

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



**KASTAMONU KENT MERKEZİ VE YAKIN ÇEVRESİNDEKİ
TOPRAKLARDA AĞIR METAL BİRİKİMİNİN TOPRAK
KULLANIMINA BAĞLI DEĞİŞİMİ**

ABUSABEHA S. ASHAIBI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DR. ÖĞR. ÜYESİ İNCİ SEVİNÇ KRAVKAZ KUŞCU

EYLÜL - 2020

KASTAMONU

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.


ABUSABEħA S. ASħAIBI

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KASTAMONU KENT MERKEZİ VE YAKIN ÇEVRESİNDEKİ TOPRAKLARDA AĞIR METAL BİRİKİMİNİN TOPRAK KULLANIMINA BAĞLI DEĞİŞİMİ

ABUSABEHA S. ASHAIBI

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
DANIŞMAN:Dr. Öğr. Üyesi İNCİ SEVİNÇ KRAVKAZ KUŞÇU

Artan nüfus, nüfusun kent merkezlerinde yoğunlaşması ile birleşerek çevre kirliliği, küresel iklim değişikliği, plansız kentleşme ve sağlıksız yaşam koşulları gibi pek çok sorunun oluşmasına veya artmasına sebep olmuştur. Bu sorunlar içerisinde çevre kirliliği en önemli sorunların başında gelmektedir. Kirlilik artışından en çok etkilenen elemanların başında ise toprak gelmektedir. Toprak kirlenmesine bağlı olarak toprak kalitesinde meydana gelen değişim gerek doğal ve gerekse ekosistemi önemli ölçüde etkilemektedir. Havadaki kirlilik etmenlerin bir süre sonra toprağa geçmektedir. Bundan dolayı toprak, aynı zamanda kirlilik düzeyini en iyi yansıtan ortamdır.

Toprak ve çevre kirleticileri arasında ağır metaller önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Ağır metaller birçoğunun düşük konsantrasyonlarda bile canlılar için toksik olabilmeleri, canlı bünyesinde biyobirikme eğiliminde olmaları ve doğada uzun süre kalabilmeleri sebebiyle kirlilik etmenleri arasında ayrı bir öneme sahiptir. Bundan dolayı ağır metal konsantrasyonlarının izlenmesi büyük önem taşır.

Bu çalışmada da Kastamonu kent merkezinde farklı karakterdeki 15 lokasyondan alınan toprak örneklerinde 12 adet ağır metal konsantrasyonu belirlenmiş ve bu ağır metallerin lokasyon bazında değişimleri istatistikî yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda Cr, Zn, Cd, Ni, Cu, Pb ve B bakımından en düşük değerler şehir merkezi dışında sanayi bölgesi ve sanayi bölgesi kenarında yer alan lokasyonlarda elde edilmiştir. Cu, Zn, Cd, Pb ve Mn bakımından en yüksek değerler şehir merkezinde arayol kenarında, Cr, Co, Ni ve B bakımından en yüksek değer ise şehir merkezi dışındaki ziraat alanlarında elde edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER:Toprak, Ağır metal

Eylül 2020, 78 Sayfa,

ABSTRACT

MSC THESIS

TEMPORAL AND SPATIAL VARIATION OF AIR QUALITY IN MISURATA

ABUSABEHA S. ASHAIBI

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

DEPARTMENT OF FOREST ENGINEERING

SUPERVISOR: ASSIST PROF. DR. İNCİ SEVİNÇ KRAVKAZ KUŞÇU

The increasing population, combined with the concentration of the population in urban centers, caused many problems such as environmental pollution, global climate change, unplanned urbanization and unhealthy living conditions to occur or increase. Among these problems, environmental pollution is one of the most important problems. Soil is one of the elements most affected by the pollution increase. The change in soil quality due to soil pollution significantly affects both natural and ecosystem. Pollution factors in the air pass to the soil after a while. Therefore, the soil is also the environment that best reflects the pollution level.

Heavy metals have started to take an important place among soil and environmental pollutants. Heavy metals are of particular importance among pollution factors, as many of them can be toxic to living things even at low concentrations, tend to bioaccumulate in the living organism and remain in nature for a long time. Therefore, monitoring heavy metal concentrations is essential.

In this study, 12 heavy metal concentrations were determined in soil samples taken from 15 locations with different characteristics in Kastamonu city center, and the location-based changes of these heavy metals were compared with statistical methods. As a result of the study, the lowest values in terms of Cr, Zn, Cd, Ni, Cu, Pb and B were obtained in locations outside the city center at the edge of the industrial zone and industrial zone. The highest values in terms of Cu, Zn, Cd, Pb and Mn were obtained in the city center at the side of the crossroad, while the highest values in terms of Cr, Co, Ni and B were obtained in agricultural areas outside the city center.

KEYWORDS:Soil, heavy metal

June 2020, 78 Page,

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam boyunca danıőmanlıęımı yapan, bilgi birikimiyle çalıőmama ıőık tutan çok değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi İnci Sevinç KRAVKAZ KUŞCU ve Doç. Dr. Hakan ŐEVİK'e őükranlarımı sunarım. Tez jürime katılan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Halil Barıő ÖZEL'e teşekkür ederim. Bu alıőma Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından "KÜ-BAP01/2018-70" nolu proje kapsamında desteklenmiőtir. Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne ayrıca őükranlarımı sunarım. Ayrıca, çalıőmam süresince desteklerini esirgemeyen kıymetli aileme teşekkür eder, yaptığım tez çalıőmasının, bilim dünyasına yararlı olmasını temenni ederim.

ABUSABEHA S. ASHAIBI

Kastamonu, 2020

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	11
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	16
2.1 Konu İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	16
2.2 Kastamonu İli'nin Genel Tanıtımı.....	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1 Materyal.....	26
3.2 Yöntem	27
3.2.1 Analizler.....	27
3.2.2 Verilerin Değerlendirilmesi	27
4. BULGULAR	28
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	58
6. ÖNERİLER.....	66
KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ.....	78

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1 Tuz değerinin lokasyon bazında değişimi	30
Şekil 4.2 pH değerinin lokasyon bazında değişimi	31
Şekil 4.3 Kireç değerinin lokasyon bazında değişimi	32
Şekil 4.4 P değerinin lokasyon bazında değişimi	33
Şekil 4.5 K değerinin lokasyon bazında değişimi	34
Şekil 4.6 OM değerinin lokasyon bazında değişimi	35
Şekil 4.7 Ca değerinin lokasyon bazında değişimi	39
Şekil 4.8 Mn değerinin lokasyon bazında değişimi	40
Şekil 4.9 Fe değerinin lokasyon bazında değişimi	41
Şekil 4.10 Al değerinin lokasyon bazında değişimi	42
Şekil 4.11 Cr değerinin lokasyon bazında değişimi	46
Şekil 4.12 Co değerinin lokasyon bazında değişimi	47
Şekil 4.13 Ni değerinin lokasyon bazında değişimi	48
Şekil 4.14 Cu değerinin lokasyon bazında değişimi	49
Şekil 4.15 Zn değerinin lokasyon bazında değişimi	53
Şekil 4.16 Cd değerinin lokasyon bazında değişimi	54
Şekil 4.17 Pb değerinin lokasyon bazında değişimi	55
Şekil 4.18 B değerinin lokasyon bazında değişimi	56

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 4.1 Tuz, pH, kireç, P, K ve OM konsantrasyonlarının lokasyonlar bazında değişimi.....	28
Tablo 4.2 Ca, Mn, Fe ve Al konsantrasyonlarının lokasyonlar bazında değişimi	35
Tablo 4.3 Cr, Co, Ni ve Cu konsantrasyonlarının lokasyonlar bazında değişimi	43
Tablo 4.4 Zn, Cd, Pb ve B konsantrasyonlarının lokasyonlar bazında değişimi	50
Tablo 4.5 Korelasyon analizi sonuçları.....	57

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

CO₂	: Karbondioksit
ppm	: Milyonda parçacık sayısı
dBA	: Desibel
µm	: Mikrometre
ns	: En az %95 güven düzeyinde anlamlı değil
*	: %95 güven düzeyinde anlamlı
**	: %99 güven düzeyinde anlamlı
***	: %99.9 güven düzeyinde anlamlı



1. GİRİŞ

Günümüzde dünyada yaşanan sorunların pek çoğunu nüfus artışı ile ilgili problemler oluşturmaktadır. Dünya toplam nüfusu 1750'li yıllarda yaklaşık 717 milyon civarında iken, 1900'lü yıllarda 1,5 milyarı aşarak 2000 yılında yaklaşık 6 milyara ulaşmıştır (Demir, 2018; Gültekin, 2020). 2030 yılına kadar dünya nüfusunun toplam 8,5 milyara ulaşacağı bildirilmektedir (Yusufu, 2019).

Nüfus artışı yanında, dağılımı da birçok sorunun kaynağını oluşturmaktadır. Şöyle ki 1950 yılında %29 olarak hesaplanan Dünya kentleşme oranı 1975 yılında % 37,4 olarak hesaplanırken 2000 yılında %47,1 ve 2007 yılında da %49,8 olarak hesaplanmıştır (Demir ve Çabuk, 2010). Avrupa nüfusunun üçte ikisinden fazlası kentsel alanlarda yaşarken 2030 yılına kadar dünya kentleşme oranının %90'a ulaşabileceği belirtilmektedir (Aricak vd., 2020).

Dünya genelinde hızlı nüfus artışı pek çok sorunu beraberinde getirirken bu sorunlar arasında çevre kirliliği ayrı bir öneme sahiptir (Bayraktar vd., 2019a,b). Artan nüfusun istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için yapılan çalışmalar su, toprak ve havanın kirlenmesi sonucunu doğurmuştur (Bayraktar vd., 2019c,d).

Çevre kirliliği bileşenleri arasında ağır metaller büyük önem taşımaktadır. Bunun sebebi her şeyden önce ağır metallerin Cd, Pb, As ve Hg gibi bazılarının düşük konsantrasyonlarda bile canlı organizmalar için ciddi toksite oluşturmalarıdır. Bunun yanında Cr, Zn, Cu, Mn, Fe ve Ni gibi bazı ağır metaller ise bir çok canlı için mikro besin görevi görmekle birlikte yüksek konsantrasyonlarda oldukça zararlıdır (Abacıoğlu vd., 2019; Batır, 2019; Sevik vd., 2019a,b). Yapılan çalışmalar neredeyse bütün ağır metallerin belirli bir konsantrasyondan sonra toksik etki oluşturabildiğini göstermektedir. Üstelik Cd, Cr, Ni, As, Pb ve V gibi bazı ağır metaller ayrıca kanserojendir (Özel, 2019; Turkyılmaz vd., 2019a,b).

Bunlara ek olarak ağır metaller doğada kolay kolay bozulmamakta ve yok olmamaktadırlar (Ozel vd., 2019a; Alaçouri vd., 2020a,b). Ayrıca, canlı bünyelerinde biyobirikme eğilimi göstermektedirler. Etkin bir tolerans veya atılım mekanizması da bulunmadığından birçoğu insanlar için oldukça zararlı olabilmektedirler. Yapılan

araştırmalar ağır metallerin büyüme geriliği, sakatlık, kanser ve ölüm gibi pek çok probleme sebep olabildiğini göstermektedir (Sevik vd., 2019c,d; Gültekin, 2020).

Ağır metallerin en önemli kaynakları olarak sanayi faaliyetleri ve trafik gösterilmektedir (Shahid vd., 2017; Cetin vd., 2020). Ağır metaller önemli birer mineral kaynaktırlar ve sosyo-ekonomik gelişim için gerekli olan sanayiinin temel hammaddesini oluştururlar. Ancak, bu elementlerin çıkartılması ve endüstriyel faaliyetlerde kullanılması, yer kabuğunun derinliklerindeki ağır metallerin yeryüzüne çıkmasına ve dolaylı olarak da çevresel ağır metal kirliliğine sebep olmaktadır (Shahid vd., 2017; Bayraktar, 2019). Bu durum özellikle insan sağlığı ve ekosistemler için önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Niazi ve Burton, 2016; Gültekin, 2020).

Ağır metal kirliliğinin bir diğer önemli kaynağı ise trafikte yer alan taşıtlardır (Turkyilmaz vd., 2018a,b,c; Aricak vd., 2019) Günümüzde teknolojik ihtiyaçlar nedeniyle bireysel ve toplu taşıma faaliyetleri artmaktadır. Bu, otomobil parçalarının aşınması ve emisyon nedeniyle şehir içi ve şehirlerarası yollarda trafik ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Taşıtların egzoz gazları, tekerlekleri ve araç aşınmaları pek çok kirleticinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bunlar içerisinde ağır metaller ayrı bir önem taşımaktadır Trafik emisyonlarından kaynaklanan ağır metal kirliliği en önemli çevresel tehditlerden biridir. Emisyonlardan kaynaklanan ağır metaller su, hava ve toprakta zenginleştirilebilir ve kirliliğe de neden olabilir (Turkyilmaz vd., 2019; Acar ve Özkul, 2020; Sevik vd., 2020a,b)

İnsan sağlığı açısından büyük potansiyel tehlikeye sahip ağır metallerin konsantrasyonları, özellikle kaynaklarına yakın olan bölgelerde ciddi tehdit boyutlarına ulaşabilmektedir. Bundan dolayı özellikle sanayii tesislerine yakın alanlar ile trafik yoğunluğunun fazla olduğu alanlar, ağır metal konsantrasyonlarının tehlikeli boyutlara ulaşabildiği alanlardır (Shahid vd., 2017; Sevik vd., 2020c; Turkyilmaz vd., 2020).

Ülkemizde de çeşitli sebeplerle kırsal alanlardan kentsel alanlara göç önemli oranda artmış ve ülke nüfusunun önemli bir bölümü kentsel alanlarda yaşamaya başlamıştır. Resmi verilere göre, ülkemizde kentsel alanlarda yaşayanların oranı 2015 yılında % 92,1 iken 2016 yılında % 92,3'e, 2017 yılında % 92,5'e, 2019 yılında ise % 92,8'e

yükselmiştir (TUIK, 2020a; Özel, 2019).

Kentsel alanlarda artan nüfusa ek olarak, ekonomik gelişmeler ve alım gücünün artması, bu alanlarda araç sayısında da önemli miktarda artışa sebep olmuştur. Resmi kayıtlara göre ülkemizde toplam motorlu kara taşıtı sayısı 1966 yılında 231 977 adet iken 1980 yılında 1 696 681 adete, 1990 yılında 3 750 678 adete, 2000 yılında 8 320 449 adete, 2010 yılında 15 095 603 adete ve 2020 yılı başında da 23 245 409 adete ulaşmıştır (TUIK, 2020b).

Artan nüfus, nüfusun kent merkezlerinde yoğunlaşması ile birleşerek çevre kirliliği, küresel iklim değişikliği, plansız kentleşme ve sağlıksız yaşam koşulları gibi pek çok sorunun oluşmasına veya artmasına sebep olmuştur (Cetin vd., 2018a,b; Mutlu vd., 2019; Bayraktar vd., 2019; Zeren Cetin ve Sevik, 2020; Kilicoglu vd., 2020).

Bu sorunlar içerisinde çevre kirliliği en önemlilerinin başında gelmektedir. Kirlilik artışından en çok etkilenen elemanların başında ise toprak gelmektedir. Topraklar hem bitkiler için bir beslenme ve yaşam ortamı, hem de çevrenin en önemli bileşenlerden birisidir. Türkiye tarıma açılabilir toprak kaynakları tükenmiş 19 ülkeden birisi olarak nitelendirilmektedir. Bu kadar kısıtlı olan toprak kaynakları, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de her geçen gün çeşitli kaynaklardan gelen kirleticilere maruz kalmaktadır. Toprak kirliliği insan sağlığı ve çevre kalitesine artan bir şekilde tehlike oluşturmaktadır (Özdel, 2010).

Toprak kirlenmesine bağlı olarak toprak kalitesinde meydana gelen değişim gerek doğal ve gerekse ekosistemi önemli ölçüde etkilemektedir. Toprak ve çevre kirleticileri arasında son zamanlarda ağır metaller önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Bu durumun çok sayıda sebebi bulunmakla birlikte özellikle kentsel alanlardaki nüfus ve buna bağlı olarak da taşıt sayısının artışı en önemli etkenlerdendir. Nitekim biyomonitörler yardımıyla yapılan çok sayıda çalışmada trafik yoğunluğu ile bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonları arasında önemli düzeyde ilişki belirlenmiştir (Turkyilmaz vd., 2019; Sevik, 2020a).

Günümüzde ağır metal kirliliği öyle tehlikeli boyutlara ulaşmıştır ki bazı bölgelerde topraklardaki ağır metal konsantrasyonları, bitkisel alım yoluyla gıda güvenliğini tehdit edecek düzeyde olduğu belirtilmektedir. Tarım, sanayi ve şehir yaşamı gibi

antropojenik aktiviteler (insan etkileri) toprak ve suların ağır metal içeriğini sürekli arttırmaktadır. Evsel ve sanayi kökenli atıklarla kirlenmiş akarsularla yapılan sulamalar da toprakların metal içeriğini önemli ölçüde yükseltmektedir. Benzer şekilde, karayollarındaki taşıt emisyonları da topraklar için önemli ölçüde ağır metal kirliliği yaratmaktadır (Chen ve Lu, 2018; Batır, 2019; Özel, 2019).

Topraklardaki ağır metal kirliliğinin belirlenmesi pek çok açıdan önem taşımaktadır. Öncelikle toprak bütün ekosistemin ve canlı yaşamının bağlı olduğu yapıdır. Bilindiği üzere bütün canlı yaşamı doğrudan veya dolaylı olarak bitkilere bağlıdır (Ozel, 2019b; Yigit vd., 2019). Bitkilerin yetişebilmesi için ise iklim (Cetin vd., 2018c,d) ve toprak (Kravkaz Kuscı vd., 2018a,b) şartlarının uygun olması gerekmektedir. Çevre şartları bitki genetik yapısı ile etkileşim içerisinde bitkinin bütün karakterlerini etkilemektedirler (Hrivnak vd., 2017; Yucedag vd., 2019; Ozkazanc vd., 2019). Çevre şartlarının en önemlilerinden olan toprak da bitkinin büyüme performansından besin içeriğine kadar hemen hemen her karakterini doğrudan etkiler (Kravkaz Kuscı, 2019; Kravkaz Kuscı, 2020).

Havadaki ağır metaller de, yer çekiminin etkisi ile bir süre sonra toprak yüzeyine inmekte ve burada birikmektedir. Ağır metal bakımından kirli topraklarda yetiştirilen bitkiler, ağır metallerin bir çoğunu bünyelerine almakta ve bunların gıda olarak tüketilmesi de önemli sağlık sorunlarına sebep olmaktadır (Batır, 2019; Gültekin, 2020).

Bundan dolayı özellikle kentsel alanlardaki toprak kirliliğinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında da Kastamonu kent merkezi ve kırsal alanlarda, farklı karakterdeki topraklarda ağır metal kirliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında hem kentsel ve kırsal alanlardaki topraklar hem de bu alanlarda farklı amaçlarla kullanılan topraklardaki ağır metal kirliliği karşılaştırılmıştır.

İnsan müdahalesi dışında, toprakların ağır metal içerikleri, büyük ölçüde ana materyalin mineralojik bileşimine ve toprak oluşum proseslerine bağlıdır. Toprak özellikleri ve içerdikleri elementler; jeolojik yapı, topografya, ana materyal ve bitki örtüsü gibi faktörlere bağlı olarak bölgeden bölgeye, hatta her bir bölge içinde bile

değişiklik gösterebilmektedir. Ancak, toprak özelliklerinin her noktada belirlenmesi, uygulamada çok zor hatta olanaksızdır. Bu nedenle, çalışma alanının belirli noktalarından alınan örneklerin analiz sonuçları yorumlanarak, alanının tümü için genelleme yapılmaktadır. Aslında bir toprak özelliğinin herhangi bir noktadaki ölçüm değeri, onun bulunduğu noktadaki uzaysal konumunun bir fonksiyonudur. Bu da toprak özelliklerinin arazide süreklilik gösterdiğini belirtmektedir. Diğer bir deyişle; bir toprak özelliğinin iki nokta arasındaki benzerliği, noktalar arası uzaklığa bağlıdır. Uzaklık azaldıkça benzerlik artmaktadır. Topraklarda ağır metallerin temel konsantrasyonlarının, bunların yersel dağılım özelliklerinin ve kaynaklarının bölgesel çapta belirlenmesi gerekir. Çünkü, kendine özgü bir toprak tipinde lokal element konsantrasyonları, başka bölgeler için belirlenmiş olan değerlerden daha az veya daha çok olabilir (Özdel, 2010).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Konu ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Çalışma konusu son yıllarda oldukça önem kazanan bir konu olması dolayısıyla bu konuda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Konu ile ilgili yapılan çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

Chen vd., (2016) çalışmalarında Kuzeybatı Çin'in kanalizasyon sulama alanında, arsenik (As), krom (Cr), bakır (Cu), civa (Hg), manganez (Mn), nikel (Ni) ve kurşun (Pb) içeriğini belirleyebilmek amacıyla 52 üst toprak örneği toplamışlardır. Çalışma sonucunda topraktaki Hg birikimi esas olarak uzun dönemli sulama ile ilişkilendirilirken, Cr, Ni ve Zn'nin esas olarak endüstriyel faaliyetlerden ve toz birikmesinden kaynaklandığı saptanmıştır. Sanayi ve tozun etkilerine ek olarak, trafikle ilgili faktörler Pb ve Cu kontaminasyonunun ana kaynakları olarak belirlenmiştir.

Pirsaheb vd., (2016) çalışmalarında, 2015 yılında Kermanshah bölgesinde trafik yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda yüzey toprağında ağır metallerin konsantrasyonunu karşılaştırmışlardır. Çalışma kapsamında trafik yoğunluğu olan beş alan ve referans toprak olarak beş alan seçilmiş ve her bir konumdan beş numune toplanmıştır. Metallerin konsantrasyonu ICP (Endüktif Olarak Birleştirilmiş Plazma) cihazı ile standart yöntemlere göre değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları trafik yoğunluğunun olduğu alanlarındaki Cr, Cd ve Ni seviyelerinin referans toprak alanından daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Yang vd., (2018) Çin'deki endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin neden olduğu, ülke çapındaki toprak ağır metal kirliliğini değerlendiren çalışmaları derlemiştir. Çalışma kapsamında Çin'deki 402 sanayi bölgesi ve 1 041 tarım alanının topraklarında ağır metal konsantrasyonları konusunda yapılan çalışmaların sonuçları değerlendirilmiştir. Sonuçlar, ağır metal kirliliği ve özellikle kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve arsenik (As) kaynaklı risklerin daha ciddi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, ağır metal kirliliği ve sanayi bölgelerindeki riskler, tarım bölgelerindeki risklerden

daha ciddi olduğu belirlenmiştir.

Chen ve Lu (2018) Çin'deki Xi'an şehrinin etrafındaki bölgedeki üst topraklardan aldıkları numunelerde Zn, Co, V, As, Cu, Mn, Ba, Ni ve Pb konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Kirlilik yük endeksi (PLI) yardımıyla yapılan değerlendirme, çalışma alanındaki bu elementlerin toprak kirliliğinin az olduğunu göstermiştir. Pozitif matris çarpanlara ayırma (PMF) yöntemini kullanarak dört kontaminasyon kaynağı belirlenmiştir. Bu kaynaklar; doğal kaynaklar, trafik emisyon kaynağı, endüstriyel emisyon kaynağı ve karışık kaynak olarak belirlenmiştir.

Dehghani vd., (2017) alışmalarında Tahran'ın merkez bölgesinde toplam 30 sokak tozu ve 10 yüzey toprağı toplamış ve analiz etmişlerdir. Sokak tozunun Sb, Pb, Cu ve Zn'de büyük ölçüde zenginleştiği ve Cr, Mn, Mo ve Ni'de orta derecede zenginleştiği belirlenmiştir. Kirlilik yükü endeksinin sokak tozuna uzamsal dağılımı, kentin güneybatısında yer alan sanayilerin sokak toz kirliliğini yoğunlaştırdığını göstermiştir. Çalışma sonuçları Hesaplanan Tehlike Endeksi (HI) ve elementlerin fraksiyonasyon paterni, Pb'yi sokak tozu ve yüzey toprağında potansiyel sağlık riskini taşıyan tek unsur olarak ortaya koymuştur.

Acar ve Özkul (2020) alışmalarında Batı Anadolu'nun en önemli ve en işlek yollarından biri olan Kütahya-Eskişehir Yolu üzerinde yaptıkları çalışmada Kütahya-Eskişehir Karayolu yol kenarı toprak ve toz örneklerini toplamış ve bu numuneleri Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cr ve Hg ağır metal içerikleri yönünden incelemişlerdir. Çalışma kapsamında, zenginleştirme faktörü (EF) ve jeo-birikim indeksi (Igeo), toprak ve tozlardaki ağır metal kirliliği seviyesini değerlendirmek için, çalışma kapsamında elde edilen veriler kullanılarak hesaplanmıştır. Bu faktörlere göre, karayolunun yol kenarındaki toprakları ve tozları çoğunlukla Cu, Pb, Zn, As, Cr ve Hg için düşük ve orta menzilli kirlilik ve zenginleştirme dereceleri ve Ni için oldukça yüksek dereceler gösterdiği belirlenmiştir.

Fernandez vd., (2018) toprak ağır metal kirliliğinin ciddi bir sorun haline geldiği Asturias Prensliği'nde (NWof İspanya'nın dağ bölgesi) gerçekleştirdikleri çalışmalarında toprak ağır metal konsantrasyonlarının uzamsal dağılımını ve doğal veya antropojenik kökenli ilişkiyi analiz etmişlerdir. Çalışma kapsamında öncelikle,

on dört ağır metal ve metaloitin (Ag, As, Ba, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Zn) kaynaklarını tanımlamak için 334 toprak örneği üzerinde standart bir Ana Bileşenler Analizi (PCA) gerçekleştirilmiştir. Bölgenin yüksek jeolojik heterojenliği nedeniyle, PCA analizi Coğrafi Ağırlıklı Ana Bileşenler Analizi (GWPCA) olarak bilinen bir PCA varyantı kullanılarak geliştirilmiştir.

He vd., (2019) çalışmalarında Daye'den (Hubei Eyaleti, Çin) toplanan 213 toprak örneğini ampirik veri seti olarak kullanmışlardır. İlk olarak, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn için toprak ağır metal dağılım haritaları, sıradan Kriging yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Daha sonra, Kirlilik indeksi (PI) ve entegre kirlilik indeksi (IPI), Daye toprağındaki sekiz ağır metalin kapsamlı bir nicel kirlilik karakterizasyonu elde etmek için sıradan Kriging haritalarına dayanarak hesaplanmıştır. Son olarak, kirlenmiş bölgelerde toprak ağır metal dağılımları ile ilgili belirsizlikleri ve riskleri nicel olarak değerlendirmek için IPI'nin bir ve iki noktalı stokastik alan göstergeleri kullanılmıştır. Bu sonuçlar, belirlenen bir eşiği aşan IPI değerlerinin artan eşik değeri ile neredeyse doğrusal olarak arttığını, buna karşılık aşırı kirliliğin göreceli alanının artan eşik ile sabit bir şekilde azaldığını göstermiştir.

Hou vd., (2019) çalışmalarında, Çin genelinde 3 877 alanda sokak tozundaki Cu, Zn, Cd ve Pb konsantrasyonları konusunda yapılmış çalışmaları değerlendirmişlerdir. Bu literatür çalışmasında, sokak tozundaki ağır metallerin kirlenme seviyeleri, mekansal dağılımları, kaynakları ve potansiyel sağlık riskleri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Sağlık risklerinin mekansal dağılımı sağlık risklerinin Çin'in güneydoğusunda Çin'in kuzeybatısındakinden daha ciddi olduğunu düşündürmektedir.

Mehr vd., (2017) orta İran'ın İsfahan ilindeki 23 şehrin kentsel topraklarındaki bazı ağır metallerin (As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn) içeriğini incelemişlerdir. Bu amaçla 83 üst toprak numunesi toplanmış ve ICP-MS ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, As, Cd, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonlarının arka plan değerlerinden daha yüksek olduğunu, Co, Cr ve Ni konsantrasyonlarının ise arka plana yakın olduğunu göstermiştir. Dünyadaki seçilmiş şehirlerdeki ağır metal konsantrasyonları ile karşılaştırıldığında, İsfahan'ın kentsel topraklarındaki As, Cd, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonları nispeten daha yoğun olduğu ayrıca, İsfahan il topraklarındaki Co, Cr ve Ni'nin doğal arka plan konsantrasyonlarının yüksek olduğu belirlenmiştir.

Marrugo-Negrete vd., (2017) çalışmalarında, mevsimsel sel olayları sırasında su altında kalan madencilik alanlarından etkilenen, kuzey Kolombiya'da Sinú Nehri tarafından sulanan 83 tarım topraklarındaki ağır metal konsantrasyonu, kaynaklarını ve kirlilik seviyelerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Toprak kirliliği değerlendirmesi kirlilik faktörü (CF), zenginleştirme faktörü (EF), coğrafi birikim indeksi (Igeo) ve bir risk değerlendirme kodu (RAC) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan çok değişkenli istatistiksel analizler, temel bileşen ve küme analizleri, toprak kirlenmesinin, muhtemelen yukarı akım altın madenciliğinden atmosfer ve nehir akışı taşımacılığında kaynaklanan Hg hariç, tarımsal uygulamalardan kaynaklandığını göstermiştir. Yüksek Ni konsantrasyonlarının ise tarım ve ferronikel madenciliği faaliyetlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Pan vd., (2017) Kuzeybatı Çin'in Xi'an bölgesinde bulunan dört bölgeden toplanan yol tozlarındaki ağır metal kirliliğini inceledikleri çalışmada Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn ve V konsantrasyonlarını X-Işını Floresansı ile belirlemişlerdir. Geo-birikim indeksi değerine göre Pb, Zn, Co, Cu ve Cr'un önemli ölçüde zenginleştiği belirlenmiştir. Çok değişkenli istatistiksel analiz, Cu, Pb, Zn, Co ve Cr seviyelerinin antropojenik aktivitelerden kaynaklandığını, Mn, Ni ve V konsantrasyonlarının ise doğal kaynaklarla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Açık ağır metal kirliliği sıcak noktaları, CBS haritalaması ile tanımlanmıştır.

Yang vd., (2017) çalışmasında, Çin'in Linfen şehrinde yol kenarındaki topraklardaki taşıt kirleticilerinin izlerini karakterize etmek için manyetik duyarlılık ve ağır metal içeriklerinin (Pb, Cu, Zn ve Fe) yüzey ve dikey dağılımını incelemiştir. Çalışma kapsamında ağaçlandırma yapılan ve bitki örtüsü olmayan alanlar araştırılmıştır. Sonuçlar, manyetik duyarlılığın ve ağır metal içeriğinin ağaçsız yol kenarında ağaçlandırma kuşağına göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Manyetik duyarlılık ve ağır metal içeriğindeki değişiklikler hem mesafe hem de derinlik ile azalmıştır.

Pan vd., (2018) çalışmalarında, Çin'in çeşitli şehirlerinde topraklardaki ağır metal (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn ve Hg) konsantrasyonları ve ilgili insan sağlığı riskleri ile ilgili 2006-2016 dönemi içinde yapılan çalışmaları değerlendirmişlerdir. Sekiz metalin ortalama konsantrasyonları, Çin'deki toprak çevre kalite standartlarından daha düşük olarak belirlenmiştir. Zenginleştirme faktörü (EF) ve coğrafi birikim indeksi (Igeo)

değerleri, muhtemelen Cd, Hg, Pb ve Zn için antropojenik aktiviteden etkilenen ılımlı kirlilik seviyeleri göstermiştir. Doğu şehirlerindeki kirlilik seviyelerinin batı şehirlerindeki kirlilik seviyelerinden çok daha yüksek olduğu ve farklı şehir tiplerindeki ağır metal konsantrasyonlarının sırasıyla sanayi merkezli şehirler> daha gelişmiş şehirler> metropoller> az gelişmiş şehirler şeklinde olduğu belirlenmiştir. Çoğu şehirde ağır metaller için insan sağlığı risk değerlendirmesi, kanserojen olmayan risklerin eşik değerler arasında olduğunu göstermiştir (HI <1). Çoğu kentsel alanda As, Cr ve Ni'ye bağlı toplam kanserojen risk 1×10^{-5} 'in üzerinde ancak, 1×10^{-4} 'ün altında bulunmuştur. Bununla birlikte, bazı şehirlerde (örneğin, Baoji Şehri, Tiyan Şehri ve Xuzhou Şehri), Ni ve Cr hem yetişkinler hem de çocuklar için potansiyel kanser riski taşıyan değerlerdedir. Çalışma sonucunda Çin şehirlerinde genel olarak kontrol gerektiren öncelikli ağır metal kirleticilerinin Cd, Hg ve Pb olduğu belirtilmiştir.

Zhang vd., (2018) çalışmalarında Kaifeng, Çin'in Heigangkou-Liuyuankou sulama alanlarındaki toprak kalitesini incelemişlerdir. Toprakta kirlilik ve ağır metal birikimi nedeniyle ortaya çıkabilecek potansiyel riskler Nemerow, Geoakümülyasyon ve Hakanson ekolojik risk endeksleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Kirlilik kaynaklarındaki mekansal-zaman değişimlerini ve kirlilik seviyelerini etkileyen faktörleri modellemek ve sunmak için İstatistik ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmıştır. Örneklenen toprakta bulunan ağır metaller Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, As ve Hg'dir. Bunlar arasında Cd diğerlerinden daha yoğundur. İncelenen alanın güneybatı bölgesi, ciddi ağır metal kirliliğiyle karşı karşıyadır. Çalışma alanında farklı ağır metallerin düşük konsantrasyonlarının uzamsal farklılıkları vardır. Hg ve Cd'nin en yüksek potansiyel ekolojik riskler olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, risk düzeyleri çalışma alanı boyunca aynı değildir. Çalışma sonucunda topraktaki Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, As ve Hg düzeylerinin konsantrasyonunun yüksek derecede ilişkili olduğu ve birlikte, ekolojik çevre için ek bir tehdit oluşturduğu belirtilmiştir.

Shi vd., (2018) Yiyang Endüstri Parkı'ndaki trafik yolunun yüzey toprağını araştırmışlar ve araştırma kapsamında 27 toprak örneğindeki Cr konsantrasyonunu değerlendirmişlerdir. Sonuçlar yüzey toprağındaki Cr içeriğinin kesişme noktasında en yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Kavşaktan uzaklık arttıkça, toprak Cr içeriği önce azalmış ve sonra artmıştır.

Zhang ve Yao (2019) Çin'in Anhui Eyaleti, Ma'anshan Şehrinde üç farklı yol türünün (ana yol, alt ana yol ve şube yolu) yanında toplam 22 yüzey toprak örneğini ICP cihazı ile belirlemişler ve çok değişkenli istatistikler ile değerlendirmişlerdir. Ayrıca olası kaynakları belirlemek için mekansal dağılım karakteristikleri analizi kullanılmıştır. Sonuçlar, Mn> Pb> Co> Cr> As> Cd sırasına göre ağır metallerin ortalama konsantrasyonlarının ve alt ana yoldaki Cr içeriğinin, ana yol ve şube yolundan çok daha düşük olduğunu göstermiştir. Ayrıca, çalışmaya konu ağır metaller arasında en ciddi olanı Cd'dur. Co ve Pb'un ise yüksek kirlilik düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Potansiyel ekolojik risk endeksi, Cd'nin ciddi bir ekolojik risk oluşturduğunu göstermektedir. Pb ve Co orta ekolojik risk derecesindedir.

Yaylalı-Abanuz (2019) çalışmasında Bursa, D-90 karayolu ve O-33 otoyolu çevresinde kirliliğin nedenlerini, yoğunluğunu ve kapsamını bulmayı amaçlamıştır. Çalışma kapsamında 10 farklı lokasyondan toplam 91 toprak örneği yol kenarlarından toplanmıştır. Örnekler As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonlarını belirleyebilmek amacıyla analiz edilmiştir. Analitik sonuçlar, korelasyon analizi, ana bileşen analizi (PCA) ve küme analizi (CA) gibi çeşitli çok değişkenli istatistiksel yöntemler kullanılarak toprak kompozisyonlarının kimyasal değişkenliği belirlenmiştir. Toprak kirliliği, zenginleştirme faktörü (EF), kirlilik indeksi (PI) ve entegre kirlilik indeksi (IPI) değerleri kullanılarak araştırılmıştır. Çalışma sonuçları, Bursa karayolu boyunca toprakların toksik eser elementlerle ciddi şekilde kirlendiğini göstermektedir.

2.2 Kastamonu İli'nin Genel Tanıtımı

Doğal güzellikleri le Türkiye'de önemli bir yere sahip olan Kastamonu ili, ülkenin kuzeyinde Karadeniz Bölgesinde yer almaktadır (URL-1, 2020). Batı Karadeniz Bölgesinde geçmişten günümüze tarihini korumuş olan bir kenttir. Mavinin sonsuzluğuna uzanan yeşilin her tonun hakim olduğu doğal güzellikleriyle de dikkatleri üstünde tutmaya devam etmektedir. Ülkenin yoğun seslerinden uzaklaşmak isteyenlerin tercih noktası haline gelmiştir (URL-1, 2020; URL-2, 2020).

Kastamonu ili, 41 derece 21' kuzey enlemi ile 33 derece 46' doğu boylamları arasında yer almaktadır. İlin komşularını güneyinde Çankırı, batısında Karabük, Bartın ve

doğusunda da Sinop ve Çorum illeri oluşturmaktadır. İlin kuzey kısmında da doğal sınırını oluşturan Karadeniz bulunmaktadır. İlin genel coğrafyasında dağlar hâkimdir. Bu yüzden oldukça engebeli bir özelliğe sahiptir. Güney bölgesinde doğu batı yönünde uzanan Ilgaz Dağları ve kuzey tarafında ise denize paralel şekilde uzanan Küre Dağları yer almaktadır. İlin başlıca dağları bu iki dağlar arasında yer almaktadır (URL-1, 2020; URL-2, 2020; URL-5, 2020; URL-6, 2020).

Deniz seviyesinden 775 m yükseltiyeye sahip olan Kastamonu'nun yüz ölçümü 13 108 km²'dir. Sahil şeridinin uzunluğu ise 170 km'dir. İlin nüfusu 2019 yılının son verilerine göre 379 405 bin kişidir. Bu nüfusunun 190 158 binini kadınlar ve 189 247 bininde erkekler oluşturmaktadır. Kilometrekareye ise 29 kişi düşmektedir, nüfus yoğunluğu da 29 km⁻²'dir. Nüfusunun 2020 yılının sonunda 380 670 bin olacağı tahmin edilmektedir. İlde merkez belediyesi de dahil olmak üzere 20 belediye ve 1071 köy bulunur. Türkiye de en fazla köye sahip iller arasında ikinci sırada yer almaktadır (URL-1, 2020; URL-2, 2020; URL-5, 2020; URL-6, 2020; URL-7, 2020; URL-8, 2020; URL-9, 2020).

Kastamonu'nun yeryüzü şekillerinin %76'lık kısmını dağlık ve ormanlık alanlar, %21'ini platolar ve %3'lük kısmını da ovalar oluşturmaktadır. Bu dağılışı dikkate alındığında ormanların %65'lik bir oranda kapladığı alanda sadece %30'luk bir kısım tarım alanı olarak bulunmaktadır. Bundan dolayı tarıma elverişli geniş alanı bulunmamaktadır. Tarım alanları olarak vadiler etrafında bulunan küçük ovalar tercih edilmiştir. Bu vadilerden önemlileri Devrez Vadileridir. Devrez vadilerinde Gök Irmak ile Tosya tarım alanları, Taşköprü ve Daday ovaları bulunmaktadır. Bunun yanı sıra Devrekâni, Araç ve Cide de çay yatakları etrafında da tarıma uygun alanlar vardır (URL-1, 2020; URL-2, 2020; URL-5, 2020; URL-6, 2020; URL-8, 2020).

İlin tarihi yapılan araştırmalar sonucunda paleolitik dönemden günümüze kadar kesintisiz bir kronolojik sıra sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Merkezi ve çevresi hakkındaki bilgiler M.Ö 2. binlerden itibaren son Tunç Çağı olarak bilinen dönemlerdeki yazılı kaynaklardan itibaren geçmeye başlamıştır. Devrekâni ve çevresinde yapılan araştırmalar sonucunda da M.Ö. 4. binin sonlarına doğru ve M.Ö. 1. binin ilk yarısına kalan döneme ait olan düz tabakalı iskan yerleri keşfedilmiştir. Pala ve Tummana kavimlerinin yerleştiği alanlar olarak Kastamonu ve çevresi

görülmektedir. Kastamonu'nun bilinen geçmişi ilk Hititler ile başlamıştır. Hititlerin uzun süre bölgeyi elinde tutamamasından sonra Frig ve Lydia krallıklarının hâkimiyetine girmiş M.Ö. 4. yy. 'da Pers imparatorluğunun eline geçmiştir. Büyük İskender'den sonra Pontus krallığı bölgeyi ele geçirmiştir. Romalılar tarafından da M.Ö. 1. yy' da ortadan kaldırılmıştır. Kastamonu topraklarına uzun süre egemen olan Roma İmparatorluğu topraklarının bölünmesi ile M.S. 395 yılında Bizans İmparatorluğuna katılmıştır. Kastamonu isminin geçtiği ilk yazılı kaynaklara 11 yy' ın başlarında rastlanılmıştır. İlk olarak 'Castamon' olarak kullanılmıştır. Kastamonu'nun ilk Türklerin eline geçmesi 1105 yılında Danişmentler tarafından olmuştur. 1211-1212 yıllarında da Çobanoğlu Beyliği hâkimiyetine girmiştir. Süleyman Paşa tarafından 1309 yılında Candaroğulları Beyliği kontrolüne geçmiştir.

Fatih Sultan Mehmet tarafından 1461 yılında Osmanlı Devletine katılmıştır. Osmanlı hâkimiyetine geçmeden önce önemli bir ilim ve kültür merkezi olan Kastamonu Osmanlı'ya geçtikten sonra da bu özelliğini korumuştur. Osmanlı döneminde hem jeopolitik konumu ile hem milli mücadeleye verdiği destek ile önemli bir yer tutmaktadır. Hiç işgale uğramamasına rağmen milli mücadele yıllarında ve Çanakkale Savaşı'nda verdiği şehit sayısı ile en çok şehit veren ilk üç ilden birisi olmuştur. Kastamonu'nun göstermiş olduğu katkılardan dolayı Mustafa Kemal Atatürk'ün 1925 yılı 27 Ağustos tarihinde başlatmış olduğu "Şapka ve Kıyafet İnkılabı" ile onurlandırılmıştır (URL-1, 2020; URL-2, 2020; URL-3, 2020; URL-4, 2020; URL-8, 2020; URL-9, 2020).

Kastamonu ilinin fiziki durumu değerlendirdiği zaman iki farklı özellikte iklim tipine sahip olduğu görülmektedir. İlin kuzey kısmında Karadeniz ikliminin hakim olduğu güney tarafında ise İç Anadolu ikliminin etkileri görülmektedir. İklim özelliklerinin ortaya çıkmasındaki en önemli etken yeryüzü şekilleri olmuştur. Küre Dağlarının kıyıya paralel uzanması kuzeyden gelen Karadeniz ikliminin etkisinin iç kısımlara geçmesini engellemektedir bu yüzden ilin iç kesimleri İç Anadolu'dan gelen sert karasal iklimin etkisinde kalmaktadır. Küre dağlarından gelen hava kütleleri yüksek noktalara fazlaca yağış bırakmaktadır. Güneyde ise Ilgaz Dağı'nın kuzey yamaçları güney yamaçlarına göre daha nemli konumdadır. Ortaya çıkan günlük sıcaklık farkları nedeni ile de yerel rüzgârlar ortaya çıkmaktadır (URL-10, 2020).

Kastamonu da sıcak ve ılıman bir iklim görülmektedir. Köppen-Geiger'e göre iklim tipi Cfb olarak sınıflandırılmıştır. Kış aylarındaki düşük hava sıcaklıklarına kuzeyden gelen duygun hava kütleleri neden olmaktadır. Kuzeyden gelen hava kütlelerine karşın batıdan ve güneyden gelen hava akımlarında da soğuk havanın etkisi olmasına rağmen genelde daha sıcaktırlar. Kastamonu'nun yıllık ortalama sıcaklığı 10,3°C'dir. Yılın en sıcak ayı ortalama 19,9 °C sıcaklık değeri ile Temmuz ayıdır. Yılın en düşük sıcaklığına da ortalama -0,1 °C sıcaklık ile Ocak ayıdır. Yağışın aylara dağılımı düzenlidir. Yağışların büyük bir bölümünü ilkbahar aylarında almaktadır. Yağışların %27'sini yaz döneminde %18'ini ise kış mevsimlerinde almaktadır. Sene içerisinde sadece 20 gün kar yağmakta ve 40 gün boyunca da yerde kalmaktadır. Yıllık ortalama yağışı 508 mm'dir. Bazı bölgelerine göre 450 mm ile 1 215 mm arasında değişmektedir. En kurak aylarında bile oldukça fazla yağış düşmektedir. En fazla yağış mayıs ayında en az yağışını ise şubat ayında almaktadır (URL-10, 2020; URL-11, 2020; URL-12, 2020).

Bitki örtüsü açısından da oldukça zengin bir yapıya sahiptir. İlin sahip olduğu bitki çeşitliliği ülke florasının %10'unu oluşturmaktadır. Kastamonu da 189 çeşit endemik tür bulunmaktadır. Türkiye'deki endemik bitkilerin %6'sını Kastamonu'daki endemik türler oluşturmaktadır. Endemik türlerin %59'u (111) Tosya, %34'u (65), Ilgaz Dağı ve: %17'si (33) Gâvur Dağı'nda bulunmaktadır (URL-13, 2020).

Ormanlık alanların fazla olmasına karşın Devrekâni ve çevresi ormanlık alandan yosundur. Fakat yine de seyrek ağaçlık alan, çalı ve orman kalıntılarında rastlanılmaktadır. Eğimin düşük olduğu alanlarda kestane rengi topraklar bulunmaktadır. Sahil kesimlerinden iç kısımlara doğru gidildikçe yükselti artmaktadır, yükseltinin değişmesi ile podzolik toprakların yaygın olduğu alanlar ortaya çıkmaktadır. Bu alanlarda kayın ve göknar ağaçlarının yaygın olduğu görülmektedir. Ağaçların alt kısımlarında diri örtü konumunda eğreltilere rastlanılmaktadır. Bu alanlardaki çam, kayın ve göknar ormanları gelişimi düzgün olduğu için işletmeye elverişli ve iyi nitelikli ormanlardır. İnebolu ve Cide ilçelerinde hakim olan bitki türleri kayın, köknar ve çam türleridir. Bunların arasında yer yer kestane, gürgen, ıhlamur, kavak, ahlat, mersin, karaağaç ve dişbudak türlerim karışmıştır. Kıyı bölgesinde bulunan ormanlık alanlarda iğne yapraklı ağaç türlerinden, karaçam, köknar, sarıçam, porsuk, kızılçam; yapraklı türlerden ise, çınar, kızılbaş, meşe, dişbudak, akçağaç,

kayın, kestane, ŐimŐir, ıhlamur, kavak, yabancı fındık gibi tŐrler bulunmaktadır. Dağların kuzeye bakan yamaçlarında kayın ve göknar ağaç tŐrleri yayılıŐ yapmaktadır. Devrez ayı ve Ilgaz Dağları Vadisi arasında da göknar, sarıçam, karaçam ve meşe gibi ağaçlar tŐrlerinin bulunduğu Tosya ormanları yer almaktadır (URL-1, 2020; URL-8, 2020; URL-10, 2020).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışma kapsamında öncelikle numune alınacak noktalar belirlenmiştir. Çalışma kapsamında farklı karakterde olan bölgelerden toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin alındığı noktalar;

1- Şehir merkezinde;

- a) Anayol orta refüjü (L1)
- b) Anayol kenarı (L2)
- c) Arayol kenarı (L3)
- d) Yola en az 10 m. mesafede konut bahçesi (L4)
- e) Yola en az 30 m. mesafede konut bahçesi (L5)
- f) Sanayi bölgesi (L6)
- g) Sanayi bölgesi kenarı (L7)
- h) Yerleşim alanı açık alan sınırı (L8)

2-Şehir Merkezi Dışı (Yerleşim alanına en az 5 km mesafede)

- a) Anayol orta refüjü (L9)
- b) Anayol kenarı (L10)
- c) Sanayi bölgesi (L11)
- d) Sanayi bölgesi kenarı (L12)
- e) Ormanlık alan (L13)
- f) Ziraat alanı (L14)
- g) Mera alanı (L15)

olmak üzere toplam 15 farklı alandan toprak örneği alınmıştır.

Toprak örnekleri arazinin uygun noktalardan bitki kök bölgesi olan 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Bel küreği yardımıyla alınan yaklaşık 1 kg toprak örneği temiz poşetlere konulup etiketlenerek laboratuara getirilmiştir. Çalışma 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Analizler

Toprak reaksiyonu cam elektrotlu pH metresi ile 1/2,5 oranındaki toprak saf su süspansiyonunda ölçülmüştür (Jackson, 1967). Jackson (1958) tarafından bildirildiği şekilde değiştirilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir. Kacar (1995) tarafından açıklandığı şekilde Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir. Toprak örneğinde fosfor Olsen vd., (1954) tarafından bildirildiği şekilde, 0,5 N NaHCO₃ (pH: 8,5) ile ekstrakte edilerek çözeltiliye geçen fosfor (P) miktarı Perkin Elmer Optima 2100 DV model ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission) cihazında belirlenmiştir. Toprak örnekleri amonyum asetatla ekstrakte edildikten sonra (Sağlam 2008) değişebilir katyonlar ICP-OES ile belirlenmiştir. Toprak örnekleri yarıyıllı mikro element analizi için 0,005 M DTPA+ 0,01 M CaCl₂ +0,1 M TEA (pH 7,3) ile ekstrakte edilmiştir (Lindsay ve Norvell 1978). Ekstrakttaki yarıyıllı Fe, Cu, Zn, ve Mn miktarları ICP-OES’de belirlenmiştir. Toprak örnekleri ekstrakte edilebilir ağır metal analizi için 0,005 M DTPA + 0,01M CaCl₂ + 0,1 M TEA (pH 7,3) ile ekstrakte edilmiştir (Lindsay ve Norvell 1978). Ekstrakttaki Cd, Co, Cr, Ni, Pb miktarları ICP-OES’de belirlenmiştir. Ağır metal analizleri numunelerde 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.2.2 Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen veriler tablolar halinde düzenlenerek Excell programına girilmiş ve SPSS paket programı yardımıyla değerlendirilmiştir. Verilere varyans analizi uygulanarak istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde (p<0,05) anlamlı farklılıklar bulunduğu belirlenen verilere Duncan testi uygulanmıştır. Varyans analizi ve Duncan testi sonuçları sadeleştirilerek tablolaştırılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır. Ayrıca bazı verilerin bölgeler bazında değişimlerinin algılanmasını kolaylaştırmak amacıyla Excel programı kullanılarak grafikler oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında ayrıca çalışmaya konu parametrelerin birbirleri ile olan ilişki düzeylerini belirleyebilmek amacıyla verilere SPSS paket programı yardımıyla korelasyon analizi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar tablolaştırılarak yorumlanmıştır.

4. BULGULAR

Çalışma kapsamında toprak kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden olan tuz, pH, kireç, fosfor (P), potasyum (K) ve organik madde (OM) miktarları belirlenmiştir. Elde edilen değerlere varyans analizi uygulanmış ve ortalama değerlerin lokasyonlar bazında değişimi Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1 Tuz, pH, kireç, P, K ve OM konsantrasyonlarının lokasyonlar bazında değişimi

Lokasyon	Tuz (%)	pH	Kireç (%)	P (kg/da)	K (kg/da)	OM (%)
L1	0,052 cd	7,95	0,727 a	3,07 a	127,34 ef	1,333 de
L2	0,024 ab	7,62	2,933 cd	5,80 a	118,91 de	1,600 ef
L3	0,026 ab	8,11	4,400 e	2,55 a	86,06 bcd	0,263 ab
L4	0,046 c	7,78	3,660 de	12,91 bc	49,29 ab	0,800 bc
L5	0,026 ab	7,69	1,467 ab	17,48 c	79,47 abcd	1,600 ef
L6	0,034 b	7,32	0,363 a	14,59 c	209,06 h	3,203 h
L7	0,035 b	7,49	0,727 a	52,51 ef	74,29 abc	3,203 h
L8	0,029 ab	7,49	0,727 a	28,05 d	78,78 abcd	2,143 g
L9	0,018 a	7,68	4,400 e	3,25 a	171,9 gh	0,263 ab
L10	0,026 ab	7,78	2,193 bc	7,52 ab	39,55 a	0,233 a
L11	0,029 ab	7,59	2,013 bc	14,30 c	161,73 fg	1,870 fg
L12	0,06 d	7,41	5,863 f	2,55 a	68,31 ab	0,263 ab
L13	0,023 ab	7,48	0,727 a	3,59 a	83,27 bcd	1,070 cd
L14	0,024 ab	7,86	3,660 de	14,00 c	114,39 cde	0,537 ab
L15	0,025 ab	7,69	3,660 de	5,80 a	181,21 gh	0,263 ab
F Değeri	10,714	0,069	29,968	49,662	16,487	38,047
Hata	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tablo değerleri incelendiğinde pH dışındaki değerlerin lokasyonlar bazındaki değişiminin istatistiki olarak anlamlı ($p<0,001$) düzeyde olduğu görülmektedir. Tuz bakımından Duncan testi sonuçlarına göre dört homojen grup oluşmuştur. En düşük tuz değerine sahip L9 lokasyonu sadece ilk homojen grupta yer alırken, en yüksek değere sahip L12 lokasyonu sadece son homojen grupta, L1 lokasyonu üçüncü ve dördüncü homojen grupta, L4 lokasyonu ise sadece üçüncü homojen grupta yer almıştır. L6 ve L11 lokasyonları sadece ikinci grupta yer alırken diğer lokasyonlar ilk

iki homojen grupta birden yer almıştır. Tuz değerinin lokasyonlar bazında değişimi Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çalışma sonucunda pH değerinin lokasyonlar bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda pH’ın 7,32 ile 8,11 arasında değiştiği belirlenmiştir. En düşük pH değerleri L6, L12 ve L13 lokasyonlarında elde edilirken en yüksek pH değerleri L3, L1 ve L14 lokasyonlarında elde edilmiştir. pH değerinin lokasyonlar bazında değişimi Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çalışma kapsamında değerlendirilen faktörlerden bir diğeri olan kireç oranının lokasyonlar bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda kireç değerinin %0,363 ile %5,863 arasında değiştiği belirlenmiştir. En düşük değerler L6 (%0,363), L1, L7 ve L8 (%0,727) lokasyonlarında elde edilirken en yüksek kireç değerleri L12 (%5,863), L3 ve L9 (%4,4) lokasyonlarında elde edilmiştir. Kireç değerinin lokasyonlar bazında değişimi Şekil 4.3’de verilmiştir.

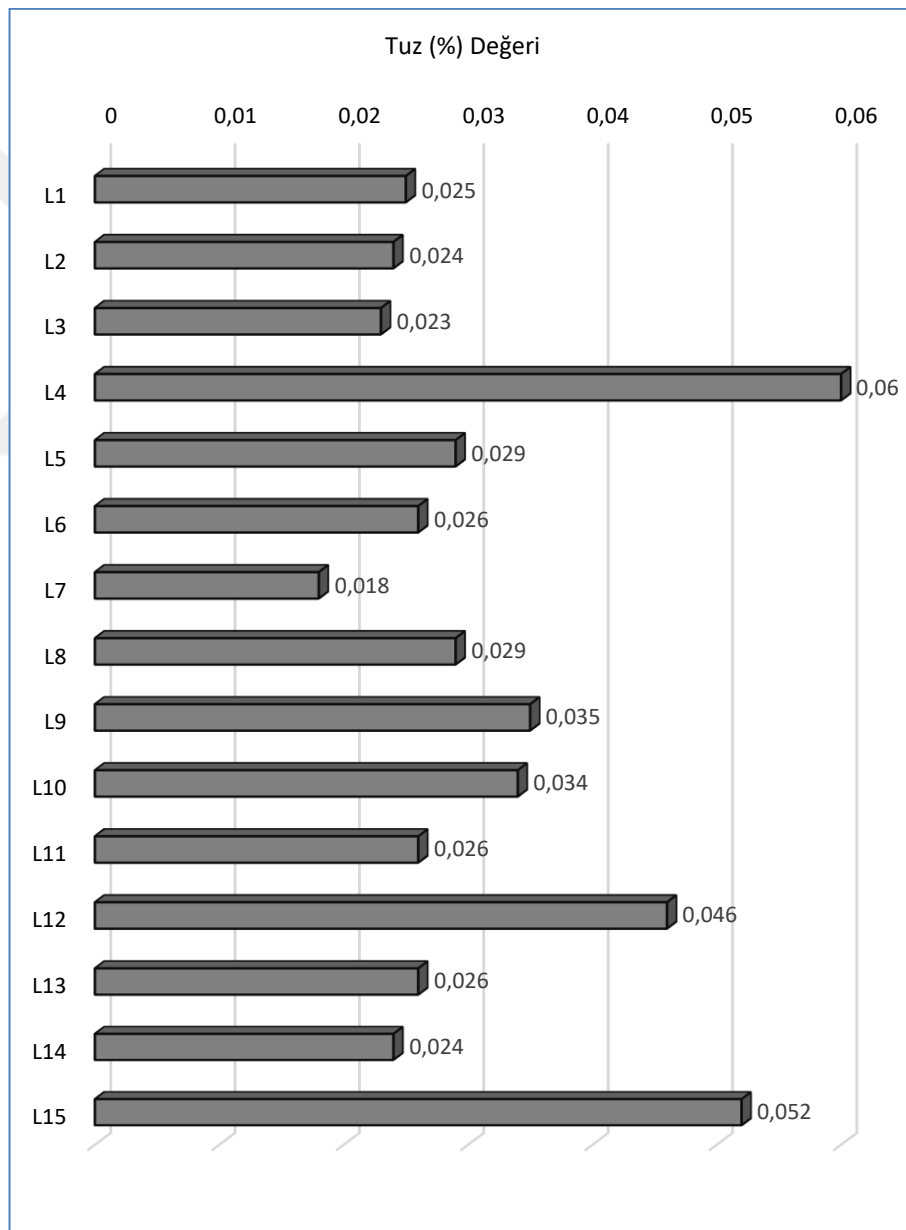
Bitkiye yararlı fosfor (P) oranının değişimi incelendiğinde yine lokasyonlar bazındaki değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p<0,001$) olduğu görülmektedir. Duncan testi sonuçları ve ortalama değerler incelendiğinde en düşük P değerlerine sahip L3, L12, L1, L9, L13, L2 ve L15 lokasyonlarının sadece ilk homojen gruplarda yer aldığı ve bu lokasyonlarda tespit edilen P miktarının 2,55 kg/da ile 5,80 kg/da arasında olduğu görülmektedir.

En yüksek değerler ise L7 (52,51 kg/da) ve L8 (28,05 kg/da) lokasyonlarında elde edilmiş olup bu lokasyonlar ayrı birer grupta yer almıştır. P değerinin lokasyonlar bazında değişimi Şekil 4.4’de verilmiştir.

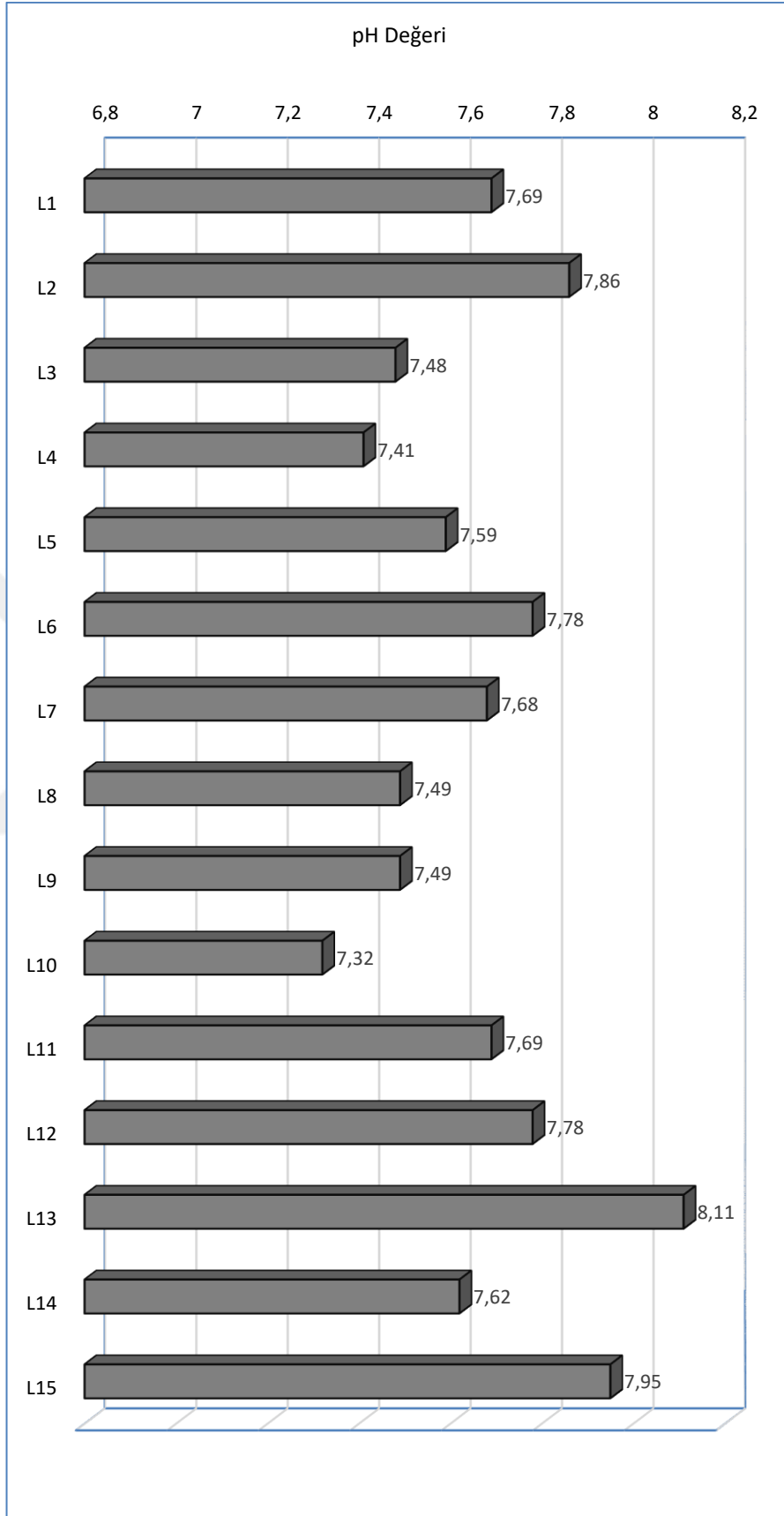
K değerinin lokasyonlar bazındaki değişiminin de istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p<0,001$) anlamlı olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçlarına göre en düşük değer L10 (39,55 kg/da) lokasyonunda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise sırasıyla L6 (209,06 kg/da), L15 (181,21 kg/da), L9 (171,9 kg/da)

ve L11 (161,73 kg/da) lokasyonlarında elde edilmiştir. K değerinin lokasyonlar bazında değişimi Şekil 4.5’de verilmiştir.

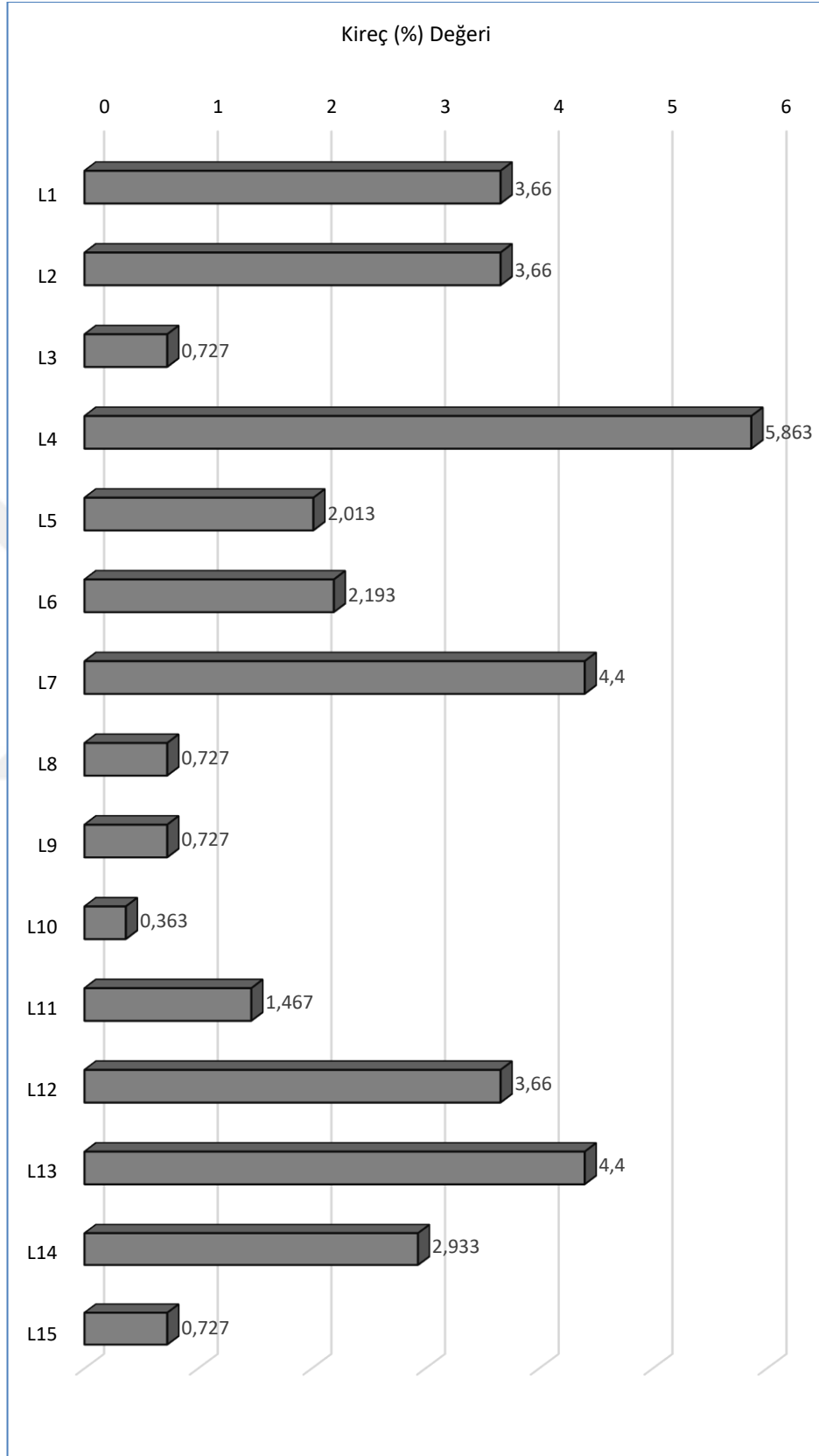
OM değerinin lokasyonlar bazındaki değişimi de istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,001$) olup yapılan Duncan testi sonucunda 8 homojen grup oluşmuştur. En düşük değere sahip L10 lokasyonu (%0,233) sadece ilk grupta yer alırken en yüksek değere (%3,203) sahip L6 ve L7 lokasyonları son homojen grubu oluşturmuştur. OM değerinin lokasyonlar bazında değişimi Şekil 4.6’da verilmiştir.



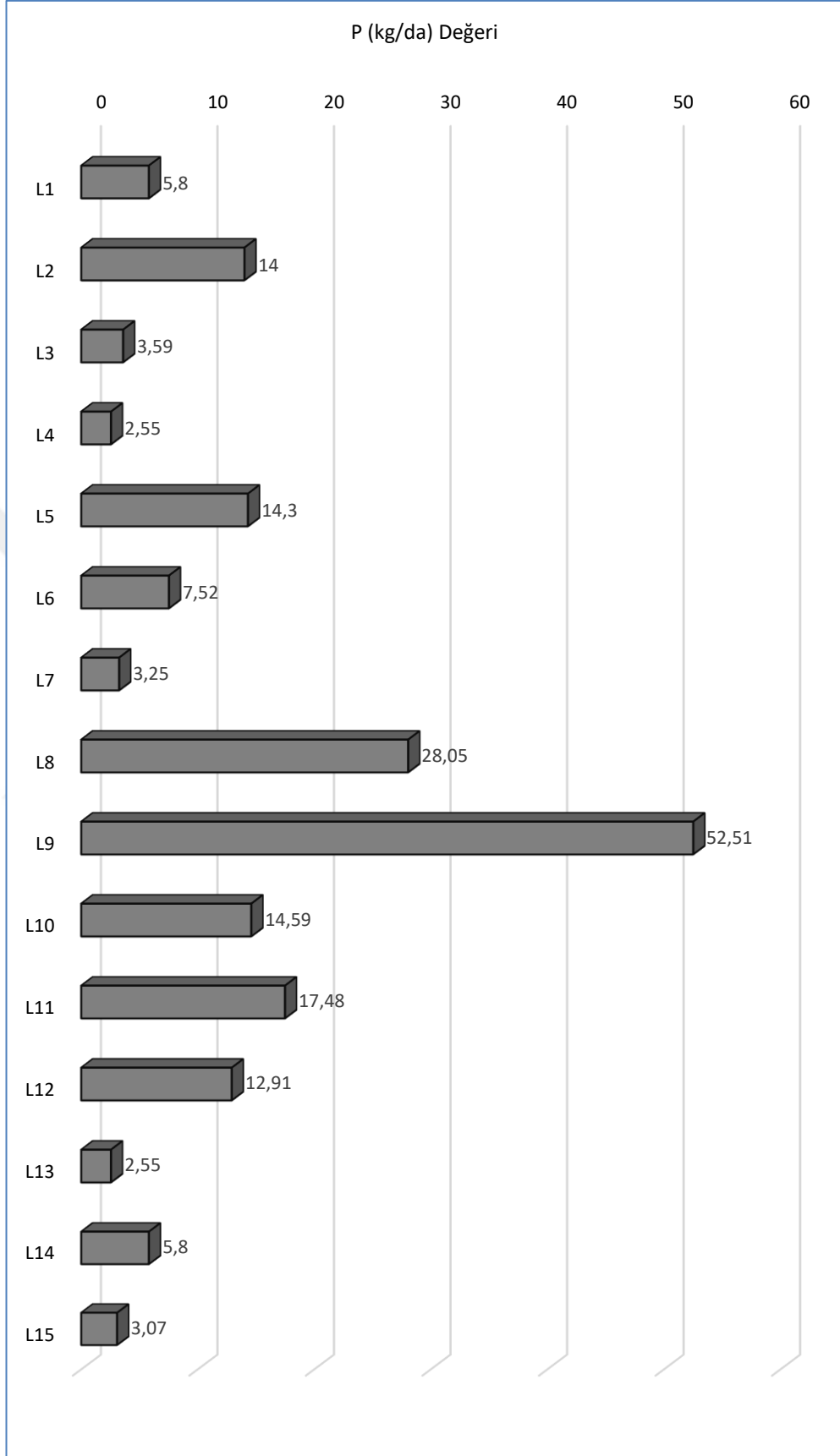
Şekil 4.1 Tuz değerinin lokasyon bazında değişimi



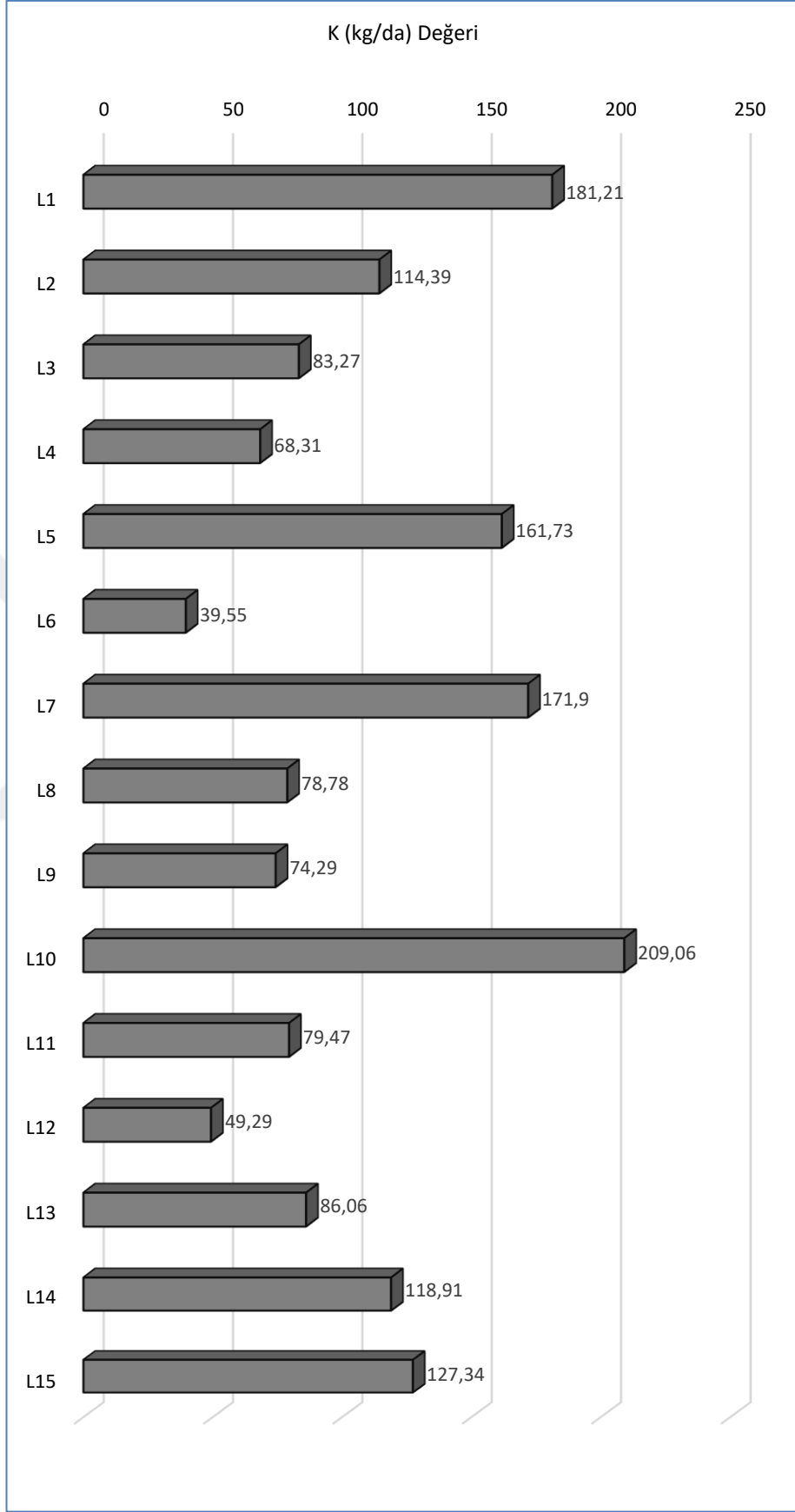
Şekil 4.2 pH değerinin lokasyon bazında değişimi



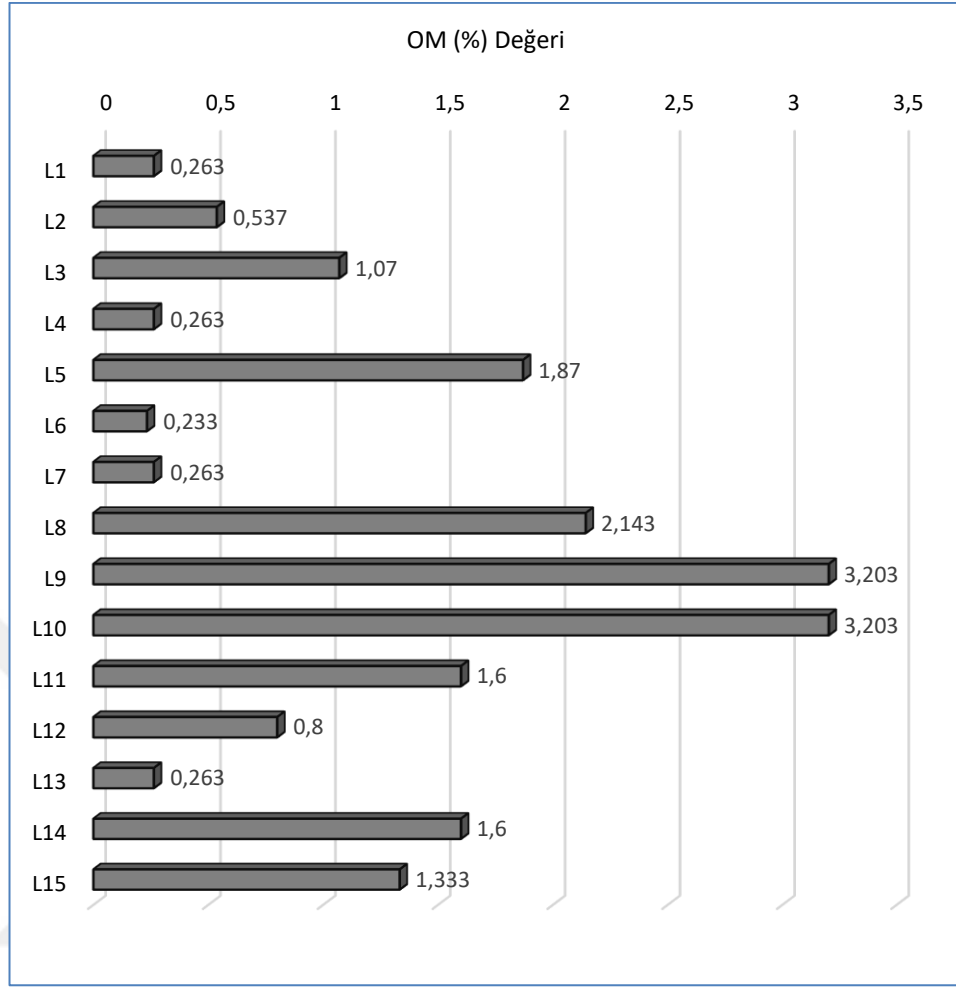
Şekil 4.3 Kireç değerinin lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.4 P değerinin lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.5 K değerinin lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.6 OM değerinin lokasyon bazında değişimi

Çalışma sonucunda 12 adet ağır metalin lokasyonlar bazında değişiminin belirlenebilmesi amacıyla verilere varyans analizi uygulanmış ve Ca, Mn, Fe ve Al konsantrasyonlarının lokasyonlar bazında değişimi Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2 Ca, Mn, Fe ve Al konsantrasyonlarının lokasyonlar bazında değişimi

Lokasyon	Ca (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Al (ppm)
L1	7 837 f	168 a	13 579 a	13 425 b
L2	5 004 a	433 g	17 615 c	10 980 a
L3	6 189 e	737 n	31 808 n	16 697 l
L4	5 066 b	551 k	24 166 i	13 642 c
L5	5 064 b	485 j	25 845 l	15 721 k
L6	5 058 b	575 l	24 647 j	14 757 h
L7	5 047 ab	349 d	22 020 g	14 661 g

Tablo 4.2 Devamı...

L8	5 036 ab	399 e	22 854 h	13 979 e
L9	5 067 b	320 c	19 008 d	13 904 e
L10	5 065 b	265 b	32 384 o	17 748 m
L11	5 057 b	471 i	21 754 f	14 558 f
L12	5 527 c	647 m	26 570 m	15 301 j
L13	6 036 d	647 m	17 037 b	13 613 c
L14	5 036 ab	408 f	20 359 e	13 797 d
L15	5 024 ab	441 h	25 561 k	15 040 i
F Değeri	3 057,964	8 853,515	8 876,882	3 106,639
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000

Tablo değerleri incelendiğinde Ca konsantrasyonunun lokasyonlar bazındaki değişiminin istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde olduğu görülmektedir. Duncan testi sonuçlarına göre altı homojen grup oluşmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre en düşük değer (5 004 ppm) elde edildiği L2 lokasyonu sadece ilk homojen grupta yer alırken en yüksek değer (7 837 ppm) elde edildiği L1 lokasyonu sadece beşinci homojen grupta yer almıştır.

Ortalama değerler incelendiğinde Ca konsantrasyonu bakımından en yüksek ve en düşük değer arasında önemli düzeyde bir farklılığın olmadığı görülmektedir. En yüksek değer (7 837 ppm), en düşük değer (5 004 ppm) 1,6 katından daha düşüktür. Ca konsantrasyonunun lokasyonlar bazında değişimi incelendiğinde en düşük değerlerin L2, L7, L8, L14 ve L15 lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. En yüksek değerler ise L1, L3 ve L13 lokasyonlarında elde edilmiştir. Ca konsantrasyonlarının lokasyonlar bazında değişimi Şekil 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.2 'de Mn konsantrasyonunun değişimi incelendiğinde, lokasyonlar bazındaki Mn konsantrasyonunun değişiminin de istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde ise Mn konsantrasyonunun 168 ppm ile 737 ppm arasında değiştiği görülmektedir.

Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde hemen hemen her bir lokasyonun ayrı bir grup oluşturduğu görülmektedir. Sadece L12 ve L13 lokasyonları aynı homojen gruplarda yer almakta olup onun dışında hiçbir lokasyon birbiriyle aynı homojen grupta yer almadığı gibi birden fazla grupta yer alan lokasyon da bulunmamaktadır. Bu durumun muhtemelen değerler arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir. Yapılan hesaplamalara göre en yüksek değer (737 ppm) ile en düşük değer (168 ppm) arasında 4,3 kattan fazla fark bulunmaktadır.

Mn konsantrasyonunun lokasyonlar bazında değişimi incelendiğinde ise en düşük değerlerin L1 (168 ppm), L10 (265 ppm) ve L9 (320 ppm) lokasyonlarında elde edilirken en yüksek değerlerin ise L3 (737 ppm), L12 ve L13 (647 ppm) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. Mn konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.8’de verilmiştir.

Fe konsantrasyonunun lokasyon bazında değişiminin de varyans analizi sonucuna göre istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde olduğu görülmektedir. Duncan testi sonucunda her bir lokasyon ayrı bir homojen grup oluşturmuş ve hiçbir lokasyon birden fazla homojen grupta yer almadığı gibi aynı homojen grupta da birden fazla lokasyon yer almamıştır.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük Fe konsantrasyonu değerinin L1 lokasyonunda elde edildiği görülmektedir. L1 (13 579 ppm) lokasyonundan sonra en düşük değerler L13 (17 037 ppm), L2 (17 615 ppm) ve L9 (19 008 ppm) lokasyonlarında elde edilmiştir.

En yüksek Fe konsantrasyonu değeri ise L10 (32 384 ppm) lokasyonunda elde edilirken sonraki en yüksek değerler L3 (31808 ppm), L12 (26 570 ppm), L5 (25 845 ppm) ve L15 (25 561 ppm) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Değerler incelendiğinde en yüksek Fe konsantrasyonunun (32 384 ppm), en düşük demir konsantrasyonunun (13 579 ppm) yaklaşık 2,38 katı olduğu görülmektedir. Dikkat çeken bir başka nokta elde edilen konsantrasyonların oldukça yüksek düzeyde

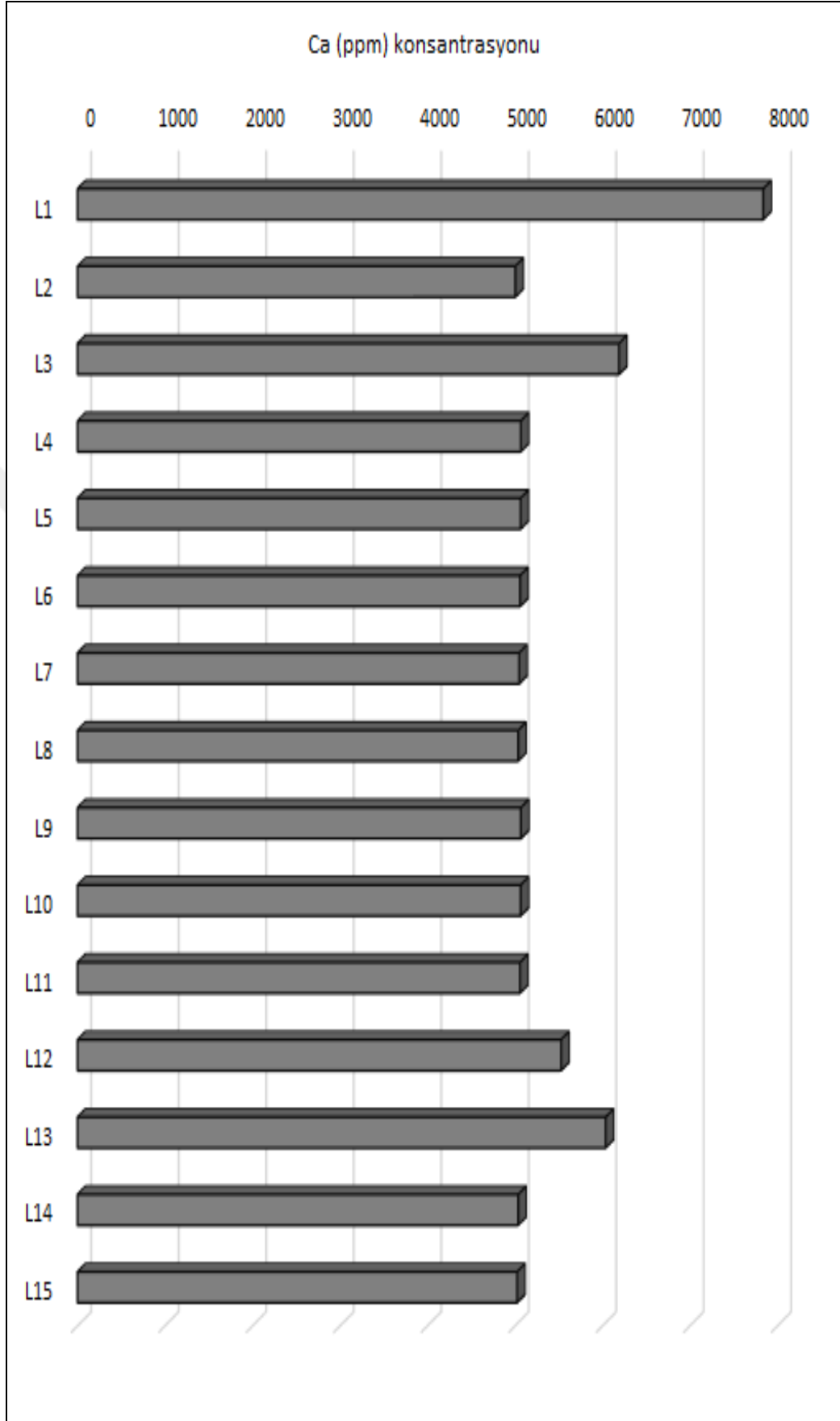
oluşudur. Örneğin 32 384 ppm değeri yaklaşık %3,2 değerine karşılık gelmektedir ki bu Fe oranı oldukça yüksek bir değerdir.

Çalışmaya konu lokasyonlarda Fe konsantrasyonunun lokasyon bazında değişiminin daha rahat algılanabilmesi amacıyla hazırlanan Fe konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.9'da verilmiştir.

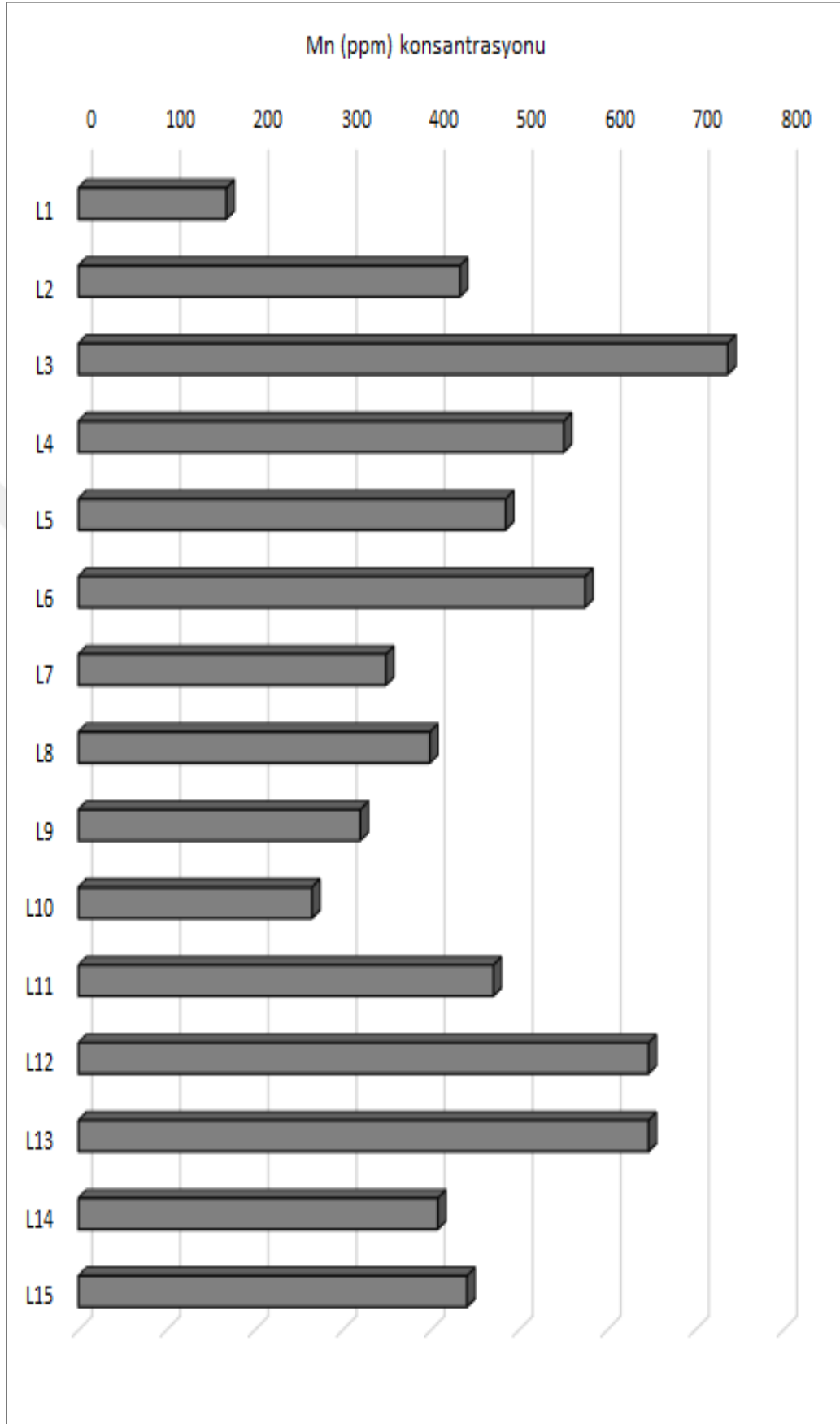
Tablo değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucunda Al konsantrasyonunun da lokasyonlar bazındaki değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde 13 homojen grup oluştuğu ve her bir lokasyonun sadece bir homojen grupta yer aldığı görülmektedir. Bunun dışında sadece L8 ve L9 lokasyonları ile L4 ve L13 lokasyonları aynı homojen gruplarda yer almaktadır.

Ortalama değerler incelendiğinde Al konsantrasyonunun 10 980 ppm ile 17 748 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Diğer elementlerle kıyaslandığında Al konsantrasyonunun lokasyon bazında değişiminin oldukça sınırlı düzeyde olduğu söylenebilir. En yüksek Al konsantrasyonu değeri en düşük Al konsantrasyonu değerinin sadece 1,6 katı kadardır.

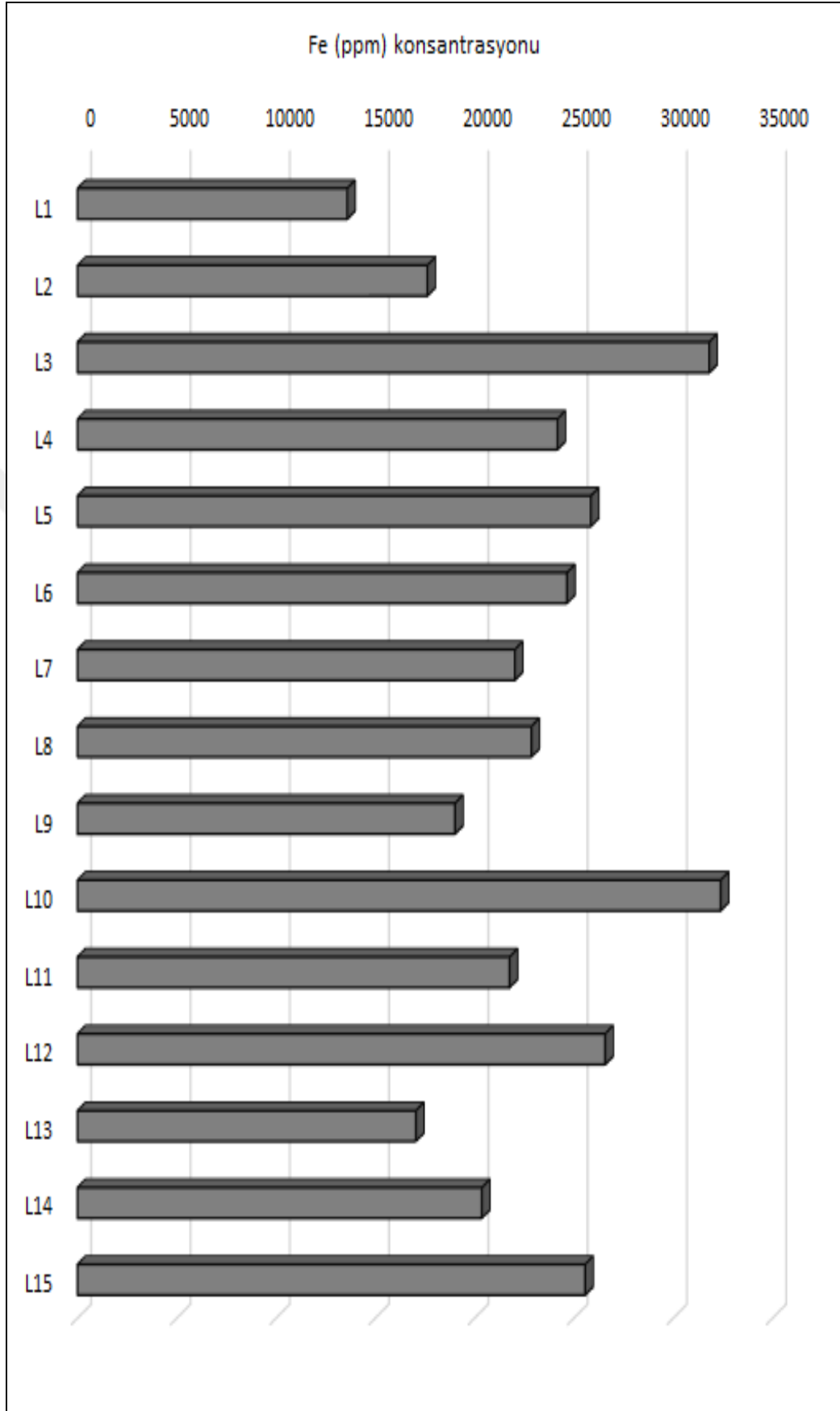
Al konsantrasyonunun lokasyonlar bazında değişimi incelendiğinde en düşük değerin 10 980 ppm ile L2 lokasyonunda elde edildiği ve bu değeri 13 425 ppm ile L1, 13 613 ppm ile L13 ve 13 642 ppm ile L4 lokasyonlarının takip ettiği görülmektedir. En yüksek Al konsantrasyonu değerleri ise 17 748 ppm ile L10, 16 697 ppm ile L3, 15 721 ppm ile L5 ve 15 301 ppm ile L12 lokasyonlarında elde edilmiştir. Al konsantrasyonunun lokasyonlar bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.10'da verilmiştir.



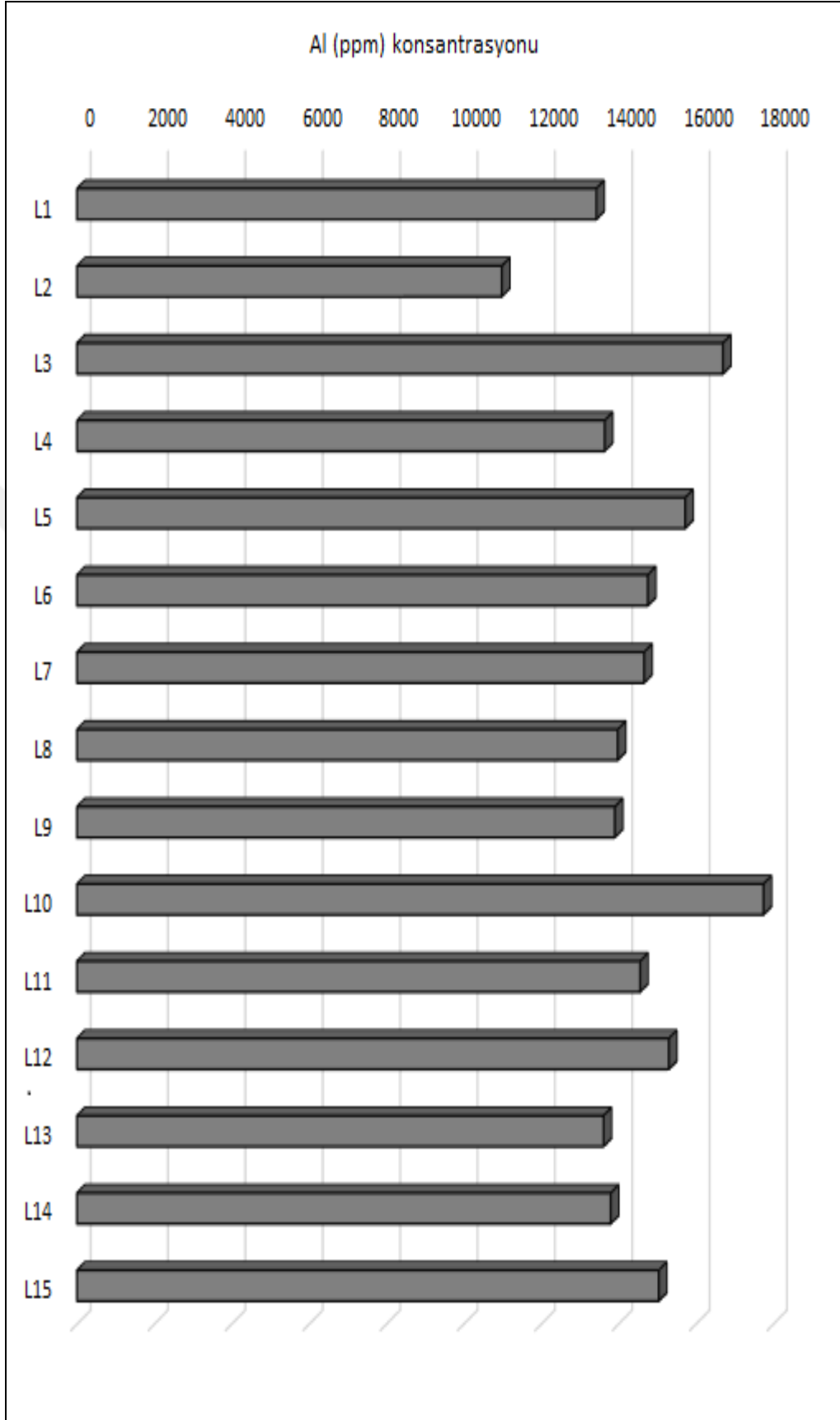
Şekil 4.7 Ca konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.8 Mn konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.9 Fe konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.10 Al konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi

Çalışma kapsamında değerlendirilen ağır metallere Cr, Co, Ni ve Cu elementlerinin lokasyon bazında ortalama konsantrasyonları ile varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ve hata oranı ile Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3 Cr, Co, Ni ve Cu konsantrasyonlarının lokasyonlar bazında değişimi

Lokasyon	Cr (ppb)	Co (ppb)	Ni (ppb)	Cu (ppb)
L1	33098 b	5934 a	22588 b	20821 k
L2	41624 f	8573 j	30639 g	7794 d
L3	50240 j	9144 k	37087 j	51949 l
L4	72367 m	10263 l	49532 k	9205 f
L5	40518 e	6527 d	24969 d	8395 e
L6	37063 c	7959 h	26179 e	13933 i
L7	51570 k	8146 i	36538 i	14018 i
L8	39674 d	7329 f	29121 f	7002 b
L9	42475 g	8637 j	30372 g	10863 h
L10	62382 l	10907 m	52691 l	9990 g
L11	30066 a	6373 c	21055 a	7756 d
L12	46435 i	6141 b	21016 a	2090 a
L13	45115 h	7739 g	32854 h	7460 c
L14	99165 n	13452 n	84612 m	14530 j
L15	33203 b	6913 e	23690 c	10116 g
F Değeri	18644,371	4411,824	31786,242	38224,891
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000

Tablo 4.3 değerleri incelendiğinde Cr konsantrasyonunun lokasyonlar bazındaki değişiminin istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde olduğu görülmektedir. Duncan testi sonuçlarına göre her lokasyon sadece bir homojen grupta yer almış ve sadece L1 ve L15 lokasyonları ikinci grupta yer almışlar, bunun dışındaki bütün lokasyonlar sadece bir homojen grupta yer almışlardır. Dolayısıyla 15 lokasyon, Duncan testi sonucunda 14 homojen grup oluşturmuştur.

Ortalama değerler incelendiğinde Cr konsantrasyonlarının 30 066 ppb ile 99 165 ppb arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek Cr konsantrasyonu ile en düşük Cr konsantrasyonu arasında 3,3 kata yakın fark olması dikkat çekmektedir.

En düşük Cr konsantrasyonları L11 (30 066 ppb), L1 (33 098 ppb) ve L15 (33 203 ppb) lokasyonlarında elde edilirken en yüksek Cr konsantrasyonları ise L14 (99 165 ppb), L4 (72 367 ppb) ve L10 (62 382 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir. Lokasyonlar bazında değerlendirildiğinde 13 lokasyonun Cr konsantrasyonu değerleri 30 066 ppb ile 62 382 ppb arasında değişirken L4 ve L14 lokasyonlarda elde edilen değerlerin oldukça yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Cr konsantrasyonlarının lokasyonlar bazında değişimi Şekil 4.11’de verilmiştir.

Co konsantrasyonunun lokasyon bazında değişiminin de varyans analizi sonucuna göre istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde olduğu görülmektedir. Duncan testi sonucunda her bir lokasyon ayrı bir homojen grup oluşturmuş ve hiçbir lokasyon birden fazla homojen grupta yer almadığı gibi L2 ve L9 dışında da aynı homojen grupta birden fazla lokasyon yer almamıştır. L2 ve L9 ise j grubunu oluşturmuşlardır. Böylece Cr konsantrasyonunda olduğu Co konsantrasyonunda da 15 lokasyon 14 homojen grup oluşturmuştur.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük Co konsantrasyonu değerinin L1 lokasyonunda elde edildiği görülmektedir. L1 (5 934 ppb) lokasyonundan sonra en düşük değerler L12 (6 141 ppb), L11 (6 373 ppb) ve L5 (6 527 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

En yüksek Co konsantrasyonu değeri ise L14 (13 452 ppb) lokasyonunda elde edilirken sonraki en yüksek değerler L10 (10 907 ppb), L4 (10 263 ppb) ve L3 (9 144 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Değerler incelendiğinde en yüksek Co konsantrasyonunun (13 452 ppb), en düşük Co konsantrasyonunun (5 934 ppb) yaklaşık 2,27 katı olduğu görülmektedir. Çalışmaya konu lokasyonlarda Co konsantrasyonunun lokasyon bazında değişiminin daha rahat

algılanabilmesi amacıyla hazırlanan Co konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.3 ’de Ni konsantrasyonunun değişimi incelendiğinde, lokasyonlar bazındaki Ni konsantrasyonunun değişiminin de istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeyde olduğu görülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde ise Ni konsantrasyonunun 21 016 ppb (yaklaşık 21,02 ppm) ile 84612 ppb (yaklaşık 84,61 ppm) arasında değiştiği görülmektedir.

Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde 15 lokasyonun 13 homojen grup oluşturduğu ve hiçbir lokasyonun iki homojen grupta birden yer almadığı görülmektedir. Bunun dışında sadece L11 ve L12 ilk homojen grupta, L2 ile de L9 7. homojen grupta birlikte yer almışlar, bunun dışında her bir lokasyon ayrı bir homojen grup oluşturmuştur.

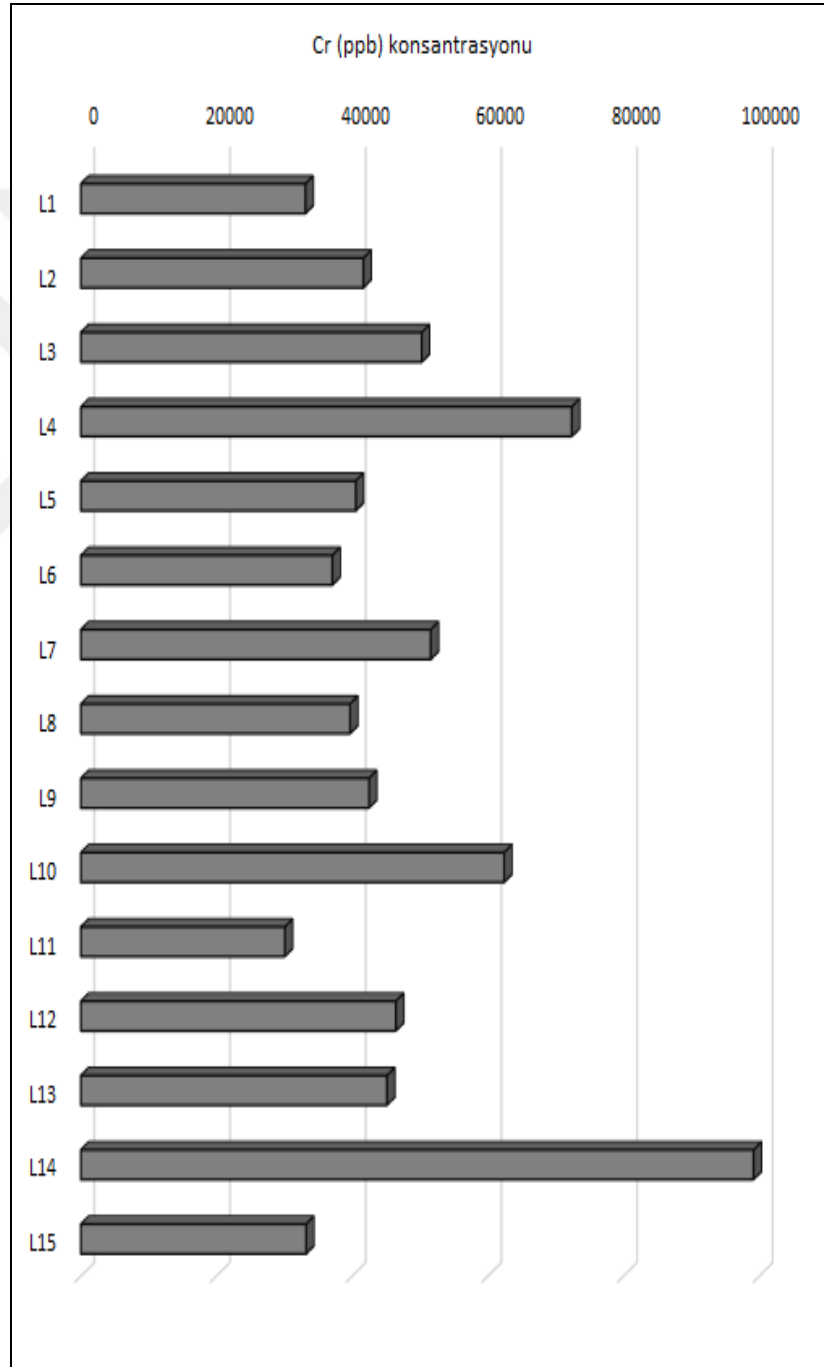
Ni konsantrasyonunun lokasyonlar bazında değişimi incelendiğinde ise en düşük değerlerin L12 (21 016 ppb), L11 (21 055 ppb) ve L1 (22 588 ppb) lokasyonlarında elde edilirken en yüksek değerlerin ise L14 (84 612 ppb), L10 (52 691 ppb) ve L14 (49 532 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. Ni konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.3 değerleri incelendiğinde varyans analizi sonucunda Cu konsantrasyonunun da lokasyonlar bazındaki değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir. Duncan testi sonucunda oluşan gruplar incelendiğinde 12 homojen grup olduğu ve her bir lokasyonun sadece bir homojen grupta yer aldığı görülmektedir. Bunun dışında sadece L2 ile L11 d grubunu, L10 ile L11 g grubunu ve L6 ile de L7 i grubunu oluşturmuşlardır.

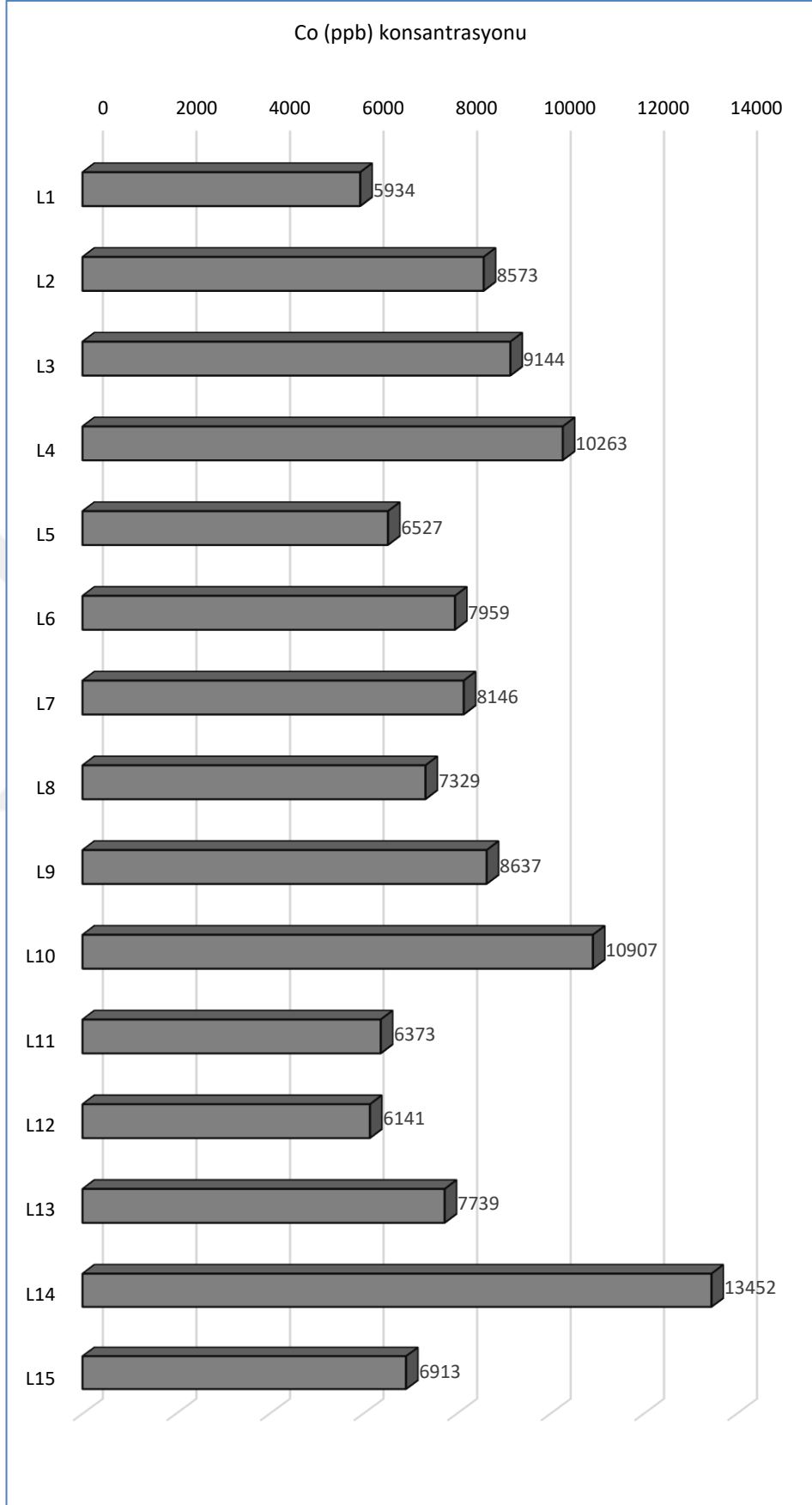
Değerler incelendiğinde Cu konsantrasyonunun 2 090 ppb ile 51 949 ppb arasında değiştiği görülmektedir ki Cu konsantrasyonu oransal olarak en geniş değişim aralıklarından birisine sahiptir. En yüksek değer, en düşük değer yaklaşık 25 katıdır.

Cu konsantrasyonunun lokasyonlar bazında değişimi incelendiğinde ise en düşük değerlerin L12 (2 090 ppb), L8 (7 002 ppb) ve L13 (7 460 ppb) lokasyonlarında elde

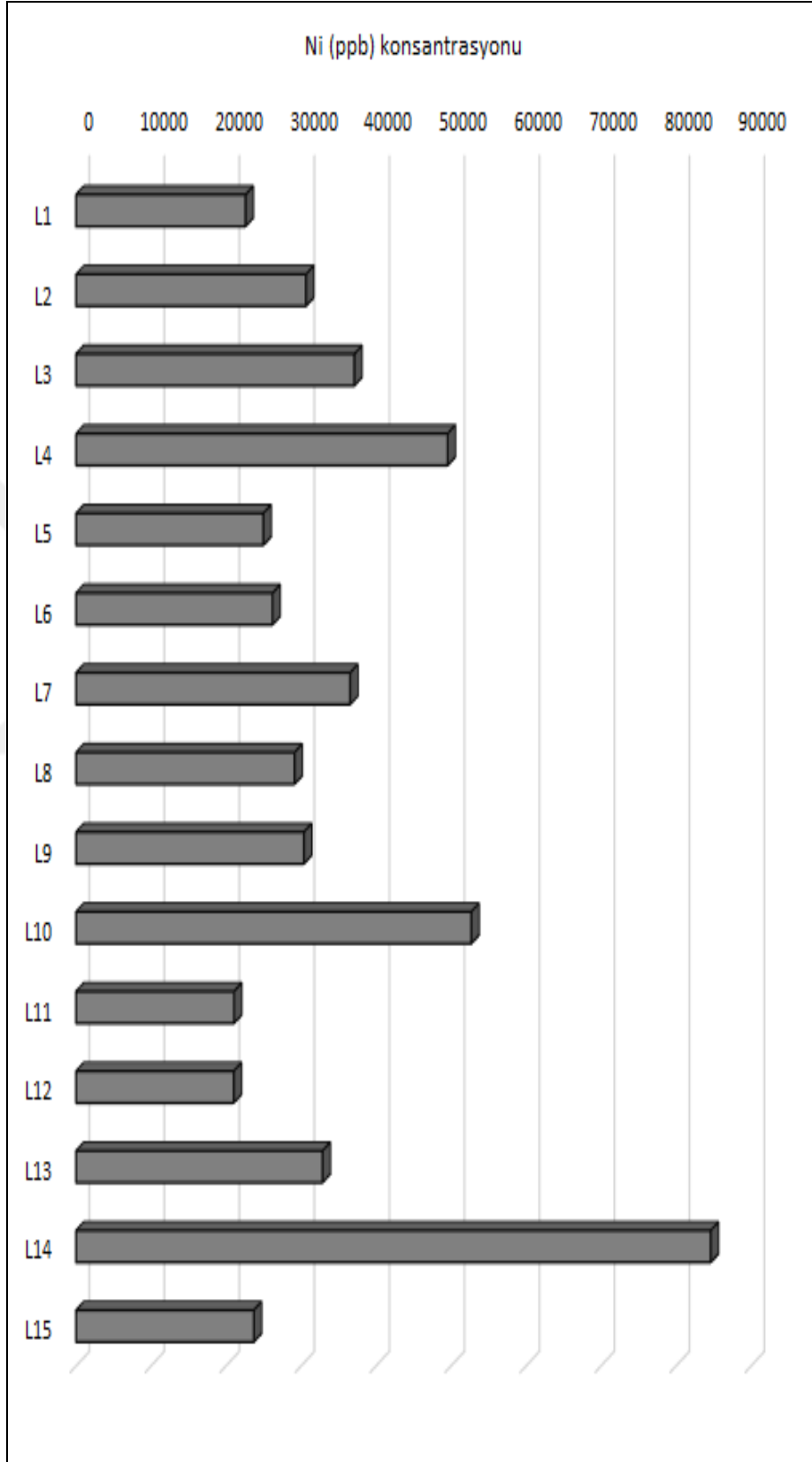
edilirken en yüksek değerler ise L3 (51 949 ppb), L1 (20 821 ppb) ve L14 (14 530 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir. Değerler incelendiğinde Cu konsantrasyonun büyük oranda 2 090 ppb ile 14 530 ppb arasında olduğu ve sadece iki lokasyonda elde edilen değerlerin bu değerlerin çok üzerinde olduğu görölmektedir. Cu konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.14’de verilmiştir.



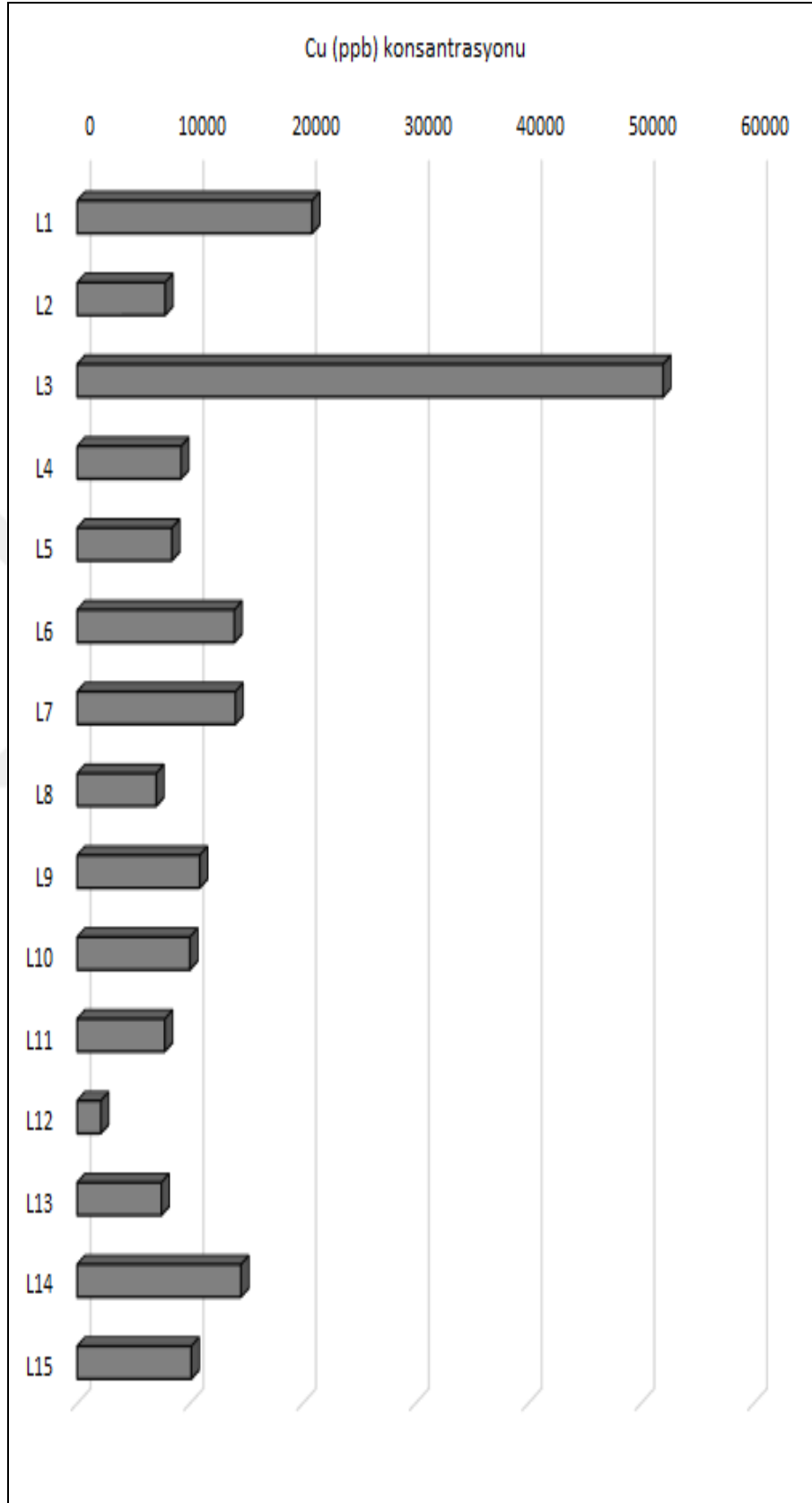
Şekil 4.11 Cr konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.12 Co konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.13 Ni konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.14 Cu konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi

Çalışmaya konu elementlerden Zn, Cd, Pb ve B elementlerinin lokasyon bazında ortalama değerleri ile varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile hata oranı ve Duncan testi sonucunda oluşan gruplaşmalar Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4 Zn, Cd, Pb ve B konsantrasyonlarının lokasyonlar bazında değişimi

Lokasyon	Zn (ppb)	Cd (ppb)	Pb (ppb)	B (ppb)
L1	89 812 j	267 g	14 420 e	5 010 b
L2	34 202 a	197 ef	12 837 d	12 353 e
L3	160 813 k	744 h	44 110 k	21 245 j
L4	48 890 e	161 d	22 986 i	29 384 l
L5	38 306 b	120 b	10 764 b	8 097 c
L6	54 945 g	201 f	12 766 d	14 155 f
L7	60 498 h	213 f	14 809 f	20 492 i
L8	37 027 b	149 cd	11 547 c	18 014 g
L9	51 665 f	214 f	15 831 g	19 837 h
L10	69 378 i	197 ef	16 129 g	22 102 k
L11	33 948 a	94 a	12 526 d	4 953 b
L12	36 915 b	132 bc	9 262 a	3 459 a
L13	42 132 c	181 e	27 611 j	14 437 f
L14	51 151 f	213 f	20 413 h	48 293 m
L15	44 423 d	142 c	14 252 e	11 482 d
F Değeri	4 710,327	766,088	5 218,581	9 438,639
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000

Tablo 4.4 ‘de görüldüğü üzere Zn konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi varyans analizi sonucuna göre istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p < 0,001$) anlamlıdır. Ortalama değerler incelendiğinde en düşük Co konsantrasyonu değerinin L11 lokasyonunda (33 948 ppb) elde edildiği görülmektedir. En yüksek değer ise L3 lokasyonunda (160 813 ppb) elde edilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre L3 lokasyonunda elde edilen değer L11 lokasyonunda elde edilen değer 4,7 katından fazladır.

Duncan testi sonuçları incelendiğinde Zn konsantrasyonu bakımından 11 homojen grup oluşmuş ve her bir lokasyon sadece bir homojen grupta yer almıştır. Ancak, L2 ile L11, L5 ile L8 ve L12, L9 ile de L14 aynı homojen gruplarda yer almıştır.

Ortalama değerlere göre en düşük Zn konsantrasyonları sırasıyla L11 (33 948 ppb), L2 (34 202 ppb), L12 (36 915), L8 (37 027 ppb) ve L5 (38 306 ppb) lokasyonlarında elde edilirken en yüksek konsantrasyonlar ise L3 (160 813 ppb), L1 (89 812 ppb) ve L10 (69 378 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Çalışmaya konu lokasyonlarda Zn konsantrasyonunun lokasyon bazında değişiminin daha rahat algılanabilmesi amacıyla hazırlanan Zn konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.15’de verilmiştir.

Çalışmaya konu elementler arasında miktar olarak konsantrasyonu en düşük olan elementin Cd olduğu belirlenmiştir. Cd konsantrasyonunun da lokasyon bazındaki değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde ($p < 0,001$) anlamlıdır. Yapılan hesaplamalara göre Cd konsantrasyonu lokasyon bazında 94 ppb ile 744 ppb arasında değişmektedir.

Cd konsantrasyonu, Duncan testi sonucunda en az homojen grup oluşan elementlerdendir. Çalışmaya konu lokasyonlar Duncan testi sonucunda 8 homojen grupta toplanmış, L2, L8, L10 ve L12 lokasyonları ikişer homojen grupta yer almışlardır.

En düşük Cd konsantrasyonu 94 ppb ile L11 lokasyonunda elde edilirken sonraki en düşük değerler 120 ppb ile L5, 132 ppb ile L12 ve 142 ppb ile L15 lokasyonlarında elde edilmiştir. En yüksek değerler ise 744 ppb ile L3, 267 ppb ile L3, 214 ppb ile L9 ve 213 ppb ile L14 lokasyonlarında elde edilmiştir. Cd konsantrasyonunun 14 lokasyonda en fazla 267 ppb seviyesine çıkarken L3 lokasyonunda bu değer yaklaşık 3 katına çıkması dikkat çekmektedir. Cd konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.16’da verilmiştir.

Çalışma kapsamında değerlendirilen elementlerden en önemlilerinden birisi de Pb'dir. Yapılan varyans analizi sonucunda Pb konsantrasyonunun da lokasyon bazındaki değişimi istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

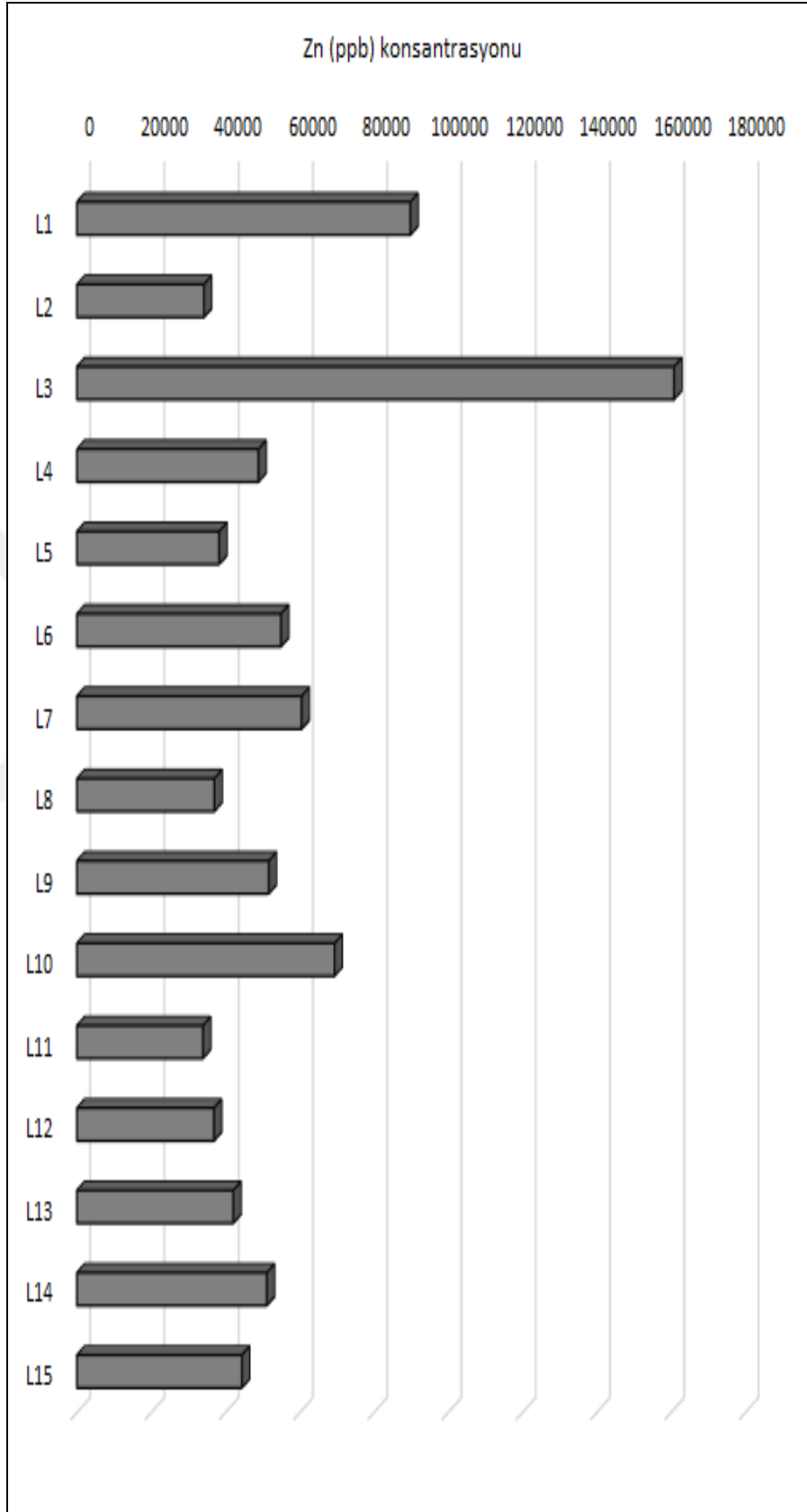
Duncan testi sonucunda lokasyonlar Pb konsantrasyonu bakımından 11 homojen grup oluşturmuş ve bütün lokasyonlar sadece bir homojen grupta yer almışlardır. Ancak, L2 ile L6 ve L11, L1 ile L15, L9 ile de L10 lokasyonları aynı homojen gruplarda yer almışlardır.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük Pb konsantrasyonları L12 (9 262 ppb), L5 (10 764 ppb) ve L8 (11 547 ppb) lokasyonlarında elde edilirken en yüksek Pb konsantrasyonları ise L3 (44 110 ppb), L13 (27 611 ppb) ve L4 (22 986 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir. En yüksek iki değer arasında oldukça fazla fark olması dikkat çekmektedir.

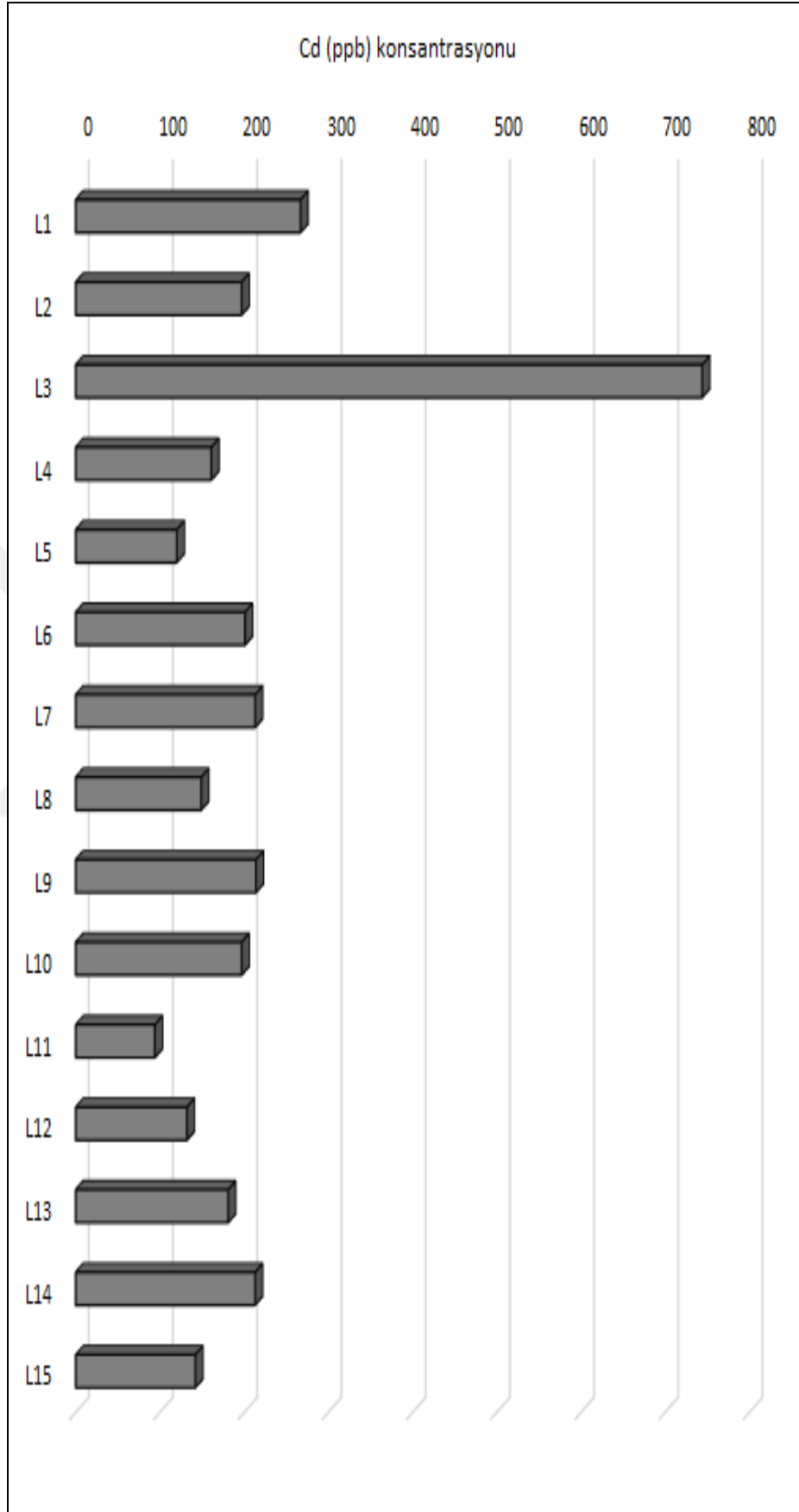
Çalışmaya konu lokasyonlarda Pb konsantrasyonunun lokasyon bazında değişiminin daha rahat algılanabilmesi amacıyla hazırlanan Pb konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.17'de verilmiştir.

Çalışma kapsamında değerlendirilen son element olan B'nin de lokasyon bazında değişimi istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,001$) düzeydedir. B konsantrasyonu bakımından lokasyonlar 14 homojen grup oluşturmuş ve her bir lokasyon sadece bir homojen grupta yer almıştır. Bunun dışında sadece L1 ile L11 lokasyonları aynı homojen grupta yer almış diğer lokasyonların her birisi ayrı bir homojen grup oluşturmuştur.

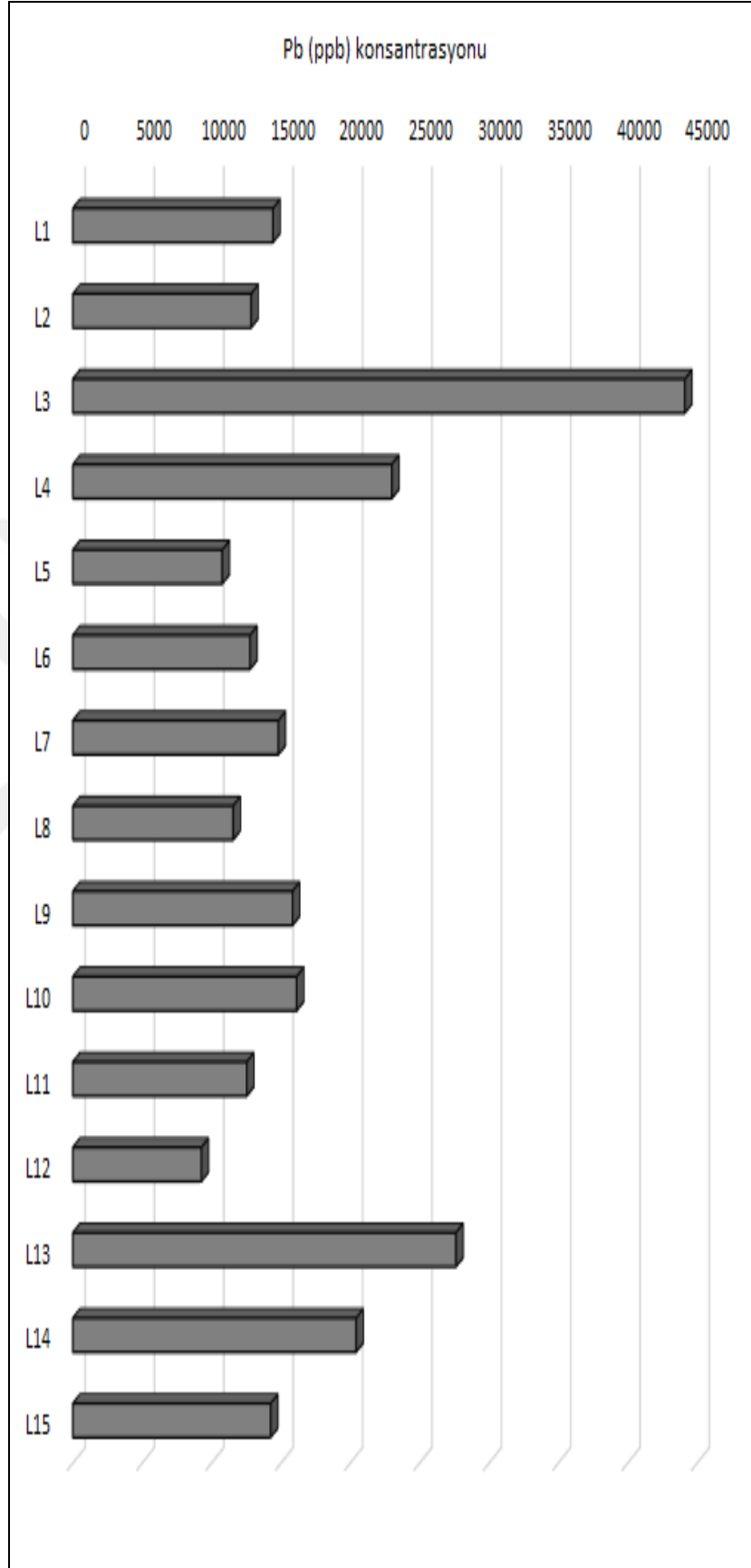
En düşük B konsantrasyonu 3 459 ppb ile L12 lokasyonunda elde edilirken bunu 4 953 ppb ile L12, 5 010 ppb ile L1 ve 8 097 ppb ile L5 lokasyonları takip etmektedir. En yüksek B konsantrasyonları ise 48 293 ppb ile L14, 29 384 ppb ile L4, 22 102 ppb ile L10 ve 21 245 ppb ile L3 lokasyonlarında elde edilmiştir. L14 lokasyonunda elde edilen değer, L12 lokasyonunda elde edilen değer yaklaşık 14 katı olması dikkat çekmektedir. B konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimini gösterir grafik Şekil 4.18'de verilmiştir.



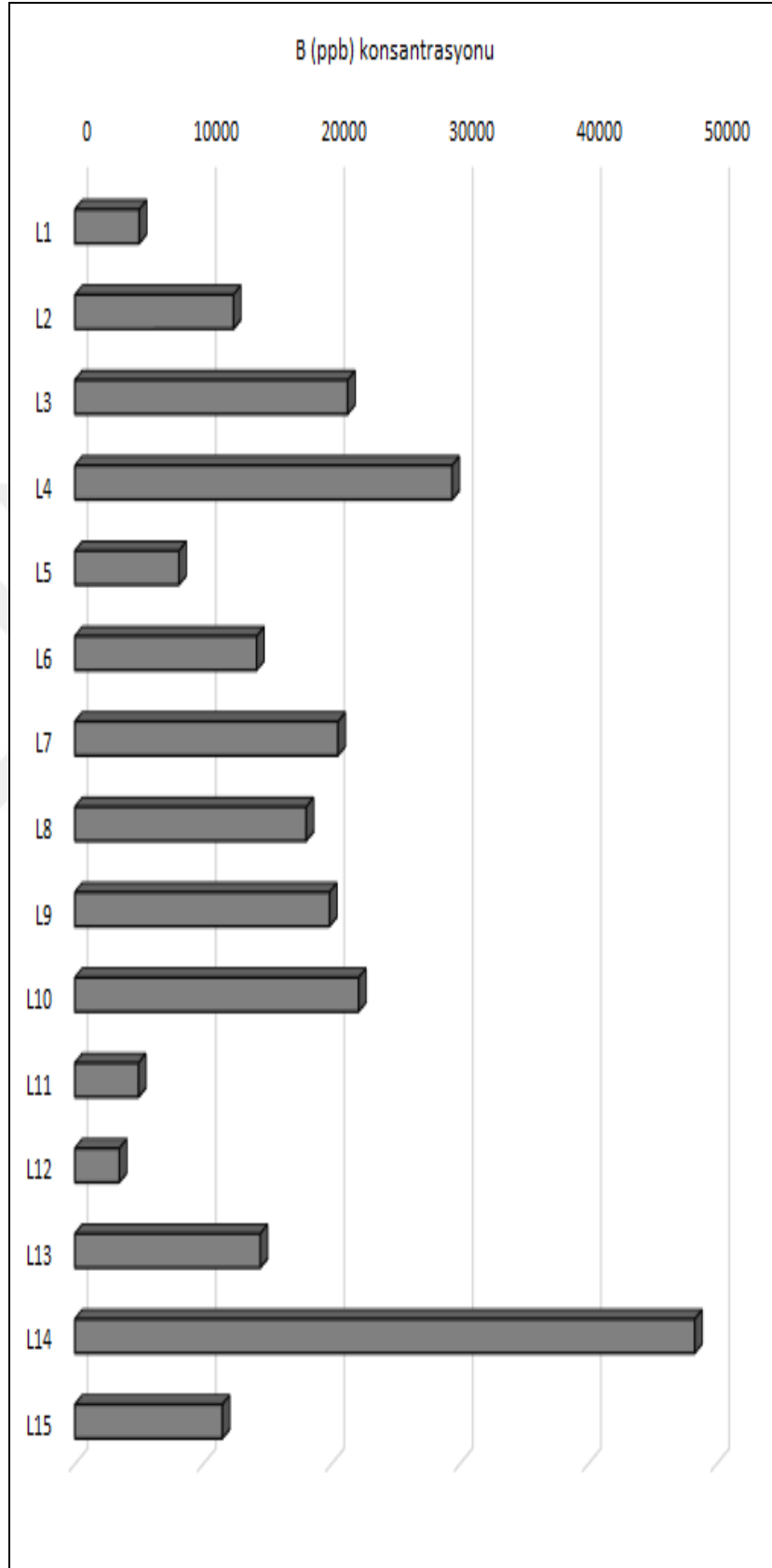
Şekil 4.15 Zn konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.16 Cd konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.17 Pb konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi



Şekil 4.18 B konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi

Çalışmaya konu elementlerin birbirleri ile ilişki düzeylerini belirleyebilmek amacıyla verilere korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5 Korelasyon analizi sonuçları

	Ca	Mn	Fe	Al	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Mn	-0,133										
Fe	-0,359*	0,375*									
Al	-0,053	0,142	0,843**								
Cr	-0,227	0,014	0,153	0,055							
Co	-0,319*	-0,055	0,197	0,057	0,908**						
Ni	-0,223	-0,105	0,113	0,051	0,964**	0,957**					
Cu	0,441**	0,252	0,298*	0,321*	0,070	0,178	0,121				
Zn	0,533**	0,162	0,352*	0,429*	0,075	0,166	0,112	0,965**			
Cd	0,408**	0,330*	0,327*	0,297*	0,097	0,211	0,127	0,970**	0,952**		
Pb	0,301*	0,500**	0,258	0,225	0,301*	0,379*	0,319*	0,805**	0,774**	0,842**	
B	-0,300*	-0,047	0,094	-0,012	0,909**	0,942**	0,947**	0,191	0,143	0,195	0,382*

Korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde bir çok elementin birbiri ile istatistiki olarak anlamlı (en az $p < 0,05$) düzeyde ilişkili olduğu görülmektedir. İlişki düzeyi en yüksek elementler ise Cu ile Cd (0,970), Cu ile Zn (0,965) ve Ni ile Cr (0,964) olarak belirlenmiştir. Ancak birbirleri ile çok kuvvetli ilişki içerisinde bulunan çok sayıda element mevcuttur. Bu ilişkilerin büyük çoğunluğu pozitif yönlü olsa da bazı elementlerin de birbirleri ile negatif yönlü ilişkide oldukları dikkat çekmektedir.

Özellikle Ca'nın elementlerin çoğu ile negatif yönlü ilişki içerisinde olduğu görülmekle birlikte bu ilişkilerden sadece Fe, Co ve Bo ile olan ilişkileri istatistiki olarak anlamlı (en az $p < 0,05$) düzeydedir. Bu ilişkilerden Fe (-0,359) ve Co (-0,319) ile olan ilişki düzeyi orta düzeyde kuvvetlidir. Ca'nın Cu, Zn, Cd ve Pb ile olan ilişkileri ise istatistiki olarak anlamlı düzeyde ve pozitif yönlüdür.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında çalışmaya konu 15 lokasyonda tuz, pH, kireç, P, K ve OM miktarları yanında bazı ağır metal konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimleri değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında değerlendirilen karakterlerden olan tuz oranı oldukça önemli parametrelerden birisidir. Kök bölgesindeki tuz yoğunluğunun artması sonucunda bitkilerin kök bölgesindeki mevcut sudan yararlanabilme kapasitesi oldukça azalır. Ortamda su olmasına rağmen bitkiler susuzluktan ölür. Bitki kök hücrelerinin plasmalarında çatlama meydana gelir ve toprak tuzluluğunun ileri aşamalarında plasmoliz olayı meydana gelir ki bu da bitkinin ölümü demektir. Genel olarak topraklar tuz oranı %0,15'den düşükse tuzsuz, %0,15-0,35 arasında ise hafif tuzlu, %0,35-0,65 arasında ise orta tuzlu ve %0,65'den yüksek ise tuzlu olarak sınıflandırılmaktadır (Tagem, 2018). Çalışma kapsamında değerlendirilen lokasyonlarda tuz oranının %0,018 ile %0,06 arasında değiştiği belirlenmiştir. Dolayısıyla çalışmaya konu toprak örneklerinin tamamının tuzsuz topraklar olduğu söylenebilir.

Çalışma kapsamında değerlendirilen lokasyonlarının pH'sının 7,32 ile 8,11 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ancak yapılan varyans analizi sonucunda lokasyonlar arasında pH bakımından istatistiki olarak anlamlı ($p < 0,05$) düzeyde bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Toprak pH'sı kimyasal, biyolojik ve fiziksel süreçleri etkileyerek, toprak özellikleri, üzerine son derece etkiye sahip bir faktördür. Bitkilerin pH istekleri farklıdır (Dizikısa, 2014). Bundan dolayı pH toprak karakteri konusunda yapılan hemen her çalışmada belirlenen bir faktördür (Penn ve Camberato, 2019; Hong vd., 2019; Xing vd., 2019; Zhou vd., 2019).

Çalışma kapsamında değerlendirilen bir diğer parametre kireçtir. Çalışmaya konu lokasyonlarda kireç oranının %0,363 ile %5,863 arasında değiştiği belirlenmiştir. Genel olarak topraklardaki CaCO_3 oranı %1'den az ise az kireçli, %1-5 arasında ise kireçli, %5-15 arasında ise orta kireçli olarak sınıflandırılmaktadır (Parlak, 2016). Bu

değerlere göre çalışmaya konu lokasyonlardan 1 tanesi orta kireçli, 9 tanesi kireçli ve diğerleri ise az kireçli topraklardır.

Kireç; kil, kum ve humus, toprağın katı kısmını oluşturan 4 ana unsurdur. Bu unsurlardan olan kireç, humus ve killerin koagülasyonunu sağlamaktadır. Toprakta kireç bulunmaması durumunda toprakta kil ve humus akıcı bir hal almaktadır. Toprak parçacıklarının etrafını sararak, hava ve su için geçirimsiz bir ortam oluşturmakta, bu ortamda toprağın tav haline gelmesi gecikmekte ve işlenmesi güçleşmektedir (Tagem, 2018).

Çalışmaya konu bir diğer element olan fosforun (P) topraklardaki oranı 2,5 mg/kg-1 dan az ise çok az, 2-8 mg/kg-1 arasında ise az, 8-25 mg/kg-1 arasında ise yeterli, 25-80 mg/kg-1 arasında fazla ve 80 mg/kg-1'den yüksek ise çok fazla şeklinde sınıflandırılmaktadır (Parlak, 2016). Bu sınıflandırmaya göre P bakımından çalışmaya konu lokasyonların 8 tanesi az, 5 tanesi az ve 2 tanesi ise yeterli olarak sınıflandırılabilir.

P, bitki besin maddeleri içerisinde azot ve potasyum ile birlikte bitkiler tarafından topraktan en çok alınan besin maddelerindendir (Dizikısa, 2014). Bundan dolayı çalışmalara en çok konu olan elementlerden birisidir ve topraklarda P miktarının belirlenmesi konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Solaiman vd., 2019; Van der Bom vd., 2019; Fabiańska vd., 2019; Gao vd., 2019).

Bir diğer önemli besin elementi olan potasyum (K) , magnezyum ve kükürt bitkilerde fotosentez, karbonhidrat ve protein metabolizmalarında ve bunun yanında potasyum ve magnezyum enerji transferinde rol oynamaktadır. Ayrıca, birçok enzimin aktivasyonunda, hücrelerde ozmotik basıncın oluşturulması yoluyla bitkinin su alımında ve hücre büyümesi gibi birçok metabolik süreçlerde görev alarak bitki gelişimini etkilemektedir (Dizikısa, 2014). Bundan dolayı da topraktaki miktarı en çok değerlendirilen elementlerdendir (Jiang vd., 2019; Portela vd., 2019; Wu vd., 2019).

Çalışma kapsamında değerlendirilen topraklarda K miktarının 39,55 kg/da ile 209,06 kg/da arasında değiştiği belirlenmiştir. K miktarı 50 mg/kg-1 den az ise çok az, 50-140

mg/kg-1 arasında ise az, 140-370 mg/kg-1 arasında ise yeterli kabul edilmektedir (Parlak, 2016). Bu değerlere göre K oranı çalışmaya konu lokasyonların 2 tanesinde çok az, 9 tanesinde az, 4 tanesinde ise yeterli düzeydedir.

Organik madde (OM) miktarı (%) değerlendirilen bir başka karakterdir. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyen organik madde, toprak verimliliği ile yakından ilgilidir. Toprak verimliliğindeki önemi nedeniyle organik madde, yaygın olarak toprak verimliliğinin çok önemli bir indeksi olarak kullanılmaktadır (Tagem, 2018). Topraklardaki organik madde miktarı %1'den az ise çok az, %1-2 ise az, %2-3 ise orta, %3-4 iyi ve %4'den fazla ise yüksek kabul edilmektedir (Parlak, 2016). Bu durumda çalışmaya konu lokasyonların 7 tanesinde OM miktarı çok az, 5 tanesinde az, 1 tanesinde orta ve 2 tanesinde iyi durumdadır. Organik madde miktarı da toprak verimliliğinde son derece önemli bir parametre olduğundan çok sayıda çalışmaya konu olmuştur (Liang vd., 2019; Frey, 2019; Lavallee vd., 2020).

Çalışma sonucunda en düşük değerler Mn, Fe ve Co bakımından L1, Ca ve Al bakımından L2, Cr, Zn ve Cd bakımından L11, Ni, Cu, Pb ve B bakımından ise L12 lokasyonlarında elde edilmiştir. En yüksek değerler ise Ca bakımından L1, Fe ve Al bakımından L10, Cu, Zn, Cd, Pb ve Mn bakımından L3, Cr, Co, Ni ve B bakımından ise L14 lokasyonlarında elde edilmiştir. Ca, Mn, Fe, Al ve Co bakımından en düşük değerlerin elde edildiği lokasyonlar olan L1 ve L2 lokasyonları Şehir merkezinde anayol ve anayol kenarıdır. Cr, Zn, Cd, Ni, Cu, Pb ve B bakımından en düşük değerlerin elde edildiği L11 ve L12 lokasyonları ise Şehir merkezi dışında sanayi bölgesi ve sanayi bölgesi kenarında yer alan lokasyonlardır.

Cu, Zn, Cd, Pb ve Mn bakımından en yüksek değerlerin elde edildiği L3 lokasyonu Şehir merkezinde arayol kenarı iken Cr, Co, Ni ve B bakımından en yüksek değerin elde edildiği L14 lokasyonu ise Şehir merkezi dışında ziraat alanıdır.

Çalışma sonuçları özellikle en düşük birçok değerin Şehir merkezinde anayol ve anayol kenarı ile Şehir merkezi dışında sanayi bölgesi ve sanayi bölgesi kenarında elde edilmiş olması bakımından dikkat çekicidir. Őařırtıcı bir Şekilde en yüksek değerlerde pek çok

ağır metal bakımından Şehir merkezinde arayol kenarı ve Şehir merkezi dışında ziraat alanında elde edilmiştir.

Bu durum bŧyŧk oranda topraktaki ağır metallerin kaynağına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Topraktaki ağır metallere doğal kaynaklar, trafik emisyon kaynağı, endŧstriyel emisyon kaynağı ve karıŐık kaynak gibi farklı kaynakların etkisiyle oluŐmaktadır (Chen ve Lu, 2018). Bunun dışında pek çok ağır metal esasında bitkiler için besin elementidir. Örneğin Fe, klorofil oluŐumu ŧzerine katalitik etki yapar, enzim sistemlerine katılır ve solunum, fotosentez, enerjinin tutulması ve taŐınması gibi önemli biyokimyasal ve metabolik olaylarda görev alır. Bundan dolayı topraktaki Fe eksikliği gŧbreleme ile giderilmeye çalıŐılır (Mossi, 2018).

Benzer Şekilde Zn, hem insanlar, hem hayvanlar hem de bitkiler için mutlaka gerekli bir elementtir. Zn, bitkilerde protein ve karbonhidrat sentezine katılır. Ayrıca, enzim aktivasyonu, fotosentez ve solunum faaliyetleri yanı sıra biyolojik membran stabilitesi ŧzerine etkilidir. Bundan dolayı ŧrŧn miktar ve kalitesini doğrudan etkilemektedir. İnsan ve hayvanlarda ise özellikle enzim faaliyetlerinde rol oynar ve enzim yapısında yer alır. Başlıca görevleri ise RNA, DNA, protein sentezi, insulinin aktivasyonu, A vitamininin hŧcelere taŐınması ve kullanımı, yaraların iyileŐmesi, hŧcelerin blŧnerek oğalabilmesidir. Ayrıca tad alma, sperm yapımı, bađıŐıklık sisteminin gŧlendirilmesi, davranıŐ ve öğrenme performansının artışı, anne karnındaki ve dođmuŐ bebek ve çocukların bŧyŧme ve gelişimi, kanda yağların taŐınması gibi birçok olayla görev almaktadır. Bununla birlikte Zn yŧksek konsantrasyonlarda toksiktir (Mossi, 2018).

Birçok ağır metal, bitki ve hayvanlar için gereklidir. Magnezyum, kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum, demir, çinko, bakır, krom, iyot ve selenyum, hayati önem taşıyan 11 mineral olarak tanımlanmaktadır (Mossi, 2018). Ancak canlılar için mutlak gerekli olsalar dahi neredeyse bŧtŧn ağır metallere belirli konsantrasyonların ŧzerinde toksik etki yaptığı belirtilmektedir. Bundan dolayı özellikle bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi ŧzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. ŧnkŧ bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonları da bŧyŧk oranda topraktan kaynaklanmaktadır (Shahid vd., 2017; Batır, 2019; Gŧltekin, 2020).

Ayrıca havadaki ağır metaller de bir süre sonra toprağa ulaşmaktadır. Bundan dolayı topraktaki ağır metal kirliliğinin belirlenmesi konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Chen ve Lu (2018) Çin'deki Xi'an şehrinin etrafındaki bölgedeki üst topraklardan aldıkları numunelerde Zn, Co, V, As, Cu, Mn, Ba, Ni ve Pb konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Çalışma kapsamında pozitif matris çarpanlara ayırma (PMF) yöntemini kullanarak dört kontaminasyon kaynağı belirlenmiştir. PMF yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirme sonucunda, söz konusu kaynakların ağır metal kirliliğine katkı oranları doğal kaynak %25,04, trafik kaynağı %24,71, karma kaynak %24,99 ve endüstriyel kaynak %25,26 olarak hesaplanmıştır.

Dehghani vd., (2017) çalışmalarında Tahran'ın merkez bölgesinde toplam 30 sokak tozu ve 10 yüzey toprağını inceledikleri çalışma sonucunda Cu, Sb, Pb ve Zn kontaminasyonunun, fren aşınması, lastik tozu, yol aşınması ve fosil yakıt yanması gibi antropojenik kaynaklarla ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Acar ve Özkul (2020) çalışmalarında Kütahya-Eskişehir Karayolu yol kenarı toprak ve toz örneklerini Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cr ve Hg ağır metal içerikleri yönünden incelemişlerdir. Numunelerin konsantrasyonları Cu için 4,25-77,99 mg / kg, Pb için, 7,71-224,02 mg / kg, Zn için 12,50-595,0 mg / kg, Ni için 38,0-1 981,10 mg / kg, As için 2,0-22,5 mg / kg, Cr için 1,10-473,10 mg / kg ve Hg için 5,0-500,0 mg / kg olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda karayolunun yol kenarındaki toprakları ve tozları çoğunlukla Cu, Pb, Zn, As, Cr ve Hg için düşük ve orta menzilli kirlilik ve zenginleştirme dereceleri, Ni için ise oldukça yüksek dereceler gösterdiği belirlenmiştir.

He vd., (2019) çalışmalarında Daye'den (Hubei Eyaleti, Çin) toplanan 213 toprak örneğini kullanarak Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn için toprak ağır metal dağılım haritaları oluşturmuşlardır. Çalışma sonuçları, çalışma bölgesindeki toprakların % 46,1'inin orta, % 32,1'inin yüksek ve % 0,5'inin aşırı derecede kirliliği olduğunu göstermiştir.

Hou vd., (2019) çalışmalarında, Çin genelinde 3 877 alanda sokak tozundaki Cu, Zn, Cd ve Pb konsantrasyonları konusunda yapılmış çalışmaları değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda Cu, Zn, Cd ve Pb seviyelerinin güneydoğu illerinde Çin'in

kuzeybatısındakinden daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Trafik emisyonları ve endüstriyel faaliyetler sokak tozunda iki ana ağır metal kirliliği kaynağı olarak belirlenmiştir. Pb'nin ortaya koyduğu kanserojen olmayan riskler, hem çocuklar hem de yetişkinler için diğer üç metal tarafından ortaya çıkan risklerden nispeten daha yüksektir. Öte yandan, çocuklar için Daye şehrinde Pb haricinde, tehlike indeksi (HI) değerlerinin hiçbiri güvenli seviyeyi (1,0) aşmamıştır (HI = 1,074). Çocuklar için HI değerleri yetişkinlere göre daha yüksek bulunmuştur.

Mehr vd., (2017) orta İran'ın İsfahan ilindeki 23 şehrin kentsel topraklarındaki bazı ağır metallerin (As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn) içeriğini incelemiştir. Çalışma sonuçları hesaplanan kirlenme faktörünün (CF) As, Cd, Cu, Pb ve Zn'nin kentsel topraklarda son derece zenginleştirildiğini doğrulamıştır. Ayrıca, kirlilik yük indeksi (PLI) ve Coğrafi birikim indeksi (Igeo), yüksek derecede kirlenmiş şehirlerin daha çok trafik, sanayi ve Shahkuh Pb-Zn madeninden kaynaklanan kirlilikten etkilendiğini göstermiştir. Çalışmada hesaplanan tehlike bölümleri (HQ), tehlike indeksi (HI) ve kanser riski (CR) düşünüldüğünde insan sağlığı riski (özellikle Pb ve Cd için) endişe verici boyutlara ulaşmaktadır. Prensip bileşen analizi (PCA) ve pozitif matris çarpanlarına ayırma (PMF) sonuçları ağır metal kirliliğine başlıca madenler ve endüstriler (özellikle Pb, Zn, Cd ve As için), kentsel faaliyetler (özellikle Cu, Pb ve Zn için) ve jeojenik kaynakların (özellikle Ni, Co ve Cr için) sebep olduğunu göstermektedir.

Marrugo-Negrete vd., (2017) mevsimsel sel olayları sırasında su altında kalan madencilik alanlarından etkilenen tarım topraklarındaki ağır metal konsantrasyonu, kaynaklarını ve kirlilik seviyelerini değerlendirmeyi amaçladıkları çalışma kapsamında Cu, Ni, Pb, Cd, Hg ve Zn'nin ortalama konsantrasyonlarını sırasıyla 1 149 mg / kg, 661 mg / kg, 0,071 mg / kg, 0,040 mg / kg, 0,159 mg / kg ve 1 365 mg / kg olarak hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda Pb ve Cd hariç diğer elementlerin konsantrasyonlarının dünya ortalamalarını aştığı belirlenmiştir. Toprak kirliliği değerlendirmesi kirlilik faktörü (CF), zenginleştirme faktörü (EF), coğrafi birikim indeksi (Igeo) ve bir risk değerlendirme kodu (RAC) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu indekslere göre, topraklar yüksek derecede Ni kirliliği ve orta ila yüksek Zn ve Cu kontaminasyonu belirlenirken Pb, Cd ve Hg orta derecede kirlilik göstermiştir.

Bununla birlikte, RAC endeksine dayanarak, analiz edilen tüm ağır metaller için düşük bir çevresel risk bulunduğu belirtilmiştir.

Pan vd., (2017) Kuzeybatı Çin'in Xi'an bölgesinde bulunan dört bölgeden toplanan yol tozlarındaki ağır metal kirliliğini inceledikleri çalışmada elementlerin ortalama konsantrasyonları Co için 30,9 mg kg⁻¹, Cr için 1450,0 mg kg⁻¹, Cu için 54,7 mg kg⁻¹, Mn için 510,5 mg kg⁻¹, Ni için 30,8 mg kg⁻¹, Pb için 124,5 mg kg⁻¹, V için 69,6 mg kg⁻¹ ve Zn için 268,6 mg kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda kaynak dağılımını belirlemek için prensip bileşen analizi ve çoklu lineer regresyon uygulanmış ve sonuçlar, trafiğin % 53,4'lük katkı payı ile ana kaynak olduğunu göstermiştir. Doğal kaynaklar % 26,5 , diğer antropojenik kirlilik kaynaklarının ise % 20.1 katkıda bulunduğu hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda ağır metal kirliliği bakımından sıcak noktalar, CBS haritalaması ile tanımlanmış, kirlilik kaynaklarının yeri ve hakim rüzgar yönü ağır metallerin uzaysal dağılımında önemli faktörler olarak tespit edilmiştir.

Yang vd., (2017) çalışmalarında, Çin'in Linfen şehrinde yol kenarındaki topraklardaki taşıt kirleticilerinin izlerini karakterize etmek için manyetik duyarlılık ve ağır metal içeriklerinin (Pb, Cu, Zn ve Fe) yüzey ve dikey dağılımını incelemiştir. Çalışma sonuçları, manyetik duyarlılığın ve ağır metal içeriğinin ağaçsız yol kenarında ağaçlandırma kuşağına göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Manyetik duyarlılık ve ağır metal içeriğindeki değişiklikler hem mesafe hem de derinlik ile azalmıştır. Maksimum değer yol kenarından 5-10 m uzakta gözlemlenmiştir. Topraktaki dikey dağılım, 0-5 cm üst topraklarda kirletici birikiminin daha yüksek düzeyde olduğunu göstermiştir. Ortalama konsantrasyonlar Fe için 107,21 g kg⁻¹, Zn için 99,72 mg kg⁻¹, Pb için 90,99 mg kg⁻¹, Cu için 36,14 mg kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Kaba çoklu alan tanecikleri, baskın manyetik parçacıklar olarak tanımlanmıştır. Çok değişkenli istatistiksel ve SEM / EDX analizleri, trafik kaynaklı ağır metallerin olduğunu ayrıca ağaçların, araç kaynaklı kirliliği azaltabilen etkili reseptörler ve yeşil bariyer görevi gördüğünü göstermiştir.

Zhang vd., (2018) çalışmalarında Kaifeng sulama alanlarındaki toprak kalitesini incelemiştir. Çalışmada örneklenen topraklarda Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, As ve Hg

ağır metallerinin bulunduğu ve bunlar arasında Cd konsantrasyonunun diğerlerinden daha yoğun olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda topraktaki Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, As ve Hg düzeylerinin konsantrasyonunun yüksek derecede ilişkili olduğu ve birlikte, ekolojik çevre için ek bir tehdit oluşturduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda taşıtlar, kırsal yerleşimler ve su kütlelerinin topraktaki Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb ve Hg kirliliğinin ana kaynakları olduğu, bunlar arasında başlıca kaynağın taşıtlar olduğu belirtilmiştir.

Zhang ve Yao (2019) Çin'in Anhui Eyaleti, Ma'anshan Şehrinde ana yol, alt ana yol ve şube yolunda Mn, Pb, Co, Cr, As ve Cd konsantrasyonlarını değerlendirmişler ve alt ana yoldaki Cr içeriğinin, ana yol ve şube yolundan çok daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Coğrafi birikim endeksi, kentsel yolların yanında ağır metal kirliliğinin daha yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Potansiyel ekolojik risk endeksi, Cd'nin ciddi bir ekolojik risk oluşturduğunu göstermektedir. Pb ve Co, orta ekolojik risk derecesindedir. Mekansal dağılım özelliklerine dayanarak, iki kaynak tanımlanmıştır. Pb, Mn ve Co esas olarak endüstriyel kirlilikten kaynaklanırken Cd, As ve Cr esas olarak trafik kirliliğinden kaynaklanmaktadır.

Yaylalı-Abanuz (2019) çalışmasında Bursa karayolu boyunca toprakları As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonları bakımından değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda Cd, Pb, As, Cu, Zn ve Hg kirliliğinin antropojenik kaynaklı (trafik ve endüstriyel faaliyetler) olduğunu Ni, Co, Cr ve Mn elementlerinin konsantrasyonlarının ise litoloji kaynaklı olduğunu belirlemiştir.

Görüldüğü üzere yapılan çalışmalarda topraktaki ağır metal konsantrasyonları farklı kaynaklara bağlı olarak şekillenebilmektedir ve bu durum çalışma sonuçlarını açıklamaktadır. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki topraktaki ağır metallerin belki de en önemli kaynağı toprak anakayası yani litolojidir. Bunun dışında sanayi ve trafik gibi insan kaynaklı ağır metal birikimi de meydana gelebilmektedir (Sevik, 2020; Özel vd., 2020a) . Hatta tarım topraklarında gübreleme de bazı ağır metallerin topraktaki kaynağını oluşturabilmektedir (Pan vd., 2017; Zhang vd., 2018; Hu vd., 2018; Yaylalı-Abanuz, 2019; Parente vd., 2019).

6. ÖNERİLER

Bu çalışmada Kastamonu il merkezinde farklı noktalardaki bazı ağır metal konsantrasyonları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda genel olarak beklenenin aksine bir çok ağır metal bakımından en yüksek konsantrasyonların kent içerisinde trafiğin az yoğun olduğu alanlar ile şehir dışındaki ziraat alanlarında elde edilmiştir. Bu durum topraktaki ağır metal kirliliğinin oldukça düşük düzeyde olduğu veya ağır metallerin toprak yapısından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak, kesin bir yargıya varmak için konu ile ilgili daha detaylı çalışmalar yapılmalı ve topraklardaki ağır metal kaynağı net olarak belirlenmelidir.

Çalışma sonucunda Cr, Co, Ni ve B bakımından en yüksek değerler şehir merkezi dışındaki ziraat alanlarında elde edilmiştir. Bu durum pek çok sebepten kaynaklanabilir. Toprak yapısı ve gübre uygulamaları ilk akla gelenlerdir. Ancak bu elementler insan sağlığı açısından son derece tehlikeli, düşük konsantrasyonlarda dahi toksik olabilen elementlerdir. Bu elementlerin ziraat alanlarında yüksek konsantrasyonlarda olması, bu alanlarda yetiştirilen bitkilere geçmesi ve gıda olarak tüketilen bu bitkilerin insan sağlığını tehdit edebileceği konusunu akla getirmektedir. Bundan dolayı bu alanlarda detaylı analizler yapılarak toksik ağır metallerin topraktaki konsantrasyonlarının kaynağı, topraktaki konsantrasyonların tehlike durumu, bu ağır metallerin bu topraklarda yetiştirilen bitkilerde birikme potansiyeli gibi konular detaylı olarak araştırılmalıdır.

Ağır metaller insan ve çevre sağlığı açısından son derece önemli ve tehlikeli kirleticiler olmakla birlikte hava, su ve topraktaki konsantrasyonları giderek artmaktadır. Ancak bu artışın hangi düzeyde olduğu konusunda yapılmış çalışma sayısı oldukça azdır. Bundan dolayı konu ile ilgili çalışmaların çeşitlendirilip artırılarak devam ettirilmesi gerekmektedir.

Ağır metal ile ilgili çalışmalar yüksek teknoloji gerektiren maliyetli çalışmalardır. Ancak konunun insan ve çevre sağlığı açısından önemi düşünüldüğünde bu konuda yapılan çalışmalar öncelik ve destek verilmesi, konu ile ilgili çalışmaların çok daha detaylı ve sürekli olarak yapılması önerilmektedir. Örneğin Kastamonu il merkezi için

bu çalışmada sınırlı sayıda alandan örnek alınabilmiştir. Oysa örnekleme noktalarının artırılarak elde edilen değerlerin haritalandırılması ve sayısal kirlilik haritalarının oluşturulması hem tehlike arzeden alanların belirlenmesi hem de alınması gereken tedbirlere öncelik etmesi bakımından büyük önem taşımaktadır.



KAYNAKLAR

- Abacıoğlu, E., Akarsu, H., Genç, Ç. Ö. Ve Öztürk, A. (2019). *Tilia tomentosa*'da Organ ve Trafik Yoğunluğuna Bağlı Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarındaki Değişimler. *Türk Tarım-Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi* , 7 (12), 2275-2281.
- Acar, R. U., & Özkul, C. (2020). Investigation of heavy metal pollution in roadside soils and road dusts along the Kütahya–Eskişehir Highway. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(5), 1-11.
- Alaqouri, H. A. A., Genc, C. O., Aricak, B., Kuzmina, N., Menshikov, S., & Cetin, M. (2020a). The possibility of using Scots pine needles as biomonitor in determination of heavy metal accumulation. *Environmental Science and Pollution Research International*.
- Alaqouri, H. A. A., Ozer Genc, C., Aricak, B., Kuzmina, N., Menshikov, S., Cetin, M. (2020b) The Possibility of Using Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Needles as Biomonitor in the Determination of Heavy Metal Accumulation Applied Ecology and Environmental Research 18(2):3713-3727.
- Aricak, B., Cetin, M., Erdem, R., Sevik, H., & Cometen, H. (2019). The change of some heavy metal concentrations in Scotch pine (*Pinus sylvestris*) depending on traffic density, organelle and washing. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 6723-6734.
- Aricak, B., Cetin, M., Erdem, R., Sevik, H., & Cometen, H. (2020). The usability of Scotch pine (*Pinus sylvestris*) as a biomonitor for traffic-originated heavy metal concentrations in Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(2)
- Batır, D (2019). Eskişehir’de Yetiştirilen Bazı Yenilebilir Peyzaj Bitkilerinde Ağır Metal Birikimi. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bayraktar, O. Y., Sağlam-Citoglu, G., & Abo Aisha, A. E. S. (2019c). The use of scrap tires in the construction sector. *International Journal of Trend in Research and Development*, 6(1), 253–256.
- Bayraktar, O. Y., Sağlam-Citoglu, G., & Abo Aisha, A. E. S. (2019d). Performance research of lime based mortars. *International Journal of Trend in Research and Development*, 6(1), 257–259.
- Bayraktar, O. Y., Sağlam-Citoglu, G., Belgin, C. M., & Cetin, M. (2019b). Investigation of the mechanical properties of marble dust and silica fume substituted portland

- cement samples under high temperature effect. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(5), 3865–3875.
- Bayraktar, O. Y., Saglam-Citoglu, G., Belgin, C. M., Cetin, S., & Cetin, M. (2019a). Investigation of effect of brick dust and silica fume on the properties of portland cement mortar. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(11), 7823-7832.
- Bayraktar, O.Y. (2019). The possibility of fly ash and blast furnace slag disposal by using these environmental wastes as substitutes in portland cement. *Environmental monitoring and assessment*, 191(9), 560.
- Cetin M., Adiguzel F., Kaya O., & Sahap, A. (2018a) Mapping of bioclimatic comfort for potential planning using GIS in Aydin. *Environment, Development and Sustainability*, 20 (1): 361-375.
- Cetin, M., Sevik, H., & Cobanoglu, O. (2020). Ca, Cu, and Li in washed and unwashed specimens of needles, bark, and branches of the blue spruce (*Picea pungens*) in the city of Ankara. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-10.
- Cetin, M., Sevik, H., & Yigit, N. (2018c). Climate type-related changes in the leaf micromorphological characters of certain landscape plants. *Environmental monitoring and assessment*, 190(7), 404.
- Cetin, M., Sevik, H., Yigit, N., Ozel H.B., Aricak, B., Varol, T. (2018d) The variable of leaf micromorphological characters on grown in distinct climate conditions in some landscape plants. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5): 3206-3211.
- Cetin, M., Yildirim, E., Canturk, U. & Sevik, H. (2018b). Investigation of bioclimatic comfort area of Elazig city centre. In book title: *Recent Researches in Science and Landscape Management* (Edited by Recep Efe, Murat Zencirkiran and Isa Curebal), Cambridge Scholars Publishing. ISBN (10): 1-5275-1087-5, ISBN (13): 978-1-5275-1087-6, Lady Stephenson Library, Newcastle upon Tyne, NE6 2PA, UK. 324-333
- Chen, T., Chang, Q., Liu, J., Clevers, J. G. P. W., & Kooistra, L. (2016). Identification of soil heavy metal sources and improvement in spatial mapping based on soil spectral information: A case study in northwest China. *Science of the total environment*, 565, 155-164.
- Chen, X., & Lu, X. (2018). Contamination characteristics and source apportionment of heavy metals in topsoil from an area in Xi'an city, China. *Ecotoxicology and environmental safety*, 151, 153-160.
- Dehghani, S., Moore, F., Keshavarzi, B., & Beverley, A. H. (2017). Health risk implications of potentially toxic metals in street dust and surface soil of Tehran, Iran. *Ecotoxicology and environmental safety*, 136, 92-103.

- Demir, K., & Çabuk, S. (2010). Türkiye’de metropoliten kentlerin nüfus gelişimi. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(28), 193-215.
- Demir, O. (2018). Some Mistakes About Population. *Research Journal of Politics, Economics and Management*. 6(1): 143-149
- Dizikısa, T. (2014). Estimation of Nutritional Status of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Plant by Soil and Leaf Analysis Grown in Erzurum (Center, Pasinler and Oltu Town). Ataturk University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Soil Science and Plant Nutrition. PhD Thesis, 182 pages
- Fabiańska, I., Gerlach, N., Almario, J., & Bucher, M. (2019). Plant-mediated effects of soil phosphorus on the root-associated fungal microbiota in *Arabidopsis thaliana*. *New Phytologist*, 221(4), 2123-2137.
- Fernández, S., Cotos-Yáñez, T., Roca-Pardiñas, J., & Ordóñez, C. (2018). Geographically weighted principal components analysis to assess diffuse pollution sources of soil heavy metal: application to rough mountain areas in Northwest Spain. *Geoderma*, 311, 120-129.
- Frey, S. D. (2019). Mycorrhizal fungi as mediators of soil organic matter dynamics. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 50, 237-259.
- Gao, X. L., Li, X. G., Zhao, L., & Kuzyakov, Y. (2019). Regulation of soil phosphorus cycling in grasslands by shrubs. *Soil Biology and Biochemistry*, 133, 1-11.
- Gültekin, Y (2020). Ordu Kent Merkezinde Yetiştirilen Bazı Kültür Bitkilerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Yetiştirme Ortamına Bağlı Değişim. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- He, J., Yang, Y., Christakos, G., Liu, Y., & Yang, X. (2019). Assessment of soil heavy metal pollution using stochastic site indicators. *Geoderma*, 337, 359-367.
- Hong, S., Gan, P., & Chen, A. (2019). Environmental controls on soil pH in planted forest and its response to nitrogen deposition. *Environmental research*, 172, 159-165.
- Hou, S., Zheng, N., Tang, L., Ji, X., Li, Y., & Hua, X. (2019). Pollution characteristics, sources, and health risk assessment of human exposure to Cu, Zn, Cd and Pb pollution in urban street dust across China between 2009 and 2018. *Environment international*, 128, 430-437.
- Hrivnák M, Paule L, Krajmerová D, Kulac S, Sevik H, Turna I, Tvauri I, Gömöry D (2017) Genetic variation in tertiary relics: the case of eastern-Mediterranean *Abies* (Pinaceae). *Ecol Evol* 7(23):10018–10030

- Hu, W., Wang, H., Dong, L., Huang, B., Borggaard, O. K., Hansen, H. C. B., ... & Holm, P. E. (2018). Source identification of heavy metals in peri-urban agricultural soils of southeast China: an integrated approach. *Environmental Pollution*, 237, 650-661.
- Jiang, N., Hu, B., Wang, X., Meng, Y., Chen, B., & Zhou, Z. (2019). Effects of crop residue incorporation and inorganic potassium fertilization on soil potassium supply power. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65(9), 1223-1236.
- Kilicoglu, C., Cetin, M., Aricak, B., & Sevik, H. (2020). Site selection by using the multi-criteria technique-a case study of Bafra, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 192(9), 1-12.
- Kravkaz Kuscü, I. S. (2019). Changing of soil properties and urease-catalase enzyme activity depending on plant type and shading. *Environmental monitoring and assessment*, 191(3), 178.
- Kravkaz Kuscü, I. S. (2020). Certain soil characteristics and light conditions of enzyme activities and variance conditional to plant type. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(4), 1-9.
- Kravkaz Kuscü, I. S., Cetin, M., Yigit, N., Savaci, G., & Sevik, H. (2018a). Relationship between enzyme activity (urease-catalase) and nutrient element in soil use. *Pol J Environ Stud*, 27(5), 2107-2112.
- Kravkaz Kuscü, I. S., Sariyildiz, T., Cetin, M., Yigit, N., Sevik, H., & Savaci, G. (2018b). Evaluation of the soil properties and primary forest tree species in Taskopru (Kastamonu) district. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(3), 1613-1617.
- Lavallee, J. M., Soong, J. L., & Cotrufo, M. F. (2020). Conceptualizing soil organic matter into particulate and mineral-associated forms to address global change in the 21st century. *Global Change Biology*, 26(1), 261-273.
- Liang, C., Amelung, W., Lehmann, J., & Kästner, M. (2019). Quantitative assessment of microbial necromass contribution to soil organic matter. *Global change biology*, 25(11), 3578-3590.
- Marrugo-Negrete, J., Pinedo-Hernández, J., & Díez, S. (2017). Assessment of heavy metal pollution, spatial distribution and origin in agricultural soils along the Sinú River Basin, Colombia. *Environmental research*, 154, 380-388.
- Mehr, M. R., Keshavarzi, B., Moore, F., Sharifi, R., Lahijanzadeh, A., & Kermani, M. (2017). Distribution, source identification and health risk assessment of soil heavy metals in urban areas of Isfahan province, Iran. *Journal of African Earth Sciences*, 132, 16-26.

- Mossi, M.M.M (2018). Determination Of Heavy Metal Accumulation In Some Shrub Formed Landscape Plants, Kastamonu University Institute Of Science Department Of Forest Engineering, Phd Thesis
- Mutlu, E. (2019). Evaluation of spatio-temporal variations in water quality of Zerveli stream (northern Turkey) based on water quality index and multivariate statistical analyses. *Environmental monitoring and assessment*, 191(6), 335.
- Niazi, N. K., & Burton, E. D (2016). Arsenic Sorption To Nanoparticulate Mackinawite (Fes).: An Examination Of Phosphate Competition. *Environmental Pollution*, 218, 111-117.
- Ozel, H. U., Ozel, H. B., Cetin, M., Sevik, H., Gemici, B. T., & Varol, T. (2019a). Base alteration of some heavy metal concentrations on local and seasonal in Bartın River. *Environmental monitoring and assessment*, 191(9), 594.
- Ozel, H. U., Ozel, H. B., Cetin, M., Sevik, H., Gemici, B. T., & Varol, T. (2019b). Base alteration of some heavy metal concentrations on local and seasonal in Bartın River. *Environmental monitoring and assessment*, 191(9), 594.
- Ozel, H.B., Donduran, B., Cakmakli, E., Sevik, H. (2020b). Factors affecting success in natural regeneration works of cedar (*Cedrus libani* A. RICH.) In Kas region of Antalya. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 6(2), 54-59.
- Ozel, H. U., Gemici, B. T., Gemici, E., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2020a). Application of artificial neural networks to predict the heavy metal contamination in the Bartın River. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18.
- Ozkazanc, N. K., Ozay, E., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). The habitat, ecological life conditions, and usage characteristics of the otter (*Lutra lutra* L. 1758) in the Balıkdami Wildlife Development Area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11), 645.
- Özdel, E. (2010). Sariseki Dörtyol yöresi topraklarında ağır metallerin yersel dağılımının jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi, Mustafa Kemal Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 106 s.
- Özel, S. (2019). Bazı Meyve Ağacı Organellerinde Ağır Metal Birikiminin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pan, H., Lu, X., & Lei, K. (2017). A comprehensive analysis of heavy metals in urban road dust of Xi'an, China: contamination, source apportionment and spatial distribution. *Science of the Total Environment*, 609, 1361-1369.

- Pan, L., Wang, Y., Ma, J., Hu, Y., Su, B., Fang, G., ... & Xiang, B. (2018). A review of heavy metal pollution levels and health risk assessment of urban soils in Chinese cities. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(2), 1055-1069.
- Parente, C. E., Lino, A. S., Junior, E. R. A., Zonta, E., Dorneles, P. R., Torres, J. P. M., ... & Malm, O. (2019). Multi-temporal accumulation and risk assessment of available heavy metals in poultry litter fertilized soils from Rio de Janeiro upland region. *Environmental monitoring and assessment*, 191(1), 28.
- Parlak, M. (2016). İzmir İli Ödemiş İlçesi'nde Patates Yetiştirilen Toprakların Verimlilik Durumlarının Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(3), 325-331.
- Penn, C. J., & Camberato, J. J. (2019). A critical review on soil chemical processes that control how soil pH affects phosphorus availability to plants. *Agriculture*, 9(6), 120.
- Pirsaheb, M., Almasi, A., Sharafi, K., Jabari, Y., & Haghghi, S. (2016). A comparative study of heavy metals concentration of surface soils at metropolis squares with high traffic-A case study: kermanshah, Iran (2015). *Acta Medica*, 32, 891.
- Portela, E., Monteiro, F., Fonseca, M., & Abreu, M. M. (2019). Effect of soil mineralogy on potassium fixation in soils developed on different parent material. *Geoderma*, 343, 226-234.
- Sevik, H. (2020). Change of Cu Concentration in Some Edible Landscape Plants Grown in Ankara City Center. *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 6(1); 1-7
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., & Pinar, B. (2019a). Determining toxic metal concentration changes in landscaping plants based on some factors. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(8), 983-991.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Akarsu, H., & Cetin, I. Z. (2020a). Analyzing of usability of tree-rings as biomonitors for monitoring heavy metal accumulation in the atmosphere in urban area: a case study of cedar tree (*Cedrus* sp.). *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(1), 23.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Erbek, A., & Cetin, I. Z. (2020d). The effect of climate on leaf micromorphological characteristics in some broad-leaved species. *Environment, Development and Sustainability*, 1-13.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., Ozel, S., & Cetin, I. Z. (2020b). Changes in heavy metal accumulation in some edible landscape plants depending on traffic density. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 78.

- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. U., Ozel, H. B., Mossi, M. M. M., & Cetin, I. Z. (2020b). Determination of Pb and Mg accumulation in some of the landscape plants in shrub forms. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(2), 2423-2431.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. U., Ozel, H. B., Mossi, M. M. M., & Cetin, I. Z. (2019b). Determination of Pb and Mg accumulation in some of the landscape plants in shrub forms. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-9.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozturk, A., Ozel, H. B., & Pinar, B. (2019d). Changes in Pb, Cr and Cu concentrations in some bioindicators depending on traffic density on the basis of species and organs. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6), 12843-12857.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozturk, A., Yigit, N., & Karakus, O. (2019e). Changes in micromorphological characters of *Platanus orientalis* L. leaves in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 5909-5921.
- Sevik, H., Ozel, H. B., Cetin, M., Özel, H. U., & Erdem, T. (2019c). Determination of changes in heavy metal accumulation depending on plant species, plant organism, and traffic density in some landscape plants. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(2), 189-195.
- Shahid, M., Dumat, C., Khalid, S., Schreck, E., Xiong, T., & Niazi, N. K. (2017). Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake. *Journal of hazardous materials*, 325, 36-58.
- Shi, D., Liu, Q., & Xie, C. (2019, April). Distribution of Heavy Metal Cr Content in Soils on Both Sides of Traffic Roads and Its Ecological Health Risk Assessment. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 252, No. 4, p. 042018). IOP Publishing.
- Solaiman, Z. M., Abbott, L. K., & Murphy, D. V. (2019). Biochar phosphorus concentration dictates mycorrhizal colonisation, plant growth and soil phosphorus cycling. *Scientific reports*, 9(1), 1-11.
- Tagem (2018). Türkiye Topraklarının Bazı Verimlilik Ve Organik Karbon (Tok) içeriğinin Coğrafi Veritabanının Oluşturulması, Tarım Ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü TAGEM/TSKAD/11/A13/P03 nolu Proje Sonuç Raporu. Ankara
- TUIK (2020a). Türkiye İstatistik Kurumu, Yıllara ve cinsiyete göre il/ilçe merkezleri ve belde/köyler nüfusu, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1587
- TUIK (2020b). Türkiye İstatistik Kurumu, Motorlu Kara Taşıt Sayısı http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1581

Turkyilmaz A., Sevik H., Isinkaralar K, & Cetin M (2019) Use of tree rings as a bioindicator to observe atmospheric heavy metal deposition, *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (5), 5122-5130

Turkyilmaz, A., Cetin, M., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Saleh, E. A. A. (2020). Variation of heavy metal accumulation in certain landscaping plants due to traffic density. *Environment, Development and Sustainability*, 22 (3), 2385-2398

Turkyilmaz, A., Sevik, H., & Cetin, M. (2018b) The use of perennial needles as bio-monitors for recently accumulated heavy metals. *Landsc Ecol Eng* 14(1):115–120.

Turkyilmaz, A., Sevik, H., Cetin, M., & Ahmaida Saleh E. A. (2018c) Changes in heavy metal accumulation depending on traffic density in some landscape plants. *Pol J Environ Stud* 27(5):2277–2284.

Turkyilmaz, A., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Cetin, M., (2018a) Using *Acer platanoides* annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air. *Environ Monit Assess* 190:578.

Ucun Ozel H, Gemici BT, Gemici E, Ozel HB, Cetin M, Sevik H (2020) Application of artificial neural networks to predict the heavy metal contamination in the Bartın River. *Environ Sci Pollut Res* (2020). DOI: 10.1007/s11356-020-10156-w

URL-1 [https://tr.wikipedia.org/wiki/Kastamonu_\(il\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Kastamonu_(il))

URL-10 <https://kastamonu.ktb.gov.tr/TR-169990/iklim-ve-bitki-ortusu.html>

URL-11 <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/kastamonu/kastamonu-265/>

URL-12 <http://www.cografya.gen.tr/tr/kastamonu/iklim.html>

URL-13 <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/kastamonu/turizmaktiviteleri/btk-ncelme>

URL-2 <https://kastamonu.ktb.gov.tr/Eklenti/50409,kastamonu-tanitim-kitapcigi-sonpdf.pdf?0>

URL-3 <https://kastamonu.ktb.gov.tr/TR-63806/tarihce.html>

URL-4 <http://www.kastamonu.gov.tr/tarihi>

URL-5 <http://www.kastamonu.gov.tr/cografi-yapisi>

URL-6 <https://kastamonu.ktb.gov.tr/TR-63827/cografya.html>

URL-7 <https://www.nufusu.com/il/kastamonu-nufusu>

URL-8 <https://www.mynet.com/kastamonu/hakkinda>

URL-9 <https://kastamonu.ktb.gov.tr/TR-91025/genel-bilgiler.html>

Van der Bom, F. J., McLaren, T. I., Doolette, A. L., Magid, J., Frossard, E., Oberson, A., & Jensen, L. S. (2019). Influence of long-term phosphorus fertilisation history on the availability and chemical nature of soil phosphorus. *Geoderma*, 355, 113909.

Wu, X., Wang, D., Riaz, M., Zhang, L., & Jiang, C. (2019). Investigating the effect of biochar on the potential of increasing cotton yield, potassium efficiency and soil environment. *Ecotoxicology and environmental safety*, 182, 109451.

Xing, J., Wang, H., Brookes, P. C., Salles, J. F., & Xu, J. (2019). Soil pH and microbial diversity constrain the survival of *E. coli* in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 128, 139-149.

Yang, P., Ge, J., & Yang, M. (2017). Identification of heavy metal pollution derived from traffic in roadside soil using magnetic susceptibility. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 98(6), 837-844.

Yang, Q., Li, Z., Lu, X., Duan, Q., Huang, L., & Bi, J. (2018). A review of soil heavy metal pollution from industrial and agricultural regions in China: pollution and risk assessment. *Science of the total environment*, 642, 690-700.

Yaylalı-Abanuz, G. (2019). Application of multivariate statistics in the source identification of heavy-metal pollution in roadside soils of Bursa, Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 12(12), 382.

Yigit, N., Cetin, M., Ozturk, A., Sevik, H., & Cetin, S. (2019). Variation of Stomatal Characteristics in Broad Leaved Species Based on Habitat. *Applied ecology and Environmental Research*, 17(6), 12859-12868.

Yucedag, C., Ozel, H.B., Cetin, M., Sevik, H., (2019). Variability in morphological traits of seedlings from five *Euonymus japonicus* cultivars. *Environmental Monitoring and Assessment*. 191:285.

Yusufu, G., (2019) *Listeria monocytogenes* ve *staphylococcus aureus* ile inoküle edilen sığır etlerinde laktik asit ve sıcak buhar uygulamalarının mikroorganizma sayısı üzerine etkisinin araştırılması. Ankara Ün. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. ABD. Yüksek Lisans Tezi, 59 s.

- Zeren Cetin, I. & Sevik, H. (2020). Investigation of the relationship between bioclimatic comfort and land use by using GIS and RS techniques in Trabzon. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 71.
- Zhang, J., Yao, D. (2019). Comparative Analysis of Soil Heavy Metal Pollution on Different Roads: A Case Study in a Typical Industrial City of China. *Applied Ecology and Environmental Research* 17(6):15219-15232.
- Zhang, P., Qin, C., Hong, X., Kang, G., Qin, M., Yang, D., ... & Dick, R. P. (2018). Risk assessment and source analysis of soil heavy metal pollution from lower reaches of Yellow River irrigation in China. *Science of the Total Environment*, 633, 1136-1147.
- Zhou, W., Han, G., Liu, M., & Li, X. (2019). Effects of soil pH and texture on soil carbon and nitrogen in soil profiles under different land uses in Mun River Basin, Northeast Thailand. *PeerJ*, 7, e7880.

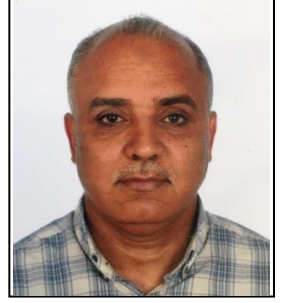
ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Abusabehe S. A. Shaibi

Doğum Yeri ve Yılı :Libya 1964

Medeni Hali :Evli

Yabancı Dili :Arapça, İngilizce



Eğitim Durumu

Lise : Zentan High School

Lisans : Omar Al Mokhtar University

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Al jabal Algharbi University

İş Yeri : Ministry of Housing and utilities