

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE TABİİ BİTKİ KAYNAKLARI
ANA BİLİM DALI



ANKARA'DA TARIM TOPRAKLARINDA AĞIR METAL
KİRLİLİK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

ZEYNEP RANA DEMİRCAN ÖLMEZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. İNCİ SEVİNÇ KRAVKAZ KUŞCU

AĞUSTOS - 2022

KASTAMONU

TEZ ONAYI

ZEYNEP RANA DEMİRCAN ÖLMEZ tarafından hazırlanan “**Ankara’da Tarım Topraklarında Ağır Metal Kirlilik Düzeylerinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **29.08.2022** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. İnci Sevinç KRAVKAZ KUŞCU Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Ünvan Ad SOYAD XXX Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Ünvan Ad SOYAD XXX Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü V.

Doç. Dr. Osman ÇİÇEK

.....

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.

Zeynep Rana DEMİRCAN ÖLMEZ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA'DA TARIM TOPRAKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

ZEYNEP RANA DEMİRCAN ÖLMEZ

**KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE TABİİ BİTKİ KAYNAKLARI ANA BİLİM
DALI**

DANIŞMAN: DOÇ. DR. İNCİ SEVİNÇ KRAVKAZ KUŞCU

Günümüzde çevre ve insan sağlığına etki eden en önemli sorunların başında toprak kirliliği gelmektedir. Toprak kirliliğine etki eden birçok faktör bulunmasına karşın, ağır metaller oldukça önemli bir yere sahiptir. Bunun nedeni ise bazı ağır metallerin oldukça düşük konsantrasyonlarında bile toksik etki yapmaları ile bitkiler ve canlılarda ağır metal birikimine neden olmalarıdır.

Canlıların yaşamlarının vazgeçilmez unsurlarından biri olan toprak, bitkilerinin ana besin kaynağıdır. Topraklarımız her geçen gün daha fazla kirlenmekte ve ciddi çevre sorunlarına yol açmaktadır. Hızla gelişen sanayi faaliyetleri, modern tarım teknikleri ve taşıt trafik yoğunluklarına bağlı olarak topraklarımızda ağır metal kirliliği oldukça fazla görülmektedir.

Yapılan bu çalışmada Ankara İli Yenimahalle sınırları içerisinde yer alan tarım topraklarında 20 farklı örnekleme istasyonu belirlenmiş olup, üç farklı toprak derinliği 0-15 cm, 15-30 cm ve 30-45 cm olmak üzere toplam 60 adet toprak numunesi alınmıştır. Alınan bu toprak numunelerinde Ga, Ca, Al, Fe, K, Mg, Mn, Na, Co, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn ve V parametrelerinin analizi yapılarak tarım topraklarındaki ağır metal kirlilik düzeyinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Ağır metal, Toprak kirliliği, Sanayi, Trafik Yoğunluğu

Ağustos 2022, 88 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

DETERMINATION OF HEAVY METAL POLLUTION LEVELS ON AGRICULTURAL SOILS IN ANKARA

ZEYNEP RANA DEMİRCAN ÖLMEZ

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF SUSTAINABLE AGRICULTURE AND NATURAL
PLANT RESOURCES**

SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. İNCİ SEVİNÇ KRAVKAZ KUŞCU

Today, soil pollution is one of the most important problems affecting the environment and human health. Although there are many factors affecting soil pollution, heavy metals have a very important place. The reason for this is that some heavy metals have toxic effects even at very low concentrations and cause heavy metal accumulation in plants and living things.

Soil, one of the indispensable elements of the life of living things, is the main food source of plants. Our soils are getting more and more polluted day by day and cause serious environmental problems. Due to rapidly developing industrial activities, modern agricultural techniques and vehicle traffic density, heavy metal pollution is seen in our soils.

In this study, 20 different sampling stations were determined in the agricultural soils located within the borders of Ankara Province Yenimahalle, and a total of 60 soil samples were taken, three different soil depths of 0-15 cm, 15-30 cm and 30-45 cm. It was aimed to determine the heavy metal pollution level in agricultural soils by analyzing the parameters of Ga, Ca, Al, Fe, K, Mg, Mn, Na, Co, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn and V in these soil samples.

KEYWORDS: Heavy metal, Soil pollution, Industry, Traffic jam

August 2022, 88 Page

TEŞEKKÜR

Çalışmama katkılarını esirgemeyen hocam Sayın Doç. Dr. İnci Sevinç KRAVKAZ KUŞCU'ya, parametrelerin istatistiksel analiz edilmesinde yardımcı olan Doç.Dr. Hakan ŞEVİK ve Dr. Kaan IŞINKARALAR'a, arazi çalışmalarında yardımcı olan eşim Ziraat Yüksek Mühendisi Fatih ÖLMEZ'e maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme ve dünyalar tatlısı kızım Vera ÖLMEZ'e, teşekkürlerimi sunarım.

ZEYNEP RANA DEMİRCAN ÖLMEZ

Kastamonu, 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

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.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1 Materyal.....	12
3.2. Yöntem	14
3.2.2. Laboratuvar Çalışması	15
3.3. İstatistiksel Analizler	16
4. BULGULAR	17
4.1. Alüminyum (Al) Konsantrasyonu (ppb)	17
4.2. Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonu (ppb).....	19
4.3. Demir (Fe) Konsantrasyonu (ppb)	22
4.4. Potasyum (K) Konsantrasyonu (ppb)	24
4.5. Magnezyum (Mg) Konsantrasyonu (ppb)	27
4.6. Mangan (Mn) Konsantrasyonu (ppb)	29
4.7. Sodyum (Na) Konsantrasyonu (ppb).....	32
4.8. Kobalt (Co) Konsantrasyonu (ppb)	34
4.9. Kadmiyum (Cd) Konsantrasyonu (ppb)	37
4.10. Krom (Cr) Konsantrasyonu (ppb)	40
4.11. Bakır (Cu) Konsantrasyonu (ppb)	42
4.12. Galvanizyum (Ga) Konsantrasyonu (ppb).....	45
4.13. Nikel (Ni) Konsantrasyonu (ppb).....	47
4.14. Kurşun (Pb) Konsantrasyonu (ppb).....	49
4.15. Çinko (Zn) Konsantrasyonu (ppb)	52
4.16. Vanadyum (V) Konsantrasyonu (ppb)	55
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	59
6. ÖNERİLER.....	68
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ.....	88

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1 Örnekleme lokasyonlarının görüntüsü.....	12
Şekil 3.2 ICP-OES cihazı.....	16
Şekil 4.1 Al konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	19
Şekil 4.2 Ca konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	21
Şekil 4.3 Fe konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	24
Şekil 4.4 K konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	26
Şekil 4.5 Mg konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	29
Şekil 4.6 Mn konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	31
Şekil 4.7 Na konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	34
Şekil 4.8 Co konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	37
Şekil 4.9 Cd konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	39
Şekil 4.10 Cr konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	42
Şekil 4.11 Cu konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	44
Şekil 4.12 Ga konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	46
Şekil 4.13 Ni konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	49
Şekil 4.14 Pb konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	52
Şekil 4.15 Zn konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	55
Şekil 4.16 V konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	58

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1 Belirlenen lokasyonların koordinatları	14
Tablo 4.1 Al konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi ...	17
Tablo 4.2 Ca konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi ...	19
Tablo 4.3 Fe konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi ...	22
Tablo 4.4 K konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi	24
Tablo 4.5 Mg konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi..	27
Tablo 4.6 Mn konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi..	29
Tablo 4.7 Na konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi...	32
Tablo 4.8 Co konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi...	34
Tablo 4.9 . Cd konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi.	37
Tablo 4.10 Cr konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi .	40
Tablo 4.11 Cu konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi.	42
Tablo 4.12 Ga konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi.	45
Tablo 4.13 Ni konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi .	47
Tablo 4.14 Pb konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi .	49
Tablo 4.15 Zn konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi .	52
Tablo 4.16 V konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi ..	55
Tablo 5.1 Ağır metallerin lokasyonlardaki ortalama değerleri	59
Tablo 5.2 Dünyada ve Türkiyedeki topraklarda ağır metal konsantrasyon sınır değerleri.....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Al	: Alimünyum
Ba	: Baryum
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
Co	: Kobalt
Cu	: Bakır
Cr	: Krom
Fe	: Demir
Hg	: Civa
K	: Potasyum
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
Na	: Sodyum
Ni	: Nikel
Pb	: Kurşun
V	: Vanadyum
Zn	: Çinko
F	: F değeri
m	: metre
m²	: metrekare
cm	: santimetre
g	: gram
kg	: kilogram
mg/kg	: miligram/kilogram
µm	: milimikron
ppb	: milyarda bir
ppm	: milyonda bir

Kısaltmalar

OM	: Organik Madde
TKKY	: Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği

1. GİRİŞ

Toprak, canlıların yaşamını devam ettirebilmesi için ihtiyaç duyduğu gıdanın yetiştirilmesini sağlayan en önemli unsurdur. Canlı hayatının devamını sağlayacak olan gıda temini; dünyada nüfus artışı, küresel ısınmanın getirdiği zorluklar, savaş gibi sebeplerle daha da önemli hale gelmiştir.

Dünyada nüfusun hızlı artışıyla birlikte endüstrileşme ve sanayileşme de hız kazanmış ve doğal kaynakların tüketilme hızının artmasına yol açmıştır. Bu gelişmelerle ortaya çıkan evsel, endüstriyel, vb. atıklar, çevre kirliliğini küresel çapta en önemli sorunlardan birisi haline getirmiştir (Bayraktar vd., 2019a,b; Çetin vd., 2019a,b; Elsunousi vd., 2021; Isinkaralar, 2020).

Bu problem özellikle canlıların hayati geleceği açısından önemli bir doğal bileşen olan toprağın ağır metal kirliliğini gündeme getirmiştir (Büyükyıldız, 2013). Ağır metaller çevresel kirliliğin en önemli etmenlerinden olup, oldukça ciddi kirlilik sorunlarına neden olmaktadır (Karacocuk vd., 2022; Key vd., 2021). Böyle olmasının en önemli sebebi ağır metallerin Pb, Hg ve Cd gibi olanlarının oldukça az derişimlerinde bile canlılar için oldukça toksisite oluşturmalarıdır. Bunlarla birlikte Cu, Ni, Cr, Mn ve Zn gibi ağır metaller ise canlılar için mikro besin işlevi görmesi sebebiyle yüksek yoğunluklarında zararlıdırlar (Abacıoğlu vd., 2019; Isinkaralar, 2022a,b; Sevik vd., 2019a,b). Günümüzde yapılan araştırmalar neticesinde tüm ağır metallerin belirli bir yoğunluktan sonra toksik etki gösterebileceği belirlenmiştir (Ghoma vd., 2022; Koç, 2021a). Cr, Ni, V, As, Cd ve Pb gibi ağır metallerin ise düşük konsantrasyonlarda bile zararlı ve kanserojen olduğu bilinmektedir (Turkyilmaz vd., 2019; Sulhan vd., 2022).

Ağır metaller ekosistemde kolay bir şekilde bozulmaması nedeniyle de oldukça önemli bir çevre kirleticisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Alaqouri vd., 2020a,b; Ozel vd., 2021a,b). Canlılarda birikim eğilimi gösterdiği için ve bu birikimin vücuttan atılımının mümkün olmaması nedeniyle birçok ağır metal insan sağlığı açısından oldukça zararlı olmaktadır. Yapılan bilimsel çalışmalarda ağır metallerin büyüme ve gelişmeye etki eden hormonları etkilediği bununla beraber üreme, nörolojik, otizm, kanser

hastalıklarına hatta ölümlere bile sebep oldukları görülmektedir (Gültekin, 2020; Sevik vd., 2019c,d;).

Günümüzde kirlilik en önemli çevre problemlerinden birisi haline gelmiş olup (Isinkaralar 2022c,d,e,f) çevre kirliliğinin ana kaynağı olarak gösterilen sanayi faaliyetleri ve trafik yoğunluğu en önemli ağır metal kaynakları olarak gösterilmektedir (Cetin vd., 2020; Isinkaralar, 2022; Shahid vd., 2017). Ağır metaller sanayinin hammaddesi olarak kullanılması nedeniyle bu maddelerin çıkartılması ve endüstriyel olarak işlenmesi sebebiyle çevresel kirliliğe neden olmaktadır (Bayraktar, 2019; Shahid vd., 2017). Bu nedenlerden ötürü ekosistem ve insanlık için oldukça önemli bir tehdit unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır (Gültekin, 2020; Niazi ve Burton, 2016;).

Ağır metal kirliliğinin en önemli unsurlarından biriside trafikde bulunan taşıtlardır (Aricak vd., 2019; Turkyılmaz vd., 2018a,b,c). Trafikte yer alan taşıtların yoğunluğu tarım topraklarının kirlenmesine ve toprakta ağır metal birikimine sebep olmaktadır. Bu nedenden dolayı özellikle otoyol kenarlarında ve taşıt yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde ağır metal kirliliği maksimum seviyelerde olduğu görülmektedir. Trafik yoğunluğuna bağlı olarak araçların karbon emisyonlarının fazla olması çevresel ciddi kirlilik problemlerine yol açmaktadır (Aricak vd., 2020).

İnsan sağlığı yönünden oldukça fazla tehlikeye sahip olan ağır metaller, öncelikle kaynağına yakın bölgelerde ciddi sorunlara yol açarken özellikle yoğun trafik ve sanayileşmenin fazla olduğu yerlerde ağır metal konsantrasyonunun maksimum seviyelere ulaştığı görülmektedir (Sevik vd., 2020a; Turkyılmaz vd., 2020).

Dünyada meydana gelen yoğun nüfus artışı ve plansız göç politikaları nedenleriyle tüm ülkelerde kirlilik büyük sorun haline gelmektedir. Dünya genelinde geri döndürülemez sorunlar olarak görülen kentleşme (Kilicoglu vd., 2020; 2021; Zeren vd., 2021; 2022) ve küresel iklim değişikliği (Cantürk ve Kulaç, 2021; Koç, 2021b,c; Varol vd., 2021a; 2022a,b) gibi kirlilik de küresel bir sorun haline gelmiştir (Savas vd., 2021). Özellikle nüfus artışı ve kentleşmeye bağlı olarak hava (Cetin ve Sevik, 2016a,b; Key ve Kulaç, 2021; Sevik, 2021) su (Kutlu ve Mutlu, 2021; Tokatli vd.,

2021; Uçun Özel vd., 2019; Uncumusaoğlu ve Mutlu, 2021) ve toprağın kentsel alanlarda kirlenme oranının çok daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Cetin vd., 2022a).

Çevre kirliliğinden en fazla etkilenen unsurların başında toprak gelmektedir. Toprak hem üzerinde yaşayan bitkiler için hem de ekosistemin en önemli temel unsurlarından biridir. Ülkemiz tarıma elverişli topraklar bakımından her geçen yıl daha da fakirleşmekte ve tüm ülkelerde olduğu gibi çeşitli kirleticilere maruz kalmakta ve gün geçtikte elverişli tarım topraklarında azalmalar görülmektedir. Toprak kirliliği çevre ve insan sağlığı açısından ciddi tehdit oluşturmaktadır (Cetin vd., 2022b; Özdel, 2010; Sen vd., 2018;).

Toprak kirliliği neticesinde toprağın yapısında meydana gelen değişime bağlı olarak ekosistem büyük ölçüde etkilenmekte ve doğal denge bozulmaktadır. Çevre kirleticileri arasında ağır metaller oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Mevcut durumun birçok nedeni olmasına karşın özellikle nüfus artışına bağlı olarak araç sayılarının artması etken olarak gösterilebilir. Dolayısıyla çevresel kirliliklerinin takibinde biyomonitorlerle yapılan birçok araştırmada trafik yoğunluğunun bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonları üzerine etkileri belirlenmiştir (Kuzmina vd., 2022; Pirinc Bayraktar vd., 2022; Yayla vd., 2022).

Günümüzde ağır metal kaynaklı kirlilik problemleri ciddi seviyelere ulaşmış olmakla birlikte bazı bölgelerdeki topraklarda meydana gelen ağır metal konsantrasyonları bitkilerden alım yoluyla gıda güvenliğini ve insan sağlığını tehdit edecek seviyelerde olduğu belirtilmiştir (Kravkaz Kuscı vd., 2022). Sanayileşme, nüfus artışı, tarımsal faaliyetler nedeniyle toprak ve su kaynaklarımızın ağır metal yoğunluğu artmaktadır. Benzer şekilde karayollarındaki araçların emisyonlarından kaynaklı topraklarda ağır metal kirliliğine sebep olmaktadır (Batır, 2019; Chen ve Lu, 2018; Özel, 2019).

Topraklarımızdaki ağır metal kirlilik düzeyinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Toprak tüm ekosistemin varlığını oluşturan temel bileşenlerden birisi olup, bütün canlı yaşamını doğrudan veya dolaylı olarak etkiler. Çünkü bitki gelişimi başlıca iklimik (Cetin vd., 2018a,b; Koç, 2021d,e; Özel vd., 2020; Sevik vd., 2016) ve edafik (Kravkaz

Kuscu vd., 2018a,b; Varol vd., 2021b) faktörlerin etkisi altında şekillendir. Toprak üzerinde bitkilerin yetişebilmeleri toprak ve iklim koşullarının elverişli olmasına bağlıdır (Ozel vd., 2021c; Varol vd., 2020). Çevre koşullarından en önemli etmen olan toprak, bitki gelişiminden besin içeriğine kadar her şeye doğrudan etki eder (Kravkaz Kuscu, 2019; Kravaz Kuscu, 2020).

Havada bulunan ağır metaller yer çekimi neticesinde toprak yüzeyine inmekte ve toprakta birikmektedirler. Ağır metal fazlalığı olan toprakta yetişen bitkiler topraktan ihtiyacı olan mikro besin elementi alımlarını yapamazlar ve bünyelerinde ağır metal birimi olması nedeniyle gıda olarak kullanılması durumunda insan sağlığı açısından çeşitli sorunlara yol açmaktadır (Batır, 2019; Gültekin, 2020).

Ülkemizde şehirlerde yaşayan insan popülasyonunun artması neticesinde birim alana düşen insan sayısında ciddi artışlar meydana gelmiştir (Kalayci Onac vd., 2021; Kilicoglu, 2022; Şen vd., 2018). Buna paralel olarak nüfus yoğunluğunun fazla artması ile su kirliliği, hava kirliliği ve toprak kirliliği problemleri ortaya çıkmış olup, bu da ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır (Altera vd., 2019; Bayraktar, 2019; Çetin vd., 2017a,b; Kulaç vd., 2016).

Şehirleşmeyle ivme kazanan nüfus artışı beraberinde çeşitli çevresel sorunlara da neden olmuştur. Ülkemizde teknolojik gelişmelere bağlı olarak gelişen sanayi faaliyetleri köylerden şehirlere olan göçü tetiklemiş ve plansız nüfus artışına sebep olmaktadır (Bayraktar vd., 2021a,b; Gencel vd., 2021a,b; Kursuncu vd., 2022). Nüfus artış oranının fazla olması, endüstriyel tesisler, araçlardan çıkan egzoz gazları ve mineral yakıtlar hava kirliliğine neden olmaktadır (Isinkaralar, 2022h; Özdemir vd., 2002). Endüstriyel tesisler, mineral yakıtlar ve araçların egzoz emisyonları tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en önemli hava kirleticisi pozisyonunda olup, insan sağlığını önemli ölçüde tehdit etmektedirler (Key vd., 2022; Türkyilmaz vd., 2018a,b,c).

Dünya nüfusunun yoğun bir şekilde artmasına karşın mevcut tarıma elverişli toprak varlıkları her geçen gün azalma eğilimi göstermektedir. Günümüzde tarım alanlarımız amacına uygun olmayan şekilde kullanılması konunun ne kadar önemli olduğunu

ortaya çıkarmaktadır. Tarım alanları günümüzde tarımsal faaliyet dışında hobi bahçesi, konut, endüstriyel tesis, baraj, yollar, kanallar gibi faaliyet alanları için kullanılmaktadır (Karakuş vd. 2019).

Tarıma elverişli alanların azalmasına ek olarak tarım topraklarının ağır metallerce kirlenmesi, gıda arzı konusunda en önemli sorunlardan birisini de beraberinde getirmektedir. Bitkiler ağır metalleri genellikle kök sistemiyle bünyelerine almaktadır (Niazi vd., 2016). Bunun en önemli nedeni ise ağır metallerin toprakta birikmesi ve bitkilerin gelişmiş kök sistemleri sayesinde emilimin gerçekleşmesidir. Bitki kök sisteminin yanı sıra bitkilerin meyvesi, çiçeği, yaprakları gibi diğer organları da ağır metalleri bünyelerine alabilirler (Bondada vd., 2004).

Ağır metallerin bazıları tarımsal faaliyetlerde besin elementi olarak bitki gelişimi üzerine olumlu etki gösterirken, yüksek konsantrasyonların da bitki organlarında birikmesi nedeniyle bitkilerin gelişiminin bozulmasına sebep olmaktadır (Gür vd., 2004). Tarımsal üretim için Fe, C, Mn, Ca, K, Zn, N, Mo, P, H, S, B gibi bitki besin elementleri mutlaka gereklidir. Buna karşın Si, Na, Al, Co, Ni gibi elementler ise sadece bazı özel bitkiler ile belirli kimyasal süreçlerde gereklidir (Okcu vd., 2009; Özel vd., 2021d). Bitki bünyelerinde yoğun bir şekilde ağır metal birikiminin olması sonucunda bitkilerde terleme, su alma, protein sentezi, çeşitli enzim faaliyetleri, çimlenme, büyüme, fotosentez gibi fizyolojik birçok olayın bozulmasına neden olmaktadır (Kennedy vd., 1987).

Yeryüzündeki bulunan toprakların oldukça az bir bölümü tarıma elverişli olup, kısıtlı alanlarda tarım yapılan topraklar günümüzde çeşitli nedenlerle kirlilik baskısı altındadır. Mevcut tarım topraklarında; gelişen sanayi faaliyetleri, tarımsal üretimde kullanılan gübre ve pestisitler, egzoz gazları ve imar sorunları tarım topraklarında kirlilik problemini doğurmuştur. Topraklardan etkin bir şekilde yararlanmak için sürdürülebilir toprak yönetiminin benimsenerek hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Günümüzde topraklarda kirlilik etkisi yaratan oldukça fazla etken bulunmaktadır. Bunlar; tarımsal amaçlı kullanılan zirai gübre ve ilaçlar, sanayileşme, insan kaynaklı, ağır metal kaynaklı atıklardır. Bu faktörler değerlendirildiğinde en önemli toprak

kirleticisi olarak ağır metaller vurgulanmaktadır (Wang vd., 2014). İnsan ve çevre sağlığı açısından en önemli tehditlerin başında görülen ağır metal kirliliği bakımından toprakların değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada da Ankara İli Yenimahalle sınırları içerisinde yer alan tarım topraklarında bazı ağır metal konsantrasyonunun bölgesel bazda toprak derinliğine bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ağır metaller insan ve çevre sağlığı açısından son derece zararlı olabilen elementler olması dolayısıyla son yıllarda çok sayıda çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda kısaca özetlenmeye çalışılmıştır.

Bingöl ilinin Erzurum ve muş karayolu güzergâhında ağır metallerin tarım topraklarında trafik yoğunluğuna bağlı değişimleri analiz edilerek incelenmiş olup, elde edilen bulgular neticesinde Cr, Pb, Cu, Ni ve Cd topraktaki ağır metal yoğunlukları istenilen sınır değerlere ulaşmamasına rağmen karayollarından uzaklaştıkça ağır metal konsantrasyonlarının azaldığı görülmüştür. Bunun sonucunda bölgede tarım topraklarında tespit edilen ağır metallerin trafik kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır (Elaltuntaş, 2017).

Belçika’da sanayi bölgesine ve şehirleşme olan bölgelere yakın yolların kenarlarındaki çim bitkisi ile topraklarda Cu, Pb, Zn ve Mn kaynaklı kirlilik üzerine çalışılmıştır. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde önemli boyutta Pb ve Zn kirliliği, nadiren de olsa Mn kirliliği tespit edilmiştir. Yollardan uzaklaştıkça kirlilik seviyelerinde hızlı bir azalma meydana geldiği bildirilmiştir. Yola çok yakın bölgelerde bulunan bitkilerde ağır metal birikimi saptanmıştır (Albasel ve Cottenie, 1985).

Ağır metaller üzerine yapılan benzer bir araştırmada; İstanbul ilinin Avcılar-Topkapı arasındaki E-5 karayolunun 18 km’lik bölgesinde, 22 farklı istasyon belirlenerek toprak numunesi alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda topraktaki Zn, Pb ve Cu yoğunluklarının normal limit değerlerinin oldukça üzerinde olduğu belirlenmiştir (Sezgin vd., 2003).

Ankara Etimesgut ilçesi karayollarında Cu, Pb ve Cd kirliliği üzerine yapılan araştırma neticesinde yol doğrultusunda üst topraklarda 0-5 cm oldukça fazla Pb birikiminin olduğu tespit edilmiştir. Yol kenarından uzaklaşma ile topraklarda tespit edilen ağır metal konsantrasyonunun da buna paralel olarak kabul edilen değerlerin altına indiği görülmüştür (Haktanır, 1995).

Adana karayolları kenarlarındaki topraklarda önemli kirletici konumundaki Pb kirliliği konusunda araştırma yapılmıştır. Yola yakın kenarlardaki topraklardaki Pb değerinin 424 mg/kg seviyesine ulaştığı, bu değer istenilen seviyenin yaklaşık yirmi katı fazla olduğu görülmüştür. Yoldan uzaklaşma ile Pb değerlerinde azalma görülmekle birlikte 50 m'den sonra bile toprakta belli seviyelerde birikimin olduğu bildirilmiştir (Yaman, 1995).

Ağır metallerden Zn, Pb, Cr, Cu ve Ni ile yapılan bir çalışma sonucunda topraktaki yoğunlukları kabul edilebilir sınırlara yaklaşmış olmamalarına rağmen Zn dışındaki diğer ağır metallerde karayollarına yakınlaşmasına bağlı olarak artış görüldüğü, bu durumdan dolayı bölge topraklarında gözlemlenen ağır metal kirliliğinin trafik kaynaklı olduğu belirtilmiştir. Bahse konu ağır metallerin şimdilik bu topraklarda birikime neden olacak değerlere ulaşmasa da ağır metallerin ekosistem üzerine olumsuz etkileri düşünüldüğünde değerlerin kritik seviyelerinin üstüne çıkmadan önlem alınmasının ve bu doğrultuda çalışmaların yapılması önerilmiştir (Öztemel vd., 2016).

Bingöl-Erzurum karayolu kenarlarından elde edilen toprak numunelerinde Cd değerleri bütün yön ve yollardaki seviyeleri incelendiğinde en düşük Cd değeri 9,2 ppm ve en yüksek değeri ise 10,7 ppm olarak ölçüldüğü bildirilmiştir (Elaltuntaş, 2017).

Keser (2008) Aydın ili Tarım topraklarında Büyük Menderes Nehrinin suları ile sulanan ve sulanmayan tarlalarda yetiştiriciliği yapılan mısır, bamya, biber, börülce, domates ve karpuz bitkilerinde demir, bakır, kadmiyum ve çinko elementleri karşılaştırılmış olup, araştırma bulguları neticesinde tüm bitkilerde nehir suyu ile sulananlarda ağır metal konsantrasyonunun nehir suyu ile sulanmayanlara oranla daha yüksek seviyelerde olduğu vurgulanmıştır.

Özyürek (2016), Nevşehir ilindeki su kaynakları aracılığıyla sulama yapılan tarlalardan bitki, toprak ve su örnekleri alınarak ağır metal oranları değerlendirilmiştir. Araştırmada soğan, domates, fasulye, biber bitkilerindeki Fe, Cd, Zn, Pb, Cr ve Cu elementlerinin yoğunlukları üzerinde çalışılmıştır. Kızılırmak suyu ile sulanan tarlalarda ağır metal yoğunluğu görülmesine karşın kuyu suyu ile sulanan tarlalarda ise en az seviyelerde olduğu bildirilmiştir.

Kastamonu il merkezinde ve yakın bölgelerde yapılan bir çalışmada 15 farklı örnekleme istasyonu belirlenmiş olup, topraklarda ağır metal kirliliği araştırılmıştır. Genellikle otoyol ve anayol kenarlarında ve sanayi tesislerinin fazla olduğu bölgelerdeki topraklarda ağır metal birikimi fazla olmasına karşın bu çalışmada tam tersine bu bölgelerde ağır metal birikimi daha az tarım alanlarındaki topraklarda ise daha fazla ağır metal birikimi söz konusu olmuştur. Bu alanlardaki ağır metal kirliliğinin ana sebepleri arasında tarım ilaçları ve gübreler gösterilmektedir (Ashaıbı, 2020).

Chang ve Page (1978) yirmi dört ay süreyle yapmış oldukları araştırmada dekara 18 ton atık suyun toprakta çinko, krom ve bakır konsantrasyonunu arttırdıkları ve ağır metal birikim seviyesinin özellikle toprağın üst yüzeylerinde olduğu bildirilmiştir.

Antakya-Topboğazı karayolunun çevresinde bulunan topraklarda taşıtların neden olduğu ağır metal kirlilik seviyesinin tespit edilmesine yönelik yapılan bir çalışmada belirlenen topraklarda toplam kadmiyum değerleri 1,64-3,95 ppm, toplam kurşun değerleri 0,59-10,79 ppm, toplam nikel değerleri ise 19,5-407,9 ppm değerleri arasında değişim göstermiştir (Ağca ve Doğan, 2000).

Ankara il merkezinden 40 km uzaklıkta bulunan Kahramankazan, Ayaş ve Kızılcahamam sınırları içerisinde bulunan karayolunun güney ve kuzey bölgesindeki tarım topraklarında ağır metal kirliliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile değerlendirilmesi amacıyla yapılmış olup, bölgeyi temsil eden 51 farklı istasyondan 15-30 cm'den toprak derinliğinden örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerde bazı ağır metaller analiz edilmiştir. Çalışma bölgesindeki örneklerde, Elde edilen bulgular CBS yazılımı kullanılarak mekânsal olarak değerlendirilerek bölgenin ağır metal kirlilik haritası oluşturulduğu bildirilmiştir (Pekacar, 2021).

Altıntaş ova bölgesinde bulunan tarım alanlarından 15 adet toprak numunesi alınarak ağır metal kirliliği araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Zn değeri 30,5-75,8 mg/kg, Hg değeri 0,02-0,56 mg/kg, Pb değeri 10,01-29,16, mg/kg, Cr değeri 29,3-137,7 mg/kg, As değeri 12,9-70,2 mg/kg arasındadır. En düşük Ni değeri AT-15 istasyonunda, en yüksek Ni değeri AT-1, en düşük Pb ise AT-6, en yüksek değer ise

AT-15, As konsantrasyonunun en yüksek seviyesi AT-1, en az seviyesi ise AT-3 olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Özkul vd., 2018).

Yapılmış olan çalışmada yol kenarlarındaki çim bitkisi ve topraklarda bulunan bakır, kurşun, mangan, kadmiyum ve çinko metallerinin yoğunluklarını belirlemişlerdir. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi neticesinde tüm ağır metallerin çim bitkisinde ve topraklarda yoğun bir şekilde tespit edilmiş olup, bu yoğunluğun örnek alınan bölgenin taşıt trafiğinin fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Ho ve Tai, 1998).

Hatay ilinde yapılan bir araştırmada Antakya-Cilvegözü karayolu hattı boyunca bulan tarım arazilerindeki bitkilerinin tarımsal ve trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin tespit edilmesi amaçlanmış olup, bölgeyi temsil eden 8 farklı istasyon noktası belirlenerek toprak numuneleri alınmıştır. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde Ni 0,370-3,97 mg/kg, Al 0-0,700 mg/kg, Cd 0-0,105 mg/kg, Cu 0,121-4,48 mg/kg ve Pb 0,130-0,780 mg/kg aralıklarında değişim göstermiştir. Toprakta ağır metal kirliliğinin kabul edilebilen sınır değerlerde olduğu, ayrıca bitkilerde ise ağır metal birikimi sınır değerlerin üzerine çıktığı, karayolundan uzaklaştıkça ağır metal birikimi ve kirliliği azaldığı gözlemlenmiştir (Özkan, 2017).

Knezeviç vd., (2009) Polonya'nın farklı yerlerinden temin etmiş oldukları bitki ve toprak numuneleri üzerinde çalışarak ağır metal kaynaklı kirlilik yoğunluklarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma neticesinde karayollarına yakın noktalardan alınan numunelerde Zn, Pb, Mn ve Ni elementlerinin karayollarına uzak olan yerlerinden alınan numunelerden daha yüksek konsantrasyonda olduğu görülmüştür.

Bakırdere ve Yaman Elâzığ ilinde otoyol kenarlarındaki bitki ve topraklarda Cu, Pb ve Cd seviyeleri incelenmiştir. Başka araştırmalarda olduğu gibi mevcut araştırmada da ağır metal konsantrasyonlarının taşıt trafiğinin fazlalığına bağlı olarak artışlar görüldüğü bildirilmiştir (Bakırdere ve Yaman, 2008).

Adana şehir merkezi ve çevresindeki bölgelerden 52 adet numunesi alınmış olup, Mn, Fe, Zn, Al, Cu, Hg, Pb, Cd, Ni, As ve Co gibi bazı ağır metal analizlerine bakılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ağır metal parametrelerinden Pb, Mn ve Fe konsantrasyonları

standartların altında iken, Al, Ni, Cr, As ağır metalleri ise analiz sonuçları değerlendirildiğinde standartların üstünde tespit edilmiştir. Bölgede meydana gelen kirliliğin çevresel sorunlardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Akyıldız ve Karataş 2018).

Bu çalışmalar konu ile ilgili yapılan çalışmaların küçük bir bölümüdür. Ağır metal kirliliği son yıllarda üzerinde fazlaca araştırma yapılan konulardan birisidir ve bundan dolayı topraklarda (Gavrilescu, 2022; Luo vd., 2022; Wu vd., 2022) olduğu gibi sularda (Aydın Uncumusaoglu ve Mutlu 2021; Mutlu, 2021; Mutlu vd., 2013; Mutlu vd.; 2021; 2014; 2016; Mutlu ve Aydın Uncumusaoglu 2017; Mutlu ve Kutlu 2017; Mutlu ve Kurnaz 2018; Mutlu ve Emin Güzel 2019; Mutlu 2019; Şutan vd.; 2020; Uçun Ozel vd., 2019) ve havadaki ağır metal kirliliğinin biyomonitörü olarak da bitkilerde (Badawy vd., 2022; Cui vd., 2022) ağır metal kirliliği konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara her gün yenileri eklenmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Örnekleme lokasyonları, İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında yer alan Ankara ilinin Yenimahalle İlçesi Batıkent semti Turgut Özal Mahallesi'nde bulunmaktadır (Şekil 3.1). Batıkent semtinin nüfusu, Yenimahalle ilçesinin yarısı kadardır. Nüfusu orta ve orta-üst gelir grubu insanlar oluşturur. Batıkent'in 2020 yılı ile birlikte nüfusu 243.180 kişi olarak bir yılda %2,8, on yılda ise %31 artmıştır. Batıkent'in en kalabalık mahallesi 56.464 kişi ile Turgut Özal Mahallesi'dir.



Şekil 3.1 Örnekleme lokasyonlarının görüntüsü

Ankara ili Yenimahalle ilçesi Turgut Özal Mahallesi'nde bulunan tarım topraklarında ağır metal yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla bölgenin tamamını temsil edecek şekilde koordinatları belirlenen lokasyonlardan toprak numuneleri alınmıştır. Lokasyonlar, sanayiye yakınlık, anayol ve arayola yakınlık, uzaklık, orman alanına yakınlık ve yerleşim alanı açık alan sınırı kıstas alınarak belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında öncelikle toprak numunesi alınacak lokasyonlar belirlenmiştir. Çalışma kapsamında farklı özelliklerde olan tarım topraklarından toprak numuneleri alınarak ağır metal konsantrasyonlarının yoğunluklarının belirlenmesi

amaçlanmaktadır. Bölgeyi homojen olarak temsil eden noktalardan numuneler alınmıştır. Bu yerler aşağıdaki gibidir:

- L1: Yerleşim Alanı Açık Alan Sınırı
- L2: Yerleşim Alanı Açık Alan Sınırı
- L3: Yerleşim Alanı Açık Alan Sınırı ve Anayola Uzak
- L4: Ara Yol Kenarı ve Sanayi Bölgesine Uzak
- L5: Ana Yol Kenarı ve Sanayi Bölgesi Yakını
- L6: Ara Yol Kenarı ve Sanayi Bölgesi Yakını
- L7: Ara Yol Kenarı ve Sanayi Bölgesi Yakını
- L8: Yerleşim Alanı Açık Alan Sınırı ve Sanayi Bölgesi Yakını
- L9: Ana Yol Kenarı Yakını
- L10: Ara Yol Kenarı Yakını
- L11: Sanayi Bölgesine Uzak ve Ormanlık Alan Yakını
- L12: Sanayi Bölgesine Yakın
- L13: Ana Yol Kenarına Yakın, Sanayiye Bölgesine Uzak
- L14: Sanayi Bölgesine Uzak
- L15: Sanayi Bölgesine Uzak
- L16: Sanayi Bölgesine Uzak, Arayol Kenarı
- L17: Sanayi Bölgesi ve Ana Yol Kenarına Uzak
- L18: Sanayi Bölgesine Uzak ve Ormanlık Alan Yakını
- L19: Sanayi Bölgesine ve Ana Yol Kenarına Uzak
- L20: Sanayi Bölgesine ve Ana Yol Kenarına Uzak

olmak üzere toplam 20 farklı lokasyondan toprak numunesi alınmıştır.

Çalışma kapsamında bölgenin ağır metal kirlilik düzeyinin tespitinin homojen olarak

temsil edecek şekilde belirlenmesini sağlamak amacıyla tarım topraklarında lokasyonlar belirlenmiştir. Belirlenen lokasyonların koordinatları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Belirlenen lokasyonların koordinatları

Numune No	Koordinatlar	Numune No	Koordinatlar
1	N 39° 59’ 23.7264’’ E 32° 43’ 27.7392’’	11	N 40° 01’ 25.8’’ E 32° 43’ 27.0’’
2	N 39° 59’ 25.5984’’ E 32° 43’ 32.3472’’	12	N 40° 01’ 12.7’’ E 32° 42’ 58.2’’
3	N 39° 59’ 23.4636’’ E 32° 43’ 40.1052’’	13	N 40° 00’ 24.5988’’ E 32° 42’ 40.7592’’
4	N 39° 59’ 27.276’’ E 32° 43’ 45.4008’’	14	N 40° 00’ 57.4956’’ E 32° 42’ 41.166’’
5	N 39° 59’ 52.9’’ E 32° 43’ 39.6’’	15	N 40° 01’ 12.6588’’ E 32° 42’ 58.0248’’
6	N 39° 59’ 52.6’’ E 32° 43’ 42.7’’	16	N 40° 01’ 17.742’’ E 32° 43’ 24.0096’’
7	N 40° 00’ 00.6876’’ E 32° 42’ 53.064’’	17	N 40° 01’ 11.73’’ E 32° 43’ 47.6472’’
8	N 40° 00’ 00.18.16’’ E 32° 43’ 00.5412’’	18	N 40° 01’ 16.0’’ E 32° 43’ 29.2’’
9	N 40° 00’ 32.994’’ E 32° 43’ 00.2892’’	19	N 40° 01’ 37.9’’ E 32° 43’ 29.3’’
10	N 40° 00’ 19.9764’’ E 32° 43’ 16.7988’’	20	N 40° 00’ 53.7516’’ E 32° 44’ 02.8932’’

3.2. Yöntem

3.2.1 Saha Çalışması

Temmuz 2021 tarihinde başlayan arazi çalışmalarında tarım topraklarındaki ağır metal konsantrasyonlarının tespiti analizlerinde kullanılmak üzere 20 ayrı lokasyondan üç farklı toprak derinliğinden olmak üzere toplam 60 adet toprak numunesi alınmıştır. Toprak numuneleri tarım arazisinin belirlenen yerlerinden toprağın üst yüzeyinden 0-15 cm derinlikten, toprağın orta derinliğinden 15-30 cm derinlikten ve toprağın 30-45

cm derinlikten V şeklinde kürek ile kazılarak yaklaşık 1kg olacak şekilde toprak numuneleri alınmıştır. Toprak numuneleri etiketlenerek ve sınıflara ayrılarak numune poşetlerine konulmuş ve analiz edilmek üzere laboratuvara götürülmüştür.

3.2.2. Laboratuvar Çalışması

Ağır metal kirlilik düzeyini belirleyen parametrelerden Ga, Ca, Al, Fe, K, Mg, Mn, Na, Co, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn ve V analizleri yapılmak üzere Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarına getirilerek analizi yapılmıştır. Çalışma alanından alınan toprak örnekleri bölge ve derinliklerine göre sınıflandırılmış olup, laboratuvara getirilen toprak örnekleri temiz bir ortamda 2-3 gün boyunca kağıtlar üzerine serilip içerisinde bulunan taş vb. maddelerden arındırılarak kurutma işlemine tabii tutulmuştur. Farklı tarım topraklarından alınan örnekler, 50 °C de etüvde 15 gün kurutulduktan sonra 2 mm elekten geçirilmiştir. Eleğin alt kısmında kalan topraklar laboratuvar kaplarına konularak ağır metal analizleri için İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) cihazı kullanılmıştır.

ICP-OES, numunelerde eser elementlerin analizi için kullanılan tekniklerden biridir. Numunenin, 6000-10000 °C sıcaklıktaki plazmaya püskürtülmesi sayesinde gaz formuna geçerek uyarılan atomların yaptıkları emisyonun ölçümüne dayanarak yapılır. Sıvı ve gaz numunelerin doğrudan ölçümü mümkünken, katı numuneler için parçalama işlemi gerekmektedir. ICP-OES cihazı ile gıda ürünleri, tarımsal ürünler, canlı dokular, yağlar, jeolojik numuneler, su numuneleri ve çevresel numunelerde eser element analizi yapmak mümkündür. Sıvı numunelerde ağır metal analizi en fazla yapılan uygulamalar arasındadır. Cihazın dedeksiyon limitleri, yapılan numune matriksi ve uygulamaya göre farklılık göstermekle beraber genel olarak ppb-ppm seviyesindedir. Ağır metal analizleri numunelerde 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

Analizlerin yapıldığı cihazın genel görünümü Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2 ICP-OES cihazı

3.3. İstatistiksel Analizler

Analizler sonucu elde edilen veriler tablo olarak düzenlenip Excell programına aktarılmış ve SPSS paket programı ile değerlendirilmesi yapılmıştır. Söz konusu verilere varyans analizi uygulanıp, istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde ($p < 0,05$) anlamlı değişiklikler bulunduğu belirlenmiş olan verilere Duncan testi uygulanmıştır. Duncan testi ve Varyans analizi sonuçları sadeleştirilerek tablo haline getirilmiş ve yorumlanmıştır. Çalışmada elde edilen verilerin değişimlerinin daha iyi görülebilmesi için lokasyonlar ve derinlikler bazında Excel programı kullanılarak grafikler oluşturulmuştur.

4. BULGULAR

4.1.Aluminyum (Al) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Al'un lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 Al konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
L1	26532,0 aB	22860,6 aA	28109,4 bC	468,7 ***	25834 a
L2	35825,8 gB	32324,7 eA	58107,1 nC	2886,2 ***	42085,9 efg
L3	44276,2 jB	24232,2 bA	43970,6 jB	5587,8 ***	37493 bcdef
L4	28786,4 bA	45197,2 mB	46493,0 lC	3432,4 ***	40158,8 cdefg
L5	39151,3 hB	39296,8 ı jB	32227,8 cA	621,4 ***	36892 bcde
L6	31158,7 dB	51310,3 pC	27966,2 bA	5970,1 ***	36811,7 bcde
L7	32289,0 eA	33122,5 fB	45517,8 kC	1712,3 ***	36976,4 bcde
L8	40387,8 ıB	38950,2 ıA	40601,0 ıC	101,3 ***	39979,7 cdefg
L9	29827,6 cA	42610,2 kC	40022,0 hB	1560,6 ***	37486,6 bcdef
L10	30957,9 dA	32660,3 eB	32347,1 cdB	66,0 ***	31988,4ab
L11	26449,5 aC	24791,2 cA	25468,1 aB	56,6 ***	25569,6 a
L12	50242,4 mC	39717,8 jB	34244,6 eA	2056,3 ***	41401,6 defg
L13	48823,0 lB	50596,6 oC	35882,6 fA	4278,0 ***	45100,7 g
L14	45034,9 kB	48024,4 nC	39862,3 hA	416,5 ***	44307,2 fg
L15	31996,2 eB	29118,7 dA	32832,8 dC	777,3 ***	31315,9 ab
L16	54240,2 nC	36662,9 hB	27679,3 bA	4261,7 ***	39527,4 cdefg
L17	36100,7 gA	35807,3 gA	37252,0 gB	28,5 **	36386,6 bcde
L18	34510,1 fB	36177,8 gC	32476,4 cdA	193,7 ***	34388,1 bcd
L19	39362,2 hA	44482,2 lB	52090,1 mC	1413,3 ***	45311,5 g
L20	31837,5 eA	37056,2 hC	32854,5 dB	458,6 ***	33916,0 bc
F Değeri	2894,7 ***	2943,8 ***	2525,3 ***		6,7 ***
ORTALAMA	36889,5 A	37250 A	37300,2 A	0,045 ns	

Al konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir.

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (26532,0 ppb) ve L11 (26449,5 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L16 (54240,2 ppb), L12 (50242,4 ppb) ve L13 (48823,0 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir. Orta derinlikteki topraklarda en düşük

değerlerin yine L1 (22860,6 ppb) ve L11 (24791,2 ppb) ile L3 (24232,2 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L6 (51310,3 ppb), L13 (50596,6 ppb) ve L14 (48024,4 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. Derin topraklarda da en düşük değerler L11 (25468,1 ppb), L16 (27679,3 ppb), L1 (28109,4 ppb) ve L6 (27966,2 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L2 (58107,1 ppb), L19 (52090,1 ppb) ve L4 (46493,0 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L19 (45311,5 ppb) ortalama en düşük değer L11 (25569,6 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer alt topraklarda (37300,2 ppb) ortalama en düşük değer üst topraklarda (36889,5 ppb) görülmektedir.

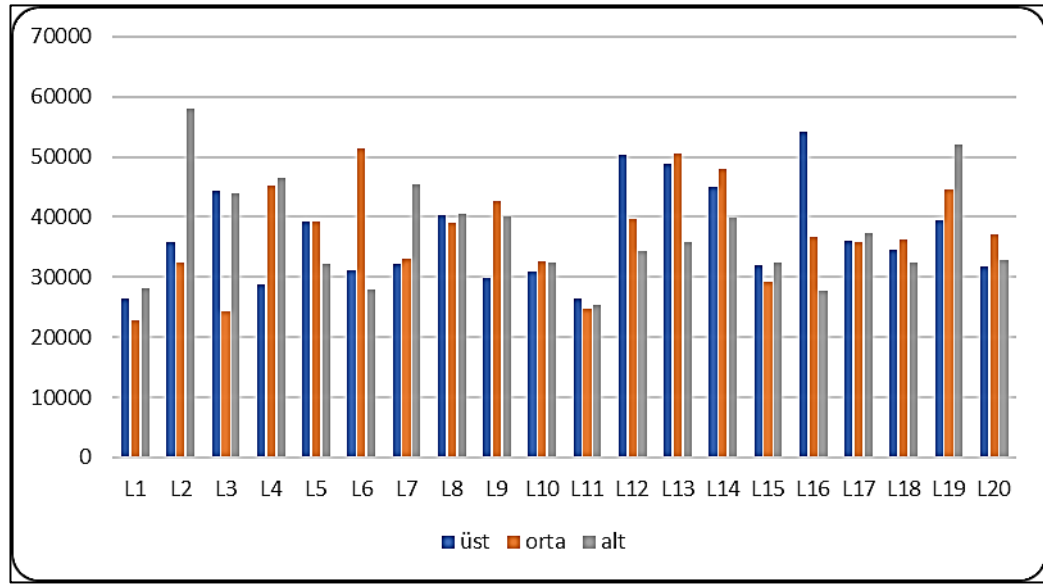
Al konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde ise en yüksek değerler sanayi bölgesine ve ana yol kenarına yakın bölgelerde daha yüksek değerler tespit edilmekle beraber ortalama en düşük değerlerin tespit edildiği lokasyonlar da yerleşim alanı açık alan sınırı ve sanayi bölgesine uzak ve ormanlık alan yakını olan bölgelerde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla Al elementinin anayol kenarı ve sanayi bölgesine yakın topraklarda daha çok bulunduğu tespit edilmiştir.

Aynı zamanda tarım açısından değerlendirildiğinde toprakta Al derişiminin yüksek olması örneğin Mg gibi elementlerin bitkiler tarafından alımını azaltmakla birlikte noksanlıklara neden olmaktadır.

Toprakta bulunan Al bitki yapraklarına kadar ilerleyerek özellikle yaprağı yenen bitkilerde insan sağlığını tehdit ettiği bilinmektedir. Tespit edilen tüm değerler yüksek miktarda olup önlenemeyen sonuçlara sebep olması muhtemeldir. Araştırmamızda özellikle tarım topraklarından numune alındığı düşünülürse şu an olmasa da ileride bu tehdit insan sağlığına mal olabilecek sonuçlara neden olabilecektir. Numune alınan lokasyonlarda en yüksek değerlerin sanayi yakınında ve aynı zamanda anayol kenarına yakın bölgede olması sadece sanayi değil taşıt trafiğinden kaynaklı birikimin de olması dikkat çekicidir.

Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı görülmektedir. L4, L7 ve L19 gibi lokasyonlarda Al konsantrasyonu

derinlikle birlikte artarken, L12 ve L16 gibi lokasyonlarda derinlik arttıkça Al konsantrasyonu azalmaktadır. L6, L9 ve L13 gibi lokasyonlarda ise en yüksek Al konsantrasyonları orta derinlikteki topraklarda elde edilmiştir. Dolayısıyla toprak derinliği ile Al konsantrasyonunun değişimi arasında doğrusal bir değişim olduğunu söylemek oldukça zordur. Al konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Al konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.2. Kalsiyum (Ca) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Ca’un lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2 Ca konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	3073,0 aA	2986,4 aA	4966,9 cB	1594,4 ***	3675,4 a
2	10123,1 jkC	10113,8 l mB	10079,6 jA	256,4 ***	10105,5 j
3	10190,4 kA	4345,5 cA	10103,2 jB	3106494,6 ***	8213 efg
4	8754,1 gA	10125,7 l mB	10357,6 kC	16369,7***	9745,8 hij
5	10120,5 jkB	9931,1 jA	10113,1 jB	1707,4 ***	10054,9 ij

Tablo 4.2 Devamı...

6	10104,6 jkA	10181,2 mB	10108,8 jA	617,9 ***	10131,5 j
7	7073,2 eC	5812,8 eB	4197,2 aA	404,4 ***	5694,4 c
8	10041,5 jB	10026,2 kA	10038,4 jB	17,2 *	10035,3 ij
9	10402,4 lB	10049,0 klA	10070,9 jA	850,5 ***	10174,1 j
10	10049,4 jB	10055,5 klB	10018,7 jA	42,8 ***	10041,2 ij
11	4305,3 b	4303,2 bc	4309,1 b	2,8 ns	4305,9 ab
12	10334,8 lC	10023,9 kA	10064,6 jB	813,3 ***	10141,1j
13	4811,8 cB	4247,5 bA	9602,8 iC	29676,0 ***	6220,7 cd
14	4919,7 dB	4553,1 dA	5902,3 dC	257,6 ***	5125 bc
15	9463,8 iB	9731,9 iC	9114,2 hA	220,8 ***	9436,6 hij
16	4283,9 bA	7484,3 fB	9632,8 iC	8766,8 ***	7133,7 de
17	9140,4 hC	8233,2 gA	8647,2 fB	207,6 ***	8673,6 fgh
18	7490,3 fA	7497,8 fA	8831,6 gB	164,3 ***	7939,9 ef
19	9205,1 hB	8169,3 gA	9187,4 hB	130,7 ***	8853,9 fghi
20	9541,0 iB	9639,1 hB	8156,9 eA	214,1 ***	9112,3 ghij
F Değeri	4979,0***	8985,9 ***	4115,9 ***		32,5***
ORTALAMA	8171,4 A	7875,5 A	8675,1 A	1,7 ns	

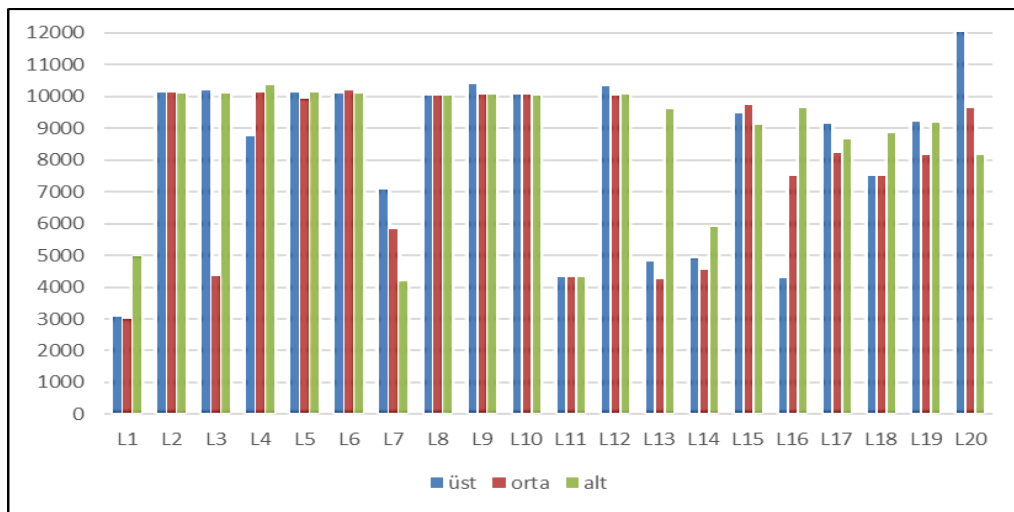
Ca konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (3073,0 ppb) ve L16 (4283,9 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L9 (10402,4 ppb), L12 (10334,8 ppb) ve L3 (10190,4 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L1 (2986,4 ppb) ve L13 (4247,5 ppb) ile L11 (4303,2 24232,2 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L6 (10181,2 ppb), L4 (10125,7 ppb) ve L2 (10113,8 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. Derin topraklarda da en düşük değerler L7 (4197,2 ppb), L11 (4309,1 ppb), L1 (4966,9 ppb) ve L14 (5902,3 ppb)

lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L4 (10357,6 ppb), L5 (10113,1 ppb) ve L6 (10108,8 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L9 (10174,1 ppb) ortalama en düşük değer L1 (3675,4 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer alt topraklarda (8675,1 ppb) ortalama en düşük değer orta derinlikteki topraklarda (7875,5 ppb) görülmektedir.

Ca konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde ise en yüksek değerler sanayi bölgesine, anayol ve ara yol kenarına yakın bölgelerde görülmektedir. En düşük değerler sanayi bölgesine uzak ve ormanlık alan yakını olan lokasyonlarda görülmektedir. Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı görülmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde ortalama en düşük değer, orta derinlikteki (15-30 cm) topraklarda görülmüştür. Ortalama en yüksek değerler derin topraklarda (30-45 cm) görülmektedir. Üst topraklarda ortalama değer derin topraklardaki değerlerle yakın olduğu görülmektedir. Orta derin topraklarda daha düşük değerde olması yer altı suyuyla taşınmış olabileceği düşünülmektedir. Bölgede kullanılan sulama suyunun Ca konsantrasyonunun yoğun olması sebebiyle sertleşme, kireçleşme ve Ca birikiminin yoğun olabileceği düşünülmektedir. Ca konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2 Ca konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.3. Demir (Fe) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Fe'in lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3 Fe konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	18525,7 aB	17687,7 aA	20044,7 aC	30,8 **	18752,7 a
2	23406,8 dA	26343,0 fB	35006,9 mC	689,4 ***	28252,2 ef
3	26891,5 hC	20146,5 bA	25507,7 fB	1523,2 ***	24181,9 bcd
4	20303,9 bA	28654,2 jB	29038,4 jC	6239,6 ***	25998,8 cde
5	25007,3 fC	24739,8 eB	20983,7 bA	1263,7 ***	23576,9 bc
6	33162,1 mC	30246,2 kB	19804,8 aA	17222,5 ***	27737,7 def
7	29201,4 jA	29874,3 kB	33725,7 lC	191,5 ***	30933,8 fg
8	34340,5 nB	33462,6 nA	36000,2 oC	354,8 ***	34601,1 g
9	25948,7 gA	36051,1 pC	35481,7 nB	2816,3 ***	32493,8 g
10	30667,5 kA	32488,3 mB	33240,3 kC	159,9 ***	32132 g
11	22217,6 cC	21123,6 cA	21536,2 cB	101,6 ***	21625,8 ab
12	30714,8 kA	38001,2 rC	33496,1 klB	544,1 ***	34070,7 g
13	32642,6 lB	35222,0 oC	26422,4 hA	4788,1 ***	31429 fg
14	30881,5 kC	27452,2 hB	25605,5 fgA	129,5 ***	27979,7 def
15	24385,7 eB	23214,3 dA	25823,0 gC	436,8 ***	24474,3 bcde
16	43225,9 oC	28121,0 iB	22923,9 dA	40478,0 ***	31423,6 fg
17	26098,4 gA	26377,4 fB	26884,7 ıC	29,8 **	26453,5 cde
18	25775,2 gB	26770,0 gC	25119,3 eA	168,3 ***	25888,2 cde
19	28718,8 ıA	31995,5 lB	40274,1 pC	4413,3 ***	33662,8 g
20	24086,2 eA	29011,1 jC	25042,7 eB	4362,8 ***	26046,6 cde
F Değeri	2034,0 ***	1677,8 ***	3399,5 ***		12,6 ***
ORTALAMA	27810,1 A	28349,1 A	28098,1 A	0,14 ns	

Fe konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak

derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görölmektedir

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (18525,7 ppb) ve L4 (20303,9 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L16 (43225,9 ppb), L8 (34340,5 ppb) ve L6 (33162,1 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir

Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L1 (17687,7ppb) ve L3 (20146,5 ppb) ile L11 (21123,6 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L12 (38001,2 ppb), L9 (36051,1 ppb), ve L13 (35222,0ppb) lokasyonlarında elde edildiği görölmektedir.

Derin topraklarda da en düşük değerler L6 (19804,8 ppb), L1 (20044,7 ppb), ve L5 (20983,7 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L19 (40274,1 ppb), L8 (36000,2 ppb) ve L9 (35481,7 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L8 (34601,1 ppb) ortalama en düşük değer L1 (18752,7 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer orta derinlikteki topraklarda (28349,1 ppb) ortalama en düşük değer üst topraklarda (27810,1 ppb) görölmektedir.

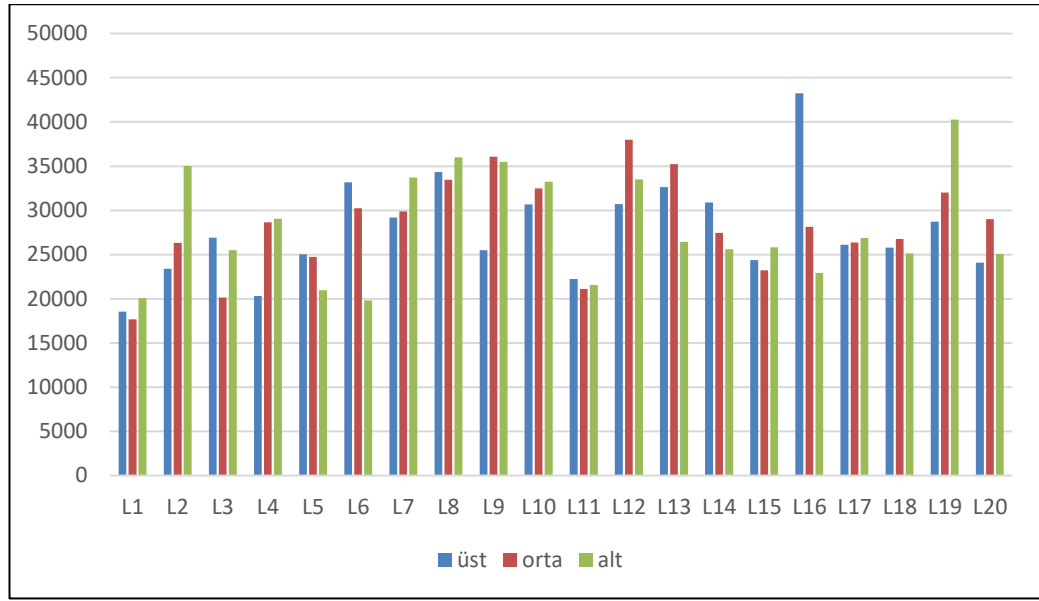
Fe konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde ise yerleşim alanı açık alan sınırı ve sanayi bölgesi yakını olan yerlerde en yüksek ortalama değerler tespit edilmiştir. Sanayi bölgesine uzak ve ormanlık alan yakını olan bölgelerdeki topraklarda ortalama en düşük değerler tespit edilmiştir.

Fe, birçok bitki çeşidi için fotosentezde kullanıldığından oldukça önemlidir. Bitki büyümesinde rol oynar. Kireçli topraklarda ph yüksek olduğundan Fe toprakta çözünemeyip bitki tarafından alımı kısıtlanabilir. Fe birikiminin yoğun olması toprağın kireçliliği, fazla sulama ya da fazla yağış almasından dolayı çözünemeyip bitki tarafından kullanılamamış olabileceğini akla getirmektedir.

Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı görölmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde

ortalama en düşük değer, üst derinlikteki (0-15 cm) topraklarda görölmektedir. Ortalama en yüksek değerler orta derin topraklarda (15-30 cm) görölmüştür. Orta derin topraklarda daha yüksek değerde olması Fe'in hareketli bir element olmasından kaynaklı olarak yer altı suyuyla taşınmış olabileceği düşünölmektedir.

Fe konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.3 Fe konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.4. Potasyum (K) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden K'un lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4 K konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	6844,8 gC	5498,6 bA	6307,9 bB	1368,1 ***	6217,1 a
2	6574,4 eB	4261,3 aA	10542,9 mC	37897,8 ***	7126,2 abcd
3	7605,3 kA	7703,7 hA	8166,4 ıB	103,5 ***	7825,1 cdef
4	5449,9 bA	7845,6 ıB	9184,2 kC	16711,1 ***	7493,2 abcde
5	8647,7 mB	8983,7 ıC	7290,7 Ga	3985,3 ***	8307,4 defg

Tablo 4.4 Devamı...

6	5881,1 cB	9736,2 mC	5554,9 aA	32978,3 ***	7057,4 abcd
7	7046,6 ıA	7486,6 gB	9585,6 ıC	10899,6 ***	8039,6 def
8	6702,7 fB	6437,5 cA	6656,9 dB	110,4 ***	6599 abc
9	5136,8 aA	7061,5 eC	6818,4 eB	7527,1 ***	6338,9 ab
10	6243,7 dA	6650,7 dB	6647,1 dB	448,6 ***	6513,8 abc
11	9220,9 oC	8532,8 jA	8679,8 jB	423,3 ***	8811,2 efg
12	9488,6 pC	7372,6 fB	6446,6 cA	4779,6 ***	7769,2 bcdef
13	16720,3 uB	17088,7 pC	12691,1 oA	11843,7 ***	15500 ı
14	16237,9 tB	16976,6 oC	14496,1 pA	2726,8 ***	15903,5 ı
15	7831,9 ıB	7105,4 eA	7862,7 hB	1808,1 ***	7600 abcdef
16	13081,0 sC	8734,3 kB	6798,2 eA	9612,2 ***	9537,8 g
17	9094,2 nB	8520,2 jA	9219,9 kC	417,6 ***	8944,8 fg
18	7328,8 jB	7399,8 fC	6824,6 eA	242,4 ***	7184,4 abcd
19	10273,9 rA	10566,3 nB	11852,0 nC	1009,7 ***	10897,4 h
20	6976,5 hA	7408,1 fC	7118,2 fB	206,0 ***	7167,6 abcd
F Değeri	25821,7 ***	26601,3 ***	18071,0 ***		38,8 ***
ORTALAMA	8619,3 A	8568,5 A	8437,2 A	0,06 ns	

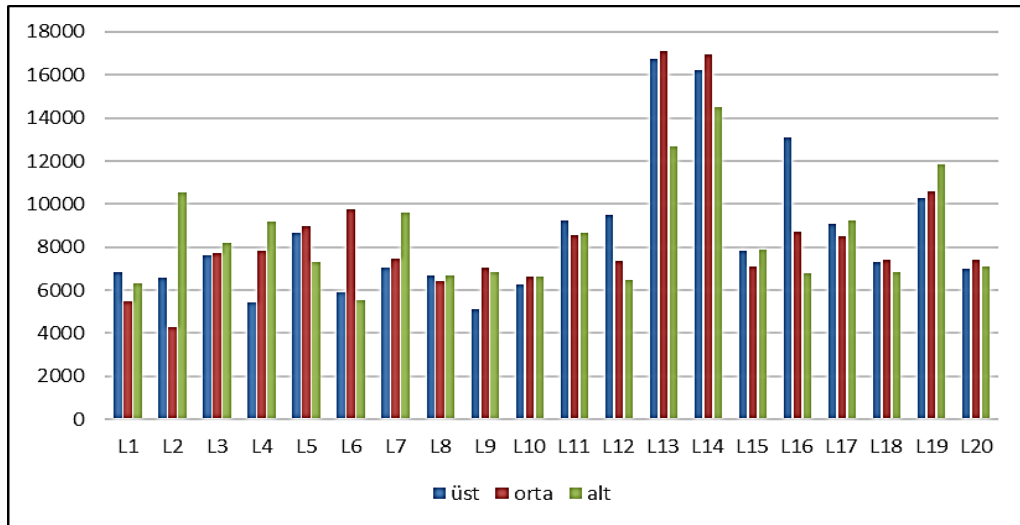
K konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L9 (5136,8 ppb) ve L4 (5449,9 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L13 (16720,3 ppb), L14 (16237,9 ppb) ve L16 (13081,0 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir. Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L2 (4261,3 ppb) ve L1 (5498,6 ppb) ile L9 (7061,5 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L13 (17088,7 ppb), L14 (16976,6 ppb), ve L19 (10566,3 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. Derin topraklarda da en düşük değerler L6 (5554,9 ppb), L1 (6307,9 ppb), ve L12 (6446,6 ppb) lokasyonlarında, en yüksek

değerler ise L14 (14496,1 ppb), L13 (12691,1 ppb) ve L19 (11852,0 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L14 (15903,5 ppb) ortalama en düşük değer L1 (6217,1 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer üst topraklarda (8619,3 ppb) ortalama en düşük değer derin topraklarda (8437,2 ppb) görülmektedir.

K konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde ise sanayi bölgesine yakın ya da ana yol kenarına yakın bölgelerdeki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Ortalama en düşük değerler ise; yerleşim alanı açık alan sınırı ve ana yol kenarı yakını lokasyonlarında görülmüştür. Çalışma topraklarındaki K derişimindeki yoğunluk, sanayi ya da yola yakınlık, uzaklık açısından değerlendirilememektedir. Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı görülmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde ortalama en yüksek değerler üst topraklarda (0-15 cm) görülmüştür. Fakat üst (0-15 cm) topraklarda, orta derin (15-30 cm) ve derin topraklarda (30-45 cm) belirgin bir fark görülmemiştir. K üst topraklarda çok bulunmuş olsa da alınabilir formda bulunmadığından kısmen üst bölgede birikmiş olabileceği düşünülmektedir. K konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4 K konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.5. Magnezyum (Mg) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Mg'un lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.5 Mg konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	3688,8 aB	3247,0 aA	4188,7 aC	826,8 ***	3708,2 a
2	5114,0 bA	5113,4 bA	8426,8 fB	21776,0 ***	6218 ab
3	6014,1 cA	39526,1 sB	6082,2 bA	44562,2 ***	17207,4 g
4	6855,8 dC	6451,1 cA	6678,2 dB	38,2 ***	6661,7 abc
5	9813,7 gB	12713,7 hC	9438,6 gA	1371,8 ***	10655,3 cde
6	7018,5 eC	6672,6 cB	6359,0 cA	106,4 ***	6683,3 abc
7	22780,9 pA	23476,3 pB	27638,1 pC	876,5 ***	24631,7 h
8	18837,2 n	18728,2 n	18932,2 o	2,0 ns	18832,5 g
9	12452,1 j kA	17897,5 mC	16713,4 mB	14577,1 ***	15687,7 fg
10	15426,2 mA	16065,1 kB	17189,7 nC	183,9 ***	16227 fg
11	42071,7 rC	39251,1 rA	40664,0 rB	59,6 ***	40662,3 ı
12	7003,3 eA	19233,9 oC	16734,1 mB	12140,4 ***	14323,8 efg
13	15475,5 mB	17504,7 lC	11549,4 ıA	11587,1 ***	14843,2 efg
14	14164,7 lA	15000,4 jC	14543,4 lB	132,2 ***	14569,5 efg
15	12511,3 kB	11547,2 eA	12479,9 jB	205,5 ***	12179,5 def
16	21558,5 oC	14176,1 ıB	11467,0 ıA	10163,2 ***	15733,9 fg
17	12091,1 ıA	12125,5 fA	12374,7 jB	14,2 *	12197,1 def
18	12380,4 jB	12430,6 gB	11113,9 hA	693,6 ***	11975 def
19	11045,0 hA	12011,5 fB	13592,2 kC	533,2 ***	12216,2 def
20	8312,2 fB	8661,3 dC	8234,7 eA	137,6 ***	8402,8 bcd
F Değeri	42291,1 ***	14543,4 ***	17983,8 ***		31,5 ***
ORTALAMA	13230,7 A	15591,6 A	13720 A	1,22 ns	

Mg konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün

toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görölmektedir

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (3688,8 ppb) ve L2 (5114,0 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L11 (42071,7 ppb), L7 (22780,9 ppb) ve L16 (21558,5 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L1 (3247,0 ppb) ve L2 (5113,4 ppb) ile L4 (6451,1 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L3 (39526,1 ppb), L11 (39251,1 ppb), ve L7 (23476,3 ppb) lokasyonlarında elde edildiğı görölmektedir.

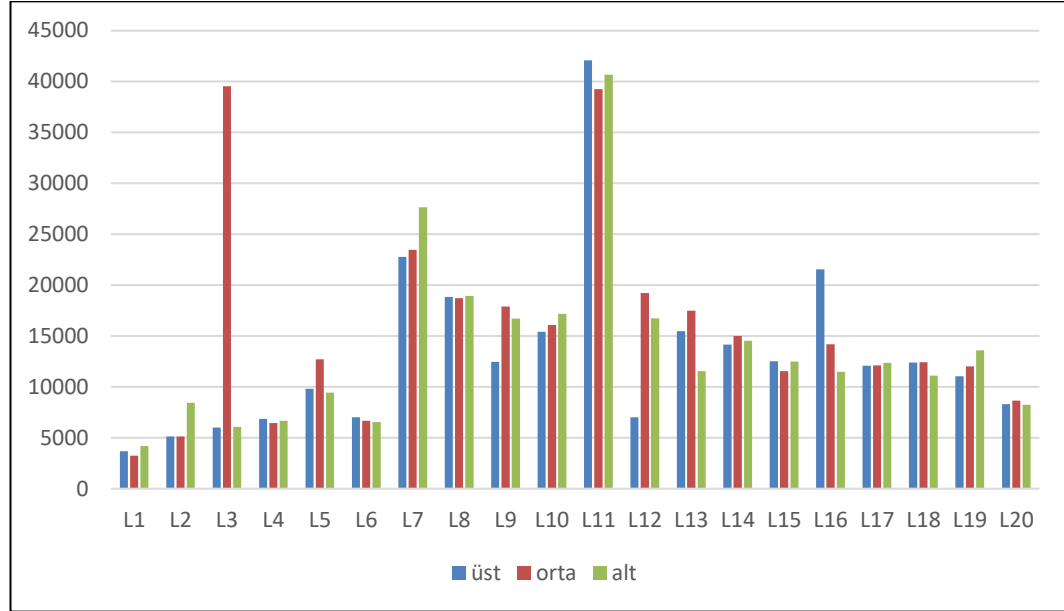
Derin topraklarda da en düşük değerler L1 (4188,7 ppb), L3 (6082,2 ppb), ve L6 (6359,0 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L11 (40664,0 ppb), L7 (27638,1 ppb) ve L8 (18932,2 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L11 (40662,3 ppb) ortalama en düşük değer L1 (3708,2 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer orta derin topraklarda (15591,6 ppb) ortalama en düşük değer üst topraklarda (13230,7 ppb) görölmektedir.

Mg konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde ise yerleşim alanı açık alan sınırı, sanayi bölgesi yakını ve sanayi bölgesine uzak ve ormanlık alan yakını olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Yerleşim alanı açık alan sınırı ve ara yol kenarı, sanayi bölgesine uzak lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiğı görölmüştür. Çalışmamız açısından sanayiye, yola yakınlıkla alakalı bir sonuca varmamız mümkün gözükmemektedir.

Lokasyonlarda toprak derinliğı bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı görölmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde ortalama en düşük değer, üst (0-15 cm) topraklarda görölmüştür. Ortalama en yüksek değer orta topraklarda (15-30 cm) görölmüştür. Üst ve alt topraklarda büyük bir fark görölmemiştir.

Mg konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5 Mg konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.6. Mangan (Mn) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Mn’nın lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6 Mn konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	59,2 aA	113,8 aB	131,8 aC	193,6 ***	101,6 a
2	335,8 cA	368,4 cB	542,6 ıC	374,3 ***	415,6 bc
3	806,2 oC	371,7 cA	556,0 jB	11106,4 ***	578 fghı
4	413,6 eB	476,6 eC	267,8 bA	3748,2 ***	386 bc
5	261,3 bA	499,6 fC	302,7 cB	18875,7 ***	354,5 b
6	587,7 jC	332,3 bA	430,0 dB	3970,6 ***	450 bcde
7	656,8 ıB	642,0 ıA	772,4 sC	459,3 ***	690,4 ı
8	602,7 kA	640,4 ıB	657,4 rC	132,0 ***	633,5 ghı
9	365,1 dA	576,2 jC	534,3 hB	3128,6 ***	491,9 cdef

Tablo 4.6 Devamı...

10	592,2 jA	653,7 mB	651,1 prB	157,1 ***	632,3 ghı
11	456,0 fB	415,8 dA	455,9 eB	132,1 ***	442,6 bcd
12	368,2 dA	743,1 oC	646,7 pB	7888,7 ***	586 fghı
13	716,0 nB	812,2 pC	497,3 fA	26156,4 ***	675,2 hı
14	684,0 mC	552,7 hB	515,4 gA	134,7 ***	584 fghı
15	604,5 kB	549,1 hA	639,4 oC	643,8 ***	597,6 fghı
16	1163,7 pC	713,1 nB	567,1 kA	33816,3 ***	814,6 j
17	593,3 j	586,8 jk	588,2 l	3,3 ns	589,5 fghı
18	547,1 ıA	563,8 ıB	602,9 mC	153,5 ***	571,3 fgh
19	521,2 hA	524,9 gA	628,0 nB	2010,4 ***	558 efgh
20	493,5 gA	590,3 kC	566,6 kB	859,5 ***	550,1 defg
F Değeri	11759,3 ***	1712,5 ***	3804,3 ***		17,9 ***
ORTALAMA	541,3 A	536,3 A	527,6 A	0,08 ns	

Mn konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (59,2 ppb) ve L5 (261,3 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L16 (1163,7 ppb), L3 (806,2 ppb) ve L13 (716,0 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L1 (113,8 ppb) ve L6 (332,3 ppb) ile L2 (368,4 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L13 (812,2 ppb), L12 (743,1 ppb), ve L16 (713,1 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir.

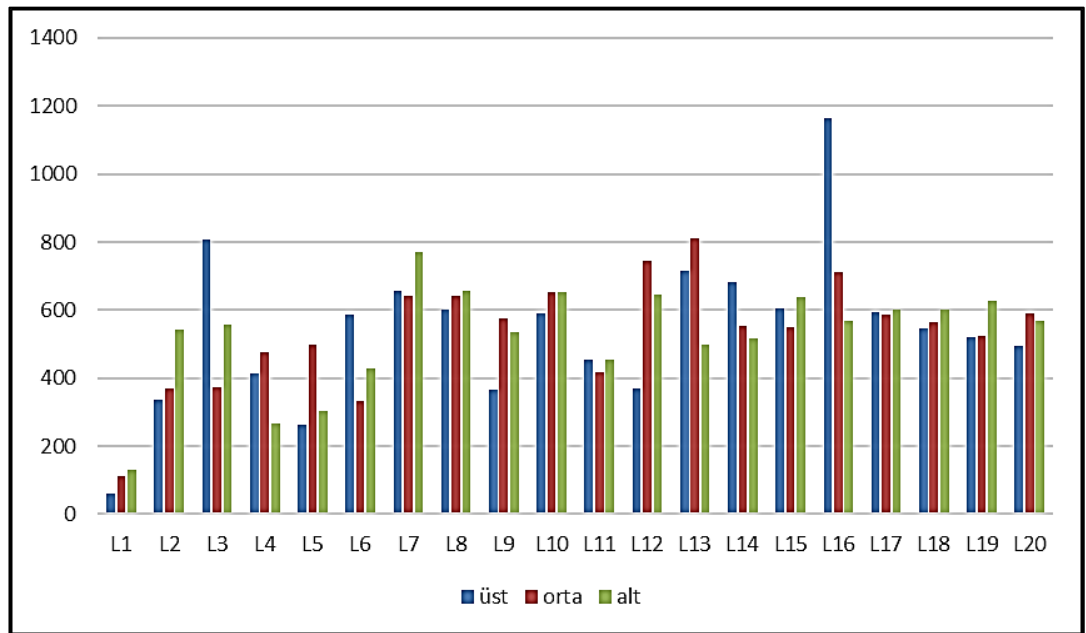
Derin topraklarda da en düşük değerler L1 (131,8 ppb), L4 (267,8 ppb), ve L5 (302,7 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L7 (772,4 ppb), L8 (657,4 ppb) ve L10 (651,1 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L16 (814,6 ppb) ortalama en düşük değer L1 (101,6 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer üst topraklarda (541,3 ppb) ortalama en düşük değer alt topraklarda (527,6 ppb) görülmektedir.

Mn konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; sanayi bölgesi, ana ve ara yol kenarına yakın lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Yerleşim alanı açık alan sınırı ve ara yol kenarı, ara yol kenarı ve sanayi bölgesine uzak, sanayi bölgesine yakın olan lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiği görülmüştür. Çalışmamız açısından sanayiye, yola yakınlıkla alakalı bir sonuca varmamız mümkün gözükmemektedir.

Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı görülmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde ortalama en yüksek değer, üst (0-15 cm) topraklarda görülmüştür. Ortalama en düşük değer orta topraklarda (15-30 cm) görülmüştür. Toprak derinliği açısından büyük bir fark görülmemiştir.

Mn konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6 Mn konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.7. Sodyum (Na) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Na'un lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7 Na konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAM A
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	110,4 aA	131,1 aB	186,5 bC	1372,6 ***	142,6 a
2	190,1 dB	127,9 aA	462,8 kC	39252,9 ***	260,3 bc
3	480,3 nA	523,5 lB	564,7 mC	573,5 ***	522,8 fgh
4	137,5 bA	510,7 kB	751,0 rC	39431,5 ***	466,4 efg
5	345,1 ıB	376,5 fC	314,8 eA	1514,7 ***	345,4 cd
6	173,3 cB	505,8 jC	144,7 aA	56179,0 ***	274,6 bc
7	607,5 pA	647,4 rB	842,9 sC	4213,5 ***	699,3 ı
8	412,1 lB	407,1 hA	439,5 jC	241,2 ***	419,5 def
9	310,5 hA	360,4 eB	406,0 hC	2592,3 ***	358,9 cde
10	494,6 oA	583,8 oC	548,6 lB	1639,6 ***	542,4 gh
11	614,1 rB	573,7 mA	577,2 nA	421,6 ***	588,3 h
12	376,2 jA	776,1 sC	736,0 pB	5130,4 ***	629,4 hı
13	468,2 mB	478,2 ıC	414,6 ıA	2171,0 ***	453,6 efg
14	620,1 sC	402,7 gB	356,4 fA	3333,2 ***	459,7 efg
15	219,7 eA	216,6 bA	253,1 dB	297,0 ***	229,8 ab
16	402,9 kC	290,6 dB	238,6 cA	2738,7 ***	310,7 bc
17	291,7 Gb	247,0 cA	369,2 gC	2975,1 ***	302,6 bc
18	278,9 fC	249,7 cB	236,5 cA	246,3 ***	255 bc
19	479,2 nA	589,8 pB	730,1 oC	4424,8 ***	599,7 hı
20	604,0 pC	578,4 nB	412,6 ıA	5141,2 ***	531,6 gh
F Değeri	10102,9 ***	19341,2 ***	15982,6 ***		18,7 ***
ORTALAMA	380,8 A	428,8 AB	449,3 B	2,3 ns	

Na konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak

derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görölmektedir

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (110,4 ppb) ve L4 (137,5 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L14 (620,1 ppb), L11 (614,1 ppb) ve L7 (607,5 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L2 (127,9 ppb) ve L1 (131,1 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L12 (776,1 ppb), L7 (647,4 ppb), ve L19 (598,8 ppb) lokasyonlarında elde edildiğı görölmektedir.

Derin topraklarda da en düşük değerler L6 (144,7 ppb), L1 (186,5 ppb), ve L18 (236,5 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L7 (842,9 ppb), L4 (751 ppb) ve L12 (736 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L7 (699,3 ppb) ortalama en düşük değer L1 (142,6 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer alt topraklarda (449,3 ppb) ortalama en düşük değer üst topraklarda (380,8 ppb) görölmektedir.

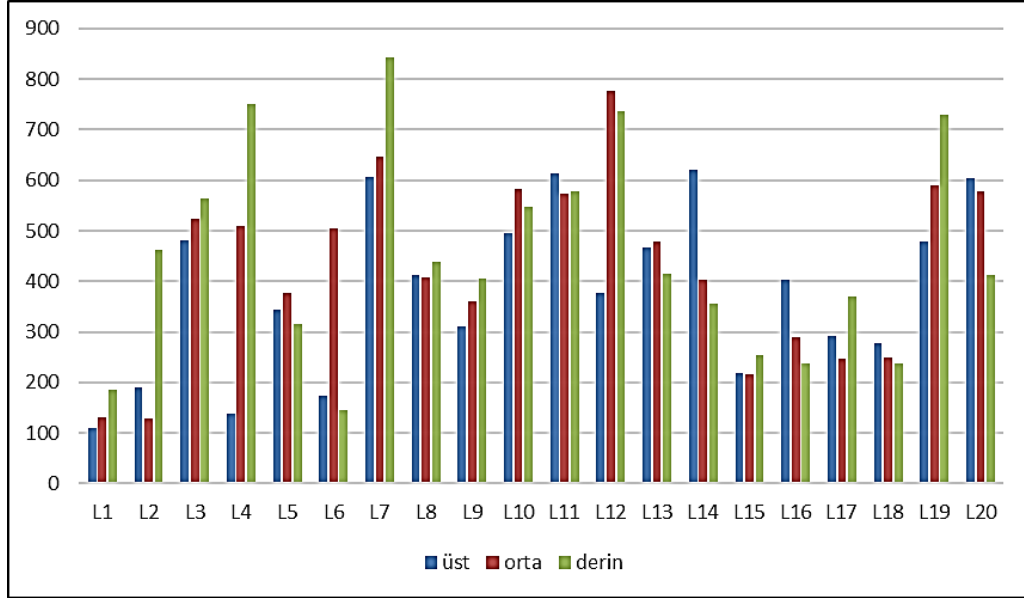
Na konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; ara yol kenarı ve sanayi bölgesi yakını, sanayi bölgesine yakın, sanayi bölgesine yakın ve ana yol kenarına uzak olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Yerleşim alanı açık alan sınırı, sanayi bölgesine uzak ve ormanlık alan yakını olan lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiğı görölmüştür.

Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğindeki Toprak Kirlilik Parametreleri sınır değerlerine göre Na açısından her lokasyonda kabul edilebilir sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir. Ankara topraklarının yapısından ve sulama suyunun tuzluluğundan kaynaklı olabileceğı düşünölmektedir.

Lokasyonlarda toprak derinliğı bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı görölmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde

ortalama en yüksek değer, alt topraklarda (30-45 cm) görülmüştür. Ortalama en düşük değer üst topraklarda (0-15 cm) görülmüştür. Alt topraklarda sodyum değerlerinin yüksek olmasına yer altı suyunun neden olabileceği düşünülmektedir.

Na konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7 Na konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.8. Kobalt (Co) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Co’nın lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8 Co konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	7029,6 aA	7183,6 aA	7831,8 aB	25,5 *	7348,3 a
2	12171,7 fA	13700,4 hB	16675,2 mC	142,0 ***	14182,4 de
3	11520,6 dC	10785,7 bB	10567,1 dA	163,7 ***	10957,8 b
4	9836,2 bA	12054,5 dB	12123,2 hB	427,4 ***	11338 b
5	11762,1 eB	13153,8 fgC	10171,7 cA	1981,4 ***	11695,9 bcd
6	14320,2 kC	12884,4 efB	9497,7 bA	7155,0 ***	12234,1 bcd

Tablo 4.8 Devamı...

7	18506,6 oA	18913,8 1A	20948,7 nB	103,1 ***	19456,3 fg
8	21684,4 rA	22296,8 nB	26846,2 rC	1440,3 ***	23609,1 h
9	15950,5 nA	22657,7 oC	21556,4 pB	2681,6 ***	20054,8 fg
10	20786,7 pA	21103,4 mB	21574,5 pC	49,7 ***	21154,9 g
11	14934,1 1C	11550,4 cA	11857,2 gB	2392,5 ***	12780,6 bcde
12	12977,6 gA	25723,1 pC	21303,0 oB	4885,6 ***	20001,2 fg
13	15713,6 mB	17483,4 kC	12025,7 ghA	1947,3 ***	15074,2 e
14	14099,9 jC	12112,8 dB	11425,6 fA	91,1 ***	12546,1 bcde
15	13281,3 hB	12676,0 eA	14596,0 kC	367,3 ***	13517,8 bcde
16	26201,8 sC	16128,7 jB	12433,6 1A	32865,1 ***	18254,7 f
17	13293,8 hA	13258,7 gA	13548,7 jB	94,8 ***	13367,1 bcde
18	13713,3 1A	14774,7 1B	13632,3 jA	96,5 ***	14040,1 cde
19	12956,6 gA	13893,9 hB	15545,0 1C	4251,7 ***	14131,8 de
20	10394,9 cA	13131,6 fgC	11062,8 eB	703,2 ***	11529,8 bc
F Değeri	4504,2 ***	2521,1 ***	4150,3 ***		27,7 ***
ORTALAMA	14556,8 A	15273,4 A	14761,1 A	0,37 ns	

Co konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir.

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (7029,6 ppb) ve L4 (9836,2 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L16 (26201,8 ppb), L8 (21684,4 ppb) ve L10 (20786,7 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L1 (7183,6 ppb) ve L3 (10785,7 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L12 (25723,1 ppb), L9 (22657,7 ppb), ve L8 (22296,8 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir.

Derin topraklarda da en düşük değerler L1 (7831,8 ppb), L6 (9497,7 ppb), ve L5 (10171,7 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L8 (26846,2 ppb), L9 (21556,4 ppb) ve L10 (21574,5 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

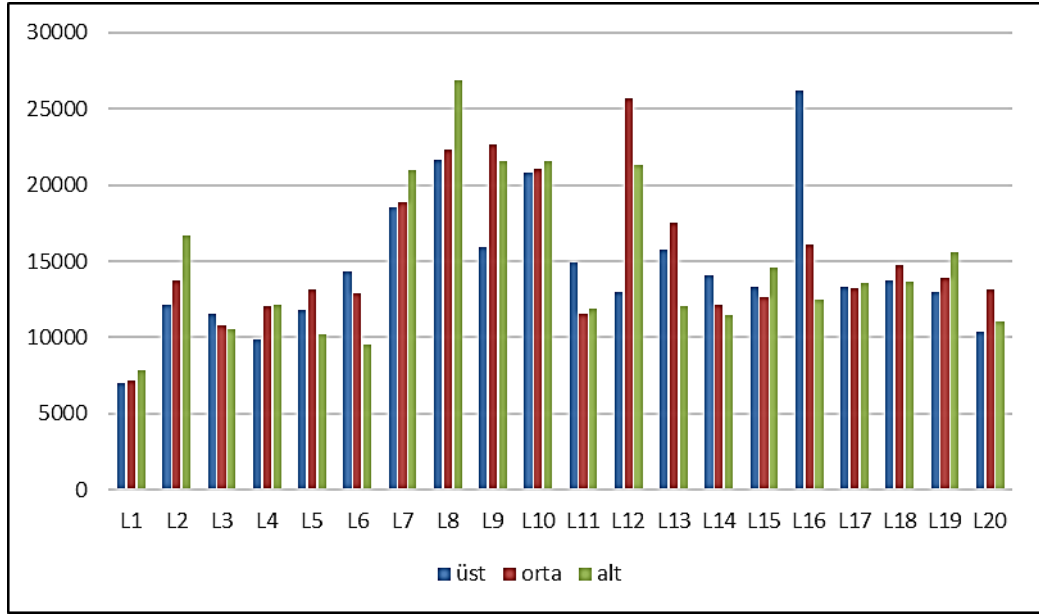
Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L8 (23609,1 ppb) ortalama en düşük değer L1 (7348,3 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer orta derin topraklarda (15273,4 ppb) ortalama en düşük değer üst topraklarda (14556,8 ppb) grlmektedir.

Co konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; yerleşim alanı açık alan sınırı ve sanayi bölgesi yakını, ana ve ara yol kenarı olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Yerleşim alanı açık alan sınırı, anayola uzak ara yol kenarı ve sanayi bölgesine uzak olan lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiği grlmştr.

Co elementinin sanayi yakını ve yol kenarlarında daha yüksek konsantrasyonlarda olması çevrenin etkisini açıkça göstermektedir. Toprak kirliliği açısından sınır değerlerde bulunmasına rağmen dolaylı olarak bu element o bölgelerde üretimi yapılan tarım ürünlerinde de birikim yaparak insan sağlığını da tehdit edeceği açıktır.

Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı grlmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde ortalama en yüksek değer, orta topraklarda (15-30 cm) grlmştr. Ortalama en düşük değer üst topraklarda (0-15 cm) grlmştr. Alt topraklarda da üst toprakla yakın değerlerde bulunmaktadır. Kullanılan gübre ve pestisitlerden kaynaklı olabileceği de gündeme gelmektedir.

Co konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8 Co konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.9. Kadmiyum (Cd) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Cd'un lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9 . Cd konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	1280,6 aB	1204,9 aA	1411,2 aC	41,8 ***	1298,9 a
2	1800,8 dA	2108,2 fB	2778,7 nC	320,1 ***	2229,2 efgh
3	2173,0 iB	1527,6 bA	2170,8 jB	925,9 ***	1957,1 bcde
4	1571,2 bA	2242,4 ghB	2260,5 kB	2264,4 ***	2024,7 bcdef
5	1943,2 fB	1965,2 dC	1623,9 cA	2045,9 ***	1844,1 bcd
6	1942,5 fB	2422,4 jC	1502,8 bA	1720,6 ***	1955,9 bcde
7	1907,2 eA	1973,2 dB	2455,3 lC	536,9 ***	2111,9 defg
8	2370,1 kB	2283,0 hA	2482,9 lC	56,6 ***	2378,6 gh
9	1823,1 dA	2594,9 kC	2543,4 mB	2066,4 ***	2320,4 fgh
10	2097,7 hA	2227,7 gB	2231,6 kB	154,8 ***	2185,6 efg
11	1791,3 dC	1689,1 cA	1765,0 eB	49,2 ***	1748,5 b
12	2611,4 lB	2611,1 klB	2272,3 kA	112,5 ***	2498,3 hı

Tablo 4.9 Devamı...

13	2795,1 mB	3034,8 mC	2173,1 jA	1512,1 ***	2667,6 ı
14	2624,8 lC	2120,8 fB	1982,6 gA	162,7 ***	2242,7 efgh
15	1737,2 cB	1660,8 cA	1884,5 fC	73,4 ***	1760,8 bc
16	3144,1 nC	2134,7 fB	1679,5 dA	4892,7 ***	2319,4 fgh
17	2033,3 gA	2043,1 eA	2127,7 ıB	44,0 ***	2068 cdefg
18	2009,7 gB	2102,6 fC	1954,1 gA	40,7 ***	2022,1 bcdef
19	2335,0 jA	2649,7 lB	3097,1 oC	693,3 ***	2693,9 ı
20	1966,2 fA	2327,7 ıC	2085,4 hB	322,4 ***	2126,4 defg
F Değeri	1548,4 ***	696,1 ***	885,2 ***		11,6 ***
ORTALAMA	2097,9 A	2146,2 A	2124,1 A	0,19 ns	

Cd konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir.

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (1280,6 ppb) ve L4 (1571,2 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L16 (3144,1 ppb), L13 (2795,1 ppb) ve L14 (2624,8 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L1 (1204,9 ppb) ve L3 (1527,6 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L13 (3034,8 ppb), L19 (2649,7 ppb), ve L12 (2611,1 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir.

Derin topraklarda da en düşük değerler L1 (1411,2 ppb), L6 (1502,8 ppb), ve L5 (1623,9 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L19 (3097,1 ppb), L2 (2778,7 ppb) ve L9 (2543,4 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

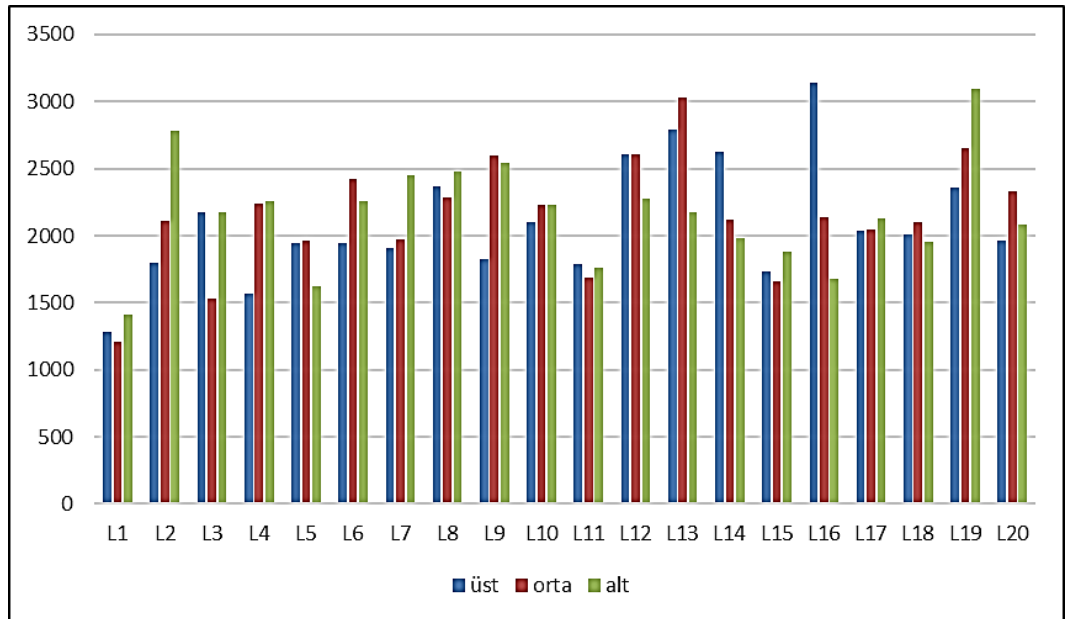
Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L13 (2667,6 ppb) ortalama en düşük değer L1 (1298,9 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer orta derin topraklarda (2146,2 ppb) ortalama en düşük değer üst topraklarda (2097,9 ppb) görülmektedir.

Cd konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; sanayi bölgesine yakın ve ana yol kenarına yakın olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Sanayi bölgesine uzak ve ormanlık alan yakını olan lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiği grlmştr.

Cd elementinin sanayi yakını ve ana yol kenarlarında daha yüksek konsantrasyonlarda olması çevrenin etkisini açıkça göstermektedir. Toprak kirliliği açısından sınır değerlerin altında bulunsa da tarım toprağında bulunması ciddi bir tehdittir. Sadece gübre ve pestisitlerden kaynaklı olmadığı, kullanılan sulama sularından ve çevresel (sanayi ve türevi) atıklardan kaynaklandığının unutulmaması gerekir.

Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı grlmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde ortalama en yüksek değer, orta topraklarda (15-30 cm) grlmştr. Ortalama en düşük değer üst topraklarda (0-15 cm) grlmştr. Derişim yoğunluğunun orta topraklarda daha fazla olması tarım açısından tehdidi de artırmaktadır.

Cd konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, şekil 4.9’da verilmiştir.



şekil 4.9 Cd konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.10. Krom (Cr) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Cr'un lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10 Cr konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	37,1 aA	54,8 aC	45,0 bB	302,5 ***	45,6 a
2	159,3 jB	59,6 bA	76,2 ıA	47,3 ***	98,4 e
3	62,7 cdB	75,5 ıC	60,3 eA	2686,2 ***	66,1 bc
4	43,4 aA	63,1 dB	66,6 fC	21133,9 ***	57,7 ab
5	57,6 bcB	59,8 bC	51,1 cA	5005,0 ***	56,2 ab
6	62,5 cdB	65,3 eC	43,0 aA	3272,0 ***	56,9 ab
7	119,7 hA	118,5 mA	143,0 lB	368,2 ***	127,1 f
8	158,4 jB	156,1 oA	173,3 oC	392,7 ***	162,6 h
9	127,3 hA	173,8 rC	167,8 nB	5043,0 ***	156,3 gh
10	143,6 ıB	141,0 nA	140,8 kA	16,3 **	141,8 fg
11	72,3 efC	68,2 fA	69,5 gB	191,9 ***	70 bc
12	66,7 cdeA	170,6 pC	148,3 mB	45659,6 ***	128,5 f
13	87,5 gB	97,0 lC	66,8 fA	5234,5 ***	83,7 cde
14	79,5 fgC	70,2 ghB	65,6 fA	80,5 ***	71,8 bc
15	71,0 defB	69,1 fgA	76,5 ijC	285,3 ***	72,2 bcd
16	121,7 hC	86,2 kB	65,6 fA	11121,5 ***	91,1 de
17	74,0 efC	71,2 hA	72,8 hB	67,6 ***	72,6 bcd
18	78,8 fgB	86,7 kC	73,2 hA	863,0 ***	79,6 cd
19	64,8 cdeA	77,1 jB	77,5 jB	2233,8 ***	73,1 bcd
20	53,1 bA	61,7 cC	54,2 dB	4189,7 ***	56,3 ab
F Değeri	156,2 ***	6280,4 ***	11572,9 ***		34,9 ***
ORTALAMA	87 A	91,2 A	86,8 A	0,24 ns	

Cr konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak

derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görölmektedir.

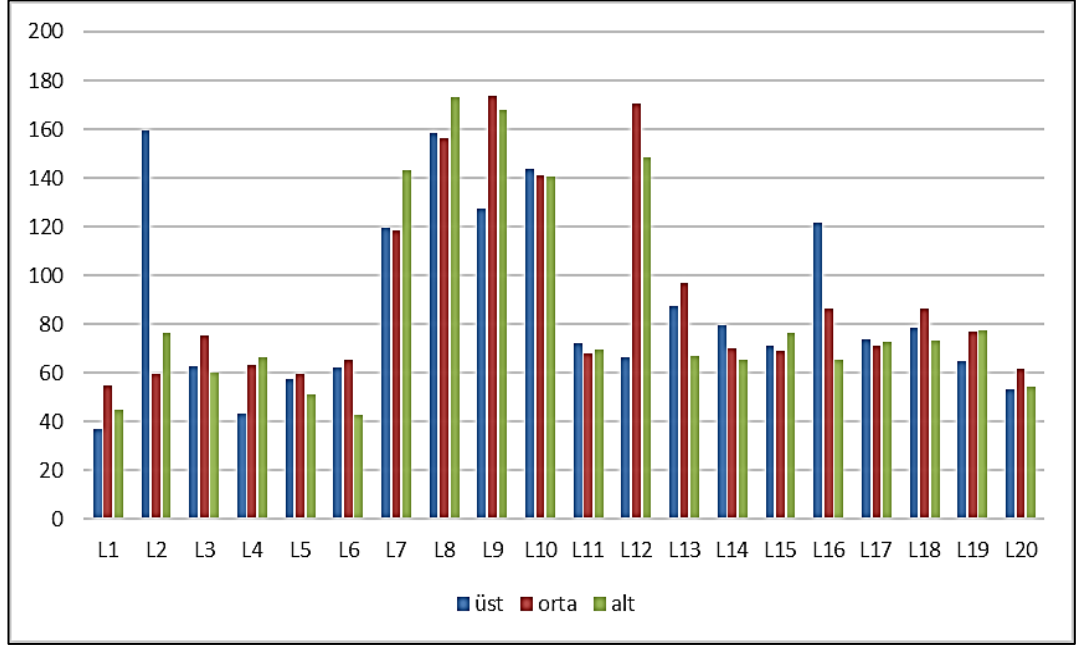
Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (37,1 ppb) ve L4 (43,4 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L2 (159,3 ppb), L8 (158,4 ppb) ve L10 (143,6 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir. Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L1 (54,8 ppb), L2 (59,6 ppb) ve L5 (59,8 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L9 (173,8 ppb), L12 (170,6 ppb) ve L8 (156,1 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görölmektedir. Derin topraklarda da en düşük değerler L6 (43,0 ppb), L1 (45,0 ppb), ve L5 (51,1 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L8 (173,3 ppb), L9 (167,8 ppb) ve L12 (148,3 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L8 (162,6 ppb) ortalama en düşük değer L1 (45,6 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer orta derin topraklarda (91,2 ppb) ortalama en düşük değer alt topraklarda (86,8 ppb) görölmektedir.

Cr konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; yerleşim alanı açık alan sınırı ve sanayi bölgesi yakını, ara ve ana yol kenarına olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Sanayi bölgesine ve ana yol kenarına uzak, ana yol kenarı ve sanayi bölgesi yakını ve yerleşim alanı açık alan sınırı olan lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiği görölmüştür.

Cr elementi derişiminin genel olarak sanayiye yakın ya da uzak olarak değerlendirilmesi pek mümkün değildir. Toprak kirliliği açısından lokasyonlardaki Cr değerleri çok düşük miktarlarda olup, kirlilik olarak değerlendirilmesi de söz konusu değildir. Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı görölmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde ortalama en yüksek değer, orta topraklarda (15-30 cm) görölmüştür. Ortalama en düşük değer alt topraklarda (30-45 cm) görölmüştür.

Cr konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.10 Cr konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.11. Bakır (Cu) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Cu’nın lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11 Cu konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	44,8 oC	31,5 mB	29,7 ıA	940,5 ***	35,3 h
2	30,4 jB	19,8 cA	39,8 lC	3544,8 ***	30 def
3	31,2 kB	33,7 oC	26,8 hA	1087,0 ***	30,6 efg
4	22,1 dA	27,5 jC	25,5 gB	677,2 ***	25 bc
5	23,3 eB	23,3 fB	20,1 dA	470,4 ***	22,2 ab
6	22,4 dB	24,7 gC	17,5 bA	1006,3 ***	21,5 ab
7	29,9 ıA	31,1 lB	49,5 nC	7892,5 ***	36,8 h
8	43,8 nC	40,4 sA	41,6 mB	183,5 ***	41,9 ı
9	30,0 ijA	38,7 rC	35,7 kB	4423,5 ***	34,8 gh

Tablo 4.11 Devamı...

10	32,3 lA	33,2 nB	34,4 jC	82,6 ***	33,3 fgh
11	26,9 gB	25,7 hA	25,5 gA	34,4 **	26 bcd
12	22,2 dA	36,1 pC	34,2 jB	4538,8 ***	30,8 efg
13	28,7 hB	29,7 kC	22,5 eA	1555,0 ***	27 cde
14	26,1 fB	27,3 jC	22,8 eA	880,0 ****	25,4 bc
15	20,3 cB	18,9 aA	20,3 dB	111,3 ****	19,8 a
16	35,4 mC	21,6 eB	17,5 bA	26277,4 ****	24,8 bc
17	19,3 b	19,3 b	20,0 d	6,1 ns	19,5 a
18	18,5 aB	18,6 aB	17,1 aA	53,1 ***	18 a
19	23,6 eA	26,1 iC	25,0 fB	188,7 ****	24,9 bc
20	18,5 aA	20,7 dB	18,3 cA	137,4 ****	19,2 a
F Değeri	3253,4 ****	2737,4 ***	7194,1 ***		20,4 ***
ORTALAMA	27,5 A	27,4 A	27,2 A	0,02 ns	

Cu konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir.

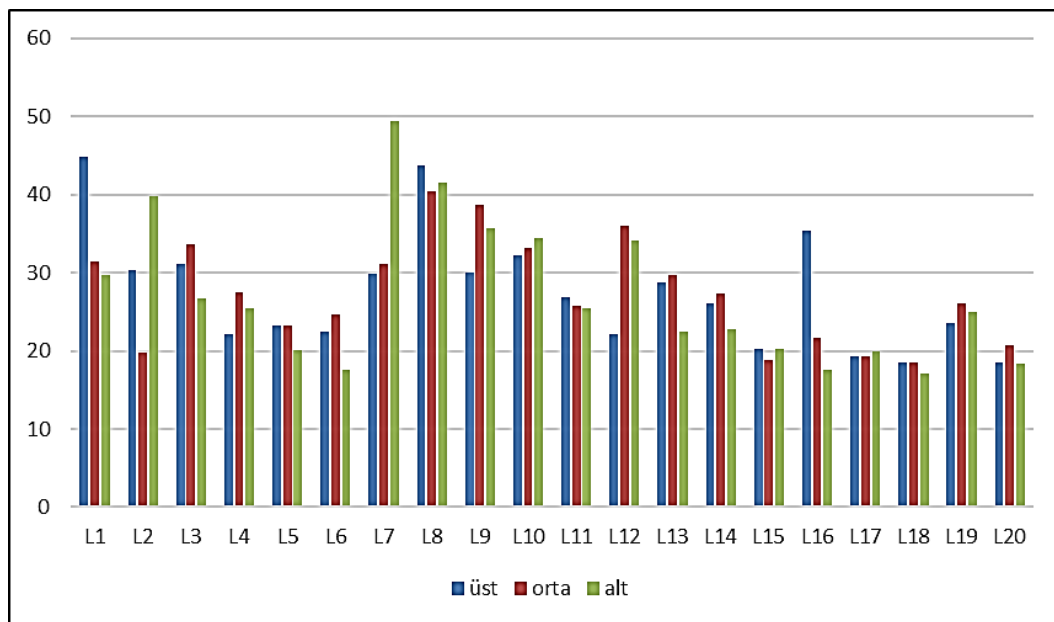
Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L18 (18,5 ppb), L20 (18,5 ppb) ve L17 (19,3 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L1 (44,8 ppb), L8 (43,8 ppb) ve L16 (35,4 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L18 (18,6 ppb), L15 (18,9 ppb) ve L17 (19,3 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L9 (38,7 ppb), L12 (36,1 ppb) ve L3 (33,7 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. Derin topraklarda da en düşük değerler L18 (17,1 ppb), L6 (17,5 ppb), ve L16 (17,5 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L7 (49,5 ppb), L8 (41,6 ppb) ve L2 (39,8 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir. Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L8 (41,9 ppb) ortalama en düşük değer L18 (18 ppb)' de elde edilmiştir.

Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer üst topraklarda (27,5 ppb) ortalama en düşük değer alt topraklarda (27,2 ppb) görölmektedir.

Cu konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; yerleşim alanı açık alan sınırı, sanayi bölgesi yakını ve ara yol kenarı olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Ormanlık alan yakını, sanayi bölgesi ve ana yol kenarına uzak olan lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiği görölmüştür. Sanayi bölgesinde bir miktar fazla konsantrasyonda bulunması da direk çevrenin etkisi denilebilir.

Cu elementinin sanayi yakını ve ara yol kenarlarında daha yüksek konsantrasyonlarda olması çevrenin etkisini açıkça göstermektedir. Toprak kirliliği açısından sınır değerlerinin çok altında bulunması, direk olarak toprak kirliliği konusunu gündeme getirmemektedir. Kullanılan pestisitlerin bileşimleri ile beraber toprakta bulunabileceği ve sanayi atıklarından kaynaklanabileceği düşünölebilir. Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı görölmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde tüm toprak derinliklerinde eşit derişimler tespit edilmiştir. Cu konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11 Cu konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.12. Galvanizyum (Ga) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Ga'un lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12 Ga konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	24,8 aA	27,8 cB	29,8 dC	25,2 **	27,5 b
2	33,5 efgA	43,8 lC	38,9 lB	275,2 ***	38,7 gh
3	34,5 fghA	32,4 e fA	34,5 h ıB	23,4 **	33,8 def
4	32,0 eA	34,7 g hB	35,5 ı jB	28,1 **	34,1 ef
5	34,3 fgh	33,9 g	32,5 fg	3,0 ns	33,6 def
6	34,1 fghB	36,7 ı jC	30,8 d eA	56,8 ***	33,9 def
7	33,8 efghB	34,2 gB	27,5 cA	27,9 **	31,8 cde
8	29,1 cdA	30,7 dA	33,9 ghB	22,2 **	31,2 cde
9	29,4 dA	37,2 j kB	36,6 jkB	269,6 ***	34,4 ef
10	35,4 hı	35,7 hı	36,6 jk	1,3 ns	35,9 fg
11	33,0 ef	32,4 ef	31,7 ef	3,0 ns	32,3 cde
12	36,3 ıA	38,5 kB	41,5 mC	42,7 ***	38,8 gh
13	40,9 jB	43,1 lB	37,9 klA	16,4 **	40,6 h
14	39,4 jB	20,4 aA	21,0 aA	602,0 ***	26,9 b
15	23,2 a	21,5 a	24,0 b	4,7 ns	22,9 a
16	35,0 ghıC	28,1 cB	24,4 bA	78,0 ***	29,1 bc
17	26,9 b	26,3 b	27,6 c	1,7 ns	26,9 b
18	27,2 b	28,6 c	26,5 c	2,1 ns	27,4 b
19	29,5 dA	31,7 deB	36,1 jC	162,4 ***	32,4 cdef
20	27,5 bcA	33,5 fgB	30,0 dA	14,8 **	30,3 bcd
F Değeri	68,0 ***	163,8 ***	129,1 ***		17 ***
ORTALAMA	32 A	32,5 A	31,8 A	0,29 ns	

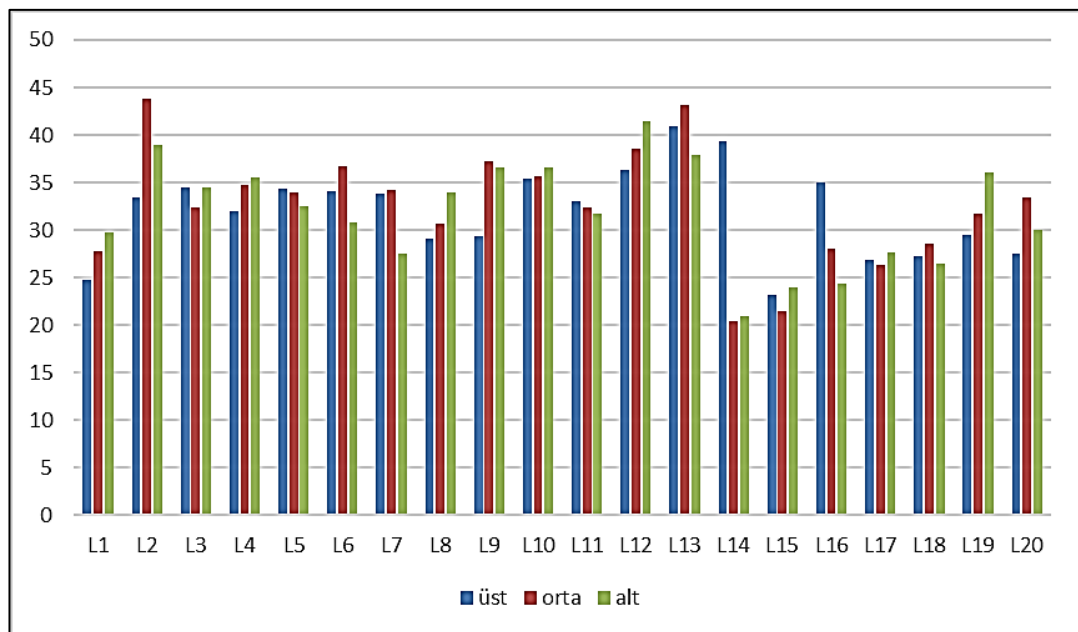
Ga konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir.

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L15 (23,2 ppb), L1 (24,8 ppb) ve L17 (26,9 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L13 (40,9 ppb), L14 (39,4 ppb) ve L12 (36,3 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir. Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L14 (20,4 ppb), L15 (21,5 ppb) ve L17 (26,3 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L2 (43,8 ppb), L13 (43,1 ppb) ve L12 (38,5 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. Derin topraklarda da en düşük değerler L14 (21,0 ppb), L15 (24,0 ppb),

ve L16 (24,4 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L12 (41,5 ppb), L2 (38,9 ppb) ve L13 (37,9 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L13 (40,6 ppb) ortalama en düşük değer L15 (22,9 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer alt topraklarda (31,8 ppb) ortalama en düşük değer orta derin topraklarda (32,5 ppb) görülmektedir.

Ga konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; ana yol kenarına yakın (sanayiye bölgesine uzak) yerleşim alanı açık alan sınırı ve sanayi bölgesine yakın olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Sanayi bölgesine ve ana yol kenarına uzak olan lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiği görülmüştür. Ga elementinin sanayi yakını ve ana yol kenarlarında daha yüksek konsantrasyonlarda olması çevrenin etkisini açıkça göstermektedir. Çevresel (sanayi ve türevi) atıklardan kaynaklandığı söylenebilir. Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı görülmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde tüm toprak derinliklerinde eşite yakın derişimler tespit edilmiştir. Ga konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12 Ga konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.13. Nikel (Ni) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Ni'in lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.13'de verilmiştir.

Tablo 4.13 Ni konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	24,6 aA	32,3 aC	30,1 aB	115,9 ***	29 a
2	81,0 hB	43,1 cA	51,1 fA	48,3 ***	58,4 cde
3	38,0 cB	69,0 hC	35,5 cA	12225,4 ***	47,5 abcd
4	32,1 bA	41,8 bC	41,0 eB	9854,0 ***	38,3 ab
5	42,8 dB	51,8 eC	40,1 eA	2967,6 ***	44,9 abc
6	58,3 eC	42,2 bcB	31,9 bA	28043,7 ***	44,1 abc
7	127,2 jA	127,8 lA	145,3 lB	260,2 ***	133,4 g
8	170,9 lB	169,2 nA	186,1 pC	513,4 ***	175,4 ı
9	130,0 jA	184,0 oC	176,4 oB	8492,7 ***	163,4 hı
10	149,1 kA	152,9 mB	156,7 mC	76,7 ***	152,9 h
11	70,4 fC	66,8 gA	68,7 ıB	268,7 ***	68,6 e
12	44,2 dA	190,5 pC	159,5 nB	106301,4 ***	131,4 g
13	79,0 ghB	91,5 kC	61,3 hA	4155,3 ***	77,3 ef
14	72,4 fB	62,1 fA	61,5 hA	91,3 ***	65,3 de
15	70,5 fB	68,8 hA	75,4 kC	271,6 ***	71,5 e
16	118,7 ıC	81,9 jB	71,0 jA	25872,1 ***	90,5 f
17	69,0 fA	69,7 hB	69,2 ıA	16,3 **	69,3 e
18	75,9 gB	77,4 ıC	71,0 jA	375,1 ***	74,7 ef
19	45,1 dA	49,7 dB	54,8 gC	1155,5 ***	49,8 bcd
20	35,6 cA	43,1 cC	36,8 dB	3152,2 ***	38,5 ab
F Değeri	1384,8 ***	18356,1 ***	24837,8 ***		54 ***
ORTALAMA	76,7 A	85,8 A	81,2 A	0,54 ns	

Ni konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak

derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görölmektedir

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (24,6 ppb) ve L4 (32,1 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L8 (170,9 ppb), L10 (149,1 ppb) ve L9 (130,0 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L1 (32,3 ppb) ve L4 (41,8 ppb) ile L6 (42,2 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L12 (190,5 ppb), L9 (184,0 ppb), ve L8 (169,2 ppb) lokasyonlarında elde edildiğı görölmektedir.

Derin topraklarda da en düşük değerler L1 (30,1 ppb), L6 (31,9 ppb), ve L3 (35,5 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L8 (186,1 ppb), L9 (176,4 ppb) ve L12 (159,5 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

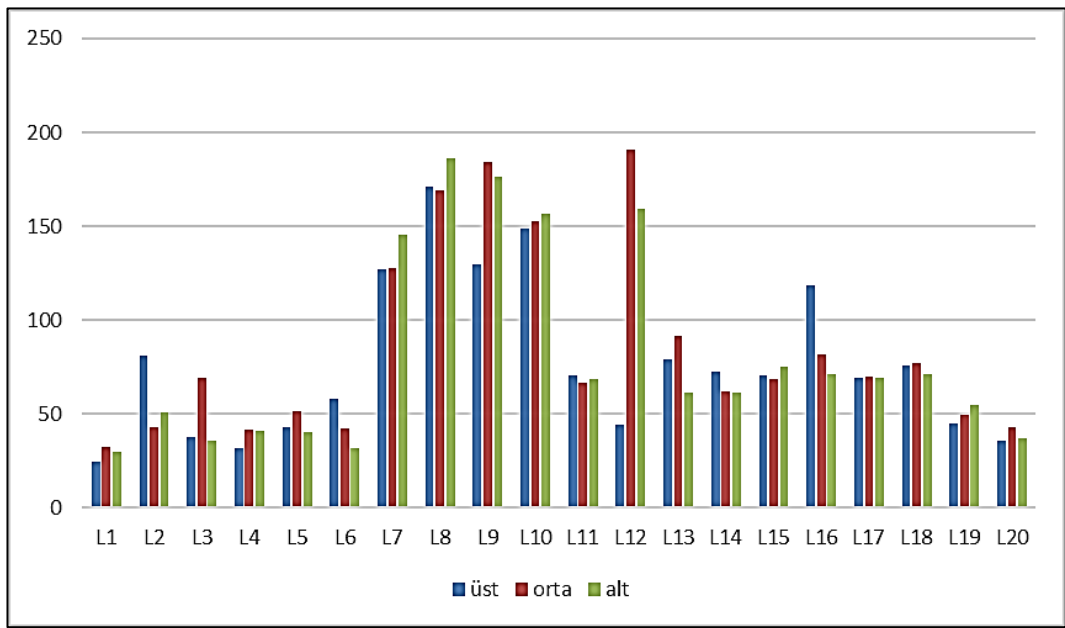
Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L8 (175,4 ppb) ortalama en düşük değer L1 (29 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer orta derin topraklarda (85,8 ppb) ortalama en düşük değer üst topraklarda (76,7 ppb) görölmektedir.

Ni konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; yerleşim alanı açık alan sınırı ve sanayi bölgesi yakını, ana ve ara yol kenarı yakını olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Yerleşim alanı açık alan sınırı, ara ve ana yol kenarına uzak ve sanayi bölgesine uzak olan lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiğı görölmüştür.

Ni elementinin sanayi yakını ve ana ve ara yol kenarlarında daha yüksek konsantrasyonlarda olması çevrenin etkisini açıkça göstermektedir. Toprak kirliliğı açısından sınır değerlerin altında bulunsa da tarım toprağında bulunması bir tehdittir. Sadece gübre ve pestisitten kaynaklı olmadığı, kullanılan sulama sularından ve çevresel (sanayi ve türevi) atıklardan kaynaklandığının unutulmaması gerekir.

Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı görülmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde ortalama en yüksek değer, orta topraklarda (15-30 cm) görülmüştür. Ortalama en düşük değer üst topraklarda (0-15 cm) görülmüştür. Derişim yoğunluğunun orta topraklarda daha fazla olması tarım açısından tehdidi de artırmaktadır.

Ni konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13 Ni konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.14. Kurşun (Pb) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Pb’un lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.14’de verilmiştir.

Tablo 4.14 Pb konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	15,8 aA	16,6 aA	17,9 aB	8,4 *	16,8 a
2	24,1 gA	30,3 kB	36,6 jC	222,7 ***	30,3 h
3	38,8 mC	18,1 bA	27,7 hB	5251,4 ***	28,2 gh

Tablo 4.14 Devamı...

4	20,4 dA	28,1 jB	27,6 hB	461,9 ***	25,4 fg
5	23,6 fgB	23,9 hB	19,8 cA	89,8 ***	22,4 bcdef
6	22,1 eB	28,8 jC	19,6 cA	751,8 ***	23,5 def
7	19,8 cdA	20,1 cdB	20,5 deB	19,3 **	20,3 abcd
8	19,2 bcB	18,1 bA	20,3 cdC	41,1 ***	19,2 abc
9	16,0 aA	21,7 efB	22,2 fC	669,7 ***	20 abcd
10	19,2 bcA	20,1 cB	20,7 deC	24,0 **	20 abcd
11	18,6 b	17,9 b	18,5 b	7,6 ns	18,3 ab
12	29,4 jC	24,7 iB	20,4 dA	374,9 ***	24,8 efg
13	30,2 kB	33,9 lC	23,7 gA	271,9 ***	29,3 h
14	27,9 iC	21,0 deB	19,6 cA	207,2 ***	22,8 cdef
15	18,7 bB	17,9 bA	21,1 eC	150,9 ***	19,2 abc
16	34,7 lC	23,0 gB	18,8 bA	3174,6 ***	25,5 fg
17	21,5 eA	21,7 efA	22,3 fB	13,3 **	21,8 bcdef
18	21,5 eB	22,0 fB	20,2 cdA	49,0 ***	21,2 bcde
19	26,3 hA	36,1 mC	30,6 iB	790,9 ***	31 h
20	23,1 fB	23,4 ghB	21,1 eA	30,4 **	22,5 cdef
F Değeri	727,0 ***	571,5 ***	534,6 ***		10,7 ***
ORTALAMA	23,5 A	23,4 A	22,4 A	0,75 ns	

Pb konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (15,8 ppb) ve L9 (16,0 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L3 (38,8 ppb), L16 (34,7 ppb) ve L13 (30,2 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L1 (16,6 ppb) ve L11 (17,9ppb) ile L15 (17,9 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L19 (36,1 ppb), L13 (33,9 ppb), ve L2 (30,3 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir.

Derin topraklarda da en düşük değerler L1 (17,9 ppb), L11 (18,5 ppb), ve L16 (18,8 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L2 (36,6 ppb), L19 (30,6 ppb) ve L3 (27,7 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

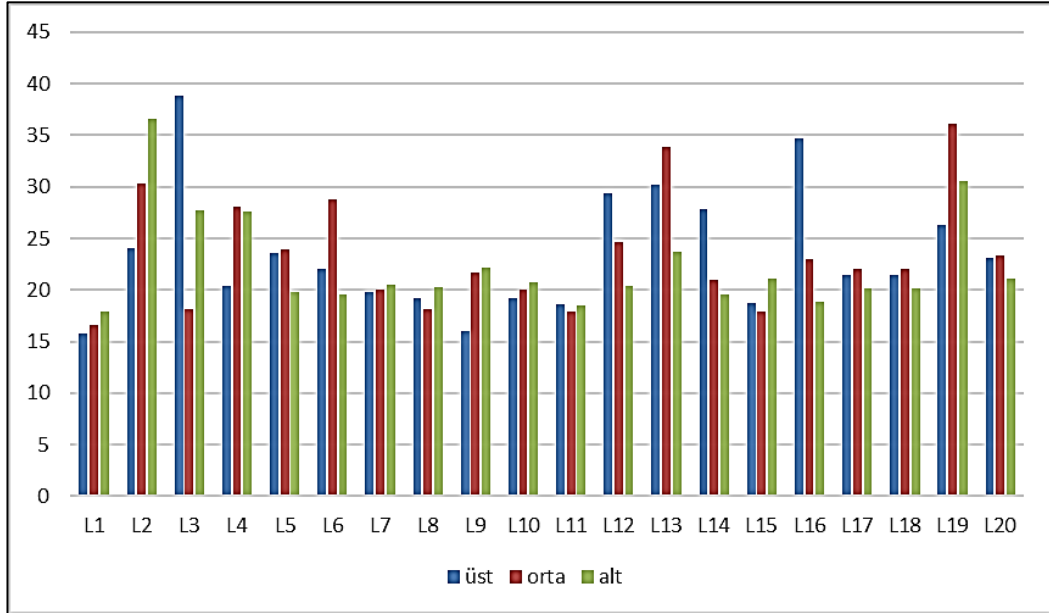
Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L19 (31 ppb) ortalama en düşük değer L1 (16,8 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer üst topraklarda (23,5 ppb) ortalama en düşük değer alt topraklarda (22,4 ppb) g r lmektedir.

Pb konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; sanayi bölgesine yakın ve ana yol kenarına uzak, yerleşim alanı açık alan sınırı, ana yol kenarına yakın, sanayi bölgesine uzak olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Sanayi bölgesine uzak ve ormanlık alan yakını, yerleşim alanı açık alan sınırı olan lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiği g r lm şt r.

Pb elementinin sanayi yakını ve ana ve ara yol kenarlarında daha yüksek konsantrasyonlarda olması çevrenin etkisini açıkça göstermektedir. Toprak kirliliği açısından sınır değerlerin altında bulunsa da tarım toprağında bulunması bir tehdittir. Sadece gübre, pestisit ve kullanılan sulama sularından kaynaklı olmadığı, çevresel (sanayi ve türevi) atıklardan, yol kenarındaki trafikten de kaynaklandığının unutulmaması gerekir.

Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı g r lmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde ortalama en yüksek değer, üst (0-15 cm) ve orta topraklarda (15-30 cm) g r lm şt r. Ortalama en düşük değer alt topraklarda (30-45 cm) g r lm şt r. Derişim yoğunluğunun üst ve orta topraklarda daha fazla olması sanayi bölgesi ve trafik gibi etkilerin konsantrasyonun derecesini belirlediği d ş n lebilir. Ankara merkezinde genel olarak taşıt trafiğinin tarım yapılan alanların kenarından geçmesi ya da yerleşim yeri ve yol kenarlarında dahi tarımın yapılışı genel bir ağır metal birikiminin sebebi olarak söylenebilir. Pb konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak

değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14 Pb konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.15. Çinko (Zn) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden Zn’un lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.15’de verilmiştir.

Tablo 4.15 Zn konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	31,9 aA	40,8 bcB	41,5 dB	188,5 ***	38,1 a
2	52,2 jA	52,2 fA	61,6 nB	85,8 ***	55,3 def
3	54,6 lA	41,7 cA	42,3 eB	1802,8 ***	46,2 abcd
4	41,6 cA	62,0 ıC	48,8 ıB	9042,8 ***	50,8 abcde
5	43,1 dC	40,1 abB	36,9 bA	2884,0 ***	40,1 ab
6	50,0 hıB	54,7 gC	35,5 aA	9684,2 ***	46,7 abcd
7	41,5 cA	46,6 deB	49,7 jC	245,2 ***	45,9 abcd
8	53,1 kA	58,2 hC	55,8 mB	303,4 ***	55,7 def
9	49,7 hA	67,4 jC	66,2 oB	4765,3 ***	61,1 ef

Tablo 4.15 Devamı...

10	67,6 nC	67,0 jB	53,3 kA	3022,4 ***	62,6 ef
11	48,7 gC	39,7 aA	42,7 eB	1980,1 ***	43,7 abcd
12	48,5 gA	77,0 kC	65,8 oB	9274,3 ***	63,7 f
13	71,9 oB	77,9 lC	46,8 hA	22322,3 ***	65,5 f
14	62,9 mC	46,4 dB	44,1 fA	368,4 ***	51,1 bcde
15	38,8 bA	47,3 eB	54,9 lC	3891,6 ***	47 abcd
16	75,2 pC	46,5 deB	41,1 dA	30211,6 ***	54,2 cdef
17	45,9 fB	41,2 cA	48,6 ıC	1627,9 ***	45,2 abcd
18	44,7 eC	41,3 cB	39,9 cA	268,7 ***	41,9 abc
19	82,2 rB	143,5 mC	55,4 lmA	61176,2 ***	93,7 g
20	50,4 ıC	46,7 deB	45,5 gA	254,3 ***	47,5 abcd
F Değeri	3626,2 ***	6632,9 ***	2099,0 ***		10,4 ***
ORTALAMA	52,7 AB	56,9 B	48,8 A	3,7 **	

Zn konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (31,9 ppb) ve L15 (38,8 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L19 (82,2 ppb), L16 (75,2 ppb) ve L13 (71,9 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir. Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L11 (39,7 ppb), L5 (40,1 ppb) ve L1 (40,8 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L19 (143,5 ppb), L13 (77,9 ppb) ve L12 (77,0 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. Derin topraklarda da en düşük değerler L6 (35,5 ppb), L5 (36,9 ppb), ve L18 (39,9 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L9 (66,2 ppb), L12 (65,8 ppb) ve L2 61,6 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L19 (493,7 ppb) ortalama en düşük değer L1 (38,1 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak

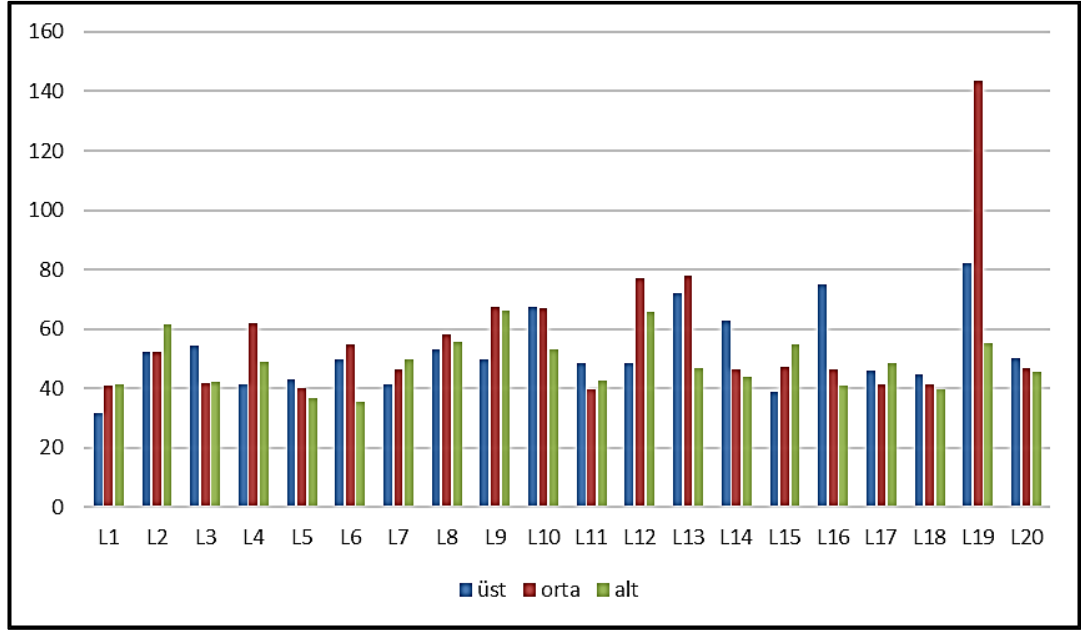
derinliklerinde ise ortalama en yüksek deęer orta derin topraklarda (56,9 ppb) ortalama en dūřuk deęer alt topraklarda (48,8 ppb) g r lmektedir.

Zn konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; sanayi bölgesine yakın, ana yol kenarına olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Sanayi bölgesine uzak ve ormanlık alan yakını, ana yol kenarı ve sanayi bölgesi yakını, yerleşim alanı açık alan sınırı olan lokasyonlarda en d şuk değerlerin tespit edildiği g r lm şt r.

Zn elementinin sanayi yakını ve ana yol kenarında daha yüksek konsantrasyonlarda olmasının yanında en d şuk değerlerin olduğu lokasyonların da sanayiye yakın bölgelerde de olması daha çok tarımsal faaliyetlerden (pestisit, gübre, sulama suyu vb.) kaynaklandığı d ş n lebilir. Toprak kirliliği açısından sınır değerlerin altında bulunsa da tarım açısından değerlendirilmesi gereken bir durumdur. Çünkü genel olarak ağır metaller, bitki gelişimini, bitki kökünü ve elzem olan elementlerin alımını negatif yönde etkileyen önemli unsurlar arasındadır.

Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı g r lmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde ortalama en yüksek değer, orta topraklarda (15-30 cm) g r lm şt r. Ortalama en d şuk değer alt topraklarda (30-45 cm) g r lm şt r. Araştırmaya konu tarım topraklarında genel olarak tek yıllık bitkilerin tarımının yapıyor olması üst ve orta topraklardaki birikimi daha çok açıklamaktadır. Zn konsantrasyonunun genel olarak tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Zn konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15 Zn konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

4.16. Vanadyum (V) Konsantrasyonu (ppb)

Çalışmaya konu elementlerden V'un lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimine ilişkin ortalama değerler ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16 V konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

Lokasyon	Derinlik			F Değeri	ORTALAMA
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm		
1	35,8 aB	32,3 aA	36,6 aB	31,2 **	34,9 a
2	51,9 dB	47,6 bA	81,8 pC	1601,4 ***	60,4 def
3	56,9 fB	47,0 bA	56,0 gB	103,2 ***	53,3 bcd
4	43,9 bA	57,9 eB	63,6 kC	442,4 ***	55,1 bcd
5	50,5 cC	48,2 bB	40,8 bA	471,1 ***	46,5 b
6	60,6 gB	64,1 gC	43,0 cA	691,0 ***	55,9 cde
7	63,5 hA	65,9 hB	82,5 pC	4627,6 ***	70,6 gh
8	78,5 mB	74,6 jA	79,9 oC	185,9 ***	77,7 h
9	55,9 eA	80,1 lC	77,8 nB	1764,6 ***	71,3 gh
10	66,2 jA	69,3 iB	71,0 lC	47,4 ***	68,8 fgh
11	50,8 c	48,1 b	49,4 de	10,1 ns	49,4 bc
12	64,4 iA	80,6 lC	72,5 mB	726,0 ***	72,5 gh

Tablo 4.16 Devamı...

13	72,9 ıB	76,1 kC	60,4 ıA	415,7 ***	69,8 gh
14	70,0 kC	68,3 ıB	57,5 hA	212,1 ***	65,2 efg
15	57,2 fB	50,6 cA	61,9 jC	851,9 ***	56,6 cde
16	105,4 nC	64,3 gB	48,9 dA	2912,0 ***	72,9 gh
17	57,3 f	55,2 d	57,2 h	10,2 ns	56,5 cde
18	57,8 fB	58,8 eB	54,0 fA	32,3 **	56,9 cde
19	60,2 gA	66,3 hB	71,6 l mC	694,5 ***	66 fg
20	44,2 bA	61,0 fC	50,0 eB	578,5 ***	51,7 bcd
F Değeri	2217,6 ***	716,1 ***	1636,9 ***		13,1 ***
ORTALAMA	60,2 A	60,8 A	60,8 A	0,04 ns	

V konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini gösteren tablo değerleri incelendiğinde bütün lokasyonlarda toprak derinliği ve bütün toprak derinliklerinde de lokasyon bazında değişimlerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir.

Duncan testi sonucunda oluşan gruplar ve ortalama değerler incelendiğinde, üst topraklarda en düşük değerler L1 (35,8 ppb) ve L4 (43,9 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L16 (105,4 ppb), L8 (78,5 ppb) ve L13 (72,9 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

Orta derinlikteki topraklarda en düşük değerlerin L1 (32,3 ppb), L3 (47,0 ppb) ve L2 (47,6 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L12 (80,6 ppb), L9 (80,1 ppb) ve L13 (76,1 ppb) lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir.

Derin topraklarda da en düşük değerler L1 (36,6 ppb), L5 (40,8 ppb), ve L6 (43,0 ppb) lokasyonlarında, en yüksek değerler ise L7 (82,5 ppb), L2 (81,8 ppb) ve L9 (79,9 ppb) lokasyonlarında elde edilmiştir.

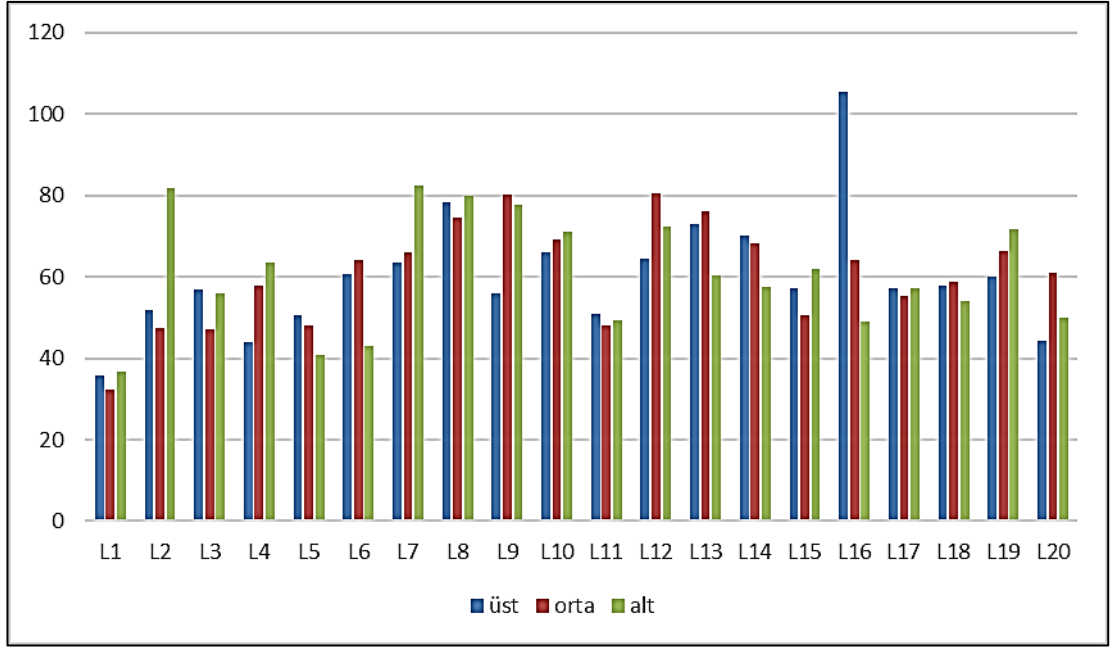
Ortalama değerler incelendiğinde ise; lokasyonlarda ortalama en yüksek değer L8 (77,7 ppb) ortalama en düşük değer L1 (34,9 ppb)' de elde edilmiştir. Toprak derinliklerinde ise ortalama en yüksek değer orta derin ve alt topraklarda (60,8 ppb) ortalama en düşük değer üst topraklarda (60,2 ppb) görülmektedir.

V konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; sanayi bölgesine yakın, yerleşim alanı açık alan sınırı ve sanayi bölgesi yakını, sanayi bölgesine uzak ve ara yol kenarı olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Sanayi bölgesine uzak ve ormanlık alan yakını, yerleşim alanı açık alan sınırı olan lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiği grlmştr.

V elementinin sanayi yakını, yerleşim alanı ve ana yol kenarında daha yüksek konsantrasyonlarda olmasının yanında en düşük değerlerin olduğu lokasyonlardaki derişimin değerlerinin de birbirine yakın olduğu grlmştr. V elementinin daha çok sanayi alanında kullanılıyor olması ve genel bir dağılımla toprakta birikmesi oldukça düşündürücüdür. Doğada az miktarda bulunmasına karşın çok büyük alanlara kadar konsantrasyonlarının bulunmuş olması sağlık açısından ciddi bir tehdittir. Ağır metal kirliliği başladıktan sonra, canlı olan toprağın kirliliğin giderilmesi genellikle mümkün olamamaktadır.

Lokasyonlarda toprak derinliği bazında değişimler incelendiğinde doğrusal bir değişim olmadığı grlmektedir. Derinlik olarak ortalama değerler incelendiğinde üst, orta ve alt topraklarda bir değişim gözlemlenmemiştir. Derişimi alt topraklara kadar eşit dağılmıştır. V elementi, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde tehlikeli atıklar sınıfında bulunmakla beraber yeraltı suyundan içme suyuna kadar geçebileceği düşünülürse insan sağlığı açısından çok ciddi bir problemdir. Sanayi bölgelerinde bu konu ile ilgili özel çalışmalar yapılmalı ve önlemler alınmalıdır. Hatta taşıtlardan, kullanılan petrol ve türevi malzemelerden, asfalt aşınımlarından kaynaklı olabileceği de düşünülürken özel çalışmalar yapılmalıdır.

V konsantrasyonunun lokasyon ve toprak derinliğine bağlı olarak değişimini daha net değerlendirebilmek amacıyla hazırlanan grafik, şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16 V konsantrasyonlarının lokasyon ve toprak derinliğine bağlı değişimi

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Ankara ili, Yenimahalle ilçesi Turgut Özal Mahallesi'nde bulunan tarım topraklarında ağır metal kirlilik düzeyinin belirlenmesi amacıyla Temmuz-Ağustos 2021 tarihleri arasında toprak numune alma işlemleri yapılmıştır. Araştırma için yapılan ölçümler, bölge tarım alanlarının bütününe temsil edecek şekilde seçilmiş olan yirmi lokasyonda çalışılmıştır. Bölge lokasyonlarının seçiminde sanayi tesislerine yakınlık-uzaklık, orman alanlarına yakınlık, anayol ve arayol yakınlık-uzaklık, yerleşim alanı açık alan sınırı olarak belirlenmiştir. Belirlenen lokasyonlardan toprak numuneleri usulüne uygun şekilde alınmış ve elde edilen veriler (lokasyon bazlı ortalama değer, derinlik bazlı ortalama değerler, F değeri, varyasyon analizi, Duncan testi sonuçları) incelenmiştir. Toprak analizi için alınan numuneler, parselin tamamını temsil edecek şekilde toprağın üst yüzeyinden 0-15 cm, orta katmandan 15-30 cm ve alt katmandan 30-45 cm olmak üzere 20 lokasyondan 60 numune alınmıştır. Tüm lokasyonlardan alınan toprak numunelerinin ağır metal kirlilik düzeyini belirlemek için; Ga, Ca, Al, Fe, K, Mg, Mn, Na, Co, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn ve V olmak üzere 16 adet parametrenin analizi yapılmıştır.

Bölgede yapılan çalışma değerlendirildiğinde yirmi lokasyondaki ağır metal konsantrasyonları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve elde edilen veriler doğrultusunda grafik ve tablo olarak sunulmuştur. Ankara İli Yenimahalle ilçesi Turgut Özal Mahallesi'nde yapılan çalışma sonucunda ağır metal kirlilik düzeyinin belirlenmesindeki parametrelerin lokasyonlardaki ortalama değerleri Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1 Ağır metallerin lokasyonlardaki ortalama değerleri

	AĞIR METAL PARAMETRELERİ (ppb)	LOKASYONLARIN ORTALAMASI
1.	Aluminyum	37146,57
2.	Kalsiyum	8240,7
3.	Demir	28085,77
4.	Potasyum	8541,69
5.	Magnezyum	14180,81
6.	Mangan	535,12

Tablo 5.1 Devamı...

7.	Sodyum	419,65
8.	Kobalt	14863,76
9.	Kadmiyum	2122,73
10.	Krom	88,39
11.	Bakır	27,35
12.	Galvanizyum	32,13
13.	Nikel	81,23
14.	Kurşun	23,12
15.	Çinko	52,81
16.	Vanadyum	60,61

Ağır metal kirlilik seviyesinin “Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği” tablosu incelenerek değerlendirme yapılmıştır (Anonim, 2001). Araştırmada tarım topraklarında ağır metal yoğunluğu belirlenirken tüm lokasyonlardaki genel ortalamalara göre işlem yapılmıştır. Bölge toprağının ağır metal sınır değerlerinin karşılaştırıldığı tablo Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2 Dünyada ve Türkiye’deki topraklarda ağır metal konsantrasyon sınır değerleri

AĞIR METAL PARAMETRELERİ (ppb)	Dünya Sağlık Örgütü (WHO)/ Dünya Tarım Örgütü (FAO) ($\mu\text{g/g}$)	Türkiye topraklarındaki ağır metal konsantrasyonu sınır değerleri (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) (mg/kg)	LOKASYONLARIN ORTALAMASI ($\mu\text{g/g}$)
Demir	50000	-	28,085
Mangan	2000	-	0,535
Kobalt	50	-	14,863
Kadmiyum	3	3	2,122
Krom	100	100	0,088
Bakır	100	140	0,027
Nikel	50	75	0,081
Kurşun	100	300	0,023
Çinko	300	300	0,052

Tablo 5.2 deki veriler, Türkiye topraklarındaki ağır metal konsantrasyonu sınır değerlerine ve Türkiye topraklarındaki ağır metal konsantrasyonu sınır değerleri bulunmayan elementleri de Dünya Sağlık Örgütü Dünya Tarım Örgütü sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde genel olarak Fe, Mn, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn elementlerinin lokasyonlardaki ortalama değerleri sınır değerleri aşmadığı görülmüştür. Fakat çalışma alanındaki ağır metal birikimi önemsenmeyecek durumda değildir. Birikimin bulunuyor olması, devam edeceği ve toprakları geri dönülemeyecek şekilde kirleteceği anlamına gelmektedir.

Özellikle Kadmiyum (Cd) elementi kriter alındığında sınır değerlere en yakın sonuçlara ulaşmıştır. Cd elementi konsantrasyonu lokasyonlar arasında sanayi bölgesi ve anayola yakın yerlerde en üst seviyelerde tespit edilmiştir. Ormanlık bölgelere yakın lokasyonlarda derişim daha düşüktür. Toprak derinliklerine göre değerlendirildiğinde ise; orta ve alt topraklarda daha fazla birikim olmuş ve elementin sadece derin topraklara kadar taşındığı ve kirliliğin boyutunu arttırdığı belirlenmiştir.

Alt topraklarda biriken Cd elementi bitki kök, gövde ve hatta yaprak ve meyve organlarına kadar taşınabileceği açıktır. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda kent merkezlerinde trafiğin yoğun olduğu bölgelerde yetişen bitki organlarında Cd konsantrasyonlarının yüksek düzeylerde olduğu belirlenmiştir (Isinkaralar vd., 2022). Cd ekosistemdeki birçok canlı gurubu için toksik etkisi olan bir metaldir. Tarım topraklarında bulunan kadmiyumun en önemli sebepleri tarım ilaçları, gübreler ve atmosferik çökeltmedir. Topraklara ve bitki organlarında biriken kadmiyumun en önemli kısmı havada bulunan kadmiyum tanelerinin çökmesi neticesinde olduğu bilinmektedir. Taşıt yoğunluğuna bağlı olarak yol kenarlarındaki çökeltmeye bağlı olarak senede m^2 'ye 0,2 ile 1 mg arasında kadmiyumun birikiminin olduğu ölçülmüştür. (Haktanır, 1987). Gıda olarak tüketilen bitkilerin yaprak ve meyvelerindeki birikim insan sağlığını direk tehdit etmektedir (Sevik vd., 2020b).

Cd elementi sanayi tesislerinden kaynaklı olarak çevreye karbon salınımı sonucunda bitkilerde çeşitli biyolojik olayların, büyüme ve gelişime gibi etki eden toksik bir metaldir (Asri vd., 2006; Benavides vd., 2005). Bitkilerde istenilen düzeyden fazla Cd bulunması sonucunda bitkilerin başta, azot alınımlı engellediği için büyüme ve

gelişmede yavaşlama görülür. Bunların yanında klorofil sentezinin engellenmesine bağlı olarak fotosentez de azalır ve bitkilerde çok çeşitli sistematik semptomlara neden olmaktadır (Asri vd., 2006; Prasad, 1995).

Çalışmaya konu elementler içerisinde insan ve çevre sağlığı açısından en tehlikeli elementlerden birisi de Pb'dur. Bu çalışma sonucunda Pb konsantrasyonunun üst ve orta topraklarda daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ankara kent merkezinde genel olarak taşıt trafiğinin tarım yapılan alanların kenarından geçmesi ya da yerleşim yeri ve yol kenarlarında dahi tarım yapılıyor olması, bu alanlardaki üst topraklardaki Pb birikiminin trafik kaynaklı olduğunu göstermektedir.

Pb özellikle sanayi ve tarımsal işlemlerde kullanılması nedeniyle topraklarda oldukça fazla görülen bir elementtir. Otomotiv sanayi ve tarım ilaçlarında yaygın olması sebebiyle tarım topraklarında kirliliğe ve birikime yol açmaktadır. Bitkiler için eser miktarda gerekli bir element olup, toprakta ortalama 15-40 ppm seviyelerindedir. Ancak topraktaki Pb konsantrasyonu 300 ppm seviyesinin üzerine çıkması ile birçok canlıda özellikle insanlarda çeşitli sağlık problemlerine neden olmaktadır (Dürüst ve ark., 2004).

Pb trafik yoğunluğu ile en fazla ilişkilendirilen ağır metallerdendir (Cesur vd., 2021; Key ve Kulaç, 2022). Pb'un çeşitli sanayi bölgelerinde ve özellikle otoyol-anayol kenarlarında bulunan tarım topraklarında yetiştirilen bitkilerde birikimlerine göre toksik etki gösterdiği birçok bilimsel araştırmada kanıtlanmıştır (Kahvecioğlu vd., 2004).

Son yıllara kadar trafik ile ilişkilendirilmeyen bazı ağır metallerin de trafik kaynaklı olarak toprak ve havadaki konsantrasyonlarının arttığı belirtilmektedir. Bu elementlerden olan Fe elementi için yapılan bir araştırmada araç yoğunluğunun fazla olduğu bölge yakınlarındaki parklardan alınan toprak numunelerinde Fe konsantrasyonu araştırılmıştır. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde topraktaki kirliliğin araç yoğunluğa bağlı olarak egzoz emisyonlarından kaynaklı olduğu kanısına varılmıştır (Tam vd., 1987).

Çalışmaya konu elementler arsında en toksik olanlarından birisi de trafik yoğunluğu ve sanayi faaliyetleri ile en fazla ilişkilendirilen elementlerden olan Co'dır. Ancak Co kirliliğinin sadece sanayi faaliyetleri ve taşıt yoğunluğuna bağlamamak gerekir. Özellikle son yıllarda tarımsal üretim için kullanılan pestisit ve gübreler topraklarda, sulara ve bitki organlarında ağır metal kirliliğine yol açmaktadır. Bu da ekosistem açısından oldukça dikkat edilmesi gereken bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır (Adiloğlu vd., 2015).

Çalışmaya konu elementlerden bir diğeri olan ve çalışma alanında özellikle anayol kenarı ve sanayi bölgesine yakın topraklarda oldukça yüksek konsantrasyonlara ulaştığı belirlenen Al, önemli ağır metallerden birisidir. Kayaçların yapısında bulunan minerallerden Al^{+3} , toprakta kompleks halde alüminyum silikatlar şeklinde bulunur. Toprakta bulunan Al^{+3} bikarbonat, karbonat ve fosfat ile bileşik oluşturabilir. Al^{+3} 'un kompleks formda veya iyon formda bulunması toprak reaksiyonu tarafından etkilenir ve asitli toprakta Al çözünürlüğü artar. Al bitki besin elementi olmamasına rağmen, derişiminin fazla olduğu topraklarda bitkiler tarafından alınabilir. İnsan vücuduna da girişı sindirim yolu ile olur ve sindirim sisteminden direkt kana geçer. Al'un büyük kısmı, akciğer ve kemik olmak üzere çeşitli organlarda veya dokularda depolanmaktadır (Bakar ve Baba, 2009).

Konya ili Seydişehir ilçesinde faaliyet gösteren Al fabrikasında oluşan flor emisyonunun bölgede bulunan üst topraklarda (0-15 cm), flor konsantrasyonunun arttığı buna bağlı olarak fabrikadan uzaklaştıkça flor konsantrasyonlarında azalma görüldüğü tespit edilmiş olup, bölgedeki tarım topraklarında ağır metal kirliliğinin sanayi tesisiyle bağlantılı olduğu belirlenmiştir (Oruç ve Kırımhan 1984). Al'un özellikle sanayi kaynaklı olarak havadaki konsantrasyonlarının arttığı belirtilmektedir.

Çalışmaya konu diğeri ağır metallerin de genellikle sanayi tesisleri ve trafiğin yoğun olduğu alanlardaki topraklarda daha yüksek konsantrasyonlara ulaştığı belirlenmiştir. Ağır metallerin başlıca madencilik faaliyetleri (Alaquori vd., 2020a,b; Elajail vd., 2022), sanayi (Isinkaralar, 2022g; Key ve Kulaç, 2022) ve trafik (Cesur vd., 2022; Cetin vd., 2021) kaynaklı olarak atmosfere yayılan elementlerdir. Yapılan çalışmalar ağır metallerin birçoğunun düşük konsantrasyonlarda bile toksik, zehirli ve öldürücü

olabildiğini (Sevik vd., 2020c), canlılar için besin elementi olarak gerekli olanlarının bile yüksek konsantrasyonlarda zararlı olduğunu göstermektedir (Çobanoğlu ve Şevik, 2021a,b).

Ağır metallerden 23 tanesi, yüksek konsantrasyonlarda canlı organizmalar için toksik olmaları nedeniyle “Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Toksik Maddeler ve Hastalık Kayıt Kurumu)” (ATSDR) 'nin öncelikli kirleticisi listesine dahil edilmiştir. Gümüş (Ag), alüminyum (Al), arsenik (As), baryum (Ba), berilyum (Be), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), krom (Cr), bakır (Cu), kurşun (Pb), manganez (Mn), civa (Hg), nikel (Ni), paladyum (Pd), plütonyum (Pu), antimon (Sb), selenyum (Se), stronsiyum (Sr), talyum (Tl), toryum (Th), uranyum (U), vanadyum (V) ve çinko (Zn) bu elementlerdir (Badea vd., 2018).

Bitkilerde ağır metal birikimi topraktan kökler vasıtasıyla veya hava yoluyla yapraklardan olabilmektedir. Havada biriken ağır metaller yağmur, kar veya yerçekimi etkisiyle yeryüzüne inerek toprak ve su kaynaklarını kirlletmektedir (Cetin vd., 2022a,b). Topraklarda biriken ağır metaller zamanla yeraltı su kaynaklarına karışmakta ve bu nedenle su kaynaklarının da kirlenmesine sebep olmaktadır. Ankara ili Kösrelik göletinde su kirliliği üzerine yapılan çalışmada elde edilen bulgular değerlendirildiğinde bölgedeki tarım alanlarından kaynaklı Kösrelik göletinde ağır metal kirliliği tespit edilmiştir (Ölmez, 2022).

Topraktaki ağır metal kirliliği insan sağlığı açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalar ağır metallerin bitki bünyesine girişinin temel yolağının kökler olduğunu göstermektedir. Topraktaki ağır metaller, bu topraklarda yetiştirilen bitkilerin bünyelerinde birikmekte ve gıda olarak tüketildiğinde doğrudan insan vücuduna alınmaktadır (Sevik, 2020; Shahid vd., 2017). Bundan dolayı özellikle gıda ürünlerinin üretildiği tarım topraklarındaki ağır metal kirliliği ayrı bir önem taşımaktadır.

Ağır metallerin bitki bünyesine girmesini ve birikmesini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır (Karacocuk vd., 2022). Bu faktörlerin en önemlilerinin başında çevre koşulları gelmektedir. Çünkü bitki gelişimi ve bütün fenotipik karakterleri genetik yapı

(Hrivnak vd., 2017; Imren vd., 2021; Sevik vd., 2011; Sevik vd., 2012a,b; Topacoglu vd., 2017; Turna vd., 2009; 2010) ile çevresel faktörlerinin (Cetin vd., 2018c,d,e; Ertugrul vd., 2021; Koç vd., 2021; Yigit vd., 2015; Yucedag vd., 2019; 2021) karşılıklı etkileşimi altında şekillenmektedir. En önemli çevresel faktörlerin başında da iklimatik (Cetin vd., 2018f; Koç ve Nzokou, 2022; Ozkazanc vd., 2019; Özel vd., 2022; Yigit vd., 2021) ve edafik faktörler (Ozel vd., 2021e; Sevik vd., 2018; Yigit vd., 2014) gelmektedir ve yapılan çalışmalar bitki bünyesindeki ağır metal konsantrasyonu ile hem hava hem de topraktaki ağır metal konsantrasyonu arasında önemli düzeyde bir ilişki olduğunu göstermektedir (Şevik, 2021).

Ağır metallerin birçoğu aynı zamanda canlılar için temel yapı taşıdır ve canlılar bu elementlere az veya çok miktarda ihtiyaç duymaktadırlar (Isinklaralar ve Erdem, 2021; 2022). Dolayısıyla bu elementlerin canlı bünyesindeki miktarları canlı metabolizmasını etkilemektedir. Örneğin yapılan bir çalışmada, Ni ve Cu birikiminin fazla olduğu toprakta yetişen Karga Yemişi bitkisinin klorofil oranında %15-30 seviyelerinde azalma görülmüştür (Monni, 2001).

Besin elementlerinin en önemlilerinden olan K bitkilerde gerçekleşen birden fazla olayda temel rol oynar. Çok sayıda koenzim ve enzimlerin aktivasyonunda, protein oluşumu, fotosentez, şeker transferi ve nişasta oluşumu olaylarında bitkiler tarafından kullanılmaktadır. Hücre özsuyunun ve bitkinin su dengesini sağlamasını ve kuraklığa karşı direnme gücünü artırmaktadır. Donlara karşı dayanıklılıkta ve yaz kuraklığının atlatılmasında olumlu etkiler yapmaktadır (Brady, 1990).

Bir diğer besin elementi olan Ca, bitki besin elementleri arasında en fazla kullanılan üçüncü elementtir. Bitki hücre duvarını tamamlayan bir parçasıdır ve bundan dolayı hücre duvarı yapısını düzenleyen önemli bitki besin elementi olarak bilinmektedir (Plaster ve McCauley, 2009).

Hem zararlı ağır metallerden hem de besin elementi olarak gerekli olan Zn elementi hayvanlar ve insanlar için oldukça önemli olup, bitkilerde de çok farklı öneme sahiptir. Bitkilerde klorofil üretimi için fotosentez olayına yardım eder. Enzim ve protein üretimine yardımcı olmakla beraber birçok kimyasal olaya etki eder. Topraklardaki

Çinko 10-300 ppm aralığındadır. Bitkiler için alınabilir çinko aralığı ise 3,6-5,5 ppm sınırları içerisindedir. Zn konsantrasyonunun 400 ppm üzerine çıkması durumunda bitkilerde toksik etki göstermektedir (zbek vd., 1995).

Çalışmamızda V konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri incelendiğinde; sanayi bölgesine yakın, yerleşim alanı açık alan sınırı ve sanayi bölgesi yakını, sanayi bölgesine uzak ve ara yol kenarı olan lokasyonlardaki topraklarda ortalama en yüksek değerler tespit edilmiştir. Sanayi bölgesine uzak ve ormanlık alan yakını, yerleşim alanı açık alan sınırı olan lokasyonlarda en düşük değerlerin tespit edildiği grlmştr. Taşıt trafiğinin de sanayi kadar ağır metal konusunda büyük bir etken olduğunu düşündürmektedir. V’da yine ATSDR’nin listesinde bulunan toksik ve zararlı elementlerden birisidir.

Görüldüğü üzere çalışma sonuçları genel olarak bütün ağır metallerin sanayi ve trafik kaynaklı olarak topraklardaki konsantrasyonlarının arttığını göstermektedir. Bu durum birçok yönden önemlidir. Öncelikle hava, su ve toprak içerisindeki ağır metaller bir döngü halinde birbirine geçebilmekte ve topyekn ekosistemi kirletebilmektedir.

Bir diğer önemli nokta çalışmanın yapıldığı toprakların fiilen kullanılan tarım toprakları olması ve gıda olarak tüketilen bitkiler yetiştirilmesidir. Bitkiler doğrudan ve dolaylı olarak dünyadaki canlı yaşamının temelini oluşturmaktadırlar. Son yüzyılda artan sanayi faaliyetleri, tarım alanlarındaki daralmalar, kirlilik, artan nüfus gibi faktörler gıdaya olan ulaşımı zorlaştırmıştır (Sevik, 2020). Dünya’da yaklaşık 830 milyon insanın kronik açlık içerisinde olduğu, sürekli artan gıda talebini karşılamak için son 35 yılda 2 katına çıkan gıda arzının gelecek 15 yılda bir kez daha 2 kat artış göstereceği tahmin edilmektedir (Dölekoğlu ve Yurdakul, 2004).

Ancak gıda arzının önünde çeşitli engeller bulunmaktadır. Herşeyden önce bitki gelişimi genetik yapı ve evre faktörlerinin karşılıklı etkileşimi altında şekillenmektedir (Kesik vd., 2014; Yigit vd., 2019). Ayrıca bitkinin stres düzeyi (Ertugrul vd., 2019; Koç, 2019; Koç, 2021f; Koc ve Nzokou, 2018; Ozel vd., 2021f,g; Sevik ve Cetin, 2015; Sevik ve Erturk, 2015; Sevik ve Karaca, 2016; Topacoglu vd., 2016a), hormon uygulamaları (Guney vd., 2016a,b; Gur vd., 2021; Sevik vd., 2015;

Sevik ve Cetin, 2016a,b; Topacoglu vd., 2016b), budama, gölgeleme, gübreleme gibi kültürel işlemler (Sevik vd., 2021; Yigit vd., 2016a,b) gibi çeşitli faktörler bitki gelişimini etkilemektedir.

Günümüzde tarım topraklarının azalması yanında küresel iklim değişikliğine bağlı olarak gerçekleşen atmosferik olaylar, yanlış gübreleme, tuzlanma gibi çeşitli faktörler bitki gelişimini önemli ölçüde etkilerken, çevresel kirlilik etmeni olan ağır metaller de bitki gelişimini etkileyen stres faktörleri arasında yer almaktadır (Melek, 2020; Özgövcikli, 2020; Sevik vd., 2017a,b; Yigit vd., 2019). Bundan dolayı tarım topraklarının hem alansal hem de niteliksel olarak korunması, gıda arzının devamlılığının sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır ve bu kapsamda ağır metal kirlilik düzeyinin de sürekli olarak kontrol edilmesi ve sınır değerlere ulaşmadan gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

6. ÖNERİLER

Sonuç olarak yaptığımız çalışmamızda elde edilen bulgular neticesinde sanayi tesislerine yakın tarım alanlarında ağır metal birikimlerinin fazla olduğu uzaklaştıkça kirliliğin genel olarak azaldığı görülmektedir. Yine aynı şekilde ana yol kenarlarındaki tarım topraklarında trafik yoğunluğuna bağlı olarak ağır metal kirliliğinin arttığı da görülmüştür. Benzer konularda yapılan araştırmalarda da bu konu üzerinde durulmuştur.

Ağır metaller atmosferik birçok olay neticesinde yaprak yüzeylerine inmekte ve yapraklarda birikime neden olmaktadır. Bu nedenden ötürü özellikle ağır metal kirliliğinin fazla olduğu bölgelerde yetiştirilen bitkilerin yapraklarında oldukça yüksek seviyelerde ağır metaller olduğu bilinmektedir. Ağır metallerin insan, çevre ve gıda üzerine etkileri hakkında birçok araştırma yapılmış olup, son dönemlerde özellikle yaprağı yenen sebzelerde meydana gelen kalıntı sorunu da önemli düzeyde sağlık problemlerine neden olduğu bilinmektedir.

Ağır metallerin her birinin birikimi insan sağlığını tehdit etmekle beraber toprağımızda geri dönülemez bir kirliliğe yol açmaktadır. Toprak kirlenmesinin önüne geçilmezse gelecek nesillere kullanılamaz topraklar bırakmış olacağız. Sanayi bölgesinde atık yönetimi konusunda önemli çalışmalar yapılması, anayol kenarlarında taşıt kaynaklı emisyonların en aza indirilmesi gibi gerekli önlemlerin alınması dışında sanayi ve anayol kenarlarında tarım yapılmasına izin verilmemesi ve pestisit kullanımının sınırlandırılması gerekmektedir.

AB ülkeleri, 2019 yılının Kasım ayında Avrupa Yeşil Mutabakatıyla geleceğe daha temiz ve yaşanabilir dünya bırakmak adına bir adım atmıştır. Mutabakat sonucunda emisyonun azalacağı düşünülmektedir. Türkiye’de bu mutabakata uyum sağlamak adına özellikle tarım alanında birçok değişikliğe gitmek durumundadır. Özellikle pestisit kullanımının azaltılması bu konuda çok önemlidir. Ağır metal birikimi konusundada özel çalışmalar yapılmalı ve çözümler aranmalıdır. Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının arttırılmasıyla kirliliğin önüne geçilebileceği de unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Abacıoğlu, E., Akarsu, H., Genç, Ç. Ö. & 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.
- Ağca, N., Doğan, K. (2000). Antakya-Topboğazı Karayolu Çevresindeki Topraklarda Trafik Kaynaklı Ağır Metal Kirliliği. Harran Üniversitesi. Mühendislik Fakültesi ve Ziraat Fakültesi. 2000 GAP-Çevre Kongresi. 1. Cilt. 16-18 Ekim 2000. s.187-196. Şanlıurfa.
- Akyıldız M., Karataş B., (2018), Adana Şehir Merkezindeki Topraklarda Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,33(2), ss.199-214, Haziran 2018.
- 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.
- Albasel N and Cottenie A (1985) Heavy metal contamination near major highways, industrial and urban areas in Belgian Grassland. *Water, Air and Soil Pollution*, 24: 103- 109
- Alterra, A. Z. A., Bayraktar, O. Y., & Soylemez, H. (2019). Investigation of the Effects of Modified Bitumen on Asphalt Concrete Performance by Industrial Waste. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 5(2), 93-100.
- Anonim (2001), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2001.
- 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): 1051-1057

- Ashaıbı., S. A., (2020). Kastamonu Kent Merkezi ve Yakın Çevresindeki Topraklarda Ağır metal Birikiminin Toprak Kullanımına Bağlı Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye
- Badawy, W. M., Sarhan, Y., Dulu, O. G., Kim, J., Yushin, N., Samman, H. E., & Shcheglov, A. (2022). Monitoring of air pollutants using plants and co-located soil—Egypt: Characteristics, pollution, and toxicity impact. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(14), 21049-21066.
- Bakar, C., Baba, A., (2009), Metaller ve İnsan Sağlığı: Yirminci Yüzyıldan Bugüne ve Geleceğe Miras Kalan Çevre Sağlığı Sorunu, 1. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 30 Ekim–1 Kasım, Ürgüp Bld., Kültür Merkezi, Ürgüp/ NEVŞEHİR
- Bakirdere S, Yaman M. (2008), “Determination of lead, cadmium and copper in roadside soil and plants in Elazığ, Turkey”. *Environmental Monitoring and Assessment*, 136, 401-410
- 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., 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., Sağlam-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.
- Bayraktar, O. Y., Kaplan, G., Gencel, O., Benli, A., & Sutcu, M. (2021a). Physico-mechanical, durability and thermal properties of basalt fiber reinforced foamed concrete containing waste marble powder and slag. *Construction and Building Materials*, 288, 123128.
- Bayraktar, O. Y., Soylemez, H., Kaplan, G., Benli, A., Gencel, O., & Turkoglu, M. (2021b). Effect of cement dosage and waste tire rubber on the mechanical, transport and abrasion characteristics of foam concretes subjected to H₂SO₄ and freeze–thaw. *Construction and Building Materials*, 302, 124229.
- Bondada, B.R., Tu, S. & Ma, L.Q., (2004), Absorption Of Foliar-Applied Arsenic By The Arsenic Hyperaccumulating Fern (Pteris Vittata L.), *Sci. Toplam Environ.*332, 61–70.
- Brady N C (1990). The Nature and Properties of Soils. 10th Edition, Macmillan Publishing Company, New York, USA

- Büyük yıldız M., (2013). İstanbul Anadolu Yakasında Belirlenen Parklarda Toprak Kalitesi Ve Ağır Metal Kirliliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul
- Canturk, U., & Kulac, S. (2021). The effects of climate change scenarios on *Tilia* spp. in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, doi:10.1007/s10661-021-09546-5
- Cesur A, Zeren Cetin I, Abo Aisha AES, Alrabiti OBM, Aljama AMO, Jawed AA, Cetin M, Sevik H, Ozel HB (2021) The usability of *Cupressus arizonica* annual rings in monitoring the changes in heavy metal concentration in air. *Environmental Science and Pollution Research (Environ Sci Pout Res)* 2021. DOI: 10.1007/s11356-021-13166-4; <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13166-4>
- Cesur, A., Zeren Cetin, I., Cetin, M., Sevik, H., Ozel, H.B. (2022). The Use of *Cupressus arizonica* as a Biomonitor of Li, Fe, and Cr Pollution in Kastamonu. *Water Air Soil Pollut.* 233, 193. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05667-w>
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016a). Measuring the Impact of Selected Plants on Indoor CO₂ Concentrations. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(3): 973-979
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016b). Indoor quality analysis of CO₂ for Kastamonu University. In *Conference of the International Journal of Arts & Sciences*, 9(3); 71-76
- Cetin, M., Sevik, H., Yigit, N., Ozel H.B., Aricak, B., & Varol, T. (2018a) 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., Sevik, H., & Yigit, N. (2018b). Climate type-related changes in the leaf micromorphological characters of certain landscape plants. *Environmental monitoring and assessment*, 190 (7), 404.
- Cetin, M., Zeren, I., Sevik, H., Cakir, C., & Akpınar, H. (2018c). A study on the determination of the natural park's sustainable tourism potential. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190 (3), 167.
- Cetin, M., Yildirim, E., Canturk, U. & Sevik, H. (2018d). Investigation of bioclimatic comfort area of Elazığ city centre. In book title: Recent Researches in Science and Landscape Management (Edited by Recep Efe, Murat Zencirkiran and İsa 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
- Cetin, M., Sevik, H., Canturk, U., & Cakir, C. (2018e). Evaluation of the recreational potential of Kutahya Urban Forest. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (5), 2629-2634.

- Cetin, M., Onac, A. K., Sevik, H., Canturk, U., & Akpinar, H. (2018f). Chronicles and geoheritage of the ancient Roman city of Pompeiopolis: a landscape plan. *Arabian Journal of Geosciences*, 11 (24), 798.
- 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*, 27(17), 21816-21825.
- Cetin, M., Sevik, H., Turkyilmaz, A., Isinkaralar, K. (2021). Using Abies's Needles as Biomonitors of Recent Heavy Metal Accumulation. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 7(1), 1-6.
- Cetin, M., Aljama, A.M.O., Alrabiti, O.B.M., Adiguzel, F., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022a). Determination and Mapping of Regional Change of Pb and Cr Pollution in Ankara City Center. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(5), 1-10.
- Cetin, M., Aljama, A.M.O., Alrabiti, O.B.M. Adiguzel, F., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022b). Using Topsoil Analysis to Determine and Map Changes in Ni Co Pollution. *Water Air Soil Pollut* 233, 293 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05762-y>
- Chang, A.C. Page. A.L. (1978). Trace Elements Impact on Plants During Cropland Disposal of sewage Sludges. Fifth National Conference on Acceptable Sludge Disposal Techniques. January 31 February 2. 178 Orlando Florida
- 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.
- Cui, N., Qu, L., & Wu, G. (2022). Heavy metal accumulation characteristics and physiological response of *Sabina chinensis* and *Platycladus orientalis* to atmospheric pollution. *Journal of Environmental Sciences*, 112, 192-201.
- Çetin, M., Şevik, H., & Saat, A. (2017a). Indoor air quality: the samples of Safranbolu Bulak Mencilis cave. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(10), 5965-5970.
- Çetin, M., Şevik, H., & Isinkaralar, K. (2017b). Changes in the particulate matter and CO₂ concentrations based on the time and weather conditions: the case of Kastamonu. *Oxidation Communications*, 40(1-II), 477-485.
- Çetin, M., Onac, A. K., Sevik, H., & Sen, B. (2019a). Temporal and regional change of some air pollution parameters in Bursa. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(3), 311-316.
- Çetin, M., Sevik, H., Aricak, B., Ozturk, A., Genc, C. O., Aisha, A. E. S. A., Jawed, A.A., Aljama, A.M.O. & Alrabiti, O. B. M. (2019b). The Investigation of the Changing in Concentration of Some Heavy Metals in Seeds, Leaves, and Branches because of Traffic Density: a Case Study of *Acer Platanoides*. *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 83-92.

- Çetin, 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.
- Çobanoglu, H., Şevik, H. (2021a). Determination of Aluminum Accumulation in Atmosphere by Using Cedar Tree Annual Rings, *9th Global Conference on Environmental Studies (CENVISU-2021)*. October 14-16, 2021. Antalya, Turkey. p. 6.
- Çobanoglu, H., Şevik, H. (2021b). The Usability of Tree Rings as a Biomonitor for Traffic Originated Baryum Concentrations in the Air. *6th International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia (IMSTEC'2021)*. November 26-27-28, 2021, Cappadocia/TURKEY. p.495.
- Dölekoğlu, C. Ö., & Yurdakul, O. (2004). Adana ilinde hane halkının beslenme düzeyleri ve etkili faktörlerin logit analizi ile belirlenmesi. *Akdeniz University Faculty of Economics & Administrative Sciences Faculty Journal*. 4(8).
- Elajail, I.S.I., Sevik, H., Ozel, H.B., Isik, B. (2022). Examining The Chemical Compositions of Mineral Concrete Agents in Terms of Their Environmental Effects, *Feb-fresenius environmental bulletin*. (InPress).
- Elaltuntaş E. (2017). Bingöl İlini Erzurum Muş Çevre İllerine Bağlayan Karayolu Kenarındaki Tarım Topraklarında Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl, Türkiye
- Elsunousi AAM, Sevik H, Cetin M, Ozel HB, Uzun Ozel H (2021) Periodical and regional change of particulate matter and CO2 concentration in Misurata. *Environ Monit Assess* 193: 707 (2021). DOI: 10.1007/s10661-021-09478-0
- Ertugrul, M., Ozel, H. B., Varol, T., Cetin, M., & Sevik, H. (2019). Investigation of the relationship between burned areas and climate factors in large forest fires in the Canakkale region. *Environmental monitoring and assessment*, 191 (12), 737.
- Ertugrul, M., Varol, T., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2021). Influence of climatic factor of changes in forest fire danger and fire season length in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1), 1-17.
- Gavrilescu, M. (2022). Enhancing phytoremediation of soils polluted with heavy metals. *Current Opinion in Biotechnology*, 74, 21-31.
- Gencel, O., Kazmi, S. M. S., Munir, M. J., Kaplan, G., Bayraktar, O. Y., Yazar, D. O., & Ahmad, M. R. (2021a). Influence of bottom ash and polypropylene fibers on the physico-mechanical, durability and thermal performance of foam concrete: An experimental investigation. *Construction and Building Materials*, 306, 124887.

- Gencil, O., Bayraktar, O. Y., Kaplan, G., Benli, A., Martinez-Barrera, G., Brostow, W., & Bodur, B. (2021b). Characteristics of hemp fibre reinforced foam concretes with fly ash and Taguchi optimization. *Construction and Building Materials*, 294, 123607.
- Ghoma, W., Sevik, H. & Isinkaralar, K. (2022). Using indoor plants as biomonitors for detection of toxic metals by tobacco smoke. *Air Qual Atmos Health* 15, 415-424 <https://doi.org/10.1007/s11869-021-01146-z>
- Guney, K., Cetin, M., Sevik, H., Guney K.B. (2016a). Influence of Germination Percentage and Morphological Properties of Some Hormones Practice on *Lilium martagon* L. Seeds. *Oxidation Communications*, 39 (1-II): 466-474
- Guney, K., Cetin, M., Sevik, H., & Guney, K. B. (2016b). Effects of some hormone applications on germination and morphological characters of endangered plant species *Lilium artvinense* L. Seeds, *New Challenges in Seed Biology-Basic and Translational Research Driving Seed Technology*, Dr. Susana Araújo. InTech, 2016b, 4, 97-112.
- Gur, E., Cetin, M., Ozel, H.B., Guney, K., Sevik, H. (2021). The Effect of Hormone Treatments on Germination and Seedling Characters of Sage (*Salvia officinalis* L.) Seeds. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 36(2): 62-69. doi: 10.47059/alinteri/V36I2/AJAS21115
- 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
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö & Çobanoğlu, D., (2004). Ağır Metal İyonlarının (Cu+2, Pb+2, Hg+2, Cd+2). *Clivia Sp. Bitkisi Polenlerinin Çimlenmesi Ve Tüp Büyümesi Üzerine Etkileri*. F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi, 16 (2)., 177-182.
- Haktanır K, Arcak S, Erpul G (1995) Yol kenarındaki topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metal birikimi. *Engineering and Science* 19: 423-431
- Hrivnák, M., Paule, L., Krajmerová, D., Kulaç, Ş., Şevik, H., Turna, İ., Tvaauri, I. & Gömöry, D. (2017). Genetic variation in Tertiary relics: The case of eastern-Mediterranean *Abies* (Pinaceae). *Ecology and evolution*, 7 (23), 10018-10030.
- Imren, E., Kurt, R., Yucedag, C., Bilir, N., Ozel, H.B., Cetin, M., Sevik, H. (2021). Selection of Superior Clones By The Multi-Dimensional Decision Making Techniques in Scots Pine Seed Orchard, *Journal of Forests*, 8(1): 13-22
- Isinkaralar, K. (2020). Removal of Formaldehyde and BTEX in Indoor Air Using Activated Carbon Produced from Horse Chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) Shell. Ph.D. Thesis Hacettepe University Institute of Science Department of Environmental Engineering. Ankara, Turkey.

- Isinkaralar, K. (2022a) Atmospheric deposition of Pb and Cd in the Cedrus atlantica for environmental biomonitoring. *Landscape Ecol Eng* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11355-022-00503-z>
- Isinkaralar, K. (2021b). Changes in Cadmium (Cd) concentrations in some plants depending on traffic density. *New Trends and Issues Proceedings on Advances in Pure and Applied Sciences*. (14), 63-70.
- Isinkaralar K (2022c) Theoretical removal study of gas form BTEX onto activated carbon produced from Digitalis purpurea L. biomass. *Biomass Conversion and Biorefinery*. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02558-2>
- Isinkaralar, K. (2022d). Temporal and Spatial Variation of Air Quality in Kütahya City Center. *Journal of Engineering Sciences and Design*. 10(1), 152-160. <https://doi.org/10.21923/jesd.999748>
- Isinkaralar, K. (2022e). Performance of Gas-Phase Toluene by Adsorption onto Activated Carbon Prepared from Robinia Pseudoacacia L. as Lignocellulosic Material. *Sakarya University Journal of Science*, 26(2), 410-420.
- Isinkaralar, K. (2022f). High-efficiency removal of benzene vapor using activated carbon from Althaea officinalis L. biomass as a lignocellulosic precursor. *Environ Sci Pollut Res* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20579-2>
- Isinkaralar K. (2022g). Some atmospheric trace metals deposition in selected trees as a possible biomonitor. *Rom Biotechnol Lett.*; 27(1): 3227-3236. DOI: 10.25083/rbl/27.7/3227-3236.
- Isinkaralar, K. (2021h). Evaluation of Environmental Barium Concentration Biomonitoring in Tree Rings. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(4), 754-759
- Isinkaralar K, Erdem R (2021) Landscape Plants as Biomonitors for Magnesium Concentration in Some Species. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 29(2): 468-473.
- Işınkaralar, K. & Erdem, R. (2022). The effect of atmospheric deposition on potassium accumulation in several tree species as a biomonitor. *Environmental Research and Technology*, 5(1); 94-100. DOI: 10.35208/ert.1026602
- Isinkaralar K, Koc I, Erdem R, Sevik H (2022) Atmospheric Cd, Cr, and Zn Deposition in Several Landscape Plants in Mersin, Türkiye, Water, Air, & Soil Pollution, <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05607-8>
- Kalayci Onac A, Cetin M, Sevik H, Orman P, Karci A, Gonullu Sutcuoglu G (2021) Rethinking the campus transportation network in the scope of ecological design principles: case study of Izmir Katip Çelebi University Çiğli Campus Environmental Science and Pollution Research (2021). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14299-2>

- Karacocuk, T., Sevik, H., Isinkaralar, K., Turkyilmaz, A., Cetin, M (2022). The change of Cr and Mn concentrations in selected plants in Samsun city center depending on traffic density. *Landscape Ecol Eng* 18, 75-83. <https://doi.org/10.1007/s11355-021-00483-6>
- Karakuş, K., Karakuş, S., & Çelikyürek, H. (2019). Ülke Toprakları Ve Tarım Arazilerinin Bitkisel Ve Hayvansal Üretim Faaliyeti Dışında Kullanımı. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 2 (1), 84-90.
- Kennedy, C.D. & Gonsalves, F.A.N., (1987). The Action Of Divalent Zinc, Cadmium, Mercury, Copper And Lead On The Trans-Root Potential And Efflux Of Excised Roots, *J.Exp. Bot.*, 38, 800-817.
- Kesik, H. I., Korkut, S., Hiziroglu, S., & Sevik, H. (2014). An evaluation of properties of four heat treated wood species. *Industrial Crops and Products*, 60, 60-65.
- Key, K., Kulaç, Ş., Koç, İ., & Sevik, H. (2022). Determining the 180-year Change of Cd, Fe, and Al Concentrations in the Air by Using Annual Rings of *Corylus colurna* L. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(7), 1-13.
- Key, K., & Kulaç, Ş. (2022). Proof of concept to characterize historical heavy metal concentrations from annual rings of *Corylus colurna*: determining the changes of Pb, Cr, and Zn concentrations in atmosphere in 180 years in North Turkey. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-11.
- Key, K., Koç, İ., Kulaç, Ş., Şevik, H. (2021) Determination of the Air Pb Pollution in Kastamonu With The Help of *Picea pungens* Needles, *6nd International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia (IMSTEC'21)*, November 26-27-28, 2021, Cappadocia /TURKEY. p. 497
- Key, K., Kulaç, Ş. (2021). Determination of 180 years variation of Ba concentration in the atmosphere with the help of annual rings of *Corylus colurna* tree. 9h Global Conference on Environmental Studies (CENVISU-2021). October 14-16, 2021. Antalya, Turkey.
- Keser, B. (2008). Aydın ilinde Büyük Menderes nehri ile sulanan bölgelerde yetişen bazı sebze ve meyvelerdeki ağır metal kirliliğinin araştırması (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). 123 s.
- 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.
- Kilicoglu, C., Cetin, M., Aricak, B., Sevik, H. (2021) Integrating multicriteria decision-making analysis for a GIS-based settlement area in the district of Atakum, Samsun, Turkey. *Theor Appl Climatol*. 143, 379–388. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03439-2>
- Kilicoglu, C. (2021). Investigation of the effects of approaches used in the production of training and validation data sets on the accuracy of landslide susceptibility

mapping models: Samsun (Turkey) example. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(20), 1-18.

- Knezević, M., Stankovic, D., Krstic, B., Nikolic, M. S., Dragica, V., 2009. Concentrations of Heavy Metals in Soil and Leaves of Plant Species *Paulownia Elongata* S.Y.Hu and *Paulownia Fortunei* Hemsl. *African Journal of Biotechnology*. 8 (20): 5422-5429.
- Koc, I., & Nzokou, P. (2018) Effects of water stress and cold treatments on the germination of two conifers (*Pinus nigra* and *Pinus brutia*) species from Turkey. *Hortscience*, 53(9), 259-259.
- Koç, İ. (2019). Conifers Response to Water Stress: Physiological Responses and Effects on Nutrient Use Physiology. Dissertation. Michigan State University.
- Koç, İ., Nzokou, P. (2022). Do Various Conifers Respond Differently to Water Stress? A Comparative Study of White Pine, Concolor and Balsam Fir. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 22(1), 1-16.
- Koç, İ., Nzokou, P., Cregg B. (2021). Biomass allocation and nutrient use efficiency in response to water stress: Insight from experimental manipulation of balsam fir, concolor fir and white pine transplants. *New Forests*. DOI: 10.1007/s11056-021-09894-7
- Koç, İ. (2021a). Using *Cedrus atlantica*'s annual rings as a biomonitor in observing the changes of Ni and Co concentrations in the atmosphere. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27), 35880–35886
- Koç, İ. (2021b) Changes That May Occur in Temperature, Rain, and Climate Types Due to Global Climate Change: The Example of Düzce. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 9(8), 1545-1554
- Koç, İ. (2021c) The Effect of Global Climate Change on Some Climate Parameters and Climate Types in Bolu. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 23(2), 706-719
- Koç, İ. (2021d). Examining Seed Germination Rate and Seedlings Gas Exchange Performances of Some Turkish Red Pine Provenances Under Water Stress. *Düzce University Journal of Science & Technology*, 9(3), 48-60.
- Koç, İ (2021e). Examination of gas exchange parameters of *Abies balsamea* (L) Mill. and *Abies concolor* saplings, grown under various water regime, exposed to extreme drought stress at the end of the growing season. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 592-605
- Koç, İ (2021f). Examining of seed germination rate and seedlings gas exchange performances of Anatolian black pine under water stress. *International Karabakh Applied Science Conference*. Khazar Univeristy, June 17-19, 2021. (Conference paper).

- 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.
- Kulaç, Ş., & Yıldız, Ö (2016). Effect Of Fertilization On The Morphological Development Of European Hophornbeam (*Ostrya Carpinifolia Scop.*). Seedlings. *Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology*, 4 (10), 813-821.
- Kursuncu, B., Gencel, O., Bayraktar, O. Y., Shi, J., Nematzadeh, M., & Kaplan, G. (2022). Optimization of foam concrete characteristics using response surface methodology and artificial neural networks. *Construction and Building Materials*, 337, 127575.
- Kutlu, B., & Mutlu, E. (2021). Multivariate statistical evaluation of dissolved trace elements and water quality assessment in the Karaca dam, Turkey. *EQA-International Journal of Environmental Quality*, 44, 26-31.
- Kuzmina, N., Menshchikov, S., Mohnachev, P., Zavyalov, K., Petrova, I., Ozel, H.B., Arıcak, B., Onat, S.M., Sevik, H. (2022). Change of Aluminum Concentrations in Specific Plants by Species, Organ, Washing, and Traffic Density. *BioResources*, (InPress)
- Luo, X., Wu, C., Lin, Y., Li, W., Deng, M., Tan, J., & Xue, S. (2022). Soil heavy metal pollution from Pb/Zn smelting regions in China and the remediation potential of biomineralization. *Journal of Environmental Sciences*.
- McCauley A, Jones C ve Jacobsen J (2009). Nutrient Management. Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service. Publication, 4449-9, p.1–16.
- Melek, T. (2020). Evaluation of Some Soil Characteristics in Devrekani Agricultural Soil With The Help of Geographical Information Systems, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MsC Thesis, 70 pages

- Mossi MMM. 2018. Determination of Heavy Metal Accumulation In Some Shrub Formed Landscape Plants, PhD Thesis, Kastamonu University, Institute Of Science Department Of Forest Engineering, Kastamonu, Türkiye.
- Mutlu, E. Demir, T., Kutlu, B., & Yanık, T. (2013). Sivas - Kurugöl Su Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi, Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 1 (1): 37 - 43
- Mutlu, E. Kutlu, B., Yanık, T., & Demir T. (2014). Evaluation of water quality of Karacalar Dam (Ulaş-Sivas) by using physicochemical methods. Journal of Selçuk University Natural and Applied Science. ICOEST, 30-40.
- Mutlu, E. Demir, T., Yanık, T., & Anca Sutan N. (2016). Determination of environmentally relevant water quality parameters in Serefiye Dam-Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 25 (12): 5812-5818
- Mutlu, E. Uncumusaoğlu AA. (2017). Investigation of the water quality of Alpsarı Pond (Korgun-Çankırı). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 17(6): 1231-1243.
- Mutlu, E., Kutlu B. (2017). Determining The Water Quality of Maruf Dam (Boyabat – Sinop), Alinteri Zirai Bilimler Dergisi, 32(1): 81-90
- Mutlu, E., & Kurnaz, A. (2018). Assessment of physicochemical parameters and heavy metal pollution in Çeltektek Pond water. Indian Journal of Geo-Marine Sciences, (IJMS), 47(06):1185-1192
- Mutlu, E., & Emin Güzel, A. (2019). Evaluation of Some Physicochemical Water Quality Parameters of Gümüşsuyu Pond (Sinop-Erfelek), Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 7(sp3): 72-77
- 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, June 2019, 191:335
- Mutlu, E. (2021). Determination of Seasonal Variations of Heavy Metals and Physicochemical Parameters In Kıldır Pond (Yıldızeli-Sivas). Fresenius Environmental Bulletin, 30(6):5573-5580.
- Mutlu, E. Arslan, N., Tokath, C. (2021). Water Quality Assessment of Boyalı Dam Lake (Sinop, Turkey) by Using Ecological and Statistical Indicators. *Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumiectus*, 20(1), 77-85.
- Niazi, N. K., & Burton, E. D (2016). Arsenic Sorption To Nanoparticulate Mackinawite (Fes).: An Examination Of Phosphate Competition. Environmental Pollution, 218, 111-117.
- Okcu, M., Tozlu, E., Kumlay, A. M., & Pehlivan, M. (2009). Ağır metallerin bitkiler üzerine etkileri. Alinteri Zirai Bilimler Dergisi, 17(2), 14-26.

- Osma, E., Serin, M., & Leblebici, Z. (2013). Şile (İstanbul)'de Yetiştirilen Bazı Sebzelerde Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 267-275.
- Özdel, E. (2010). Sarıseki Dörtöl 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.
- Özdemir, M. A., & Boyraz, Z (2002). Elazığ Şehir Merkezinde Hava Kirliliğini Doğuran Nedenler Ve Kirlilik Parametrelerinin Zaman İçindeki Değişimine Coğrafi Yaklaşım
- Özel, H. U., Özel, H. B., Çetin, M., Şevik, H., Gemici, B. T., & Varol, T. (2019). 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. (2020). 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), 054-059.
- Ozel, H.B., Varol, H.N., Sevik, H. (2021a) The Change of Mn Concentration by Organ and Species in Several Edible Plants. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*. 29(2): 474-480
- Ozel, H. B., Sen, M., Sevik, H. (2021b) Change of Ba concentration by species and organ in several fruits grown in city centers, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 12(03), 143–150, DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.12.3.0681>
- Ozel H.B., Varol, T., Emir, T., Sevik, H. (2021c). Effects of Extraction from Compartment on Soil Enzymes. *American Journal of Engineering Research*. 10(2): 115-121.
- Ozel, H. B., Varol, H.N., Sevik, H. (2021d) Change of Mg concentration in several plants depending on plant species, washing status, and traffic density, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 12(01), 447–453, DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.12.1.0551>
- Ozel, H. B., Donduran, V., Şevik, H., Bilir, N., & Varol, T. (2021e). Investigation on sand-dune afforestation by Eucalyptus (*Eucalyptus grandis* W. Hill) in Patara-Antalya region. *Theoretical and Applied Forestry*, 1(1), 34-39.
- Ozel HB, Cetin M, Sevik H, Varol T, Isik B, Yaman B (2021f) The effects of base station as an electromagnetic radiation source on flower and cone yield and germination percentage in *Pinus brutia* Ten. *Biologia Futura* (2021). <https://doi.org/10.1007/s42977-021-00085-1>
- Ozel, H.B., Abo Aisha, A.E.S., Cetin, M. Sevik, H., Zeren Cetin, I. (2021g). The effects of increased exposure time to UV-B radiation on germination and

seedling development of Anatolian black pine seeds. *Environ Monit Assess* 193, 388. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09178-9>

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 Balikdami Wildlife Development Area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191 (11), 645.

Özel, H. B., Şevik, H., Onat, S. M., & Yigit, N. (2022). The Effect of Geographic Location and Seed Storage Time on the Content of Fatty Acids in Stone Pine (*Pinus pinea* L.) Seeds. *BioResources*, 17(3), 5038-5048.

Özel, S. (2019). Bazı Meyve Ağacı Organellerinde Ağır Metal Birikiminin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Özgövcikli, F. (2020). Investigation of Soil Efficiency in Agricultural Areas of Kastamonu Province Devrekani District, Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources, MsC Thesis, 65 pages

Özkan A., (2017). Antakya-Cilvegözü Karayolu Etrafındaki Tarım Arazilerinde ve Bitkilerdeki Ağır Metal Kirliliği. Çukurova Üniversitesi. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(3), ss.9-18, Eylül 2017.

Öztemel Z, Tüfenkçi Ş, Çakmakçı T (2016) Motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağırmetal kirliliğinin belirlenmesi: Şanlıurfa-Viranşehir Karayolu Örneği

Özyürek, F., & Leblebici, Z. (2016). Nevşehir'de farklı su kaynaklarıyla sulanan sebzeerde ağır metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn) birikimi (Master's thesis, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi). 112 s.

Pekacar, Y., A, (2021). İstanbul-Ankara Otoyoluna Yakın Tarım Arazilerindeki Ağır Metal Kirlilik Düzeylerinin Belirlenerek Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yardımıyla Mekânsal Olarak Haritalanması, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir, Türkiye.

Pınar B. (2019). Bazı Peyzaj Bitkilerinde Ağır Metal Birikiminin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye

Pirinc Bayraktar, E., Isinkaralar, O., & Isinkaralar, K. (2022). Usability of several species for monitoring and reducing the heavy metal pollution threatening the public health in urban environment of Ankara. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 14(3), 276-283.

Sahin B, (2008) Çevre Bilimi (Çevre için Eğitim). Ra Kitabevi, 1. Baskı, Trabzon Ordu Kent Merkezinde Yetiştirilen Bazı Kültür Bitkilerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Yetiştirme Ortamına Bağlı Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye.

- Savas, D.S., Sevik, H., Isinkaralar, K. Turkyilmaz, A. & Cetin, M. (2021). The potential of using *Cedrus atlantica* as a biomonitor in the concentrations of Cr and Mn. *Environ Sci Pollut Res* (2021). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14826-1>
- Sevik, H., Yahyaoglu, Z., & Turna, I. (2011). Analysis of seed characteristics from 17 different populations in *Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf. In *Proceedings of the 10th International Christmas Tree Research & Extension Conference* (pp. 18-24).
- Sevik, H., Guney, D., Karakas, H., & Aktar, G. (2012a). Change to amount of chlorophyll on leaves depend on insolation in some landscape plants. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(3), 1057-1064.
- Sevik, H., Yahyaoglu, Z., & Turna, I. (2012b). Determination of genetic variation between populations of *Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf according to some seed characteristics, genetic diversity in plants. *Chapter, 12*, 231-248.
- Sevik, H., Güney, K., Topaçoğlu, O., & Ünal, C. (2015). The influences of rooting media and hormone applications on rooting percentage and some root characters in *Schefflera arboricola*. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*, 4(2), 25-29.
- Sevik, H., & Erturk, N. (2015). Effects of drought stress on germination in fourteen provenances of *Pinus brutia* Ten. seeds in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(5), 294-299.
- Sevik, H., & Cetin, M. (2015). Effects of water stress on seed germination for select landscape plants. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(2), 689-693.
- Sevik, H., & Karaca, U. (2016). Determining the resistances of some plant species to frost stress through ion leakage method. *Feb-fresenius environmental bulletin*, 25(8), 2745-2750.
- Sevik, H., & Cetin, M. (2016a). Effects of some hormone applications on germination and morphological characters of endangered plant species *Lilium artvinense* L. onion scales. *Bulgarian Chemical Communications*, 48 (2), 256-260.
- Sevik, H., & Cetin, M. (2016b). Evaluation of topiary applications and problems: A case study of Kastamonu. *International Journal of Multidisciplinary Thought*, 5 (05), 45-50.
- Sevik, H., Cetin, M., & Kapucu, O. (2016). Effect of light on young structures of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana*). *Oxidation Communications*, 39(1), 485-492.
- Sevik, H., Saleh, E. A. A, & Cetin, M. (2017a). Change of the air quality in the urban open and green spaces: Kastamonu sample. *Ecology, Planning*, 317-327.

- Sevik, H., Cetin, M., Kapucu, O., Aricak, B., & Canturk, U. (2017b). Effects of light on morphologic and stomatal characteristics of Turkish Fir needles (*Abies nordmanniana* subsp. *Bornmulleriana* Mattf.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (11), 6579-6587.
- Sevik, H., Isinkaralar, K., Turkyilmaz, A., Cetin, M. (2018). Determination of Some Heavy Metal Concentrations in *Acer negundo* Leaves and Branches in the Atmosphere. *International Congress on Engineering and Life Science 2018 (ICELIS)*, 629.
- 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., Ozturk, A., Ozel, H. B., & Pinar, B. (2019b). 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., 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.
- Sevik, H., Cetin, M., Ozturk, A., Yigit, N., & Karakus, O. (2019d). Changes in micromorphological characters of *Platanus orientalis* L. leaves in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (3), 5909-5921.
- 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., 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., 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. (2020c). 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. B., Erbek, A., & Cetin, I. Z. (2021). The effect of climate on leaf micromorphological characteristics in some broad-leaved species. *Environment, Development and Sustainability*, 23(4), 6395-6407.

- Sevik, H. (2021). The Variation of Chrome Consantration in Some Landscape Plants Due to Species, Organ and Traffic Density. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(3), 595-600.
- Sulhan, O.F., Sevik, H. & Isinkaralar, K. (2022). Assessment of Cr and Zn deposition on *Picea pungens* Engelm. in urban air of Ankara, Türkiye. *Environ Dev Sustain* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02647-2>
- Şen, G., Güngör, E., & Şevik, H. (2018). Defining the effects of urban expansion on land use/cover change: a case study in Kastamonu, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 190 (8), 454.
- Şevik, H. (2021). Monitoring of Heavy Metal Pollution in The Air For Using of Biomonitors, 2nd International Baku Conference on Scientific Research April 28-30, 2021 / Baku, Azerbaijan, The Book of Full Texts. II: 1-13
- Sezgin N, Ozcan, HK. Demir G, Nemlioğlu S, Bayat, C. (2003). Determination of heavy metal concentrations in street dusts in İstanbul E-5 Highway. *Environment International* 29: 973-985
- 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.
- Tokatli, C., Mutlu, E., & Arslan, N. (2021). Assessment of the potentially toxic element contamination in water of Şehriban Stream (Black Sea Region, Turkey) by using statistical and ecological indicators. *Water Environment Research*, 93(10), 2060-2071.
- Topacoglu, O., Sevik, H., & Akkuzu, E. (2016a). Effects of water stress on germination of *Pinus nigra* Arnold. Seeds. *Pak. J. Bot*, 48 (2), 447-453.
- Topacoglu, O., Sevik, H., Guney, K., Unal, C., Akkuzu, E., & Sivacioglu, A. (2016b). Effect of rooting hormones on the rooting capability of *Ficus benjamina* L. cuttings. *Şumarski list*, 140 (1-2), 39-44.
- Topacoglu, O., Şevik, H., Sivacioglu, A., & Ferhat, K. (2017). Genetic variations among and within the populations of Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) in Turkey. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(4), 691-702.
- Tuncer B. 2020. Bazı Tarım Bitkilerinde Ağır Metal Birikiminin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye.
- 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.
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., & Cetin, M. (2018b) The use of perennial needles as biomonitors 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 (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
- Turna, İ., Şevik, H. ve Yahyaoğlu, Z., (2009) Uludağ Gökmarı (Abies nordmanniana subsp. bornmülleriana mattf.) Populasyonlarında Morfolojik Özelliklere Bağlı Genetik Çeşitlilik, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi I.Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı, Özel Sayı, ISSN: 1302-0943, II, pp. 341-347*
- Turna, İ., Şevik, H., Yahyaoğlu, Z., (2010). Uludağ Gökmarı (Abies nordmanniana subsp. bornmülleriana Mattf.) Populasyonlarında Tohum Özelliklerine Bağlı Genetik Çeşitlilik, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı, Cilt:II, s, 733-740, 20-22 Mayıs 2010, Artvin*
- Ucun Ozel, H., Ozel, H. B., Cetin, M., Sevik, H., Gemici, B. T., & Varol, T. (2019). Base alteration of some heavy metal concentrations on local and seasonal in Bartın River. *Environmental monitoring and assessment*, 191(9), 594.
- Ucun Ozel, H., Gemici, B. T., Gemici, E., Ozel, H. B., Cetin, M., & Sevik, H. (2020). Application of artificial neural networks to predict the heavy metal contamination in the Bartın River. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18.
- Uncumusaoğlu, A. A., & Mutlu, E. (2021). Water Quality Assessment in Karaboğaz Stream Basin (Turkey) from a Multi-Statistical Perspective. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(5), 4747-4759.
- Varol, T., Emir, T., Akgul, M., Ozel, H. B., Acar, H. H., & Cetin, M. (2020). Impacts of Small-Scale Mechanized Logging Equipment on Soil Compaction in Forests. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-11.
- Varol T, Canturk U, Cetin M, Ozel HB, Sevik H (2021a) Impacts of climate change scenarios on European ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) in Turkey. *Forest Ecology and Management. Forest Ecology and Management* 491 (2021) 119199. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119199
- Varol, T., Ozel, H. B., Ertugrul, M., Emir, T., Tunay, M., Cetin, M., & Sevik, H. (2021b). Prediction of soil-bearing capacity on forest roads by statistical approaches. *Environmental monitoring and assessment*, 193(8), 527.

- Varol, T., Cetin, M., Ozel, H.B., Sevik, H., Zeren Cetin, I. (2022a). The Effects of Climate Change Scenarios on *Carpinus betulus* and *Carpinus orientalis* in Europe. *Water Air Soil Pollut* 233, 45. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05516-w>
- Varol T, Canturk U, Cetin M, Ozel HB, Sevik H, Zeren Cetin I. (2022b) Identifying the suitable habitats for Anatolian boxwood (*Buxus sempervirens* L.) for the future regarding the climate change. *Theoretical and Applied Climatology* (Theor Appl Climatol) (2022). DOI: 10.1007/s00704-022-04179-1
- Yayla, E. E., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2022). Detection of landscape species as a low-cost biomonitoring study: Cr, Mn, and Zn pollution in an urban air quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(10), 1-10.
- Wan, D., Han, Z., Liu, D., Yang, J., (2016). Risk Assesments of Heavy Metals in House Dust from a Typical Industrial Area in Central China. *Human and Ecological Risk Assesment*. Vol:22, No:2 489-501.
- Wang, L. F., Yang, L.Y., Kong, L. H., Li, S., Zhu, J. R., Wang, Y. Q. (2014). Spatial distribution, source identification and pollution assessment of metal content in the surface sediments of Nansi Lake, China. *Journal of Geochemical Exploration*, p.9, China.
- Wu, Y., Li, X., Yu, L., Wang, T., Wang, J., & Liu, T. (2022). Review of soil heavy metal pollution in China: Spatial distribution, primary sources, and remediation alternatives. *Resources, Conservation and Recycling*, 181, 106261.
- Yaman S (1995) Karayolu kenar topraklarında kurşun kirlenmesi (Ceyhan-Adana). *Tr J. of Engineering and Environmental Sciences* 19: 303-306
- Yigit N, Öztürk A, Sevik H. (2014). Ecological impact of urban forests (Example of Kastamonu urban forest). *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*. 2014; 3 (12): 558-562.
- Yiğit, N., Şevik, H., & Topaçoğlu, O. (2015). Taşköprü-Tekçam Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Konal Tohum Bahçesinde İbre ve Dal Karakterlerine Bağlı Genetik Varyasyon. *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 23-32.
- Yigit, N., Sevik, H., Cetin, M., & Kaya, N. (2016a). Determination of the effect of drought stress on the seed germination in some plant species. *Water stress in plants*, 43-62.
- Yigit, N., Sevik, H., Cetin, M., & Gul, L. (2016b). Clonal variation in chemical wood characteristics in Hanönü (Kastamonu) Günlüburun black pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *Pallasiana* (Lamb.) Holmboe) seed orchard. *Journal of Sustainable Forestry*, 35 (7), 515-526.
- Yigit, N., Cetin, M., & Sevik, H. (2018). The Change in Some Leaf Micromorphological Characters of *Prunus laurocerasus* L. Species by Their

Habitat. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 6 (11), 1517-1521.

- 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.
- Yigit, N., Mutevellli, Z., Sevik, H., Onat, S.M., Ozel, H.B., Cetin, M., Olgun, C. (2021). Identification of Some Fiber Characteristics in *Rosa sp.* and *Nerium oleander* L. Wood Grown under Different Ecological Conditions. *BioResources*, 16(3): 5862-5874. DOI:10.15376/biores.14.3.7015-7024
- 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(5), 1-4.
- Yucedag, C., Cetin, M., Ozel, H. B., Aisha, A. E. S. A., Alrabiti, O. B. M., & Jama, A. M. O. A. (2021). The impacts of altitude and seed pretreatments on seedling emergence of Syrian juniper (*Juniperus drupacea* (Labill.) Ant. et Kotschy). *Ecological Processes*, 10(1), 1-6.
- 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.
- Zeren Cetin, I., Varol, T., Ozel, H.B. Sevik H. (2022) The effects of climate on land use/cover: a case study in Turkey by using remote sensing data. *Environ Sci Pollut Res* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22566-z>