri ile kıyaslandığında *Tilia* sp. bitkisinin Mn içeriklerinin normal sınırlar içerisinde yer aldığı gözlemlendi.

Literatürde trafik parametresi dikkate alınarak yapılmış bir çok çalışma mevcut olup trafik yoğunluğu arttığa çalışılan bitkilerin ağır metal içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir (Karademir ve Toker, 1995; avuşoğlu ve avuşoğlu, 2005; avuşoğlu ve akır Arıa, 2007; avuşoğlu vd., 2008). Duru vd. (2011) yaptıkları çalışmalarında *Verbascum sinuatum* L. türünün yaprak ağır metal içeriklerinin trafik yoğunluğu ile arttığını ifade etmişlerdir. Literatür sonuçlarına benzer olarak bu çalışmada da tüm elementlerin trafik yoğunluğunun olduğu alanlardaki içeriklerinin trafik yoğunluğunun olmadığı alanlardan daha yüksek olduğu gözlendi. Bu durum çalışılan lokalitelerdeki trafikten dolayı ağır metal birikiminden kaynaklandığını göstermektedir.

Alkaya vd. (2015) farklı aktarlardan aldıkları bitkisel çayların ağır metal içeriklerinin literatürde belirtilen sınır değerlerden fazla olmadığını bildirmişlerdir. Saltan ve Canbay (2015) halk arasında taze yapraklarından tıbbi amaçla ve özellikle gıda olarak yararlanılan bazı bitkilerin ağır metal içeriklerini araştırmışlar ve Ni için 0,85-220,83 mg kg⁻¹, Pb için 0,53-1,15 mg kg⁻¹, Zn için 8,42-32,81 mg kg⁻¹, Cr için

0,62-425 mg kg⁻¹, Cu için 3,38-47,73 mg kg⁻¹, Mn için 2,47-27,37 mg kg⁻¹, Fe için 12,86-216,25 mg kg⁻¹, Al için 127,89-5071,86 mg kg⁻¹ aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Leblebici vd. (2012) farklı aktarlardan temin ettikleri 10 farklı tıbbi bitkinin içerdikleri Al, Cr, Cu, Ni, Pb içeriklerini araştırmışlar ve Al için 8,8-21140,8 ppm, Cr için 0,16-7,30 ppm, Cu için 1,96-7,72 ppm, Ni için 0,70-12,26 ppm ve Pb için 0,12-1,36 ppm arasında değişimin olduğunu belirtmişlerdir. Bu türler arsında en düşük Al, Ni, Pb, Cd ve Cr içeriğinin *Tilia platyphyllos*'ta tespit edildiğini ifade etmişlerdir. Okut (2019) farklı aktarlardan temin ettiği bitkilerin içerdikleri metal seviyelerinin Al (0,597-32,852), Fe (0,331-18,797), Mn (0,08-1,06), Zn (0,1-0,409), Ni (0,015), Cd (0,00-0,03), Pb (0,00-0,16), Cr (0,002-0,111), Cu (0,063-0,292) ve Co (0,01-0,09) ppm aralığında olduğunu belirtmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür verileri ile benzerlik göstermektedir.

Yetiştikleri ortamlardan toplanan ve çalışmanın materyalini oluşturan *Tilia* sp. bitkileri demleme bakımından değerlendirildiğinde en yüksek Pb, Cr, Co ve Mn (ppm) değerleri Merkez 1'de, en yüksek Ni, Fe, Zn, Cu ve Al (ppm) değerleri ise Ardeşen'de gözlemlendi. Tüm elementlerin yüksek oranda trafik yoğunluğunun olduğu alanlarda biriktiği tespit edildi (Tablo 13, Şekil 11 ve 12). Demleme süreleri bakımından değerlendirildiğinde ise en yüksek Pb, Ni ve Cr (ppm) değerleri 60.dk'da, Fe ve Zn (ppm) değerleri 10.dk'da, Cu ve Mn (ppm) değerleri 120.dk'da, Al (ppm) değeri 240.dk'da, Co (ppm) değeri ise 20.dk'da gözlemlendi (Tablo 24, Şekil 19 ve 20). Piyasada sallama paket çay formatında satılan paket *Tilia* sp. çayları demleme bakımından değerlendirildiğinde en yüksek Pb, Ni ve Cr (ppm) X4'te, Fe ve Co (ppm) X1'de, Zn, Cu ve Mn (ppm) X3'te, Al (ppm) değerleri ise X2'de gözlemlendi. En düşük Pb ve Cu (ppm) X1'de, Ni, Cr, Co ve Mn (ppm) X2'de, Fe ve Al (ppm) X3'te, Zn (ppm) değerleri ise X4'te gözlemlendi (Tablo 18, Şekil 15 ve 16). Piyasada aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çayları demleme bakımından değerlendirildiğinde en yüksek Pb (ppm) Y1'de, Ni, Cu ve Cr (ppm) Y3'te, Fe ve Zn (ppm) Y2'de, Al (ppm) Y5'te, Co (ppm) Y6'da, Mn (ppm) değerleri ise Y4'te gözlemlendi. En düşük Pb, Ni ve Cr (ppm) Y2'de, Fe ve Al (ppm) Y4'te, Zn ve Co (ppm) Y1'de, Cu ve Mn (ppm) değerleri ise Y5'te gözlemlendi (Tablo 21, Şekil 17 ve 18). Demleme süreleri bakımından değerlendirilme yapıldığında ise en yüksek Pb, Cr ve Co (ppm) değerleri 240.dk'da, Ni ve Al (ppm) değerleri 10.dk'da, Fe, Cu ve Mn (ppm) değerleri 20.dk'da, Zn (ppm) değeri ise 120.dk'da gözlemlendi (Tablo 27, Şekil 21 ve 22). Bu sonuçlara göre

demleme yapılan numunelerde trafik yoğunluğundan dolayı bir artışın olduğu ancak demleme süreleri dikkate alındığında ise demleme süresinin artmasına paralel olarak iz element konsantrasyonlarında önemli ve anlamlı bir değişimin olmadığı görüldü. Aksu (2010) yaptığı çalışmasında 3 farklı ilin aktarlarında açık olarak satılan (işlenmemiş) ihlamur bitkisinin 10 dakika demleme sonucu ağır metal içeriklerinin Fe için 0,03 ppm, Zn için 8,25 ppm, Mn için 8,30 ppm, Cu için 2 ppm, Ni için 0,76 ppm, Cr için 0,31 ppm, Pb için 0,88 ppm, Co için 0,06 ppm olduğunu bildirmiştir. İşlenmiş ihlamur bitkilerin ağır metal içeriklerinin ise Fe için 0,29 ppm, Zn için 2,94 ppm, Mn için 9,89 ppm, Cu için 1,47 ppm, Ni için 0,98 ppm, Pb için 0,06 ppm, Co için 0,09 ppm ve Al için 0,16 ppm olduğunu ifade etmiştir.

Zengin vd.(2004), bitkilerin 10 dakikalık demleme sonucunda suya geçen mineral madde içerikleri ile ihlamur çayının Cu (1,86 ppm), Fe (4,25 ppm), Mn (20,69 ppm), Zn (1,98 ppm); kuşburnu çayının (*Rosa canina* L.) Cu (0,60 ppm), Fe (2,80 ppm), Mn (46,44 ppm), Zn (3,72 ppm); nane çayının (*Mentha piperita* L.) Al (1,17 ppm), Co (0,28 ppm) ve Cr (0,27 ppm), Cu (1,25 ppm), Fe (1,33 ppm), Mn (23,19 ppm), Ni (1,37 ppm), Pb (0,27 ppm), Zn (17,51 ppm); siyah çayın (*Camelia sinensis* L.) Cu (2,35 ppm), Fe (2,13 ppm), Mn (283,92 ppm), Zn (3,01 ppm); yeşil çayın Cu (1,70 ppm), Fe (2,58 ppm), Mn (451,99 ppm) ve Zn (9,53 ppm) içerdiğini tespit etmişlerdir.

Başgel ve Erdemoğlu (2005), bitkilerin 30 dakika demlenmesiyle elde edilen bitkisel çayların mineral madde içeriğini araştırmışlar ve suya geçen mineralleri; ihlamur çayında (*Tilia*) 2,45 mg kg⁻¹ Fe, 7,40 mg kg⁻¹ Al, 5,5 mg kg⁻¹ Mn, 9,90 mg kg⁻¹ Zn ve 3,85 mg kg⁻¹ Cu; adaçayında (*Salvia officinalis* L.) 107,4 mg kg⁻¹ Fe, 12,15 mg kg⁻¹ Mn, 13,8 mg kg⁻¹ Zn, 2,70 mg kg⁻¹ Cu; kuşburnu çayında (*Rosa canina*) 38,5 mg kg⁻¹ Fe, 5,6 mg kg⁻¹ Al, 49,1 mg kg⁻¹ Mn, 6,1 mg kg⁻¹ Zn, 2,95 mg kg⁻¹ Cu, rezene çayında (*Foeniculum vulgare* Mill.) 4,90 mg kg⁻¹ Fe, 6,2 mg kg⁻¹ Al, 4,30 mg kg⁻¹ Mn, 18,0 mg kg⁻¹ Zn, 8,1 mg kg⁻¹ Cu; papatya çayında (*Matricaria chamomilla* L.) 8,10 mg kg⁻¹ Fe, 1,6 mg kg⁻¹ Al, 16,7 mg kg⁻¹ Mn, 12,6 mg kg⁻¹ Zn olarak tespit etmişlerdir.

Özcan M. (2004), adaçayının (*Salvia aucheri* Benth. var. *canescens* (Boiss. & Heldr.) Celep, Kahraman & Doğan) 9 ve 11 dakikalık demlenmesiyle suya geçen

mineral madde miktarlarını araştırmış ve 9. dakikadaki demleme sonucunda; Cu (2,55 mg kg⁻¹), Fe (0,74 mg kg⁻¹), Zn (0,36 mg kg⁻¹), 11. dakikadaki demleme sonucunda ise; Cu (2,06 mg kg⁻¹), Fe (0,61 mg kg⁻¹), Mn (0,84 mg kg⁻¹) değerlerini tespit etmiştir.

Bu çalışmada; doğal ortamlarından alınan, işlenmiş ve işlenmemiş *Tilia* sp. bitkisinin 10 dakika demlenmesi ile tespit edilen değerler Zengin vd. (2004)'nin aynı sürede *Tilia* sp. bitkisinin demlemesi sonucu elde ettiği verilerle karşılaştırıldığında *Tilia* sp. bitkisi için Cu ve Zn daha yüksek, Fe ve Mn daha düşük çıkmıştır. Aksu (2010)'ya göre değerlendirildiğinde genel olarak elementlerin daha yüksek çıktığı gözlemlendi. *Tilia* sp. bitkisinin 20 dakika demlenmesi sonucu elde edilen veriler Başgel ve Erdemoğlu (2005)'nin bitkilerin 30 dakika demlenmesiyle elde edilen sonuçları ile kıyaslandığında, *Tilia* sp. bitkisinin Fe, Mn, Zn ve Cu değerlerinin daha yüksek, Al değerlerinin ise çok daha düşük olduğu tespit edildi. Yapılan 10 ve 20 dakikalık demleme süreleri *Tilia* sp. bitkisi hariç diğer bitkilerle kıyaslandığında farklı sonuçların olduğu gözlemlendi. Tüm demleme süreleri sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak herhangi bir farklılık göstermediği tüm sürelerde birbirine yakın değerlerin olduğu tespit edildi.

Doğal ortamlarından alınan, işlenmiş ve işlenmemiş *Tilia* sp. bitkisinin tüm yaş yakma ve demleme süreleri dikkate alındığında çoğu metalin demleme suyuna az geçtiği belirlenmiş olup yaş yakma sonuçlarının daha fazla ağır metal içerdiği tespit edildi. Demleme işleminde metal miktarlarının önemli bir kısmı suya geçmemektedir. Bu durum yaş yakma işlemi sonucu metalleri tutabilecek organik yapıların tamamen parçalanmasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan bu çalışma neticesinde trafik yoğunluğunun *Tilia* sp. bitkilerinde iz element birikimine neden olduğu tespit edildi. Bununla birlikte *Tilia* sp. bitkilerindeki iz elementlerin demleme ile birlikte suya hepsinin geçmediği, demleme süresinin de iz elementlerin suya geçmesinde önemli bir etkisinin olmadığı görüldü.

5. ÖNERİLER

Bu çalışmada Rize ilinde belirlenen arazilerden toplanan *Tilia* sp. bitkileri ile piyasada paket olarak ve aktarlarda açık olarak satılan *Tilia* sp. çaylarının demleme yöntemine göre iz element içerikleri yönünden farkları belirlendi. Araştırılan metallere ilave olarak civa, arsenik gibi metaller ile kalsiyum, magnezyum gibi besin elementlerinin eklenmesi önerilir.

Doğal ortamlarından alınan *Tilia* sp. bitkileri ile birlikte eş zamanlı olarak toprak örneklerinin de alınması ile bitki ve toprak ilişkileri arasındaki korelasyonlar yapılabilir.

Elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında trafiğin olmadığı yerlerde yetişen *Tilia* sp. bitkilerinin kullanılmaya daha uygun olduğu önerilir. Bununla birlikte sağlık açısından içerdikleri ağır metal seviyeleri düşük olmasına rağmen piyasada satışa sunulmuş *Tilia* sp. bitkilerinden özellikle işlenmiş paket formlarının daha fazla ağır metal içerdiği tespit edilmiş olup daha dikkatli ölçüde kullanılması önerilir.

Lokalite ve aktar sayısı artırılarak hatta farklı illerden de örnekler alınarak daha genel bir çalışma yapılması önerilir.

KAYNAKLAR

- Akgül, A. ve Ünver, A., 2001.** Bitkisel çaylar. Gıda Mühendisliği Dergisi, (5) 11, 21-24.
- Aksoy, A. and Ozturk M., 1997.** *Nerium oleander* L. as a Biomonitor of Lead and other Heavy Metal Pollution in Mediterranean Environments. Science of the Toplam Environment, 205, 145-150. DOI: 10.1016/S0048-9697(97)00195-2.
- Aksu, Y., 2010.** Ihlamur (*Tilia cordata*) ve Nane (*Mentha piperita*)’de Toplam Fenol/Flavonoid Miktarları ve Antioksidan Aktivitelerinin Metal İçeriği ile Değişiminin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye, 77 s., 2,4, 40-45.
- Alkaya, D.B, Karaderi, S., Erdoğan, G. ve Cücü, A.K. 2015.** İstanbul Aktarlarında Satılan Bitkisel Çaylarda Ağır Metal Tayini. Marmara Pharmaceutical Journal, 19, 136-140.
- Allen, S.E., Grimshaw, H.M., Parkinson, J.A., Quarmby, C. and Roberts, J.D., 1986.** Chemical analysis. (In: Methods in Plant Ecology, Ed.: S. B. Chapman)–Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 411-466.
- Ansari, F., Norbaksh, R. and Daneshmandirani, K., 2007.** Determination of Heavy Metals in Iranian and Imported Black Tea. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 4, 243-248.
- Atoui, A.K., Mansouri, A., Boskou, G. and Kefalas, P., 2005.** Tea and herbal infusions: Their antioksidant activity and phenolic profile, Food Chemistry, 89, 27-36.
- Baker, D.E. and Senef, J.P., 1995.** Copper. Heavy metals in soils. Blackie Academic and Professional Press. ISBN: 978-94-007-4469-1, p. 613, Alloway, B.J. (Ed.), 179-205.
- Bakırcıoğlu, D., 2009.** Toprakta Makro Ve Mikro Element Tayini. Doktora Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Türkiye. 134 s., 3, 5, 52-78.
- Baslar, S., Dogan, Y., Yenil, N., Karagoz, S. and Bag, H., 2005.** Trace Element Biomonitoring by Leaves of *Populus nigra* L. from Western Anatolia, Turkey. Journal of Environmental Biology, 26, 665-668.
- Başgel, S. and Erdemoğlu, S.B., 2006.** Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey, Science of the Toplam Environment, 359, 82-89.
- Baydar, H., 2005.** Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:51, Isparta, 216 s.

- Baytop, T., 1999.** Türkiye’de Bitkilerle Tedavi, Geçmişte ve Bugün. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 3255, 520 s.
- Bergmann, W., 1992.** Nutritional Disorders of Plants. Jena, Germany, ISBN 3-334-60422-5, p. 741, Verlag, G.F. (Ed.), 289-294.
- Broadley, M.R., White, P.J., Hammond, J.P., Zelko, I. and Lux, A., 2007.** Zinc in plants. *New Phytologist*, 173, 677-702.
- Burnell, J.N., 1988.** The Biochemistry of Manganese in Plants. Manganese in Soils and Plants. Developments in Plant and Soil Sciences, Kluwer Academic Publisher. ISBN: 987-94-010-7768-2, p. 343, Dordrecht Graham, R.D., Hannam, R.J. and Uren, N.C. (Eds.), 135-137.
- Cakmak, I., 2002.** Plant nutrition research priorities to meet human needs for food in sustainable ways. *Plant Science*, 247, 3-24.
- Canözer, Ö., H. Fırıncı, M., Çakır, N., Özilbey, G., Püskülcü, N., Kılınc, Ü. ve Dikmelik, A.A., 1984.** Ege bölgesi önemli kiraz çeşitlerinin bitki besin element durumları ve toprak bitki ilişkileri. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bornova, İzmir 74s., 20-32.
- Cao, X., Ma, L.Q., Singh Satya, P. and Chen, M. 2001.** Field demonstration of metal immobilization in contaminated soils using P amendments. FIPR Project 97-01-148R. Final Report, University of Florida, Gainesville.
- Cassales, J., 1998.** Levels of lead and other metals in *Citrus* along side a motor road Water. *Air and Soil Pollution*, 105, 593-602.
- Chaney, R.L. and Ryan, J.A., 1994.** Risk based standards for arsenic lead and cadmium in urban soils. Dechema Press, Frankfurt, Germany ISBN-13: 978-3926959638, p. 130.
- Chatterjee, J. and Chatterjee, C., 2000.** Phytotoxicity of cobalt, chromium and copper in cauliflower. *Environmental Pollution*, 109, 69-74.
- Cheniae, G.M., 1970.** Photosystem II and oxygen evolution. *Annual Review of Plant Physiology*, 21, 467-498.
- Choi, J.M., Pak, C.H. and Lee, C.W., 1996.** Micronutrient toxicity in French marigold. *Journal of Plant Nutrition*, 19, 901-916.
- Çavuşoğlu, K. ve Çakır Arica, Ş., 2007.** *Pinus nigra* (Arnold) subsp. *nigra* var. *caramanica* (Loudon) Rehder Türünün Yapraklarında Kurşun Birikiminin Araştırılması, SAÜ Fen Bilimleri Dergisi, 11. Cilt, 1. Sayı, s. 42-46.
- Çavuşoğlu, K. ve Çavuşoğlu, K., 2005.** *Cupressus sempervirens* L. ve *Cedrus libani* A. Rich. Yapraklarında Taşıtların Sebep Olduğu Kurşun (Pb) Kirliliğinin Araştırılması, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(2), 37-56.

- Çavuşoğlu, K., Budak, A. ve Arıca, Ş., 2008.** Kırıkkale-Kırşehir Karayolunda Taşıtların Sebep Olduğu Kurşun (Pb) Kirliliğinin Araştırılması. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20, 223-231.
- Çilali, E., 2012.** Amasya-Tokat Karayolu Çevresinde Doğal Olarak Yetişen Kuşburnunda (*Rosa spp.*) Mesafeye Bağlı Olarak Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye, 44s, 18-22.
- Çolak, G., Baykul, M.C., Gürler, R., Caner, N., Tokur, S. ve Çatak, E. 2002.** *Lycopersicon esculentum* Mill. Fidelerinin Bazı Makro ve Mikro Besin Elementleri Alım Düzeylerine Alüminyum Etkisinin Analitik ve Mikro Analitik Yöntemler İle İncelenmesi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4, 1.
- Davies, F.T., Puryear, J.D., Newton, R.J., Egilla, J.N. and Grossi, J.A.S., 2002.** Mycorrhizal fungi increase chromium uptake by sunflower plants: influence on tissue mineral concentration, growth, and gas exchange. Journal of Plant Nutrition, 25, 2389-2407.
- de Abreu, C.A., de Abreu, M.F and de Andrade, J.C., 1998.** Distribution of lead in the soil profile evaluated by DTPA and Mehlich-3 solutions. Bragantia, 57, 185-192.
- de Vries, W., de Lofts, S., Tipping, E., Meili, M., Groenenberg, J.E. and Schütze, G., 2002.** Impact of soil properties on critical concentrations of cadmium, lead, copper, zinc, and mercury in soil and soil solution in view of ecotoxicological effects. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, 191, 47-89.
- Demirayak, A., Kutbay, H.G., Kılıç, D.D., Bilgin, A. and Hüseyinova, R., 2011.** Heavy Metal Accumulation in Some Natural and Exotic Plants in Samsun City. Ekoloji, 20 (79), 1-11.
- Demirevska-kepova, K., Simova-Stoilova, L., Stoyanova, Z., Holzer, R. and Feller, U., 2004.** Biochemical changes in barely plants after excessive supply of copper and manganese. Environmental and Experimental Botany, 52, 253-266.
- Divrikli, G., Mendil, D., Tüzen, M., Soylak, M. and Elçi, L., 2006.** Trace Metal Pollution from Traffic in Denizli-Turkey During Dry Season. Biomedical and Environmental Sciences, 19, 254-261.
- Dixit, V., Pandey, V. and Shyam, R., 2002.** Chromium ions inactivate electron transport and enhance superoxide generation in vivo in pea (*Pisum sativum* L. cv. Azad) root mitochondria. Plant Cell and Environment, 25, 687-693.
- Dogan, Y., Durkan, N. and Baslar, S., 2007.** Trace Element Pollution Biomonitoring Using the Bark of *Pinus brutia* in the Western Anatolian Part of Turkey. Trace Elements and Electrolytes, 24, 146-150.

- Doğan, M., 2013.** Determining the Heavy Metal Concentrations in Plants Exposed to Exhaust Gases Alongside the Sanliurfa Highway. *Ekoloji*, 22, 40-48. DOI: 10.5053/ekoloji.2013.895
- Ducic, T. and Polle, A., 2005.** Transport and detoxification of manganese and copper in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17 (1), 103-112.
- Duru, N., Türkmen, Z., Çavuşoğlu, K., Yalçın, E. ve Yapar, K., 2011.** *Verbascum sinuatum* L. (Scrophulariaceae) (Sığırkuyruğu) Türü Kullanılarak Karadeniz Sahil Şeridinde Taşıtların Sebep Olduğu Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. *SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi*, 15, 89-96.
- Dwivedi, S.K. and Dey, S., 2002.** Medicinal Herbs: A Potential Source of Toxic Metal Exposure for Man and Animals in India. *Archives Environmental Health*, 57, 229-31. DOI:10.1080/00039890209602941.
- Ebbs, S.D. and Kochian, L.V., 1997.** Toxicity of zinc and copper to Brassica species: implications for phytoremediation. *Journal of Environmental Quality*, 26, 776-781
- El-Hasan, T., Al-Omari, H., Jiries, A. and Al-Nasir, F., 2002.** Cypress Tree (*Cupressus sempervensis* L.) Bark as an Indicator for Heavy Metal Pollution in the Atmosphere of Amman City, Jordan. *Environmental International*, 28, 513-519.
- El-Jaoual, T. and Cox, D.A., 1998.** Manganese toxicity in plants, *Journal of Plant Nutrition*, 21, 353-386, DOI: 10.1080/01904169809365409
- 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, 59 s., 24-36.
- Erdoğan, Ö., Tosyalı, C. ve Erbilir F., 2005.** Kahramanmaraş' ta Yetişen Bazı Sebzelerde Demir, Bakır, Mangan, Kadmiyum ve Nikel Düzeyleri, Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi FEN VE Mühendislik Dergisi, 8, 27-29.
- Ergün, N., Yolcu, H. ve Özçubukçu, S., 2012.** Amanos Dağlarındaki Bazı Tıbbi Bitki Türlerinde Ağır Metal Birikimi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5, 21-23.
- Eruçar, S., 2006.** Bazı Bitkisel Çayların Fenolik Madde Profili ve Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 71 s., 4.
- Fabiano, C.C., Tezotto, T., Favarin, J.L., Polacco, J.C. and Mazzafera, P., 2015.** Essentiality of nickel in plants: a role in plant stresses. *Frontiers in Plant Science*, 6, 1-4. doi: 10.3389/fpls.2015.00754
- Fontes, R.L.S. and Cox, F.R., 1998.** Zinc toxicity in soybean grown at high iron concentration in nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, 21, 1723-1730.

- Gerber, G., Leonard, A. and Hantson, P., 2002.** Carcinogenicity, mutagenicity and teratogenicity of manganese compounds. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 42, 25-34.
- Gimeno-García, E., Andreu, V. and Boluda, R., 1996.** Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils. *Environmental Pollution*, 92, 19-25.
- Graham, R.D., Welch, R.M. and Bouis, H.E., 2001.** Addressing micronutrient malnutrition through enhancing the nutritional quality of staple foods principles, perspectives and knowledge gaps. *Advanced Agronomy*, 70, 77-142.
- Graziano, M. and Lorenzo Lamattina, L., 2005.** Nitric oxide and iron in plants: an emerging and converging story. *Trends in Plant Science*, 10, 4-8.
- Graziano, M., Beligni, M.V. and Lamattina, L., 2002.** Nitric Oxide Improves Internal Iron Availability in Plants. *Plant Physiology*, 130, 1852-1859.
- Guerinot, M.L. and Yi, Y., 1994.** Iron: nutritious, noxious, and not readily available. *Plant Physiology*, 104, 815-820.
- Güzel, Ş., 2017.** Fırtına Vadisi'nde Bazı Odunsu Taksonların Yüksekliğe Bağlı Makroelement Değişimi ve Rezorbsiyon. Doktora Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 279 s., 5.
- Hafeez, B., Khanif, Y.M. and Saleem, M., 2013.** Role of Zinc in Plant Nutrition- A Review. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3 (2), 374-391.
- Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C., 1992.** Biologically relevant metal ion-dependent hydroxyl radical generation. *FEBS Letters*, 307, 108-112.
- Hegedus, A., Erdei, S. and Horvath, G., 2001.** Comparative studies of H₂O₂ detoxifying enzymes in green and greening barley seedlings under cadmium stress. *Plant Science*, 160, 1085-1093.
- Hina, B., Rizwani, G.H., Shareef, H. and Ahmed, M., 2012.** Atomic Absorption Spectroscopic Analysis of Some Pakistani Herbal Medicinal Products Used in Respiratory Tract Infections. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Science*, 25, 247-253.
- Hodson, M.J. and Evans, D.E., 1995.** Aluminium/silicon interactions in higher plants, *Journal of Experimental Botany*, 46, 161-171.
- Huseyinova, R., Kutbay, H.G., Bilgin, A., Kılıç, D., Horuz, A. and Kirmanoglu, K., 2009.** Sulphur and Some Heavy Metal Contents in Foliage of *Corylus avellana* and Some Roadside Native Plants in Ordu Province, Turkey. *Ekoloji*, 18, 10-16. DOI: 10.5053/ekoloji.2009.702

- Iqbal, H., Sher, Z. and Khan, Z.U., 2011.** Medicinal plants from salt range Pind Dadan Khan, district Jhelum, Punjab, Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(11), 2157-2168.
- Islam, M.S., Ahmed, M.K., Habibullah-Al-mamun and Masunaga, S., 2015.** Assessment of trace metals in foodstuffs grown around the vicinity of industries in Bangladesh, *Journal of Food Composition and Analysis*, 42, 8-15.
- Ivanova D., Gerova, D., Chervenkov, T. and Yankova, T., 2005.** Polyphenols and antioxidant capacity of Bulgarian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 96, 145-150.
- Izosimova, A., 2005.** Modelling the interaction between calcium and nickel in the soil–plant system. *FAL Agricultural Research* 288, 99.
- Johnson, M.S. and Eaton, J.W., 1980.** Environmental contamination through residual trace metal dispersal from a derelict lead-zinc mine. *Journal of Environmental Quality*, 9, 175-179.
- Kabata-Pendias, A. and Pendias, H., 1993.** *Biogeochemistry of Trace Elements*. PWN, Warsaw.
- Kabata-Pendias, A. and Piotrowska, M., 1984.** *Zanieczyszczenie Glebi Roslin Uprawnych Pierwiastkami Sladowymi*. CBRopracowanie problemowe, Warszawa, Poland.
- Kacar, B. ve Katkat, V., 2015.** *Bitki Besleme*. Nobel Yayınları, yayın no:1219. ISBN: 978-605-320-121-2 659s., 449, 605.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., 2006.** Metallerin Çevresel Etkileri-I. İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Odası, *Metalurji Dergisi*, 136, 4-10.
- Karademir, M. ve Toker, M.C., 1995.** Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim ve bitkilerde egzoz gazlarından gelen kurşun birikimi. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Ankara, 11-13 Eylül, 699-711.
- Karakaya, S. and El, S.N., 1999.** Quercetin, luteolin, apigenin and keampferol contents of some foods, *Food Chemistry*, 66, 289-292.
- Kaya, B.B., 2010.** Erciyes Strato Volkanından Püsküren Ana Materyaller Üzerinde Oluşmuş Topraklarda Yetiştirilen Meyvelerin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tokat, 35 s, 8-19.
- Khan, S.A., Khan, L., Hussain, I., Marwat, K.B. and Akhtar, N., 2008.** Profile of heavy metals in selected medicinal plants. *Pakistan Journal of Weed Science Research* 14(1-2), 101-110.

- Kınalhoğlu, K., Horuz, A., Kutbay, H.G., Bilgin, A. and Yalçın, E., 2006.** Accumulation of Some Heavy Metals in Lichens in Giresun City, Turkey. *Ekologia Bratislava*, 25, 306-313.
- Kim, S.A. and Guerinot, M.L., 2007.** Mining iron: Iron uptake and transport in plants. *FEBS Letters*, 581, 2273-2280.
- Kochian, L.V., 1995.** Cellular mechanisms of aluminum toxicity and resistance in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 46, 237-260.
- Kula, I., Yildiz, D., Dogan, Y., Ay, G. and Baslar, S., 2010.** Trace Element Contents in Plants Growing at Akdag- Denizli, Turkey. *Biotechnological Equipment*, 24, 1587-1591. DOI:10.2478/V10133-010-0010-X.
- Lavado, L.S., Porcelli, C.A. and Alvarez, R., 2001.** Nutrient and Heavy Metal Concentration and Distribution in Corn, Soybean and Wheat as Affected by Different Tillage Systems in the Argentine Pampas. *Soil and Tillage Research*, 62, 55-60. DOI:10.1016/S0167-1987(01)00216-1
- Leblebici, S., Bahtiyar, S.D. ve Özyurt, M.S., 2012.** Kütahya Aktarlarında Satılan Bazı Tıbbi Bitkilerin Ağır Metal Miktarlarının İncelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29, 1-6.
- Lewis, S., Donkin, M.E. and Depledge, M.H., 2001.** Hsp70 expression in *Enteromorpha intestinalis* (Chlorophyta) exposed to environmental stressors. *Aquatic Toxicology*, 51, 277-291.
- Li, X., Poon, C. and Liu, P.S., 2001.** Heavy Metal Contamination of Urban Soils and Street Dusts in Hong Kong. *Applied Geochemistry*, 16, 1361-1368.
- Lindberg, S. and Griffiths, G., 1993.** Aluminium effects on ATPase activity and lipid composition of plasma membranes in sugar beet roots, *Journal of Experimental Botany*, 44, 1543-1550.
- Lindberg, S., Szynekier, K. and Greger, M., 1991.** Aluminium effects on transmembrane potential in cells of fibrous roots of sugar beet, *Physiologia Plantarum*, 83: 1, 54-62.
- Liu, J., Duan, C.Q., Zhang, X.H., Zhu, Y.N. and Hu, C., 2009.** Subcellular distribution of chromium in accumulating plant *Leersia hexandra* Swartz. *Plant and Soil*, 322, 187-195.
- Lopez, F.F., Cabrera, C., Lorenzo, M.L. and Lopez, M., 2000.** Aluminium Levels in Spices and Aromatic Herbs. *Science of The Total Environment*, 257, 191-7.
- Ma, J.F., 2000.** Role of Organic Acids in Detoxification of Aluminum in Higher Plants. *Plant and Cell Physiology*, 41, 383-390.

- Ma, J.F., 2007.** Syndrome of Aluminum Toxicity and Diversity of Aluminum Resistance in Higher Plants. *International Review of Cytology*, 264, 225-252.
- Macnicol, R.D. and Beckett, P.H., 1985** Critical tissue concentrations of potentially toxic elements. *Plant and Soil* 85: 107-129.
- Marschner, H., 1995.** Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, ISBN: 978-0-12-473542-2, p. 889.
- Mengel, K. and Kirkby, E.A., 1987.** Principles of plant Nutrition. 4th Ed. P. 1-687. International Potash Institute, Bern, Switzerland.
- Migocka, M. and Klobus, G., 2007.** The properties of the Mn, Ni and Pb transport operating at plasma membranes of cucumber roots. *Physiol. Plant.* 129, 578-587.
- Millaleo, R., Reyes-Diaz, M., Ivanov, A.G., Mora, M.L. and Alberdi, M., 2010.** Manganese as Essential and Toxic Element for Plants: Transport, Accumulation and Resistance Mechanisms. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10 (4), 470-481.
- Mori, S., 1999.** Iron acquisition by plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 2, 250-253.
- Nagajyoti, P.C., Lee, K.D. and Sreekanth, T.V.M., 2010.** Heavy Metals, Occurrence and Toxicity for Plants: a Review. *Environmental Chemistry Letters*, 8, 199-216. DOI: 10.1007/s10311-010-0297-8
- Nriagu, J.O., 1990.** Trace metal pollution of lakes: a global perspective. *Proceeding of 2nd International Conference on Trace Metals in Aquatic Environment*. Sydney, Australia.
- Okut, N., 2019.** Van İlinden Seçilmiş Bazı Tıbbi Bitkilerin Ağır Metal İçerikleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 533-544.
- Osma, E., 2009.** İstanbul’da Yetişen Bazı Sebzelerde Ağır Metal Birikiminin Tesbiti, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, 50, 150-186s.
- Önder, S. ve Dursun, S., 2006.** Air borne heavy metal pollution of *Cedrus libani* (A. Rich) in the city centre of Konya (Turkey). *Atmospheric Environment*, 40, 1122-1133.
- Özay, C. ve Mammadov, R., 2013.** Ağır Metaller ve Süs Bitkilerinin Fitoremediasyonda Kullanılabilirliği. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 15(1): 67-76.

- Özcan, M., 2004.** Determination of mineral contents of Turkish herbal tea (*Salvia acauchi* var. *canescens*) at different infusion periods. *Journal of Medicinal Food*, 8(1), 110-112
- Palit, S., Sharma, A. and Talukder, G., 1994.** Effects of Cobalt on Plants. *The Botanical Review*, 60, 149-181.
- Panda, S.K., and Choudhury, S., 2005.** Estresse de cromo em plantas. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17 (1), 95-102.
- Pandey, N. and Sharma, C.P., 2002.** Effect of heavy metals Co^{2+} , Ni^{2+} , and Cd^{2+} on growth and metabolism of cabbage. *Plant Science*, 163, 753-758.
- Pendias, K. and Pendias, H., 1992.** Trace Elements in Soil and Plant. CRC Press, Boca Raton.
- Piña, R.G. and Cervantes, C., 1996.** Microbial interactions with aluminium. *Biomaterials*, 9, 311-316.
- Rahman, H., Sabreen, S., Alam, S. and Kawai, S., 2005.** Effects of nickel on growth and composition of metal micronutrients in barley plants grown in nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition* 28, 393-404.
- Reddy, A.M., Kumar, S.G., Jyonthsnakumari, G., Thimmanaik, S. and Sudhakar, C., 2005.** Lead induced changes in antioxidant metabolism of horsegram (*Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc.) and bengalgram (*Cicer arietinum* L.). *Chemosphere*, 60, 97-104.
- Sahmoune, M.N., Louhab, K. and Boukhiar, A., 2008.** Biosorption of Cr (III) from aqueous solutions using bacterium biomass *Streptomyces rimosus*. *International Journal of Environmental Research*, 3(2): 229-238.
- Saltan, F.Z. ve Canbay, H.S., 2015.** Eskişehir’de Halk Arasında Kullanılan Bazı Bitkilerdeki Ağır Metal ve Besin Elementlerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(1), 83-90.
- Sawidis, T., Marnasidis, A., Zachariadis, A. and Stratis, T., 1995.** A study of air pollution with heavy metals in Thessaloniki city (Greece) using trees as biological indicators. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 28: 118-124.
- Schafer, J., Dannker, D., Eckhardt, J.D. and Stüben, D., 1998.** Uptake of Traffic-Related Heavy Metals and Platinum Group Elements (PGE) by Plants. *The Science of the Total Environment* 215, 59-67. DOI:10.1016/S0048-9697(98)00115-6.
- Scoccianti, V., Crinelli, R., Tirillini, B., Mancinelli, V. and Speranza, A., 2006.** Uptake and toxicity of Cr (Cr^{3+}) in celery seedlings. *Chemosphere*, 64, 1695-1703.

- Seregin, I.V. and Kozhevnikova, A.D., 2006.** Physiological Role of Nickel and Its Toxic Effects on Higher Plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 53, 257-277.
- Sevilla, F., Lopez-Gorge, J., Gomez, M. and Del Rio, L.A., 1980.** Manganese superoxide dismutase from a higher plant, Purification of a new Mn-containing enzyme. *Planta* 150, 153-157.
- Shanker, A.K., Cervantes, C., Loza-Tavera, H. and Avudainayagam, S., 2005.** Chromium toxicity in plants. *Environment International*, 31, 739-753.
- Sharma, D.C., Sharma, C.P. and Tripathi, R.D., 2003.** Phytotoxic lesions of chromium in maize. *Chemosphere*, 51, 63-68.
- Sharma, P. and Dubey, R.S., 2005.** Lead toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17, 35-52.
- Siskos, A., Yupsani, A., Symeonidis, L. and Yupsanis, T., 2010.** Similarities and differences in the properties of multiple NDP-kinase isoforms of *Alyssum murale*, Ni^{2+} accumulator species. *Journal of Plant Physiology*, 167, 675-682.
- Stadtman, E.R. and Oliver, C.N., 1991.** Metal-catalyzed oxidation of proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 266, 2005-2008.
- Thomas, F., Malick, C., Endreszl, E.C. and Davies, K.S., 1998.** Distinct responses to copper stress in the halophyte, *Mesembryanthemum crystallinum*. *Physiologia Plantarum*, 102, 360-368.
- Tsonev, T. and Cebola Lidon, F.J., 2012.** Zinc in plants - An overview. *Emir Journal of Food and Agriculture*, 24 (4), 322-333.
- Uçar, T., 2006.** Bazı Bitkisel Çayların Mineral Madde İçeriği Üzerine Farklı Demleme ve Kaynatma Sürelerinin Etkisi. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 83 s., 1.
- Ugulu, I., 2015.** Determination of heavy metal accumulation in plant samples by spectrometric techniques in Turkey. *Applied Spectroscopy Reviews*, 50, 113-151.
- Usal, G. ve Özdeş, A.A., 2001.** Türkiye'nin tıbbi bitkiler ihracat potansiyeli, *Gıda*, (10), 78-79.
- Vajpayee, P., Tripathi, R.D., Rai, U.N., Ali, M.B. and Singh, S.N., 2000.** Chromium accumulation reduces chlorophyll biosynthesis, nitrate reductase activity and protein content in *Nymphaea alba* L. *Chemosphere*, 41, 1075-1082.
- Vert, G., Grotz, N., Dédaldéchamp, F., Gaymard, F., Guerinot, M.L., Briat, J.F. and Curiea, C., 2002.** IRT1, an Arabidopsis Transporter Essential for Iron Uptake from the Soil and for Plant Growth. *The Plant Cell*, 14, 1223-1233.

- Vural, A., 2014.** Toprak Ve Akasya Ağacı Sürgünlerindeki İz / Ağır Metal Dağılımı, Gümüşhane, Türkiye. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 148, 85-106.
- Warne, M.S., Heemsbergen, D., Stevens, D., McLaughlin, M., Cozens, G., Whatmuff, M., Broos, K., Barry, G., Bell, M., Nash, D., Pritchard, D. and Penney, N., 2008.** Modeling the toxicity of copper and zinc salts to wheat in 14 soils. Environmental Toxicology and Chemistry, 27, 786-792.
- Widell, S., Asp, H. and Jensen, P., 1994.** Activities of plasma membrane bound enzymes isolated from roots of spruce (*Picea abies*) grown in the presence of aluminium, Physiologia Plantarum, 92, 3, 456-466.
- Wilkinson, R.E., 1994.** Plant-Environment Interaction. Marcel Dekker, New York.
- Yadav, S.K., 2010.** Heavy metals toxicity in plants: An overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metal stress tolerance of plants. South African Journal of Botany, 76, 167-179.
- Yaldız, G. ve Şekeroğlu, N., 2013.** Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Bazı Ağır Metallere Tepkisi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6, 80-84.
- Yang, Y.Y., Jung, J.Y., Song, W.Y., Suh, H.S. and Lee, Y., 2000.** Identification of rice varieties with high tolerance or sensitivity to lead and characterization of the mechanism of tolerance. Plant Physiology, 124, 1019-1026.
- Yaylalı Abanuz, G. ve Tüysüz N., 2012.** Çayeli Bakır Yatağı Çevresindeki Toprak ve Bitkilerde Mevsimsel Değişimlerin İstatistiksel Olarak Belirlenmesi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 36, 99-113.
- Yıldız, N., 2003.** Toprak kirleticisi ağır metaller ve toprak bitki ilişkileri. 1. Ulusal Çevre Sempozyumu, Erzurum, 1-3 Mayıs 2003, 573-582.
- Yilmaz, R., Sakcali, S., Yarci, C., Aksoy, A. and Öztürk, M., 2006.** Use of *Aesculus hippocastanum* L. as a Biomonitor of Heavy Metal Pollution. Pakistan Journal of Botany, 38, 1519-1527.
- Yilmaz, S. and Zengin, M., 2004.** Monitoring environmental pollution in Erzurum by chemical analysis of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles. Environment International 29(8), 1041-1047.
- Yruea, I., 2005.** Copper in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology, 17 (1), 145-156.
- Zengin, M., Gezgin, S., Özcan, M. ve Çetin, Ü., 2004.** Bitkisel çay olarak kullanılan bitki ve çaylarının mineral madde içeriklerinin belirlenmesi. T.C. Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri. Proje no: ZF 2003-129. Konya.
- Zheng, W. and Wang, S.Y., 2001.** Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs, Journal of Agricultural Food Chemistry, 49, 5165-5170.

Zornoza, P., Robles, S. and Martin, N., 1999. Alleviation of nickel toxicity by ammonium supply to sunflower plants. *Plant and Soil*, 208, 221-226.



ÖZGEÇMİŞ

Ertuğrul PARLAK 15.08.1983 tarihinde Rize Merkez ilçesinde doğdu. İlköğretimini Rize Taşlıdere İlkokul’unda, ortaöğretimini Mehmet Akif Ersoy Ortaokul’unda ve lise öğretimini Rize Fener Lisesi’nde tamamladı. 2002 yılında başladığı lisans eğitimini 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Rize Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’nde tamamladı. Aynı yıl İstanbul Anadolu Yakası Ptt Başmüdürlüğü’nde dağıtıcı olarak işe girdi. 2015 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans eğitimine halen devam ettirmekte olup Güneysu PTT Merkez Müdürlüğü’nde gişe memuru olarak çalışmaktadır.