

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



BAZI TARIM BİTKİLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN
TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI DEĞİŞİMİ

BARIŞ TUNÇER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNCİ SEVİNÇ KRAVKAZ KUŞCU

HAZİRAN - 2020

KASTAMONU

TAAHHÜTNAME

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



Barış TUNÇER

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI TARIM BİTKİLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI DEĞİŞİMİ

BARIŞ TUNÇER

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

DANIŞMAN:DR. ÖĞR. ÜYESİ İNCİ SEVİNÇ KRAVKAZ KUŞCU

Son yüzyılda dünya nüfusu aşırı artış göstermiş, Dünya nüfusunun sürekli artması çevre sorunları ve tarım alanlarının azalmasına neden olmuştur. Tarım alanlarının azalması insanların kırsal alandan şehirlere göçünü hızlandırmıştır. Şehirlerde artan nüfus yüzünden çevre kirliliği sorunları baş göstermiştir. Bu kirliliklerin en başında insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen hava kirliliği ön plana çıkmaktadır. Hava kirliliği kaynaklı kirleticiler yüzünden yıl içerisinde birçok insan hayatını kaybetmektedir. İnsanların enerji ihtiyacı karşılayan sanayi tesislerinin bacalarından çıkan gazlar, taşıtların egzozlarından çıkan gazlar, taşıtların lastiklerinin aşınması sonucu oluşan partiküller v.b. nedenlerden ötürü hava kirlilikleri olmaktadır. Bu gibi nedenlerden dolayı oluşan gazlar ve partiküller bitkilerde ağır metal birikimlerine neden olmaktadır. Ağır metaller doğada yıllarca bozulmadan kalabilmekte, toksit ve kanserojen etkileri bulunmaktadır. Bu nedenden dolayı ağır metal kirliliği ve birikiminin izlenmesi gerekmektedir. Ağır metal birikimlerinin izlenmesi ve birikimlerinin tespit edilebilmesi için bitkiler kullanılmaktadır. Ancak hangi ağır metalin hangi bitkide kullanılmasının gerektiğinin belirlenmesi için yapılması gereken çalışmaların hassasiyetle ve titizlikle yapılması çok önemlidir. Bu çalışmada Ankara’da trafik yoğunluğunun farklı olduğu alanlarda yetiştirilen *Cucumis sativus*, *Solanum lycopersicum* ve *Capsicum* bitkilerinin meyve ve yapraklarında K, Cr, Co, Ni, Pb, Al, Cd, Ba, Ca, Na, Fe, Mn ve Mg elementlerinin trafik yoğunluğuna bağlı olarak konsantrasyonlarının değişimi belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Cr, Co, Pb, Al, Ba, Na ve Mn konsantrasyonları trafik yoğunluğuna bağlı olarak artmıştır. K, Ni, Cd, Ca, Fe ve Mg konsantrasyonlarının ise trafik yoğunluğundan etkilenmediği, buna karsin çevresel etkiler ile değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER:Ağır metal, hava kirliliği, trafik yoğunluğu.

Haziran 2020, Sayfa, 87

Bilim Dalı:1214

ABSTRACT

MSC THESIS

CHANGE OF HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN SOME ONE YEAR PLANTS

BARIŞ TUNÇER

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

SUPERVISOR:DR. ÖĞR.ÜYESİ İNCİ SEVİNÇ KRAVKAZ KUŞCU

The world population has increased excessively in the last century. Continuous increase in the world population has caused environmental problems and a decrease in agricultural areas. The decrease in agricultural areas has accelerated the migration of people from rural areas to cities. Environmental pollution problems arose on the increasing population in the cities. Air pollution, which affects human health negatively, comes to the fore at the beginning of these pollutions. Many people die during the year due to air pollution-induced pollutants. Gases produced in the chimneys of industrial facilities that meet the energy needs of people, gases released in the exhausts of the vehicles, particles formed as a result of the wear of the tires of the vehicles, etc. air pollution occurs for reasons. Gases and particles formed due to such reasons cause heavy metal accumulation in plants.

Heavy metals can remain intact for many years in nature and have toxic and carcinogenic effects. For this reason, heavy metal pollution and accumulation should be monitored. Plants are used to monitor and detect heavy metal deposits. However, in order to determine which heavy metal should be used in which plant, it is very important to monitor it with the necessary precision and meticulousness.

In this study, the traffic density of K, Cr, Co, Ni, Pb, Al, Cd, Ba, Ca, Na, Fe, Mn and Mg elements in the fruits and leaves of Cucumis sativus, Solanum lycopersicum and Capsicum plants grown in areas where traffic density is different in Ankara. It is aimed to determine the change of concentrations depending on. As a result of the study, Cr, Co, Pb, Al, Ba, Na and Mn concentrations increased depending on the traffic density. K, Ni, Cd, Ca, Fe and Mg concentrations, on the other hand, also changed with environmental effects, excluding traffic density.

KEYWORDS:Heavy metal, air pollution, traffic density.

June 2020, Page, 87

Science Code:1214

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca danışmanlığımı yapan, bana yol gösteren, bilimsel bilgi ve deneyimleri ile maddi ve manevi en ufak desteğini esirgemeyen, bizi yüksek eğitim hayatına hazırlayan sayın. Dr. Öğr. Üyesi İnci Sevinç KRAVKAZ KUŞCU'ya, eğitim hayatım boyunca her türlü fedakârlığı gösteren ve her zaman her koşulda yanımda olan, beni asla yalnız bırakmayan eşim ve biricik kızıma, tez çalışmamın kurallara uygun numune toplanması, analiz edilmesi ve araştırmalar her türlü destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Hakan ŞEVİK' e ve emeği geçen herkese çok teşekkür ederim. Yaptığım tez çalışmasının bilim dünyasına hayırlı olmasını temenni ederim.

Barış TUNÇER
Kastamonu, 2020

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ ONAYI.....	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ	x
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1.GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	6
2.1. Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Biyomonitör Olarak Bitkiler	6
2.2. Çalışmaya Konu Olan Elementler ve Bitkiler.....	7
2.2.1. Çalışmaya Konu Olan Elementler.....	8
2.2.1.1. Nikel.....	8
2.2.1.2. Kurşun.....	9
2.2.1.3. Kadmiyum.....	10
2.2.1.4. Krom	11
2.2.1.5. Kobalt.....	12
2.2.2. Çalışmaya Konu Olan Bitkiler.....	12
2.2.2.1. Cucumis sativus (Hıyar).....	12
2.2.2.2. Solanum lycopersicum (Domates).....	13
2.2.2.3. Capsicum (Biber).....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Örneklerin Yetiştirilmesi ve Toplanması.....	16
3.2. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi	17
3.3. İstatistikî Analizler	18
4. BULGULAR.....	20
4.1. Metal Konsantrasyonun Türe Bağlı Değişimi.....	20

4.2. Metal Konsantrasyonlarının Organelle Bağlı Değişimi.....	23
4.3. Metal Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	24
4.4. Metallerin Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi.....	27
4.4.1. K Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	27
4.4.2. Cr Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	30
4.4.3. Co Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	33
4.4.4. Ni Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	36
4.4.5. Pb Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	39
4.4.6. Al Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	42
4.4.7. Cd Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	45
4.4.8. Ba Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	48
4.4.9. Ca Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	51
4.4.10. Na Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	54
4.4.11. Fe Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	57
4.4.12. Mn Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	60
4.4.13. Mg Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi	63
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	67
6. ÖNERİLER.....	73
7. KAYNAKLAR	75
8. ÖZGEÇMİŞ	87

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1 Örneklerin yetiştirildiği alan.....	16
Şekil 4.1 K konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	30
Şekil 4.2 Cr konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	33
Şekil 4.3 Co konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	36
Şekil 4.4 Ni konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	39
Şekil 4.5 Pb konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	42
Şekil 4.6 Al konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	45
Şekil 4.7 Cd konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	48
Şekil 4.8 Ba konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	51
Şekil 4.9 Ca konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	54
Şekil 4.10 Na konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	57
Şekil 4.11 Fe konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	60
Şekil 4.12 Mn konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	63
Şekil 4.13 Mg konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi	66

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 4.1. Tür bazında varyans analiz sonuçları	20
Tablo 4.2. Tür bazında ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	22
Tablo 4.3. Organel bazında varyans analiz sonuçları	23
Tablo 4.4 Trafik yoğunluğuna bağlı varyans analizi sonuçları	25
Tablo 4.5 Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve duncan testi sonuçları	27
Tablo 4.6 K konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	28
Tablo 4.7 Cr konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	31
Tablo 4.8 Co konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	34
Tablo 4.9 Ni konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	37
Tablo 4.10 Pb konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	40
Tablo 4.11 Al konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	43
Tablo 4.12 Cd konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	46
Tablo 4.13 Ba konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	49
Tablo 4.14 Ca konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	52
Tablo 4.15 Na konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	55
Tablo 4.16 Fe konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	58
Tablo 4.17 Mn konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	61
Tablo 4.18 Mg konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi	64

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Fotoğraf 2.1. <i>Cucumis sativus</i> meyvesi	13
Fotoğraf 2.2. <i>Solanum lycopersicum</i> meyvesi.....	14
Fotoğraf 2.3. <i>Capsicum</i> meyvesi	15
Fotoğraf 3.1. Hazırlanan numuneler	18



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

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
m ²	metrekare
cm	santimetre
mm	milimetre
mL	mililitre
g	gram
kg	kilogram
mg/kg	miligram/kilogram
µm	milimikron
ppb	milyarda bir
ppm	milyonda bir
µgg ⁻¹	mikrogram / gram

SİMGELER

CO ₂	Karbondioksit
O ₂	Oksijen
°C	Santigrat Derece

1.GİRİŞ

Dünyanın doğal bir bileşeni olan toprak, gıda üretimi dâhil olmak üzere insan toplumlarında çeşitli yaşamsal işlevlere hizmet eder (Mehr vd., 2017; Kravkaz Kuşcu vd., 2018a,b). Dünya nüfusunun hızlı artışı, beraberinde sanayileşme ve endüstrileşmenin de hız kazanmasına ve doğal kaynakların hızlı bir şekilde tüketilmesine yol açmıştır. Bu gelişmelere paralel olarak meydana gelmiş olan endüstriyel, evsel vb. atıklar, günümüzde önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir (Ozel vd., 2019; Bayraktar vd., 2019a,b; Çetin vd., 2019). Bu sorun özellikle canlıların geleceği açısından önemli bir çevre bileşeni olan toprağın ağır metal kirliliğini gündeme taşımış ve çeşitli bilim çevreleri tarafından üzerinde araştırma yapılması gereken önemli sorunlardan biri olduğu dile getirilmiştir (Büyükyıldız, 2013).

Günümüz itibarıyla uygarlık düzeyi, kentleşme ile beraber ölçülür bir düzeye gelmiştir. Bugün tüm dünyadaki 8 milyara yakın nüfusun yaklaşık 6 milyarı kentlerde yaşamaktadır. Bugün, dünyadaki 8 milyara yakın nüfusun yaklaşık 6 milyarı kentlerde yaşamakta ve nüfusu 1 milyon kişiyi geçen 500 adetten fazla kent bulunmaktadır (Dede vd., 2019).

Dünya nüfusu son 150 yılda çok büyük bir artış göstermiştir. Bu artışla birlikte köyden kente göçlerde de artışa sebep olmuştur. Dünya nüfusunun artması ve köylerden şehirlere göçlerin artması şehir merkezlerinde nüfusunun aşırı artmasına neden olmuştur (Isınkaralar vd., 2017; Cetin vd., 2019a,b).

Dünyadaki kırsal nüfus azalma grafiği içerisinde Türkiye’de yerini almış ve kırsal nüfus git gide azalmaktadır. Kırsal nüfus azalmasının dünya nüfusu içerisindeki oranı yüzde 45’e kadar gerilemiştir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre bu oran ABD’de yüzde 18, Fransa’da yüzde 20, Almanya’da yüzde 24, Danimarka’da yüzde 12, Hollanda’da yüzde 8, İtalya’da yüzde 32, Çin’de yüzde 42, Mısır’da yüzde 50’dir. Cumhuriyetin ilanında sonra Türkiye’de ilk nüfus sayımı 1927 yılında yapılmış ve yaklaşık 14 milyon olan nüfusun yüzde 76’sı kırsal alanda yaşamaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2019 yılında

toplam nüfus içerisinde kırsal nüfus oranı yaklaşık yüzde 7,5'e gerilemiştir (URL-1).

Dünya Bankası verilerine göre; 2017 yılında şehirlerde yaşayan nüfus oranı; Türkiye'de %74,4, AB-28 ülkelerinde ise %76,4 olup, bu oranlar dünya ortalaması olan %54,3'ün oldukça üzerindedir (URL-2). Verilere bakıldığında kırsal alandan kentlere göçler hızla devam etmektedir. Bunla beraber ilerleyen yıllarda yaşanan bu göçlerin kent merkezlerinde nüfus yoğunluğunun artmasına neden olacaktır (Türkyılmaz vd., 2019; Zeren Çetin ve Şevik, 2020).

Kentlerde yaşayan insan nüfusunun artması, dolayısıyla birim alanda yaşayan insan sayısının da artmasına yol açmış; bu durum birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Birim alanda yaşayan insan nüfusunun artması hava kirliliği, toprak kirliliği ve su kaynaklarının kirlenmesine yol açmıştır. Bunun neticesinde de ekolojik dengenin bozulmasına sebep olmuştur (Kulaç vd., 2016; Çetin vd., 2017a,b; Altera vd., 2019; Bayraktar, 2019).

Şehirlerdeki hızlı nüfus artışının en önemli çevresel sorunların başında hava kirliliği gelmektedir. 1950 yılından itibaren Türkiye'de artan sanayileşme beraberinde kırsal nüfusun kentlere göçünü arttırmış ve kentler çok hızlı bir nüfus artışında olmuştur. Nüfusun hızlı artması, plansız kentleşme, fosil yakıt kullanımı, endüstri tesisleri, motorlu araçlardan çıkan egzoz gazları hava kirliliğine yol açmıştır (Özdemir vd., 2002; Arıcak vd., 2019).

Fosil yakıt kullanımı, sanayi tesisleri ve motorlu araçların egzoz gazları gibi hava kirleticiler dünyadaki doğal süreçleri sekteye uğratmakta ve insan sağlığını üzerinde risk oluşturmaktadır (Türkyılmaz vd., 2018a,b,c). Yeryüzünde son yıllarda hava kirlilik düzeylerinin düzenli olarak takip edilmesine rağmen büyük kentler kirlilik düzeyi halen bilim dünyasınca kabul edilen güvenli düzeylerin üzerindedir. 1980'li yıllara kadar dünyada 1.3 milyar kişinin hava kirlilik düzeyinin üstünde kirlilik içeren kentlerde yaşamlarını sürdürdüğü tespit edilmiştir. Büyük şehirlerde 19. yüzyılın ortalarından itibaren yaşanan evlerin ısıtmak ve sanayi tesislerinde düşük kaliteli fosil yakıtlar kullanılmasından dolayı özellikle kış aylarında devamlı olarak

hava kirletilmiştir. Günümüzde halen bu sorunlar halen devam etmektedir. Fosil yakıtlar, sanayi tesisleri ve motorlu araçların egzoz gazları da hava kirliliği artışına önemli katkı sağlamaktadır. Hava kirliliğinin artması insan sağlığını ve ekosistemi doğrudan etkilemektedir. Doğal kaynak olan havanın daha kaliteli ve temiz olması için hava kirliliğine sebep olan insan kaynaklı faktörlerin belirlenmesi ve yönetilmesi gerekmektedir (Yakup vd., 2015; Arıcak vd., 2020; Cetin vd., 2020).

Kent merkezlerinde artan nüfus ve sanayileşmenin sebep olduğu en büyük sorunların başında belki de hava kirliliği gelmektedir. Hava kirliliği bağlı kirleticileri yüzünden dünyada her yıl yaklaşık 6.5 milyon insanın hayatını kaybettiği belirtilmektedir. Türkiye’de de hava kirliliği sorunu kendisini göstermektedir. Ülkemizde hava kirliliği önemli bir çevre sorunu olarak görülmemesine rağmen sadece 2016 yılında 29 bin kişinin hava kirliliğinde hayatını kaybettiği belirtilmektedir (Çetin vd., 2017b).

Dünya nüfusu her geçen gün artarken, tarım arazileri ve verimli topraklar maalesef aynı oranda artmayıp, aksine azalmaktadır. Günümüzde, özellikle verimli tarım arazilerinin insanlar tarafından amacı dışında kullanımlarının hız kazanması ile konunun önemi daha da artırmaktadır. Türkiye’de tarım arazileri tarımsal üretim dışında yoğun olarak kentleşme, sanayi, turizm, madencilik, enerji santralleri, alt yapılar, endüstriyel tesisler, ulaşım hizmetleri (karayolu, demiryolu, hava alanı), barajlar, kanallar, boru hattı gibi kamu yatırımları ve diğer alanlarda kullanılmaktadır (Karakuş vd. 2019).

Şehir merkezlerindeki topraklarda ağır metal kirliliği, toksisiteleri, birikimsel davranışları vb nedenlerle ciddi bir endişe kaynağıdır. Şehir merkezlerindeki topraklar genellikle, kömür yanması, taşıt egzoz emisyonları ve ağır metallerin bir havuzu olarak görülür. Bu topraklarda ağır metallerin aşırı birikmesi ekosistemin bozulmasına, insan sağlığını tehdit etmesi ve çevre sorunlarının oluşmasına sebep olabilir. Bu nedenle ağır metal kirliliği şehir merkezlerinde bir endişe kaynağı olmuştur (Qing vd. 2015; Sevik vd., 2019a,b). Ağır metal bulaşmış topraklarda yapılan bitkisel üretim ve mera alanlarında kirlenmesi sonucunda ağır metaller gıda zincirine dahil olmaktadır (Çağlarırnak vd., 2007; Şevik vd., 2020a).

Kirletici durumunda olan ağır metaller, süreç içerisinde karasal ortama ve buradan da bitkilere, bitkilerden de besin zinciri yoluyla hayvan ve insanlara ulaşırlar. Aynı zamanda insan ve hayvanlar tarafından havadan aerosol olarak veya toz halinde solunarak da tüm canlı bünyelerine girebilmektedirler (Aslanhan, 2012).

Motorlu taşıtların egzozlarından çıkan zehirli gazlar, taşıtların karayollarında hızlı hareket etmeleri sonucu yol üzerinde tozlanmaya neden olmakta ve bununla beraber hava, su ve toprak kirliliği olmaktadır. Kirletici kaynaklarına bakıldığında evsel kaynaklar (ısınma), trafik, fosil yakıtlar ve sanayi tesisleri gibi geniş bir yelpazeden oluşmaktadır (Tünay, 1997). Ayaz (1989).’ a göre motorlu taşıtlardan çıkan egzoz gazlarının neden olduğu hava kirliliği, sanayi tesisleri, fosil yakıtlar ve ısınmadan kaynaklanan kirlilikten daha fazladır. Kirliliğin %60’ı motorlu taşıtlardan, %18’i sanayi tesislerinden, %14’ü enerjiden ve %8’i ısınma atıklarından ileri gelmektedir (Akçay, 2005). Ayrıca hava kirliliğine sebep olan azot oksitlerin %51’i, karbonmonoksitin %75’i, kurşunun %80’i, partiküllerin %17’si ulaşım kökenli olduğu belirtilmektedir (Tırıs, 1995).

Ağır bir metalin ne olduğuna dair net bir tanım olmamasına rağmen, yoğunluk çoğu durumda tanımlayıcı faktör olarak alınır. Ağır metaller bu şekilde yaygın olarak g / cm den fazla 5, belirli bir yoğunluğa sahip olanlar gibi tanımlanmıştır (Järup, 2003).

Ağır metallerin toksik özellikleri üzerine 20-25 yıldır yoğun bir şekilde çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların sonuçlarına göre hemen hemen bütün metallerin belirli bir miktarın üzerinde alındığında toksik etki oluşturduğu, hatta metallerin büyük bir kısmının, çok düşük konsantrasyonlarda bile toksik etki oluşturdukları tespit edilmiştir (Aydın, 2017; Şevik vd., 2019b,c).

Ağır metaller havayı kirleten bileşenler açısından özellikle önemlidir. Bunun nedeni ağır metallerin parçalanmadan doğada uzun süre kalabilmeleri ve ortamdaki konsantrasyonlarının sürekli artmasıdır. Ayrıca biyolojik olarak birikme eğilimindedirler (Türkyılmaz vd., 2020). Kirliliğe sebep olan ağır metaller arasında; Cu, Cd, Ni, Cr, Zn, Co ve Pb elementler kullanım alanları çok olması nedeniyle en

çok izlenen, takip edilen ve araştırılan kirleticiler arasında yer almaktadır (Yaman,1995).

Bitkilerde ağır metallerin alımı ve birikimi ile ilgili çalışmaların çoğunda, sadece kök sistemi ile olan metal birikimi incelenmiştir (Niazi vd., 2016). Bunun başlıca nedeni ağır metallerin büyük kısmının toprakta birikmesi ve bitkilerin kök sistemi tarafından emilmesidir. Bitki köklerine ilaveten, bitkilerin yaprakları, meyveleri ve çiçekleri gibi havadaki organları da ağır metalleri absorbe edebilmektedir (Bondada vd., 2004).

Ağır metaller bitki gelişimi için gerekli elementler olmasının yanında bitki doku ve organlarında yüksek oranda birikmesi bitkinin biyolojik olarak gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Gür vd., 2004). Ağır metallerin bitkilerde aşırı derece birikmesi transpirasyon, stoma hareketleri, su alımı, fotosentez, enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi, membran stabilitesi gibi birçok fizyolojik olayın bozulmasına neden olmaktadır (Kennedy vd., 1987). Bu nedenle ağır metallerin endüstriyel bölgelerin veya yolların yakınındaki konsantrasyonlarının belirlenmesinde bitkiler yoğun olarak kullanılmaktadır (Shahid vd. 2017).

Ağır metaller bitki türüne göre bitki organellerinde farklı seviyelerde birikebilmektedir. Farklı ağır metallerin hangi bitkinin hangi organelinde ne oranda biriktiğinin belirlemek o bitkinin ve organelinin biyomonitor olarak kullanılmasının kararlaştırılması çalışmaların daha olumlu sonuçlar vermesi açısından son derece önemlidir (Sevik vd., 2019d).

Bu çalışmada, Ankara ili Tarım ve Orman Bakanlığı Yenimahalle yerleşkesinde yetiştirilen sebze (domates, salatalık, biber) bitkilerinde ağır metal birikiminin bitki türü, bitki organeli, meyvesi ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Biyomonitör Olarak Bitkiler

Bitkiler, ağır metal birikiminin belirlenmesinde biyomonitör olarak kullanılmaktadır. Ağır metal tüm canlı organizmaları olumsuz etkileyen önemli çevre sorunlarından birisidir (Kurnaz, 2012).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda ağır metal birikimi daha çok sanayi tesisleri, motorlu taşıtlardan oluşan egzoz gazları ön plana çıkmaktadır. Ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde yüksek yapılı bitkiler daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Havada bulunan partikül maddeler, havadan daha ağır oldukları için yaprak yüzeylerinde yoğunlaşarak, yaprak transferi ile bitki bünyesinde birikmektedir. Bitki bünyesinde biriken metaller, bitki bünyesi için ister gerekli element olsun isterse ağır metal olsun doku ve organellerde aşırı birikmesi bitkilerde transpirasyon, stoma hareketleri, protein sentezi, su alımı, çimlenme fotosentez, enzim aktivitesi, membran stabilitesi gibi olayları olumsuz yönde etkilemektedir. Bundan dolayı bitkilerde ağır metal birikimlerinin ölçülmesi çalışmaları önem kazanmaktadır.

Yeryüzünde doğal bitki örtüsü içerisinde yaygın olarak yetişen bazı bitki türlerinin, kirlenmiş olan ekosistemlerin ağır metal konsantrasyonlarının izlenmesi, takip edilmesi ve temizlenmesi çalışmalarında kullanılmaktadır. Dünya üzerinde bünyesinde metal biriktiren yaklaşık olarak 400 bitki türünün varlığı bildirilmektedir (Thompson, 1997).

Ağır metal kirliliği ekosistemler üzerinde etkisini gün geçtikçe daha da arttırmaktadır. Her geçen gün artan bu etki tüm canlıların hayatlarını tehdit eden bir boyut kazanmıştır. Ağır metal kirliliğinin ekosistemlerdeki tehlike boyutunu anlamak, oluşturduğu tehditin büyüklüğü düşünüldüğünde bir an önce önemler alınması gerekmektedir. Ağır metal akümülyasyonunu anlamamanın en doğru ve hassas yöntemlerinden biride de biyoindikatör türlerin kullanılmasıdır (Tunca, 2012; Arıcak vd., 2020; Çetin vd., 2020).

Likenler, mantarlar ve alglerin ortak yaşam ürünü olan mutualistik canlılardır. Liken ve karayosunları, gerçek köklerinin olmayışı, besinlerini yalnızca atmosferden almaları, yüzey alanlarının geniş olması ve koruyucu tabakalarının olmayışı sebebiyle biyomonitör organizma olarak kullanılırlar (Doğrul, 2007; Loppi, 2003). Havada oluşan, ağır metal kirliliğın belirlenmesinde ve takip edilmesinde en çok tercih edilen biyomonitör başında likenler gelmektedir (İçel, 2005).

Yapraklar dışında bitki kök, meyve ve çiçekleri de ağır metalleri absorbe edebilmektedirler (Bondada vd., 2004). Madencilik faaliyetlerinin yapıldığı alanlar, endüstriyel alanlar ve trafik yoğunluğunun olduğu alanların yakınında büyüyen bitkilerin kök, yaprak, meyve, dal, kabuk, odun gibi organlarında yüksek konsantrasyonlarda ağır metaller bulunduğı belirtilmektedir (Alaqouri vd., 2020a,b).

Bitkiler üzerinde ağır metal birikimlerini belirlemek amacıyla trafik yoğunluğunun olduğu karayollarına ve endüstriyel alanlarda biyolojik takip çalışmaları ve bitkilerin biyomonitör olarak kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır (Shahid vd., 2017; Cetin vd., 2020).

2.2. Çalışmaya Konu Olan Elementler ve Bitkiler

Bu çalışma kapsamında Nikel (Ni), Kobalt (Co), Krom (Cr), Kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb) elementlerinin *Cucumis sativus*, *Solanum lycopersicum*, *Capsicum* bitkilerinin yaprak ve meyve üzerindeki değişimleri incelenmiştir. Bu metaller olumlu veya olumsuz birçok etkiye sahiptirler. Metallerin doğada birikmesine neden olan faktörlere bakıldığında en başta maden yatakları, kentsel atıklar, endüstriyel alanlar ve motorlu araçların egzoz gazlarıdır. Çalışma kapsamında incelenen metallerin ve bitkilerin özellikleri çevreye ve canlı sağlına etkileri aşağıda belirtilmiştir.

2.2.1. Çalışmaya Konu Olan Elementler

2.2.1.1. Nikel

Nikel tarih boyunca varlığı yakın zamanlara kadar bilinmeyen maddelerden biridir. Nikel bitkinin büyüme ve gelişmesi için ihtiyaç duyulan esansiyel besin elementi olarak kabul edilmiştir (Brown vd., 1987). Topraklarda nikel elementi miktarı çok düşük seviyededir. Nikel, genel olarak serpantinleşmiş kayalarda yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Ultrabazik kayalardan oluşan serpantin topraklarda, nikel birkaç milyon ppm konsantrasyonlara kadar yüksek miktarlarda oluşabilir. Nikelin birkaç milyom ppm konsantrasyonlara oluşması toprakların verimsizliğine neden olabilir (Shevviy vd., 1976).

Doğal kaynaklar ya da kirlenme yoluyla yüksek oranda ortaya çıkan nikel elementi konsantrasyonu bitkilerde, bitkilerle beslenen insan ve hayvanları olumsuz etkiler gösterebilmektedir. Nikel elementi topraklarda 10 - 100 ppm arasındaki miktarlar normal seviyeler olarak kabul edilmektedir (Mattigod vd., 1983).

Toprakta, nikel elementi bitki tarafından tohumun çimlenmesi safhasında gereklidir. Nikel, üreaz enziminin bitkiler için ürenin kullanılabilir azota dönüşümünde ve kök bölgesinde mikro besin elementi olan demirin toprak alınmasında gereklidir.

Baklagillerde azot metabolizması için faydalı ve diğer bitkilerin de metabolizmaları için önemli bir elementtir. Nikel elementi, bitkilerde ürenin amonyaka ve karbondioksite dönüşmesinde rol oynayan katalaz enzimi üreaz ve hidrogeneaz enzimlerinin metal yapı maddesidir.

Nikel eksikliği görülen bitkilerde, üreaz aktivesinin azalmasından dolayı yaprak uçlarında bitkide toksik düzeyde üre birikir. Bitkilerde toprakaltı ve topraküstü oraglarında gelişme azalır. Üreaz aktivitesinin azalması ve demir elementinin alınamasından dolayı bitkilerde yapraklarda yeşil renk kaybolmakta, damarlar arasında kloroz (sararma) ve nekroz (doku ölümü) gerçekleşmektedir. Nikel eksikliği bitkilerde ender rastlannan bir durumdur.

Nikel fazlalığı görülen topraklarda bitkiler üzerinde zehirlenmeler görülmektedir. Nikel fazlalığının etkisini azaltmak için topraklara potasyumlu ve kalsiyumlu gübreler uygulanmaktadır.

2.2.1.2. Kurşun

Kurşun elementi doğada hem organik hem de inorganik şekilde bulunabilmektedir. Kurşun bitkilerde, toprakta ve yaşadığımız çevrede her zaman bulunan bir ağır metaldir. Yapılan araştırmalarda kirlenmiş topraklarda 8-20 mg/kg, ekili-dikili topraklarda 300 mg/kg'ın üzerinde bulunabilirler (WHO,1972). Kurşun elementi hem organik ve hem de inorganik halde doğada bulunmaktadır. Bundan dolayı çoğunlukla insan faaliyetleri ile çevreye ve doğal kaynaklara en fazla zarar veren elementlerin başında gelmektedir.

Hem Pb hem de Cd hem organik hem de inorganik yüzeylere sıkıca bağlandığından, bitkilere ve bitkilere doğru hareketleri, bitkileri çevreleyen çevresel koşulların yanı sıra bitkilerin fizyolojik durumundan büyük ölçüde etkilenir (Koeppe, 1977).

Kurşun sanayi kuruluşarı ve karayollarına yakın tarım alanlarında aşırı birikmesi tarım alanlarında bulunan kültür bitkilerinde bazen toksik düzeylerde etki gösterebilmektedir. Bununla beraber kurşun içerikli bitki koruma ilaçları da tarım alanlarına kurşun taşıyabilmektedir (Kahvecioğlu vd., 2004).

Tarım alanlarında toksik etki bırakmayacak toplam Pb konsantrasyonu 100 mg/kg, ekstrakte edilebilir Pb miktarı ise 4 mg/kg olarak kabul edilmiştir. Toksik etki bırakmayacak verilen bu değerler aşıldığında potansiyel olarak insan sağlığı üzerinde risk oluşturabilmektedir (Chapman 1971; Dürüst vd., 2004). Kurşun doğal olarak tüm topraklarda bulunmaktadır. Topraklarda toplam Pb mg/kg arasında değişmekte ve ortalama miktar 15 mg/kg dır (Swaine 1955). Topraklarda ve bitkilerde oluşan kurşun kirliliği genelde, motorlu taşıtlarda benzinin yanması sonucu egzoz gazlarından oluşmaktadır (Deniz 2003). Kurşun kirliliği taşıt yoğunluğunun çok olduğu karayolları yakınlarında yetiştirilen kültür bitkileri ve mera alanlarında yüksek konsantrasyonlara çıktığında toksisite oluşturabilmektedir. Kurşunun bitkiler üzerindeki toksik etkileri bitkinin hücre turgoru ve hücre duvarı stabilitesi bozulması,

stoma hareketleri, yaprak alanını ve bitkinin su alımının azalması şeklinde görülebilmektedir (Asri vd., 2006).

2.2.1.3. Kadmiyum

Kadmiyum, sanayi kaynaklı karbon salınımına bağlı çevreye salınan, bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkileyen toksik bir ağır metaldir. Kadmiyum genelde enerji santralleri, endüstriyel alanlar ve araç trafiğinin yoğun olduğu alanlarda egzoz gazları, aşınan taşıt lastik, taşıtlarda yanan motor yağları ile çevreye salınmaktadır (Benavides vd., 2005).

Araç trafiğinin yoğun olduğu yol kenarlarına yakın çoğu bitkilerde ve topraklarda kadmiyum oranı daha yüksektir. Bu durum egzoz gazı dumanından kaynaklandığı ortaya çıkmıştır (Tok, 1997).

Bitki ve topraklara ulaşan kadmiyumun büyük kısmı kadmiyum içeren toz zerreciklerinin havadan çökmesi yolu ile olmaktadır. Trafik yoğunluğunun çok olduğu alanlarda yol kenarlarındaki topraklarda toz çökmesi ile yılda m²'ye 0.2-1.0 mg kadmiyum ilavesinin olduğu tespit edilmiştir (Haktanır, 1987).

Bitkilerde kadmiyum oranının artması sonucu azot metabolizması enzimleri olan nitrat redüktaz ve nitrit redüktazın aktiviteleri azalmaktadır. Bu durum bitkilerin nitrat imitasyonunu da azaltmaktadır (Gouia vd., 2000).

Bitkilerde fazla kadmiyum büyüme geriliği, fotosentezin inhibisyonu, enzimlerin indüksiyonu ve inhibisyonu, değişen stoma etkisi, su ilişkileri, katyonların akışı ve serbest radikallerin üretimi gibi bir takım toksik semptomlara neden olur (Prasad, 1995).

Kadmiyum stresi altındaki bitkilerin su ve iyon alımları azaltmaktadır. Bitki üzerindeki en büyük etkisi ise kök büyüme ve gelişmesinin engellemesidir. Ayrıca kadmiyum stresi altındaki bitkilerde stomaların kapanması nedeniyle transpirasyonla su kaybı azalmakta ve kadmiyum taşınmasında engellenmektedir (Salt vd.,1995).

2.2.1.4. Krom

Krom paslanmaz çelik üretimi, çeşitli lehim ve pas engelleyicilerin üretimi ile ilgili metalurji endüstrisinde, boya, cila, cam ve seramik malzemelerinde, deri endüstrisinde kullanılmaktadır. Toprakta doğal olarak bulunan krom, toprak ana maddesine göre değişmekle birlikte toprakta 5-100 mg/kg oranlarında bulunur. Bitkide ise kuru madde de 100 mg/kg bulunması birçok yüksek yapılı bitki için toksiktir (Özbek vd., 1995).

Geniş endüstriyel kullanımı nedeniyle, krom ciddi bir yeraltı suyu, toprak ve sedimanlarda ikinci en yaygın çevresel kirletici olarak kabul edilen bir ağır metaldir. Krom bitkiler için gerekli olmayan bir element olduğu için, alım mekanizması yoktur. Bitkilerde, krom için spesifik bir taşıma sistemine sahip olmadığından, sülfat veya demir gibi temel iyonların taşıyıcıları tarafından alınır. Bitkilerde krom birikimi, büyüme ve biyokütle birikiminde azalma açısından yüksek toksisiteye neden olur. Bitki bünyesinde toksik etkiye ulaşan krom ilk olarak tohum çimlenmesini, amilaz ve embriyoya şeker taşınmasını azaltır ve proteaz enzimi artması sonucu etkiler. Kromun bitki üzerinde toksit etki yapması sonucunda kökte hücrelerin bölünme ve uzamasını engelleyerek kök gelişimini engeller. Bu durum topraktan alınan bitki besin maddesi ve suyun azalmasına yol açarak bitki büyüme ve gelişmesini azaltır. Dolayısıyla önemli düzeyde verim ve kalite azalması görülür. Çimlenme sürecin değişikliklerin yanı sıra toplam kuru madde üretimini ve verimini etkileyebilecek kök, gövde ve yaprakların büyümesinde değişiklikleri de kapsamaktadır. Kromun bitki bünyesinde fazla birikmesi ayrıca fotosentez ve solunum süreçlerini de etkilemektedir. Ayrıca, su ve mineral alımı gibi bitki fizyolojik süreçleri üzerinde zararlı etkilere neden olur. Bu olayların sonucunda da verim ve kalite kayıplarına neden olur (Shanker vd., 2005; Singh vd., 2013; Khan vd., 2000).

2.2.1.5. Kobalt

Kobalt parlak gümüş rengine, sert ve kırılkan bir yapısı vardır. Demir ve nikel ile birlikte aynı davranış biçimi göstermektedir. Manyetik geçirgenliği demirin yaklaşık olarak bir buçuk katıdır (Keçeci., 2019).

Kobalt kültür bitkileri için alınması zorunlu olan bir element değildir. Çoğunlukla tarım topraklarında bulunması sakıncalıdır. Tarım topraklarında aşırı miktarlarda bulunan kobalt elementi bitkiler üzerinde toksik etki oluşturmaktadır. Bu nedenle toprakların çözeltiliye geçebilen kobalt içeriklerinin miktarı bitkiler için son derece önemlidir. Bu konuda yapılan araştırmalarda toprak çözeltisinde bulunabilecek ve izin verilebilecek kobalt miktarının 0,09 mg/kg olduğu ve bu miktarın üzerindeki kobaltın bitkiler için zararlı olduğu kabul edilmiştir (Adiloğlu vd., 2015).

2.2.2. Çalışmaya Konu Olan Bitkiler

2.2.2.1. Cucumis sativus (Hıyar).

Hıyar (*Cucumis sativus*)., kabakgiller (*Cucurbitaceae*). familyasına ait bir bitki türüdür (URL-1, 2020).

Hıyarın anavatanı konusunda inceleme yapan birçok araştırmacı bu kültür bitkisinin Hindistan'ın Himalaya dağları ile Bengal körfezinin kuzey kısmı arasındaki saha ile Çin, İran ile Anadolu'yu içine alan bir bölgeden dünyaya yayıldığı belirtmektedir (Cebeci, 2007).

Hıyar, enzimler ve mineral maddelerce zengin bir sebzedir. Enzim ve mineralce zengin bir içeriğe sahip olması ve kalorisinde düşük olduğu için programlarında çokça tercih edilmektedir. Ancak protein ve karbonhidrat içeriği bakımından fakirdir. Buna rağmen hıyarın insan vücuduna birçok yararı bulunmaktadır. Özellikle damarlarda aminoasit birikimi sebebiyle oluşan damar sertliğinin önlenmesinde önemli etkileri vardır. Hıyar bünyesinin %97' si sudur. Bu yüzden insan vücudunda susuzluğun giderilmesine de yardımcı olur. 100 g hıyarın içeriğine bakıldığında 0,2 g yağ, 0,6 g protein, 1 g karbonhidrat bulunur. Vitamin içeriğine bakıldığında ise A

vitamini 0,04 mg, B vitamini 0,01 mg, C vitamini bulunur. Ayrıca 8 mg, 20 mg Ca, 0,3 mg Fe, 24 mg P ve 15 mg Mg bulunur (Dumlupınar, 2017).

Hıyar, bileşiminde bulunan mineral maddeler, hormonlar, biyokimyasal maddeler vücut güzelliğini artırır, ayrıca kabuğu ile yapılan yüz maskesi teni güzelleştirir, gerer ve kırışıklıkları yok eder. Bu yüzden kozmetik sanayiinde hıyar sütü diye bilinen birçok likiti ortaya çıkartılmıştır. Hıyar taze olarak tüketildiği gibi, dolması yapılarak sıcak yemekler arasına da girer. Taze ve turşuluk olarak tüketiminde sindirimin kolaylaştırılmasına yardımcı olur. Böylece insan beslenmesinde, sağlığında ve güzelleştirilmesinde önemli rol üstlenir (Dumlupınar, 2017).



Fotoğraf 2.1. *Cucumis sativus* Meyvesi

2.2.2.2. *Solanum lycopersicum* (Domates).

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), patlıcangiller (Solanaceae) familyasından tropik bölgelerde çok yıllık, diğer bölgelerde tek yıllık yetiştirilen bir kültür bitkisidir. Domatesin anavatanı, Güney Amerika ülkeleri olan Peru, Ekvator ve Şili'nin dağlık bölgeleridir. İlk defa Meksikalılar tarafından kültüre alınmış ve buradan dünyaya yayılmıştır. Domates, Amerika'nın keşfinden sonra, bu kıtaya gelen gemiciler vasıtasıyla Avrupa'ya götürülmüş ve kültürü yapılmaya başlanmıştır. 1850'li yıllarda Sultan Abdülmecit döneminde Osmanlı sarayına girmiş, 1900'lü yılların başında ise Adana'da yetiştirilmeye başlanmıştır. Fakat halk tarafından yoğun olarak yetiştiriciliği ve tüketimi ise 1950'li yıllardan sonra olmuştur (Çelikyurt vd., 2014).

Domates, anavatanı olmamasına rağmen Türkiye coğrafyasında adapte bir sebze türüdür ve yüksek oranda biyoçeşitlilik göstermektedir (Asu, 2014).

Domates, dünyada en çok üretilen tüketilen ve ekonomik önemi olan ürünlerin arasında yer alması, insan beslenmesinde vazgeçilmez ürünlerden olması ve gıda sanayinde dondurulmuş olarak, konserve, salça, ketçap, turşu gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olması nedeniyle önemli sebzelerin başında gelmektedir. Türkiye uygun iklim koşulları nedeniyle domates üretiminde önemli ülkelerden biridir (Bayram, 2017).

Domates vücudumuz için gerekli A, C, E, K, B1, B2, B3, B5, B6 vitaminlerinin yanı sıra potasyum, magnezyum, demir ve fosfor minerallerini içerir. Ortalama büyüklükteki bir domates (123 gram). 22 kaloridir. 1 gram protein ve 4.8 gram karbonhidrat içerir. C vitamini bakımında çok zengin olan 1 adet domates günlük C vitamini ihtiyacımızın %25'ini, A vitamini gereksiniminin %20'sini günlük lif ihtiyacının %5'ini karşılamaktadır (Bayram, 2017).



Fotoğraf 2.2. *Solanum lycopersicum* Meyvesi

2.2.2.3. Capsicum (Biber)

Biber (*Capsicum annuum* L.), Solanaceae familyasından baharat ve sebze olarak tüketilen önemli bir kültür bitkisidir

Biberin ve anavatanı Orta ve Güney Amerika ve buradan dünyaya yayılan bir tarım ürünüdür. Dünya çapında üretimi giderek artan ve yaygın olarak yetiştiriciliği

yapılan biber çok yıllık bir bitki olmasına karşın genellikle ticari olarak bir yıllık yetiştirilmektedir (Şimşek, 2014).

Biber yetiştiriciliği dünyanın değişik bölgelerinde yaygın olarak sürdürülmektedir. Ticari olarak üretilen uzun sivri, dolma, çarliston, iri kare ve konik olmak üzere değişik çeşit tipleri bulunmaktadır. Ülkemizde kırmızı toz ve pul biber, turşu, biber salçası, taze ve dondurulmuş olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, ilaç yapımında ham madde ve süs bitkisi olarak ta kullanımı bulunmaktadır (Şimşek, 2014).



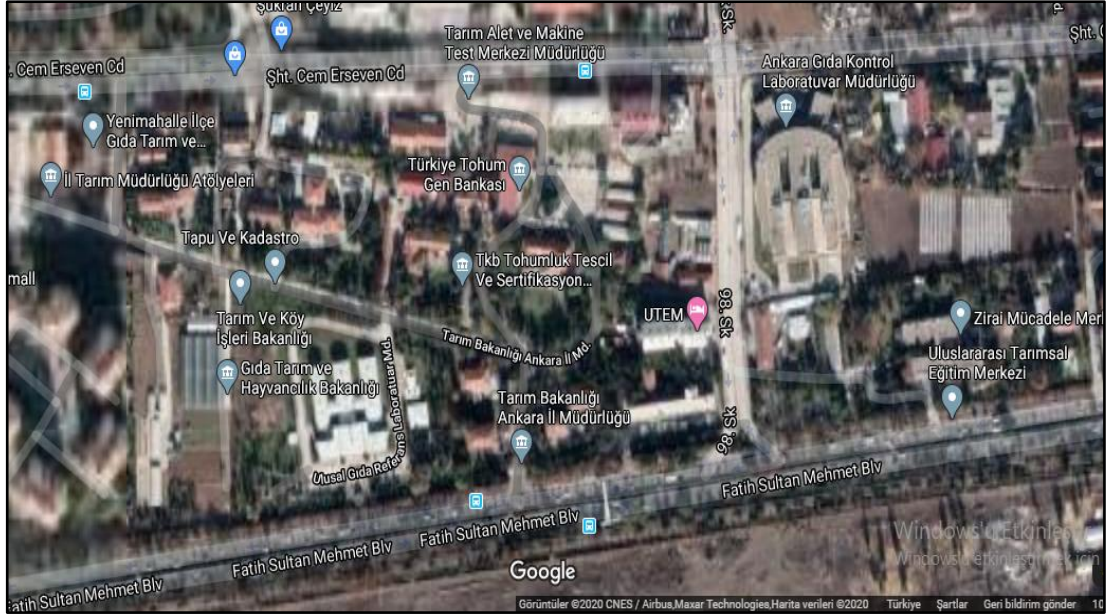
Fotoğraf 2.3. Capsicum Meyvesi

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Örneklerin Yetiştirilmesi ve Toplanması

Çalışma Ankara İli Yenimahalle İlçesinde bulunan Tarım ve Orman Bakanlığı ait kampüs içerisinde ve Fatih Sultan Mehmet Bulvarında yetiştirilen fideler üzerinden yapılmıştır. Ankara Türkiye başkenti olup 2019 yılı nüfus verilerine göre nüfusu 5.639.076 dır (URL-2). Başkent Ankara nüfus bakımından Türkiye'nin en kalabalık illeri arasındadır.

Çalışmanın yapıldığı alan Ankara – İstanbul yol güzergâhında bulunan Fatih Sultan Mehmet Bulvarında yapılmıştır. Bu bulvar gün içerisinde yüksek trafik yoğunluğuna sahiptir. Bu kapsamda çalışmaya konu olan materyaller trafiğin yoğunluğuna bağlı olarak ana yolda bulunan orta kaldırım içerisinde, yola 50 metre ve 100 metre mesafelerde Bakanlık kampüsü içerisindeki alanlarda yetiştirilmiş olup materyallerde biriken ağır metal konsantrasyonları karşılaştırılmıştır. Örneklerin yetiştirildiği alan harita üzerinde Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3. 1 Örneklerin yetiştirildiği alan

Çalışma kapsamında hıyar, domates ve biber sebzeleri üzerinde çalışılmıştır. Çalışmaya konu *Cucumis sativus*, *Solanum lycopersicum*, *Capsicum* Nisan ayının son haftasında ekilmiş ve yıl içerisinde yetişen meyveleri ve yaprakları toplanmıştır. Çalışmanın amacı, çalışmaya konu sebzelerde, gıda olarak kullanılan organlardaki ağır metal konsantrasyonlarının, diğer organlardaki ağır metal konsantrasyonları ile karşılaştırılmasıdır. Bu amaç kapsamında, çalışmaya konu sebzelerden yaprak ve meyve örnek alınmıştır.

Çalışma kapsamında farklı organlardaki ağır metal konsantrasyonlarının karşılaştırılması amaçlandığından, organların aynı dal üzerinden alınmasına dikkat edilmiştir. Bundan dolayı çalışmaya konu edilen organların tamamının üzerinde bulunduğu dallar bütün olarak alınmış böylece, bitki üzerindeki konumun farklı olmasından kaynaklanabilecek hataların ortadan kaldırılması ve daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır.

Toplanan örnekler etiketlenerek laboratuvara gönderilmiş ve laboratuvarında organlarına ayrılmıştır. Daha sonra örnekler etiketlenerek karton plakalar üzerine serilmiş ve kurumaya bırakılmıştır. Yaprak ve meyve örnekleri ise daha rahat kuruyabilmeleri amacıyla ezilmiş ve cam petri kapları içerisinde kurumaya bırakılmıştır. Laboratuvarında yaklaşık iki ay boyunca en az haftada bir karıştırılarak havalandırılan örnekler hava kurusu hale geldikten sonra karton bardaklara alınarak etüvde 50 °C’de bir ay kurutulmuştur. Kuruyan örnekler hava rutubetinden etkilenmemesi için hava almayacak şekilde poşetlenip etiketlenerek analizler için laboratuvara gönderilmiştir (Batır, 2019).

3.2. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Tamamen kurutulan numunelerin ağır metal analizleri Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı’nda yapılmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler öncelikle yaprak ve meyve kısımlarına ayrılarak etiketlenmiştir. Daha sonra 15 gün oda kurusu hale gelene kadar bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelen numuneler, cam kaplara alınarak etüvde 50 °C’de bir hafta boyunca kurutulmuştur.

Kurutulan örnekler laboratuvarda çelik blender vasıtasıyla toz haline getirilmiştir. Toz hale gelen numunelerden 2'şer g tartılarak 10 mL % 65'lik HNO₃ içinde oda sıcaklığında, çeker ocak içerisinde 1 gün bekletilmiştir. Hazırlanan örnekler sonra mikrodalga cihazında 1 saat 180 °C'de kaynatılmıştır. Mikrodalgadan çıkartılan tüpler soğumaya bırakılmıştır. Soğuyarak hazırlanan çözeltiler üzerine 20 ml distile su eklenmiş ve çözelti 45µm'lik filtre kâğıdından süzölmüştür. Hazırlanan çözeltiler karışmaması için numaralandırılarak analizler için hazır hale getirilmiştir. Analize hazır çözeltilerin genel görünümü Fotoğraf 3.1' de verilmiştir.



Fotoğraf 3.1. Hazırlanan numuneler

Süzüntüden elde edilen çözeltilerde; Ni, Pb, Cd, Ba, Cu, Ca, Fe ve K analizleri GBC Integra XL –SDS-270 ICP-OES cihazı ile ağır metal analizleri yapılmıştır.

3.3. İstatistiki Analizler

Elde edilen veriler düzenlenerek tablolar haline getirilmiş ve Microsoft Excell programına girilmiştir. Daha sonra SPSS paket programı yardımıyla veriler değerlendirilmiş, verilere varyans analizi uygulanmış, istatistikî olarak en az % 95 güven düzeyinde farklılıklar bulunan değerlere Duncan testi uygulanarak homojen

gruplar elde edilmiştir. Elde edilen veriler sadeleştirilip tablo haline getirilerek yorumlanmıştır. Çalışma kapsamında gerekli görülen verilerin algılanmasını kolaylaştırmak amacıyla Microsoft Excel programı yardımıyla grafikler oluşturulmuştur.(Batır,2019).



4. BULGULAR

4.1. Metal Konsantrasyonun Türe Bağlı Değişimi

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

Tablo 4.1. Tür bazında varyans analiz sonuçları

		Toplam Kareler	df	Ortalama Kareler	F	Hata
K ppm	Gruplar Arası	3947798827,860	2	1973899413,930	14,303	0,000
	Gruplar İçi	14491051666,430	105	138010015,871		
	Total	18438850494,290	107			
Ca ppm	Gruplar Arası	2194702,996	2	1097351,498	0,036	0,965
	Gruplar İçi	3242372617,128	105	30879739,211		
	Total	3244567320,123	107			
Na ppm	Gruplar Arası	11543369,845	2	5771684,922	3,486	0,034
	Gruplar İçi	173828440,323	105	1655508,955		
	Total	185371810,168	107			
Fe ppm	Gruplar Arası	3141159,799	2	1570579,900	4,417	0,014
	Gruplar İçi	37338746,679	105	355607,111		
	Total	40479906,478	107			
Mn ppm	Gruplar Arası	4427,085	2	2213,543	2,551	0,083
	Gruplar İçi	91104,933	105	867,666		
	Total	95532,019	107			
Cr ppb	Gruplar Arası	707857,231	2	353928,616	1,094	0,339
	Gruplar İçi	33956059,327	105	323391,041		

Tablo 4.1. Devamı...

	Total	34663916,559	107			
Co ppb	Gruplar Arası	4016546,611	2	2008273,306	30,046	0,000
	Gruplar İçi	7018131,425	105	66839,347		
	Total	11034678,037	107			
Ni ppb	Gruplar Arası	73100634,134	2	36550317,067	8,669	0,000
	Gruplar İçi	442724780,726	105	4216426,483		
	Total	515825414,860	107			
Pb ppb	Gruplar Arası	1452614,327	2	726307,164	2,241	0,111
	Gruplar İçi	34032023,900	105	324114,513		
	Total	35484638,227	107			
Al ppm	Gruplar Arası	87292,056	2	43646,028	6,468	0,002
	Gruplar İçi	708489,578	105	6747,520		
Ba ppm	Gruplar Arası	1231,757	2	615,879	0,608	0,546
	Gruplar İçi	106325,653	105	1012,625		
	Total	107557,410	107			
Cd ppb	Gruplar Arası	29046,687	2	14523,343	1,249	0,291
	Gruplar İçi	1221385,663	105	11632,244		
	Total	1250432,350	107			
Mg ppm	Gruplar Arası	46970515,368	2	23485257,684	7,527	0,001
	Gruplar İçi	327606813,339	105	3120064,889		
	Total	374577328,707	107			

Tabloda analiz sonuçları incelendiğinde çalışmaya konu ağır metallerden Ca, Cr, Co, Pb, Ba ve Cd'un tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı değildir. Bunun dışında kalan diğer ağır metal elementlerinin

tamamının tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu farklılık Na, Fe ve Mn bakımından % 95, Al ve Mg bakımından % 99, K, Co ve Ni bakımında ise % 99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

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

Tablo 4.2. Tür bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Tür	Biber	Hata	Domates	Hata	Hıyar	Hata
K	38668,033 c	1	23947,53 a	1	32711,98 b	1
Ca	6914,611 a	0,825	6934,381 a	0,825	7226,411 a	0,825
Na	1292,710 a,b	0,313	805,81 a	0,111	1599,87 b	0,313
Fe	65,974 a	0,800	101,681 a	0,800	444,279 b	1
Mn	47,804 b	0,121	32,577 a	0,531	36,94 a,b	0,531
Cr	964,272 a	0,169	1082,197 a	0,169	885,161 a	0,169
Co	729,140 b	1	321,7 a	0,957	318,42 a	0,957
Ni	3176,589 b	1	1219,817 a	0,249	1780,9 a	0,249
Pb	933,326 a	0,225	1156,95 a,b	0,376	1276,25 b	0,376
Al	54,052 a	0,124	84,059 a	0,124	123,478 b	1
Ba	25,306 a	0,310	28,186 a	0,310	33,461 a	0,310
Cd	265,089 a	0,141	281,722 a	0,141	241,739 a	0,141
Mg	482,278 a	0,274	939,751 a	0,274	2052,709 b	1

Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar ve ortalama değerler incelendiğinde türlerin Ca, Cr, Ba ve Cd’un tek grup, Na, Fe, Mn, Co, Ni, Pb, Al ve Mg ikiye homojen grup ve K üç homojen grup oluşturdukları görülmektedir. En düşük analiz değerleri Fe, Pb, Al, Ba ve Mg biberde, K, Na, ve Ni domatestede, Cr ve Cd’ da hıyarda elde edilmiştir. En yüksek analiz değerler ise K, Na ve Ni biberde, Cr ve Cd domatestede Fe, Pb, Al ve Ba’ da hıyarda elde edilmiştir. Tüm türlerde Ca, domates ve hıyarda Mn, biber ve domatestede Fe, hıyar ve domatestede Co’da türler arasındaki farklılık istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığından değerlendirme yapılmamıştır.

4.2. Metal Konsantrasyonlarının Organelle Bağlı Değişimi

Yapılan çalışmada yaprak ve bitkinin meyveleri materyal olarak kullanılmıştır. Organeller arasında istatistiki olarak farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Tablo 4.3’ de verilmiştir.

Tablo 4.3. Organel bazında varyans analiz sonuçları

		Toplam Kareler	df	Ortalama Kareler	F	Hata
K ppm	Gruplar Arası	10662942,584	1	10662942,584	0,061	0,805
	Gruplar İçi	18428187551,706	106	173850825,959		
	Total	18438850494,290	107			
Ca ppm	Gruplar Arası	96880942,687	1	96880942,687	3,263	0,074
	Gruplar İçi	3147686377,436	106	29695154,504		
	Total	3244567320,123	107			
Na ppm	Gruplar Arası	9205,633	1	9205,633	0,005	0,942
	Gruplar İçi	185362604,534	106	1748703,816		
	Total	185371810,168	107			
Fe ppm	Gruplar Arası	886524,624	1	886524,624	2,373	0,126
	Gruplar İçi	39593381,854	106	373522,470		
	Total	40479906,478	107			
Mn ppm	Gruplar Arası	364,138	1	364,138	0,406	0,526
	Gruplar İçi	95167,881	106	897,810		
	Total	95532,019	107			
Cr ppb	Gruplar Arası	109462,101	1	109462,101	0,336	0,563
	Gruplar İçi	34554454,458	106	325985,419		
	Total	34663916,559	107			
Co ppb	Gruplar Arası	430354,687	1	430354,687	4,302	0,040
	Gruplar İçi	10604323,349	106	100040,786		
	Total	11034678,037	107			

Tablo 4.3. Devamı

Ni ppb	Gruplar Arası	1566404,107	1	1566404,107	0,323	0,571
	Gruplar İçi	514259010,753	106	4851500,101		
	Total	515825414,860	107			
Pb ppb	Gruplar Arası	5610469,604	1	5610469,604	19,907	0,000
	Gruplar İçi	29874168,623	106	281831,779		
	Total	35484638,227	107			
Al ppm	Gruplar Arası	52161,179	1	52161,179	7,435	0,007
	Gruplar İçi	743620,456	106	7015,287		
	Total	795781,634	107			
Ba ppm	Gruplar Arası	141,156	1	141,156	0,139	0,710
	Gruplar İçi	107416,254	106	1013,361		
	Total	107557,410	107			
Cd ppb	Gruplar Arası	35824,898	1	35824,898	3,126	0,080
	Gruplar İçi	1214607,452	106	11458,561		
	Total	1250432,350	107			
Mg ppm	Gruplar Arası	50455368,523	1	50455368,523	16,501	0,000
	Gruplar İçi	324121960,184	106	3057754,341		
	Total	374577328,707	107			

Tabloda analiz sonuçları incelendiğinde çalışmaya konu ağır metallerden K, Na, Mn, Cr, Ni ve Ba' un organel bazında değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı değildir. Bunun dışında kalan diğer ağır metal elementlerinin tamamının organel bazında değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu farklılık neticesinde Ca, Fe, Co ve Cd bakımından %95, Al bakımından %99, Mg ve Pb bakımında ise %99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

4.3. Metal Konsantrasyonunun Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Yapılan çalışmada trafik yoğunlukları farklı olan alanlardaki bitkilerin istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık olup olmadığı anlamak için varyans analiz sonuçları Tablo 4.4' de verilmiştir.

Tablo 4.4 Trafik yoğunluğuna bağlı varyans analizi sonuçları

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
K ppm	Gruplar Arası	11529163,082	2	5764581,541	0,033	0,968
	Gruplar İçi	18427321331,208	105	175498298,392		
	Total	18438850494,290	107			
Ca ppm	Gruplar Arası	178327139,132	2	89163569,566	3,053	0,051
	Gruplar İçi	3066240180,991	105	29202287,438		
	Total	3244567320,123	107			
Na ppm	Gruplar Arası	51372762,171	2	25686381,086	20,128	0,000
	Gruplar İçi	133999047,996	105	1276181,409		
	Total	185371810,168	107			
Fe ppm	Gruplar Arası	2231843,122	2	1115921,561	3,063	0,051
	Gruplar İçi	38248063,356	105	364267,270		
	Total	40479906,478	107			
Mn ppm	Gruplar Arası	2376,091	2	1188,046	1,339	0,267
	Gruplar İçi	93155,927	105	887,199		
	Total	95532,019	107			
Cr ppb	Gruplar Arası	3215903,086	2	1607951,543	5,369	0,006
	Gruplar İçi	31448013,473	105	299504,890		
	Total	34663916,559	107			
Co ppb	Gruplar Arası	881757,965	2	440878,982	4,560	0,013
	Gruplar İçi	10152920,072	105	96694,477		

Tablo 4.4. Devamı...

	Total	11034678,037	107			
Ni ppb	Gruplar Arası	16863935,341	2	8431967,671	1,774	0,175
	Gruplar İçi	498961479,518	105	4752014,091		
	Total	515825414,860	107			
Pb ppb	Gruplar Arası	4252259,145	2	2126129,572	7,148	0,001
	Gruplar İçi	31232379,082	105	297451,229		
	Total	35484638,227	107			
Al ppm	Gruplar Arası	26753,504	2	13376,752	1,826	0,166
	Gruplar İçi	769028,131	105	7324,077		
	Total	795781,634	107			
Ba ppm	Gruplar Arası	3398,335	2	1699,168	1,713	0,185
	Gruplar İçi	104159,075	105	991,991		
	Total	107557,410	107			
Cd ppb	Gruplar Arası	153228,162	2	76614,081	7,332	0,001
	Gruplar İçi	1097204,188	105	10449,564		
	Total	1250432,350	107			
Mg ppm	Gruplar Arası	412833,863	2	206416,932	0,058	0,944
	Gruplar İçi	374164494,843	105	3563471,379		
	Total	374577328,707	107			

Tabloda analiz sonuçları incelendiğinde çalışmaya konu ağır metallerden K, Mg, Ni, Al, Ba ve Mg'un trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimleri incelendiğinde istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı değildir. Bunun dışında kalan diğer ağır metal elementlerinin tamamının trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimleri istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu farklılık neticesinde Ca, Fe ve Co bakımından % 95, Cr, Pb ve Cd bakımından % 99, Na bakımında ise % 99,9 güven düzeyinde anlamlıdır.

Çalışmaya konu ağır metallerin, trafik yoğunluğu bazında nasıl gruplaştığını belirleyebilmek için uygulanan Duncan testi ve sonuçları Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Trafik yoğunluğu bazında ortalama değerler ve Duncan testi sonuçları

Tür	Az	Hata	Orta	Hata	Çok	Hata
K	31856,588 a	0,814	31341,477 a	0,814	32129,483a	0,814
Ca	8711,408 b	0,130	6768,619 a,b	0,359	5595,375 a	0,359
Na	1201,12 b	1	2092,88 c	1	404,38 a	1
Fe	405,476 b	0,053	126,609 a,b	0,743	79,848 a	0,743
Mn	45,2881 a	0,130	33,931 a	0,130	38,101 a	0,13
Cr	1109,289 b	0,875	733,458 b	1	1088,883 a	0,875
Co	513,26 b	0,851	328,88 a	1	527,11 b	0,851
Ni	2486,206 a	0,082	1533,447 a	0,082	2157,653 a	0,082
Pb	1413,312 b	1	943,975 a	0,332	1069,239 a	0,332
Al	95,7261 a	0,098	100,736 a	0,098	65,126 a	0,098
Ba	28,8083 a	0,083	22,203 a	0,083	35,940 a	0,083
Cd	304,764 b	0,156	213,422 a	1	270,364 b	0,156
Mg	1244,490 a	0,767	1102,665 a	0,767	1127,581 a	0,767

Duncan testi sonucu oluşan gruplaşmalar ve ortalama değerler incelendiğinde trafik yoğunluğuna bağlı olarak K, Mn, Ni, Al, Ba ve Mg tekli grup Ca, Fe, Cr, Co, Pb ve Cd ikiyeşerli homojen grup Na üçlü homojen grup oluşturdıkları görülmektedir. En düşük analiz değerleri Pb, Al ve Ba trafik yoğunluğunun az olduğu yerde, Na ve Ni trafik yoğunluğunun orta olduğu yerde, Ca ve Cd’ da trafik yoğunluğunun yüksek çok olduğu yerde elde edilmiştir. En yüksek analiz değerler ise Na, ve Ni trafik yoğunluğunun az olduğu yerde, Cr ve Cd trafik yoğunluğunun orta olduğu yerde, Pb, Al ve Ba’ trafik yoğunluğunun çok olduğu yerde elde edilmiştir. Trafik yoğunluğunun az – orta- çok olduğu yerlerde K ve Mg, trafik yoğunluğunun orta – çok olduğu yerde Fe, trafik yoğunluğunun az – çok olduğu yerde Cr ve Co arasındaki farklılık istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı olmadığından değerlendirme yapılmamıştır.

4.4. Metallerin Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

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

Çalışmaya konu elementlerden K’ un her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi,

ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6 K konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

T ü r	O r g a n	Yıkanma Durumu	Trafik Yoğunluğuna Bağlı Konum			F Değeri
			Yakin	Orta	Uzak	
B i b e r	Y a p r a k	Yıkanmamış	56444,467 c	48527,800 a	48527,800 b	5561,516
		Yıkanmış	47199,870 c	46113,330 b	21599,730 a	11549,774
	M e y v e	Yıkanmamış	39091,867 b	30188,867 a	39091,867 b	2970,796
		Yıkanmış	32304,867 a	35239,067 b	38277,267 c	565,459
D o m a t e s	Y a p r a k	Yıkanmamış	2953,500 a	14670,530 b	26387,930 c	3391,409
		Yıkanmış	20454,400 a	23645,200 b	31527,733 c	5580,071
	M e y v e	Yıkanmamış	32731,767 b	18321,000 a	32526,000 b	51857,02
		Yıkanmış	19408,933 a	36610,067 c	28133,133 b	1874,747
H ı y a r	Y a p r a k	Yıkanmamış	24934,800 b	40885,400 c	14685,130 a	2653,902
		Yıkanmış	54804,933 c	22756,400 a	38780,667 b	4581,784
	M e y v e	Yıkanmamış	48430,000 b	34086,933 a	49861,333 c	3708,368
		Yıkanmış	3519,670 a	17170,400 b	42628,130 c	24725,59

K elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde çalışmaya konu ağır metallerden trafik yoğunluğunun yakın ve uzak olan alanda yetişen domateste

yıkanmamış meyve tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı değildir. Diğer türlerde organel bazında değişim incelendiğinde % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Duncan testi sonucunda domateste yıkanmamış meyve iki homojen grup oluşturduğu, diğer tüm organellerin üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

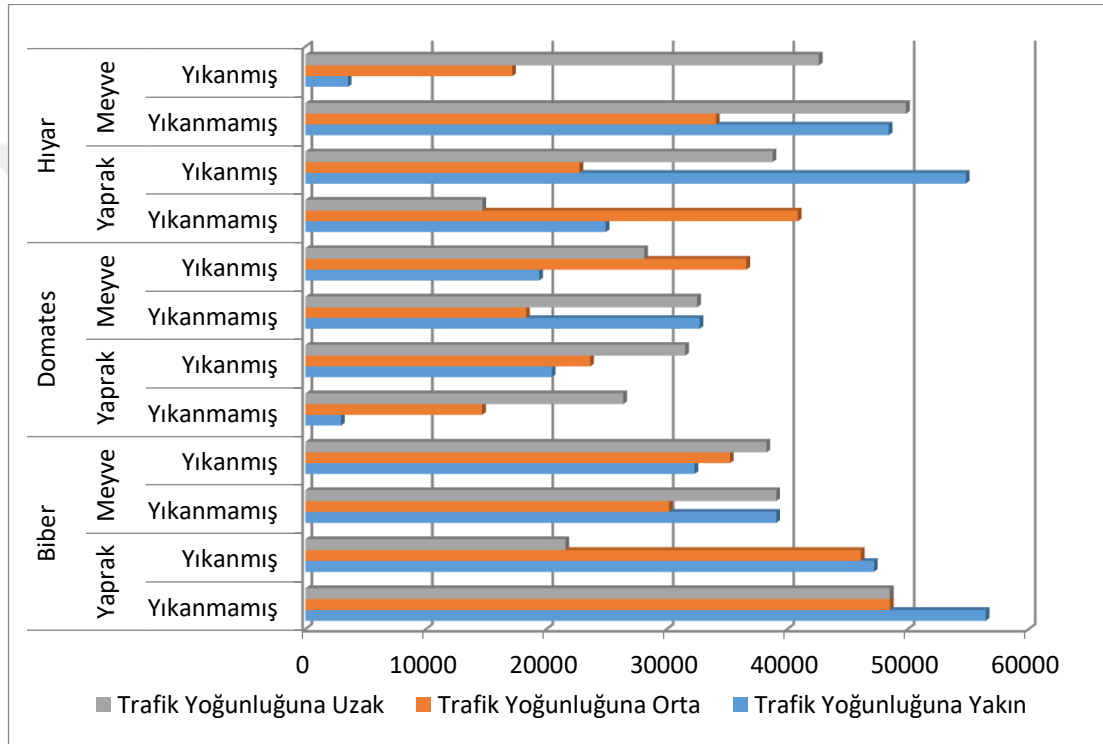
Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 2953,500 ppm ile trafik yoğunluğunun yakın olan alanda yetişen domates yıkanmamış yaprakta, en yüksek konsantrasyon değeri ise 56444,467 ppm ile trafik yoğunluğuna yakın olan alanda yetişen biber yıkanmamış yaprakta elde edilmiş olup en yüksek değer ile en düşük değer arasındaki K konsantrasyon değerinin 19,11 katı olarak hesaplanmıştır.

Analiz sonuçları incelendiğinde, en yüksek oransal farklılık gösteren değer hıyar yıkanmış meyvede olduğu tespit edilmiştir. Hıyar yıkanmış yaprakta trafik yoğunluğunun uzak olan alan ile trafik yoğunluğunun yakın olduğu alanda K konsantrasyonu yaklaşık 12,11 katı, trafik yoğunluğunun uzak olan alan ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alandaki K konsantrasyonu yaklaşık olarak 2,48 katı ve trafik yoğunluğuna orta seviyede olan alan ile trafik yoğunluğunun yakın olduğu alanda K konsantrasyon değeri 4,87 katı olarak hesaplanmıştır. Biber yıkanmış yaprakta trafik yoğunluğuna bağlı olarak K konsantrasyon sistematik olarak artış göstermekte iken hıyar yıkanmış meyve ve domates yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna göre sistematik olarak azalma göstermektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar incelendiğinde, K konsantrasyonu biber yıkanmış yaprakta trafik yoğunluğuna paralel olarak artışı bariz olarak görülmektedir.

Sonuç olarak yapılan analiz sonucu değerlendirmesinde K elementi artışının belirlenmesinde en uygun tür ve organelin biber yıkanmış yaprakta olacağı söylenebilir.

Ayrıca biber yıkanmamış yaprakta trafik yoğunlukları incelendiğinde trafik yoğunluğuna orta ve uzak olan analiz değerlerinin aynı olduğu, trafik yoğunluğunun yakın olan alan ile bu değerin trafik yoğunluğunun orta ve uzak olduğu alan olan analiz değerlerinden yaklaşık olarak 1,16 kat fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu tespitler neticesinde K konsantrasyon değişiminde çevresel faktörlerinde etkin olduğu düşünülmektedir. K elementi konsantrasyonlarını tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna göre gösteren grafik Şekil 4.1 de verilmiştir.



Şekil 4.1 K konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

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

Çalışmaya konu elementlerden Cr' un her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7 Cr konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

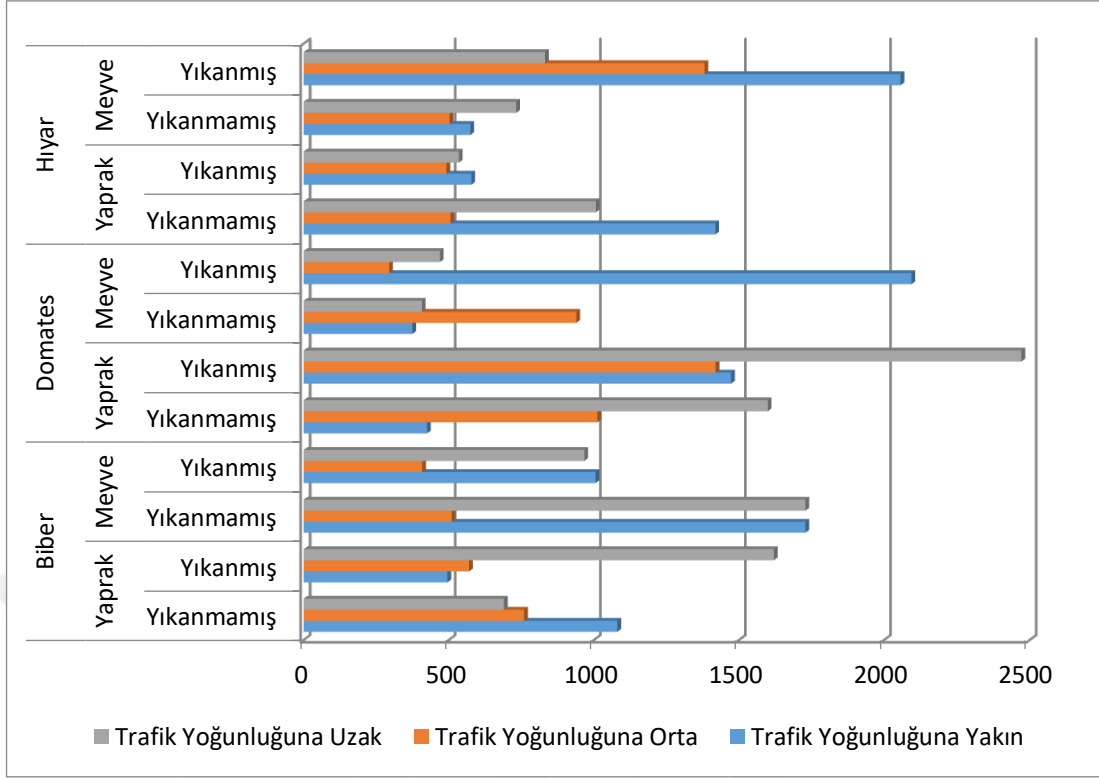
T ü r	O r g a n	Yıkanma Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
B i b e r	Y a p r i k	Yıkanmamış	1081,400 c	759,933 b	690,800 a	215,311
		Yıkanmış	496,133 a	570,600 a	1620,867 b	62,973
	M e y v e	Yıkanmamış	1729,333 b	510,333 a	1729,333 b	2734,025
		Yıkanmış	1006,000 c	408,800 a	967,733 b	2141,533
D o m a t e s	Y a p r i k	Yıkanmamış	425,567 a	1012,700 b	1599,833 c	393,994
		Yıkanmış	1473,467 b	1420,267 a	2472,267 c	3163,234
	M e y v e	Yıkanmamış	374,833 a	940,000 b	407,700 a	645,247
		Yıkanmış	2094,933 c	294,933 a	469,867 b	4698,583
H ı y a r	Y a p r i k	Yıkanmamış	1419,200 c	506,267 a	1007,533 b	277,790
		Yıkanmış	578,200 b	492,470 a	535,330 b	10,962
	M e y v e	Yıkanmamış	575,067 b	503,333 a	732,933 c	249,048
		Yıkanmış	2057,330 c	1381,870 b	832,400 a	57,562

Cr elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde biberde yıkanmış meyve ve domateste yıkanmamış meyvede istatistiki olarak % 95 güven düzeyinde anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Diğer türlerde organel bazında değişim incelendiğinde % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Duncan testi sonucunda biber yıkanmış yaprak, yıkanmamış meyve, domateste yıkanmamış meyve ve hıyarda yıkanmış yaprak kısımlarının iki homojen grup oluşturduğu, diğer tüm organellerin üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 294,933 ppm ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu yıkanmış domates meyvesinde, en yüksek konsantrasyon değeri ise 2472,267 ppm ile trafik yoğunluğuna uzak olan yıkanmış domates yapraklarında elde edilmiştir. En yüksek oransal farklılık gösteren değerler domateste yıkanmış meyvede olduğu tespit edilmiştir. Domateste yıkanmış meyvede trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanda Cr konsantrasyonu yaklaşık 7,10 katı iken, trafik yoğunluğuna yakın alanla trafik yoğunluğuna uzak olan alan arasındaki Cr konsantrasyonu 4.45 katı olarak hesaplanmıştır.

Trafik yoğunluğuna bağlı olarak trafik yoğunluğuna yakın olan alanlarda ağır elemen birikimi diğer alanlara göre daha fazla olacağı düşünülmektedir. Duncan testi sonuçlarının baktığımız yıkanmamış biber yaprakları ve yıkanmış hıyar meyvesi sonuçlarının üç homojen grup oluşturarak trafik yoğunluğu mesafelerine göre analiz sonuçları paralel çıkmaktadır. Analiz sonuçların trafik yoğunluğuna göre incelendiğinde yıkanmamış biber yapraklarında, trafik yoğunluğuna yakın olan ile trafik yoğunluğunun orta seviye olduğu değerler arasında Cr konsantrasyonu 1.42 kat, trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğuna uzak olan alan arasındaki Cr konsantrasyonu 1,56 katı iken yıkanmış hıyar meyvesinde trafik yoğunluğuna yakın olan ile trafik yoğunluğunun orta seviye olduğu değerler arasında Cr konsantrasyonu 1,48 kat, trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğuna uzak olan alan arasındaki Cr konsantrasyonu 2,47 katı olarak hesaplanmıştır. Cr kirliliğinin belirlenmesinde en uygun organellerin yıkanmamış meyve yaprakları ve yıkanmış hıyar meyvesi olacağı söylenebilir. Cr konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini gösteren grafik Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Cr konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

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

Çalışmaya konu elementlerden Co' ın her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.8' de verilmiştir.

Tablo 4.8 Co konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

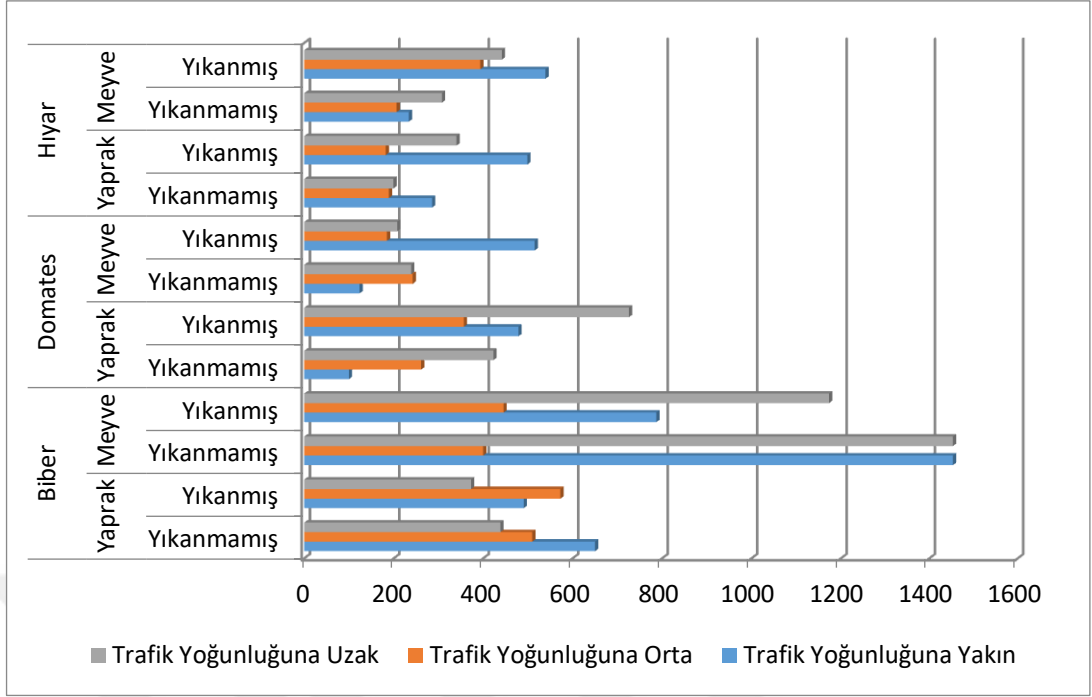
T ü r	O r g a n	Yıkanma Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
B i b y e r	M e y v e	Yıkanmış	490,933 b	573,000 c	373,067 a	299,047
		Yıkanmamış	1453,600 b	400,067 a	1453,600 b	699,971
		Yıkanmış	787,333 b	445,600 a	1173,533 c	331,234
D o m a t e s t e	Y a p r a k	Yıkanmamış	99,800 a	261,467 b	423,067 c	12691,329
		Yıkanmış	479,067 b	356,933 a	726,133 c	334,005
	M e y v e	Yıkanmamış	123,767 a	242,667 b	239,067 b	286,475
		Yıkanmış	515,470 b	185,000 a	207,930 a	748,672
H ı y a r	Y a p r a k	Yıkanmamış	286,000 b	189,267 a	199,600 a	80,981
		Yıkanmış	499,000 c	182,330 a	340,670 b	136,337
	M e y v e	Yıkanmamış	234,200 a	206,600 a	308,067 b	23,726
		Yıkanmış	539,670 c	393,730 a	441,870 b	38,206

Co elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde çalışmaya konu ağır metallerden domateste yıkanmamış meyve, hıyarda yıkanmamış yaprak ve hıyarda yıkanmamış meyve tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı değildir. Domateste yıkanmış meyve istatistiki olarak % 95 güven düzeyinde anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Diğer türlerde organel bazında değişim incelendiğinde % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Duncan testi sonucunda biber yıkanmamış meyve, domateste yıkanmamış meyve, domateste yıkanmış meyve, hıyarda yıkanmamış yaprak ve hıyarda yıkanmamış meyve kısımlarının iki homojen grup oluşturduğu, diğer tüm organellerin üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 99,800 ppm ile trafik yoğunluğunun yakın olduğu alanada yetişen domateste yıkanmamış yaprakta, en yüksek konsantrasyon değeri ise 1453,600 ppm ile trafik yoğunluğuna yakın ve uzak olan yıkanmamış biber yapraklarında elde edilmiştir. En yüksek oransal farklılık gösteren değerler biberde yıkanmış meyvede olduğu tespit edilmiştir. Biberde yıkanmış meyvede trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanda Co konsantrasyonu yaklaşık 3,63 katı olarak hesaplanmıştır. Trafik yoğunluğuna yakın alanla trafik yoğunluğuna uzak olan alanda aynı değerler elde edilmiştir.

Trafik yoğunluğuna bağlı olarak trafik yoğunluğuna yakın olan alanlarda ağır elemen birikimi diğer alanlara göre daha fazla olacağı düşünülmektedir. Duncan testi sonuçlarının baktığımız yıkanmamış biber yaprak sonuçları üç homojen grup oluşturarak trafik yoğunluğu mesafelerine göre analiz sonuçları paralel çıkmaktadır. Analiz sonuçların trafik yoğunluğuna göre incelendiğinde yıkanmamış biber yapraklarında, trafik yoğunluğuna yakın olan ile trafik yoğunluğunun orta seviye olduğu değerler arasında Co elementi konsantrasyonu 1.27 kat, trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğuna uzak olan alan arasındaki Co konsantrasyonu 1,48 katı olarak hesaplanmıştır. Co kirliliğinin belirlenmesinde en uygun organellerin yıkanmamış meyve yaprakları ve yıkanmış hıyar meyvesi olacağı söylenebilir. Co konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini gösteren grafik Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3 Co konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

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

Çalışmaya konu elementlerden Ni' nin her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.9' da verilmiştir.

Tablo 4.9 Ni konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

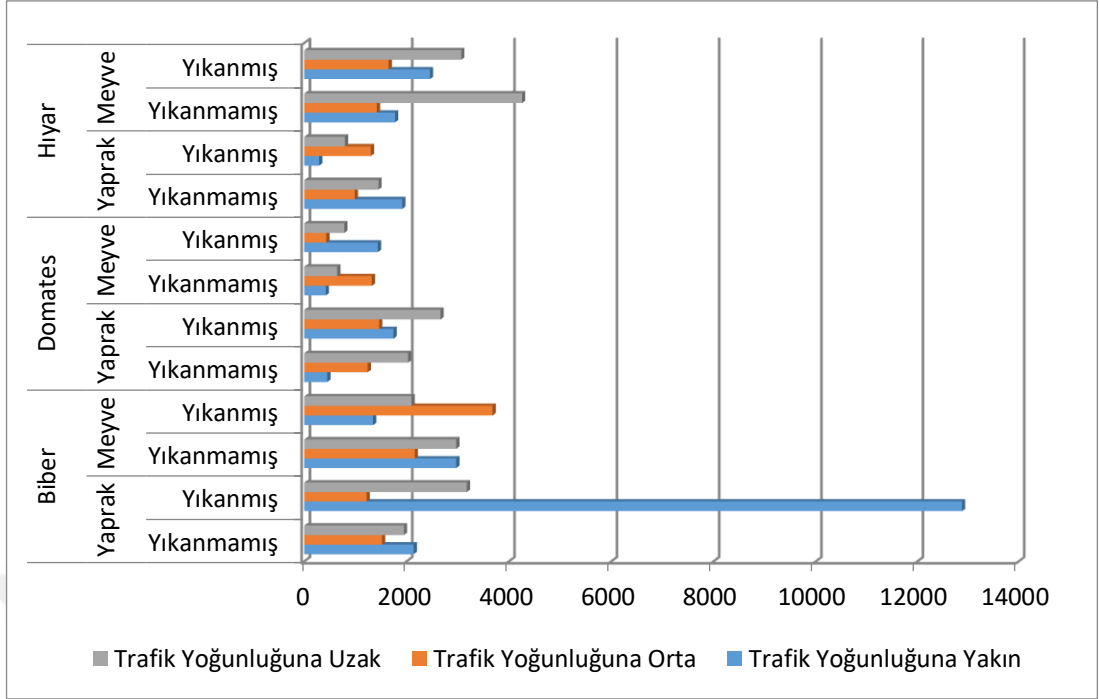
T ü r	O r g a n	Yıkanma Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
B i b e r	Y a p r a k	Yıkanmamış	2139,800 c	1520,800 a	1949,067 b	688,484
		Yıkanmış	12881,733 b	1220,000 a	3180,400 a	11,651
	M e y v e	Yıkanmamış	2971,333 b	2160,600 a	2971,333 b	852,269
		Yıkanmış	1346,200 a	3680,800 c	2096,999 b	126,421
D o r m a k t e s	Y a p r a k	Yıkanmamış	451,933 a	1240,900 b	2029,833 c	1537,549
		Yıkanmış	1744,133 b	1465,200 a	2664,133 c	1439,403
	M e y v e	Yıkanmamış	421,467 a	1321,600 c	643,467 b	1771,647
		Yıkanmış	1438,400 c	433,333 a	783,400 b	3929,651
H ı y a r	Y a p r a k	Yıkanmamış	1916,400 c	988,667 a	1451,400 b	290,383
		Yıkanmış	290,267 a	1301,200 c	795,733 b	942,086
	M e y v e	Yıkanmamış	1775,133 b	1419,200 a	4257,400 c	4472,782
		Yıkanmış	2457,667 b	1649,067 a	3068,667 c	29,289

Ni elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde çalışmaya konu ağır metallere biberde yıkanmış yaprak tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı değildir. Diğer türlerde organel bazında değişim incelendiğinde % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Duncan testi sonucunda biber yıkanmamış meyve, domateste yıkanmamış meyve, domateste yıkanmış meyve, hıyarda yıkanmamış yaprak ve hıyarda yıkanmamış meyve kısımlarının iki homojen grup oluşturduğu, diğer tüm organellerin üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 290,267 ppm ile trafik yoğunluğunun yakın olduğu alanada yetişen hıyarda yıkanmış yaprakta, en yüksek konsantrasyon değeri ise 12881,773 ppm ile trafik yoğunluğuna yakın olan alanda yıkanmış biber yapraklarında elde edilmiştir. En yüksek oransal farklılık gösteren değerler biberde yıkanmış yaprakta olduğu tespit edilmiştir. Biberde yıkanmış yaprakta trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanda Ni konsantrasyonu yaklaşık 10,55 katı iken trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun uzakolan alandaki Ni konsantrasyonu yaklaşık olarak 4,05 katı olarak hesaplanmıştır.

Trafik yoğunluğuna bağlı olarak trafik yoğunluğuna yakın olan alanlarda ağır elemen birikimi diğer alanlara göre daha fazla olacağı düşünülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar incelendiğinde, Ni elementi konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimin anlamsız olduğu görülmektedir. Ni konsantrasyonu biberde yıkanmamış – yıkanmış yapraklarda domateste yıkanmış meyvede ve hıyarda yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna bağlı olarak artmakta, diğer türlerin yaprak ve meyve analiz sonuçlarında ise trafik yoğunluğuna bağlı olarak azalmaktadır. Domates yaprak ve hıyar meyvesinde en yüksek değerler trafiğin az yoğun olduğu alanda yetiştirilen ürünlerden elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre Ni konsantrasyonunun değişiminin trafik yoğunluğuna bağlı olarak değil de başka faktörlere tarafından değiştiği söylenebilir. Ni konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini gösteren grafik Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.4 Ni konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

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

Çalışmaya konu elementlerden Pb' nin her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.10' da verilmiştir.

Tablo 4.10 Pb konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

T ü r	O r g a n	Yıkanma Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
B i b e r	Y a p r a k	Yıkanmamış	923,867 a	981,800 a	1371,067 b	69,092
		Yıkanmış	2370,267 b	709,400 a	789,267 a	100,731
	M e y v e	Yıkanmamış	1005,180 b	806,130 a	750,130 a	8,140
		Yıkanmış	851,467 b	866,933 b	494,400 a	20,084
D o m a t e s	Y a p r a k	Yıkanmamış	1265,033 a	1514,767 b	1764,433 c	112,575
		Yıkanmış	1496,667 a	1380,400 a	1515,467 a	0,876
	M e y v e	Yıkanmamış	685,870 a	749,200 b	1352,770 c	1473,349
		Yıkanmış	1219,067 c	327,200 a	612,533 b	197,929
H ı y a r	Y a p r a k	Yıkanmamış	2635,670 c	643,330 a	1252,270 b	114,548
		Yıkanmış	1948,333 c	1581,467 b	518,267 a	180,295
	M e y v e	Yıkanmamış	435,000 b	338,130 a	633,730 c	45,931
		Yıkanmış	2123,333 c	1428,933 a	1776,533 b	51,814

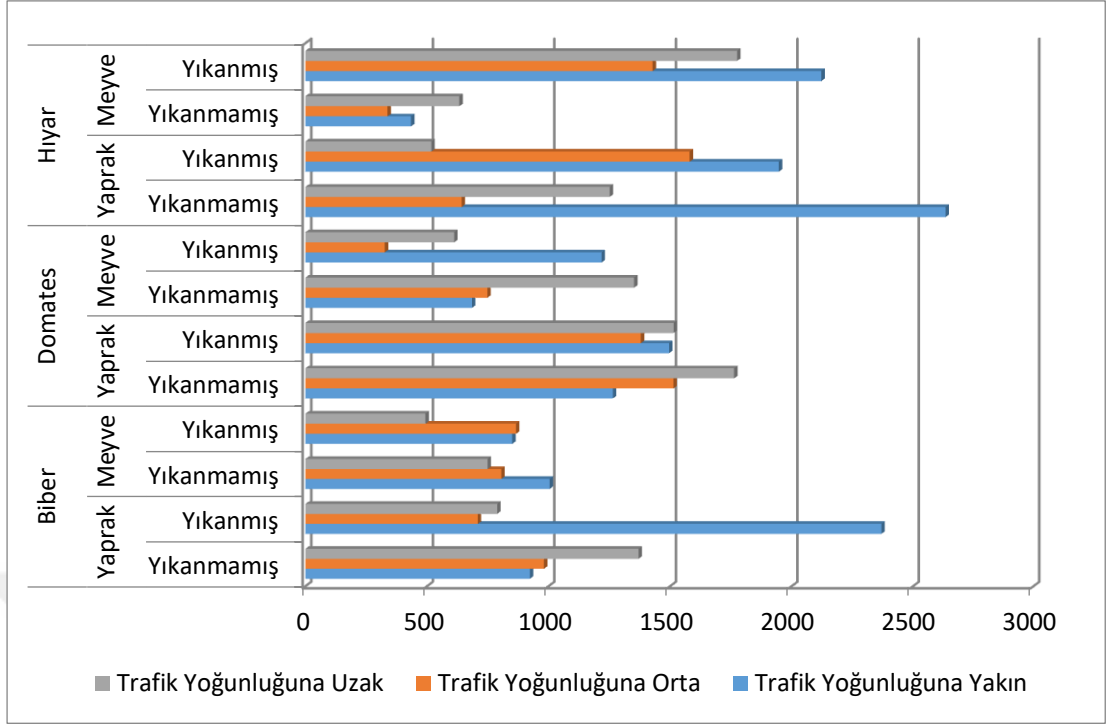
Pb elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde çalışmaya konu ağır metallerden biberdeki bütün yaprak – meyve ve domateste yıkanmış yaprak tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı değildir

Diğer türlerde organel bazında değişim incelendiğinde % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Duncan testi sonucunda domateste yıkanmış yaprak tek homojen grup, biberde yaprak – meyve iki homojen grup, diğer tüm organellerin üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 327,200 ppm ile trafik yoğunluğunun orta seviyede yetişen domates yıkanmış meyvesinde, en yüksek konsantrasyon değeri ise 2635,670 ppm ile trafik yoğunluğuna yakın olan alanda yetişen yıkanmamış hıyar yapraklarında elde edilmiştir. En yüksek oransal farklılık gösteren değerler hıyarda yıkanmış yaprakta olduğu tespit edilmiştir. Hıyarda yıkanmış yaprakta trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanda Pb konsantrasyonu yaklaşık 4,09 katı iken trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun uzak olan alandaki Pb konsantrasyonu yaklaşık olarak 2,10 katı olarak hesaplanmıştır.

Trafik yoğunluğuna bağlı olarak trafik yoğunluğuna yakın olan alanlarda ağır metal element birikimi diğer alanlara göre daha fazla olacağı düşünülmektedir. Duncan testi sonuçlarının baktığımız yıkanmamış hıyar yaprak sonuçları üç homojen grup oluşturarak trafik yoğunluğu mesafelerine göre analiz sonuçları paralel çıkmaktadır. Analiz sonuçların trafik yoğunluğuna göre incelendiğinde yıkanmamış hıyar yapraklarında, trafik yoğunluğuna yakın olan ile trafik yoğunluğunun orta seviye olduğu değerler arasında Pb elementi konsantrasyonu 1.23 kat, trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğuna uzak olan alan arasındaki Pb konsantrasyonu 3,75 katı olarak hesaplanmıştır. Pb kirliliğinin belirlenmesinde en uygun organellerin yıkanmamış hıyar yaprakları olacağı söylenebilir. Pb konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini gösteren grafik Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5 Pb konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

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

Çalışmaya konu elementlerden Pb' nin her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.11' de verilmiştir.

Tablo 4.11 Al konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

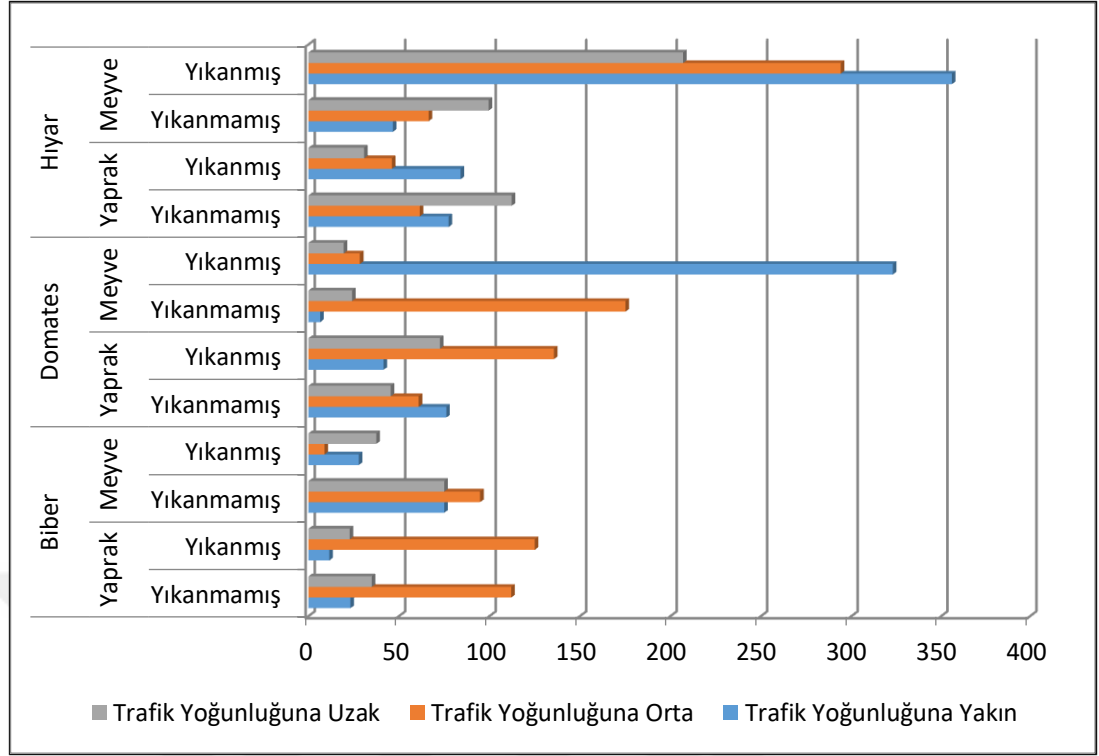
T ü r	O r g a n	Yıkanma Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
B i b e r	Y a p r a k	Yıkanmamış	23,197 a	112,017 c	34,927 b	40103,694
		Yıkanmış	11,563 a	125,060 c	22,757 b	94656,692
	M e y v e	Yıkanmamış	75,083 a	94,847 b	75,083 a	663,478
		Yıkanmış	27,797 b	8,803 a	37,490 c	45449,369
D o r m a k t e s	Y a p r a k	Yıkanmamış	76,247 c	60,900 b	45,500 a	2313,443
		Yıkanmış	41,480 a	135,570 c	72,660 b	68119,219
	M e y v e	Yıkanmamış	6,420 a	175,153 c	24,070 b	7049,119
		Yıkanmış	322,847 c	28,417 b	19,440 a	255691,869
H ı y a r	Y a p r a k	Yıkanmamış	77,433 a	61,473 a	112,303 a	0,634
		Yıkanmış	84,000 c	46,123 b	30,743 a	135,777
	M e y v e	Yıkanmamış	46,647 a	66,387 b	99,533 c	28342,385
		Yıkanmış	356,000 c	294,083 b	207,013 a	52,437

Al elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde çalışmaya konu ağır hıyarda yıkanmamış yaprak tür bazında değişiminin istatistiki olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı değildir. Diğer türlerde organel bazında değişim incelendiğinde % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Duncan testi sonucunda hıyarda yıkanmamış yaprak tek grup, biberde yıkanmamış meyve iki homojen grup, diğer tüm türlerin organelleri üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 6,420 ppm ile trafik yoğunluğunun yakın alanda yetişen domates yıkanmamış meyvesinde, en yüksek konsantrasyon değeri ise 356,000 ppm ile trafik yoğunluğuna yakın olan alanda yetişen yıkanmış hıyar yapraklarında elde edilmiştir. En yüksek oransal farklılık gösteren değerler domateste yakınmış meyvede olduğu tespit edilmiştir. Domateste yıkanmış meyvede trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanda Al konsantrasyonu yaklaşık 11,36 katı iken trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun uzak olan alandaki Al konsantrasyonu yaklaşık olarak 16,60 katı olarak hesaplanmıştır.

Trafik yoğunluğuna bağlı olarak trafik yoğunluğuna yakın olan alanlarda ağır metal element birikimi diğer alanlara göre daha fazla olacağı düşünülmektedir. Duncan testi sonuçlarının baktığımız hıyarda yıkanmış yaprak ve meyve, domateste yıkanmış meyve ve domateste yıkanmamış yaprak sonuçları üç homojen grup oluşturarak trafik yoğunluğu mesafelerine göre analiz sonuçları paralel çıkmaktadır. Analiz sonuçların trafik yoğunluğuna göre incelendiğinde domates yıkanmış meyvedeki sonuçlar dikkat çekmektedir. Domateste yıkanmış meyvede trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanda Al konsantrasyonu yaklaşık 11,36 katı iken trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun uzak olan alandaki Al konsantrasyonu yaklaşık olarak 16,60 katı olarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama ve sonuçlar dikkate alındığında Al kirliliğinin belirlenmesinde en uygun organelin domateste yıkanmış yaprakları olacağı söylenebilir. Al konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini gösteren grafik Şekil 4.6'de verilmiştir.



Şekil 4.6 Al konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağılı değişimi

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

Çalışmaya konu elementlerden Cd' nin her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.12' de verilmiştir.

Tablo 4.12 Cd konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

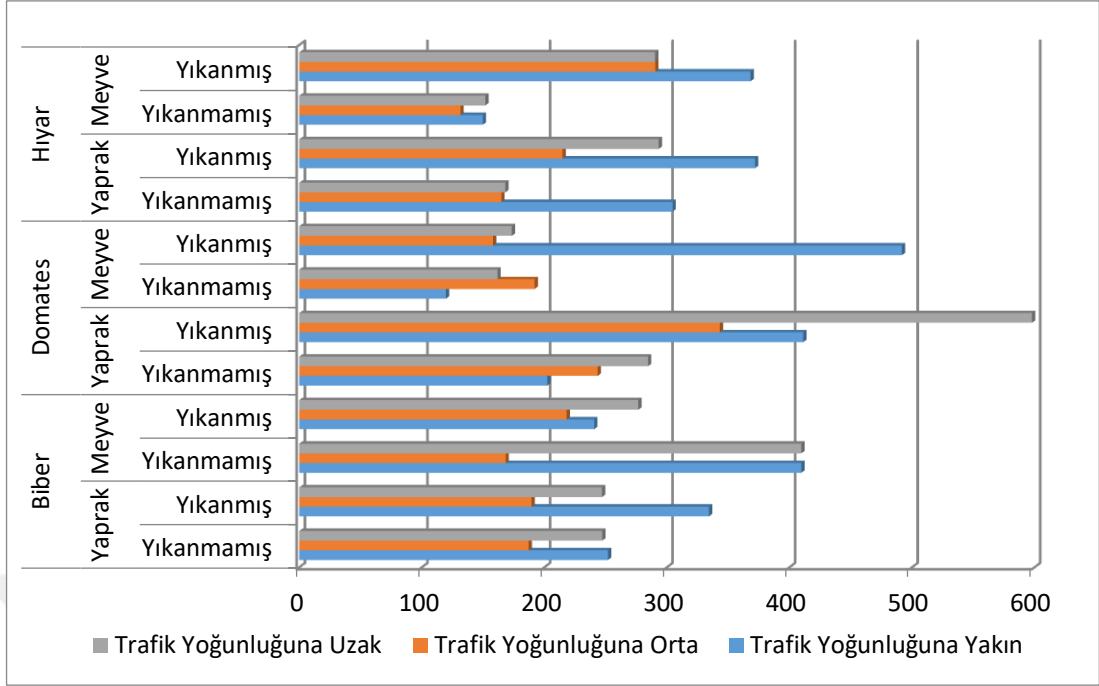
T ü r	O r g a n	Yıkanma Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
B i b e r	Y a p r a k	Yıkanmamış	251,933 b	187,267 a	247,267 b	369,487
		Yıkanmış	334,400 c	189,533 a	247,133 b	299,047
	M e y v e	Yıkanmamış	409,733 b	168,467 a	409,733 b	699,971
		Yıkanmış	240,730 b	218,200 a	276,670 c	331,234
D o m a k t e s	Y a p r a k	Yıkanmamış	202,530 a	243,600 b	284,670 c	157,146
		Yıkanmış	411,333 b	343,200 a	598,000 c	1029,997
	M e y v e	Yıkanmamış	119,767 a	192,133 c	161,833 b	867,660
		Yıkanmış	491,867 c	158,200 a	173,533 b	9352,509
H ı y a r	Y a p r a k	Yıkanmamış	304,667 b	164,933 a	168,267 a	206,304
		Yıkanmış	372,000 c	214,930 a	293,470 b	202,503
	M e y v e	Yıkanmamış	149,867 b	131,600 a	151,867 b	56,281
		Yıkanmış	368,330 b	290,530 a	290,400 a	7,511

Cd elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde çalışmaya konu olan biberde yıkanmamış yaprak, hıyarda yıkanmamış yaprak, yıkanmamış meyve ve yıkanmış meyve türlere ait organeller hariç hepsi incelendiğinde % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Duncan testi sonuçlarında baktığımızda biber yıkanmamış yaprak, biber yıkanmamış meyve, hıyar yıkanmamış yaprak, hıyar yıkanmamış meyve ve hıyar yıkanmış meyve iki homojen grup, diğer tüm türlerin organelleri üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 119,767 ppm ile trafik yoğunluğunun yakın alanda yetişen domates yıkanmamış meyvesinde, en yüksek konsantrasyon değeri ise 598,000 ppm ile trafik yoğunluğuna uzak olan alanda yetişen yıkanmış domates yapraklarında elde edilmiştir. En yüksek oransal farklılık gösteren değerler domatesteki yakınmış meyvede olduğu tespit edilmiştir. Domatesteki yıkanmış meyvede trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanda Cd konsantrasyonu yaklaşık 3,10 katı iken trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun uzak olan alandaki Cd konsantrasyonu yaklaşık olarak 2,83 katı olarak hesaplanmıştır.

Trafik yoğunluğuna bağlı olarak trafik yoğunluğuna yakın olan alanlarda ağır element birikimi diğer alanlara göre daha fazla olacağı düşünülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar incelendiğinde, Cd elementi konsantrasyonunun trafik yoğunluğuna bağlı değişimin anlamsız olduğu görülmektedir. Cd konsantrasyonu hıyar yıkanmış yaprak, domates yıkanmış meyve, biber yıkanmış yaprakta trafik yoğunluğuna bağlı olarak artmakta, domates yıkanmamış meyvede analiz sonuçlarında ise trafik yoğunluğuna bağlı olarak azalmaktadır. En yüksek değer trafiğin az yoğun olduğu alanda yetiştirilen domates yıkanmamış yaprakta elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre Cd konsantrasyonunun değişiminin trafik yoğunluğuna bağlı olarak değil de başka faktörlere tarafından değiştiği söylenebilir. Cd konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini gösteren grafik Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7 Cd konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

4.4.8. Ba Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu elementlerden Ba' nin her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.13' de verilmiştir.

Tablo 4.13 Ba konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

T ü r	O r g a n	Yıkama Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
B i b k e r	Y a p r a k	Yıkamamış	19,820 b	30,020 c	2,440 a	52737,859
		Yıkamış	8,687 b	43,110 c	1,230 a	186122,372
	M e y v e	Yıkamamış	47,187 b	8,147 a	47,187 b	212668,130
		Yıkamış	40,550 b	3,330 a	51,963 c	26360,108
D o r a k t e s	Y a p r a k	Yıkamamış	21,123 c	15,800 b	10,473 a	3922,141
		Yıkamış	55,523 b	29,390 a	157,917 c	502375,098
	M e y v e	Yıkamamış	1,973 a	17,863 c	2,863 b	9209,580
		Yıkamış	20,363 c	1,840 a	3,097 b	38933,229
H ı y a r	Y a p r a k	Yıkamamış	19,063 a	45,367 b	64,393 c	6381,596
		Yıkamış	8,333 c	7,087 b	2,520 a	249,006
	M e y v e	Yıkamamış	6,747 b	4,337 a	49,703 c	122931,376
		Yıkamış	96,333 c	60,150 b	37,503 a	3240,266

Ba elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde çalışmaya konu olan türlerdeki tüm organeller incelendiğinde % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

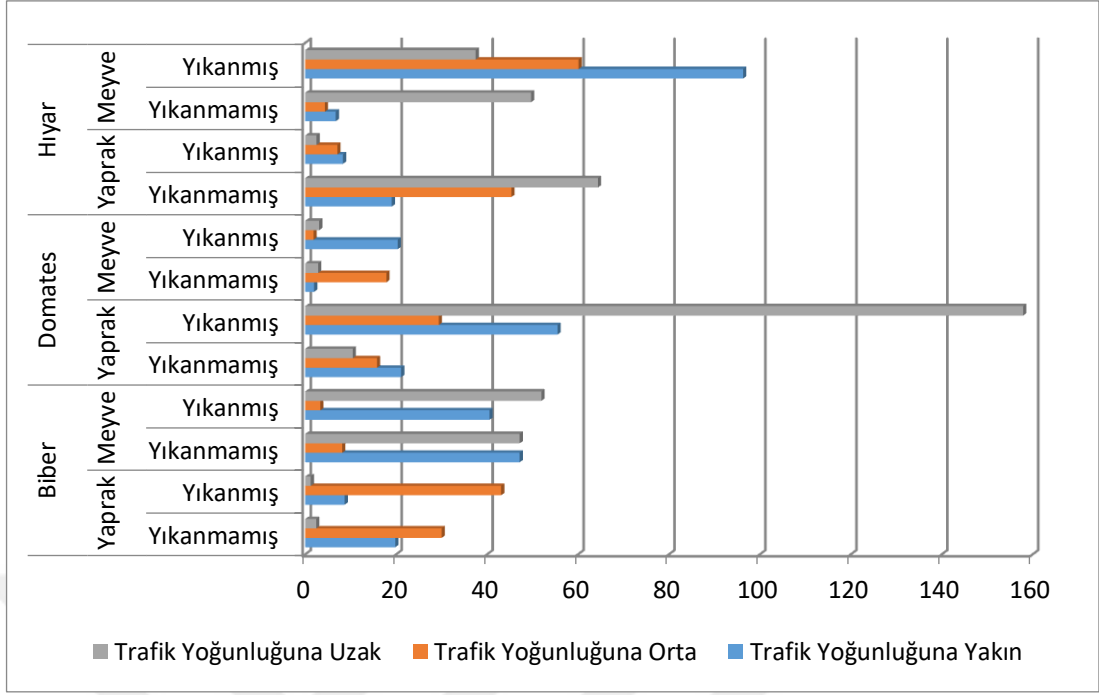
Duncan testi sonuçlarında baktığımızda biber yıkanmış meyve iki homojen grup, diğer tüm türlerin organelleri üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 1,230 ppm ile trafik yoğunluğunun uzak olduğu alandaki biber yıkanmış yaprakta, en yüksek konsantrasyon değeri ise 157,917 ppm ile trafik yoğunluğuna uzak olan alandaki domates yıkanmış yapraklarında elde edilmiştir. En yüksek oransal farklılık gösteren değer domates yıkanmış yaprakta olduğu tespit edilmiştir. Domateste yıkanmış yaprakta trafik yoğunluğuna uzak olan alan ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanda Ba konsantrasyonu yaklaşık 5,37 katı iken trafik yoğunluğuna uzak olan alan ile trafik yoğunluğunun yakın olan alandaki Ba konsantrasyonu yaklaşık olarak 2,84 katı olarak hesaplanmıştır. Hıyar yıkanmış meyve, domates yıkanmış meyve ve domates yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna bağlı olarak Ba elementi artış gösterirken, hıyar yıkanmamış meyve, hıyar yıkanmamış yaprak, domates yıkanmış yaprak ve biber yıkanmış meyvede trafik yoğunluğunun az olduğu alanlarda Ba elementi artışı gözlenmektedir.

Trafik yoğunluğuna bağlı olarak trafik yoğunluğuna yakın olan alanlarda ağır element birikimi diğer alanlara göre daha fazla olacağı düşünülmektedir. Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar incelendiğinde, Ba elementi konsantrasyonu hıyar yıkanmış yaprak, hıyar yıkanmış meyve ve domates yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna paralel olarak artış göstermektedir.

Sonuç olarak yapılan analiz sonucu değerlendirmesinde Ba elementi kirliliğinin belirlenmesinde trafik yoğunluğuna bağlı kalmadığı farklı çevresel faktörler tarafından da etkilendiği ortaya çıkmaktadır. Ba elementi konsantrasyonlarını tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna göre gösteren grafik Şekil 4.8 de verilmiştir.

Al kirliliğinin belirlenmesinde en uygun organellerin hıyar yıkanmış yaprak, hıyar yıkanmış meyve ve domates yıkanmamış yaprak olacağı söylenebilir. Ba konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimini gösteren grafik Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8 Ba konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

4.4.9. Ca Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu elementlerden Ca' un her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.14' de verilmiştir.

Tablo 4.14 Ca konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

T ü r	O r g a n	Yıkanma Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
B i p r a k	Y	Yıkanmamış	8020,400 c	7778,000 b	1388,200 a	1059869,863
	a	Yıkanmış	4135,067 b	6478,867 c	581,867 a	8786,758
M e y v e	Y	Yıkanmamış	17065,600 b	4588,200 a	17065,600 b	56955,058
	a	Yıkanmış	5901,333 b	2206,000 a	7766,200 c	9182,593
D p o r a k t e s	Y	Yıkanmamış	2958,967 c	2735,367 b	2511,367 a	3701,942
	a	Yıkanmış	15754,667 b	16208,267 c	14277,067 a	269,414
	M	Yıkanmamış	1682,467 b	8303,133 c	949,400 a	196477,736
	e	Yıkanmış	15603,600 c	1138,333 b	1089,600 a	792774,136
H ı y k a r e	Y	Yıkanmamış	5027,067 a	6682,000 b	5030,267 a	2653,902
	a	Yıkanmış	2180,000 b	5831,067 c	1825,333 a	3380,694
	M	Yıkanmamış	7803,400 c	3667,000 a	5009,400 b	19616,945
	e	Yıkanmış	18404,333 c	15607,200 b	9649,867 a	320,785

Ba elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde çalışmaya konu olan hıyar yıkanmamış yaprak hariç hepsi incelendiğinde % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

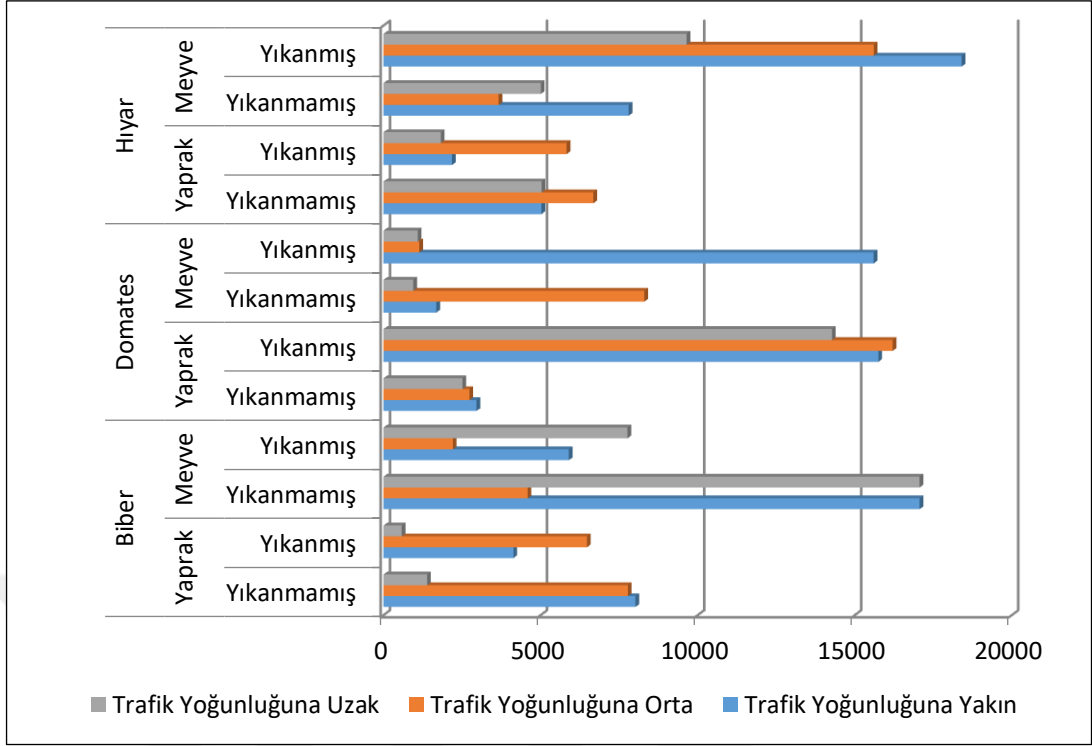
Duncan testi sonuçlarında baktığımızda biber yıkanmamış meyve ve hıyar yıkanmamış yaprak iki homojen grup, diğer tüm türlerin organelleri üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 581,867 ppm ile trafik yoğunluğunun uzak olduğu alandaki biber yıkanmış yaprakta, en yüksek konsantrasyon değeri ise 18404,333 ppm ile trafik yoğunluğuna yakın olan alandaki hıyar yıkanmış meyvede elde edilmiş olup en yüksek değer ile en düşük değer arasında ki Ca konsantrasyon değerinin 31,62 katı olması dikkat çekmektedir.

Analiz sonuçları incelendiğinde en yüksek oransal farklılık gösteren değer domates yıkanmış meyvede olduğu tespit edilmiştir. Domateste yıkanmış meyvede trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanda Ca konsantrasyonu yaklaşık 13,70 katı iken trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun uzak olan alandaki Ba konsantrasyonu yaklaşık olarak 14,32 katı olarak hesaplanmıştır. Hıyar yıkanmış meyve, domates yıkanmış meyve, domates yıkanmamış yaprak ve biber yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna bağlı olarak Ca elementi artış göstermektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar incelendiğinde, Ca elementi konsantrasyonu hıyar yıkanmış yaprak trafik yoğunluğuna paralel olarak artışı bariz olarak görülmektedir.

Sonuç olarak yapılan analiz sonucu değerlendirmesinde Ca elementi artışının belirlenmesinde en uygun tür ve organelin hıyar yıkanmış yaprak olacağı söylenebilir. Ca elementi konsantrasyonlarını tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna göre gösteren grafik Şekil 4.9 de verilmiştir.



Şekil 4.9 Ca konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

4.4.10. Na Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu elementlerden Na' un her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.14' de verilmiştir.

Tablo 4.15 Na konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

T ü r	O r g a n	Yıkanma Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
B i b e r	Y a p r i l	Yıkanmamış	380,730 b	3697,200 c	126,070 a	141751,664
		Yıkanmış	132,270 b	5507,400 c	38,000 a	1507225,308
	M e y v e	Yıkanmamış	203,867 a	437,600 b	203,867 a	14546,788
		Yıkanmış	4035,867 c	436,667 b	313,000 a	31591,929
D o r m a k	Y a p r i l	Yıkanmamış	96,770 a	192,200 b	287,570 c	2483,138
		Yıkanmış	585,733 b	3168,000 c	303,067 a	37745,256
	M e y v e	Yıkanmamış	280,667 b	2157,533 c	166,500 a	11198,228
		Yıkanmış	1109,470 b	1148,000 c	174,200 a	192547,549
H ı y k a r	Y a p r i l	Yıkanmamış	1235,600 b	1837,133 c	990,467 a	877,591
		Yıkanmış	1045,000 b	1949,733 c	451,200 a	4892,742
	M e y v e	Yıkanmamış	2584,467 c	2392,067 b	1283,333 a	7841,441
		Yıkanmış	2723,000 c	2191,067 b	515,333 a	491,602

Na elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde çalışmaya konu olan bütün organellerin % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

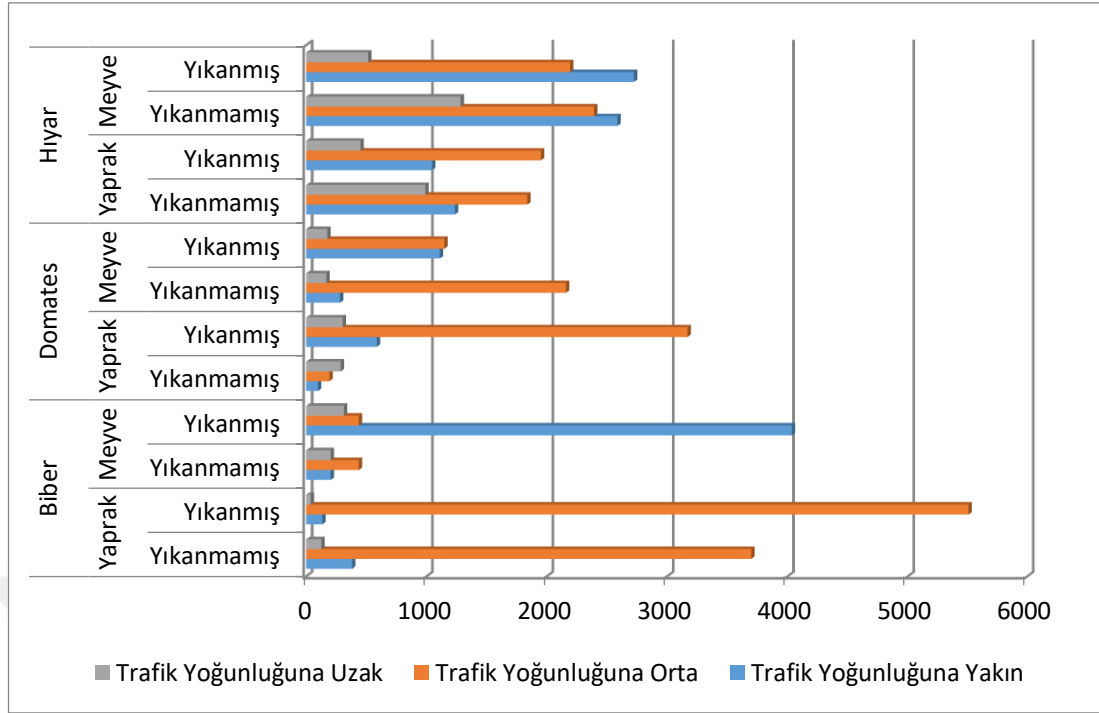
Duncan testi sonuçlarında baktığımızda biber yıkanmamış meyvenin iki homojen grup, diğer tüm türlerin organelleri üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 38,000 ppm ile trafik yoğunluğunun uzak olduğu alandaki biber yıkanmış yaprakta, en yüksek konsantrasyon değeri ise 5507,400 ppm ile trafik yoğunluğunun orta seviye olan alandaki biber yıkanmış yaprakta elde edilmiş olup en yüksek değer ile en düşük değer arasında ki Ca konsantrasyon değerinin 144,93 katı olması dikkat çekmektedir.

Analiz sonuçları incelendiğinde, en yüksek oransal farklılık gösteren değerler biber yıkanmış yaprakta olduğu tespit edilmiştir. Biber yıkanmış yaprakta trafik yoğunluğunun orta seviyede olan alan ile trafik yoğunluğuna yakın olduğu alanda Na konsantrasyonu yaklaşık 41,63 katı iken trafik yoğunluğuna yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun uzak olan alandaki Na konsantrasyonu yaklaşık olarak 3,48 katı olarak hesaplanmıştır. Hıyar meyve (yıkanmış-yıkanmamış). ve biber yıkanmış meyvesinde trafik yoğunluğuna bağlı olarak Na elementi artış göstermekte iken domates yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna göre azalma göstermektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar incelendiğinde, Na konsantrasyonu hıyar meyve (yıkanmış-yıkanmamış). ve biber yıkanmış meyvesinde trafik yoğunluğuna paralel olarak artışı bariz olarak görülmektedir.

Sonuç olarak yapılan analiz sonucu değerlendirmesinde Na elementi artışının belirlenmesinde en uygun tür ve organelin hıyar meyve (yıkanmış-yıkanmamış). ve biber yıkanmış meyvesinde olacağı söylenebilir. Na elementi konsantrasyonlarını tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna göre gösteren grafik Şekil 4.10 da verilmiştir.



Şekil 4.10 Na konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

4.4.11. Fe Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu elementlerden Fe' nin her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.16' da verilmiştir.

Tablo 4.16 Fe konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

T ü r	O r g a n	Yıkanma Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
B i b e r	Y a p r a k	Yıkanmamış	25,823 a	184,263 b	76,980 c	24875,616
		Yıkanmış	59,403 b	20,557 a	99,027 c	12103,538
	M e y v e	Yıkanmamış	54,197 a	112,220 a	54,197 a	1,643
		Yıkanmış	29,067 a	44,060 c	31,890 b	8348,566
D o r m a k t e s	Y a p r a k	Yıkanmamış	86,007 c	67,133 b	48,263 a	2074,064
		Yıkanmış	390,600 c	206,077 b	58,750 a	83640,869
	M e y v e	Yıkanmamış	26,213 a	170,680 c	36,740 b	8578,234
		Yıkanmış	47,650 b	51,677 c	30,380 a	18782,974
H ı y a r	Y a p r a k	Yıkanmamış	44,127 a	65,830 b	167,570 c	5560,260
		Yıkanmış	168,117 c	125,463 a	146,790 b	222,794
	M e y v e	Yıkanmamış	144,510 b	174,743 c	22,337 a	20967,068
		Yıkanmış	3790,000 b	296,603 a	185,257 a	1121,813

Fe elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde biber yıkanmamış meyve ve hıyar yıkanmış meyve dışındaki çalışmaya konu olan bütün organellerinin % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

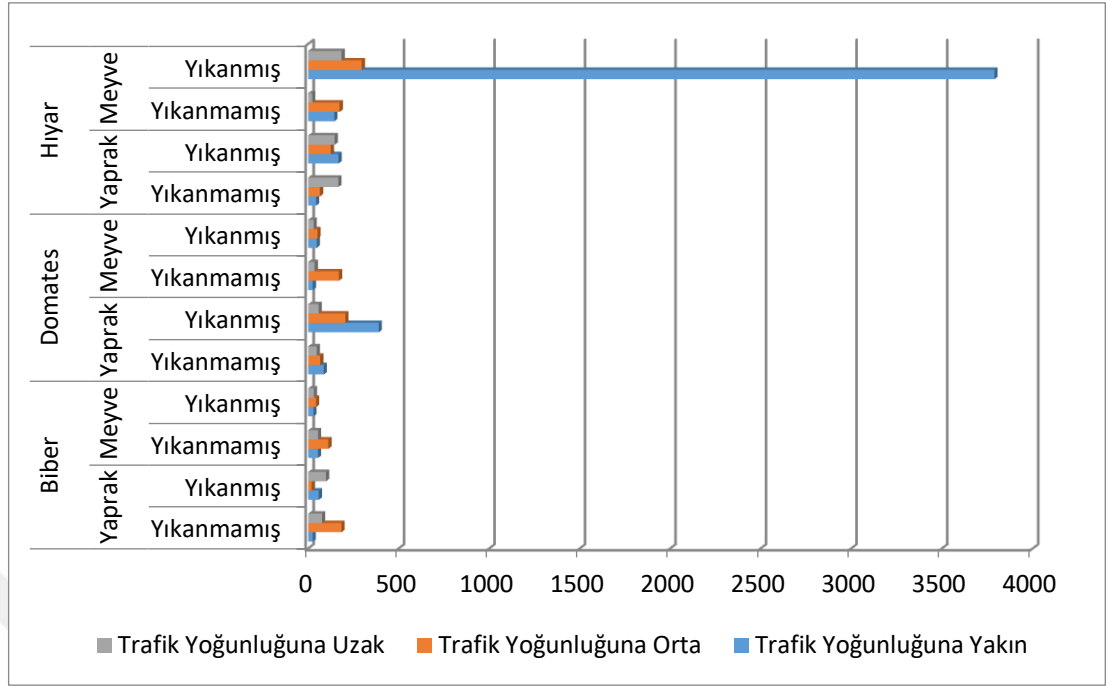
Duncan testi sonuçlarında baktığımızda biber yıkanmamış meyvenin tek grup, hıyar yıkanmış meyve iki homojen grup, diğer tüm türlerin organelleri üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 20,557 ppm ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alandaki biber yıkanmış yaprakta, en yüksek konsantrasyon değeri ise 3790,00 ppm ile trafik yoğunluğuna yakın olan alandaki hıyar yıkanmış meyvede elde edilmiş olup en yüksek değer ile en düşük değer arasında ki Fe konsantrasyon değerinin 184,36 katı olması dikkat çekmektedir.

Analiz sonuçları incelendiğinde, en yüksek oransal farklılık gösteren değerler hıyar yıkanmış meyvede olduğu tespit edilmiştir. Hıyar yıkanmış meyvede trafik yoğunluğunun yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanda Fe konsantrasyonu yaklaşık 12,77 katı iken trafik yoğunluğunun orta seviyede olan alan ile trafik yoğunluğunun uzak olan alandaki Fe konsantrasyonu yaklaşık olarak 1,60 katı olarak hesaplanmıştır. Hıyar yıkanmış meyve, domates yıkanmış yaprak ve domates yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna bağlı olarak Fe konsantrasyon artış göstermekte iken hıyar yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna göre azalma göstermektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar incelendiğinde, Fe konsantrasyonu hıyar yıkanmış meyve, domates yıkanmış yaprak ve domates yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna paralel olarak artışı bariz olarak görülmektedir. Ancak hıyar yıkanmamış meyvedeki yüksek artışın grafik incelendiğinde trafik yoğunluğuna bağlı bir artış olmayıp çevresel faktörlerin etkisinde olan bir artış olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak yapılan analiz sonucu değerlendirmesinde Fe elementi artışının belirlenmesinde en uygun tür ve organelin Domates yaprakları (yıkanmış-yıkanmamış) olacağı söylenebilir. Fe elementi konsantrasyonlarını tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna göre gösteren grafik Şekil 4.11 da verilmiştir.



Şekil 4.11 Fe konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

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

Çalışmaya konu elementlerden Mn' nın her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.17' de verilmiştir.

Tablo 4.17 Mn konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

Tür	Organel	Yıkanma Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
Bipraker	Y	Yıkanmamış	70,223 c	59,270 b	14,550 a	36612,912
	a	Yıkanmış	24,293 b	75,260 c	8,233 a	94475,555
Meve	Y	Yıkanmamış	63,977 b	19,653 a	63,977 b	62832,342
	a	Yıkanmış	90,337 c	14,393 a	69,483 b	99681,577
Dormak tesse	Y	Yıkanmamış	16,270 a	39,433 b	62,600 c	2873,139
	a	Yıkanmış	47,667 b	37,177 a	80,407 c	12384,766
	M	Yıkanmamış	7,237 b	20,987 c	6,403 a	6054,622
	y	Yıkanmış	50,913 c	11,613 b	10,220 a	96521,798
Hıykar	Y	Yıkanmamış	22,710 a	29,313 b	56,150 c	1808,460
	a	Yıkanmış	6,033 a	12,180 c	9,107 b	1333,117
	M	Yıkanmamış	15,463 b	12,730 a	56,597 c	244111,976
	y	Yıkanmış	128,333 c	75,167 b	19,497 a	601,232

Mn elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde çalışmaya konu olan bütün organellerinin % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Duncan testi sonuçlarında baktığımızda biber yıkanmamış meyve iki homojen grup, diğer tüm türlerin organelleri üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 6,033 ppm ile trafik yoğunluğunun yakın alandaki hıyar yıkanmış yaprakta, en yüksek konsantrasyon değeri ise 128,333 ppm ile trafik yoğunluğununa yakın olan alandaki hıyar yıkanmış meyvede elde edilmiş olup en yüksek değer ile en düşük değer arasındaki Mn konsantrasyon değerinin 21,27 katı olarak hesaplanmıştır.

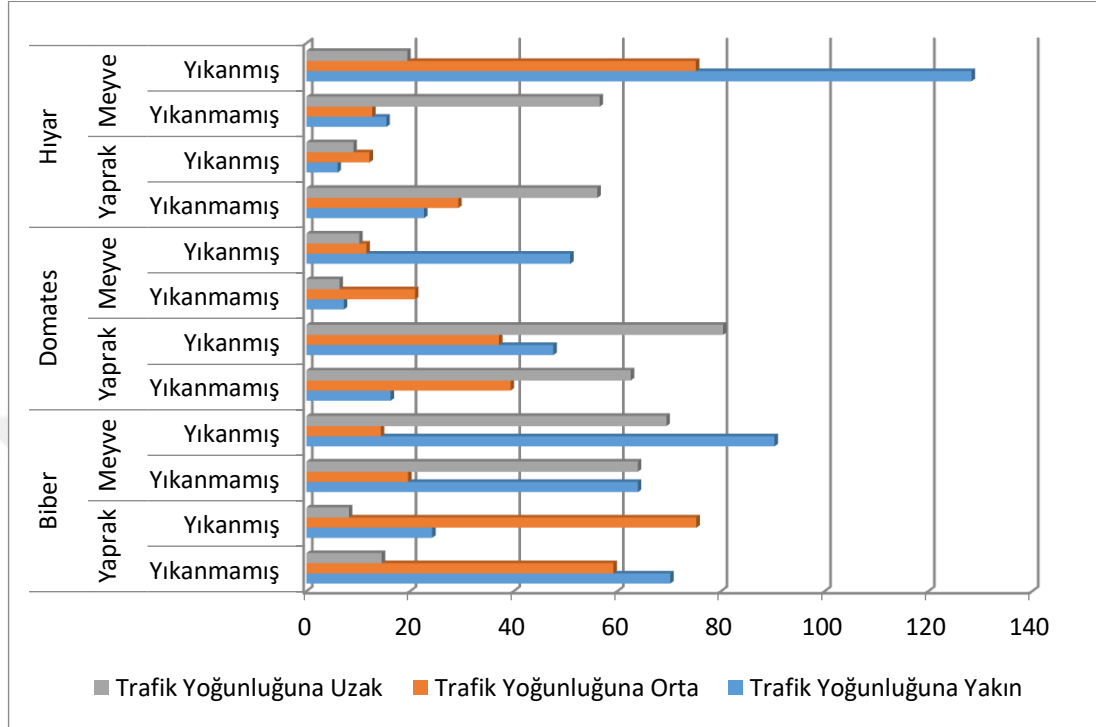
Analiz sonuçları incelendiğinde, en yüksek oransal farklılık gösteren değerler hıyar yıkanmış meyve ve biber yıkanmış yaprakta olduğu tespit edilmiştir. Hıyar yıkanmış meyvede trafik yoğunluğunun yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun uzak olduğu alanda Mn konsantrasyonu yaklaşık 21,27 katı iken biber yıkanmış yapraktaki trafik yoğunluğunun orta seviyede olan alan ile trafik yoğunluğunun yakın olan alandaki Fe konsantrasyonu yaklaşık olarak 9,14 katı olarak hesaplanmıştır. Hıyar yıkanmış meyve, domates yıkanmış meyve ve biber yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna bağlı olarak Mn konsantrasyon sistematik olarak artış göstermekte iken hıyar yıkanmamış yaprak ve domates yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna göre sistematik olarak azalma göstermektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar incelendiğinde, Mn konsantrasyonu hıyar yıkanmış meyve, domates yıkanmış meyve ve biber yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna paralel olarak artışı bariz olarak görülmektedir.

Sonuç olarak yapılan analiz sonucu değerlendirmesinde Mn elementi artışının belirlenmesinde en uygun tür ve organelin hıyar yıkanmış meyve, domates yıkanmış meyve ve biber yıkanmamış yaprakta olacağı söylenebilir

Ayrıca biber yıkanmamış meyvede trafik yoğunlukları incelendiğinde trafik yoğunluğuna yakın ve uzak olan analiz değerlerinin aynı olduğu, orta seviyede trafik yoğunluğu olan alanda ise bu değerlerin trafik yoğunluğunun yakın ve uzak olan analiz değerlerinden düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu tespit neticesinde Mn konsantrasyon değişiminde çevresel faktörlerinde etkin olduğu düşünülmektedir. Mn elementi

konsantrasyonlarını tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna göre gösteren grafik Şekil 4.12 de verilmiştir.



Şekil 4.12 Mn konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

4.4.13. Mg Konsantrasyonunun Tür ve Organel Bazında Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi

Çalışmaya konu elementlerden Mg'un her bir türün meyve ve yapraklarındaki değişimi trafik yoğunluğuna göre ayrı ayrı incelenmiştir. İncelemeler sonucunda elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonucunda bulunan F değeri, önem düzeyi, ortalama sonuçlar ile Duncan testi oluşan gruplaşmalar özetlenerek Tablo 4.18' de verilmiştir.

Tablo 4.18 Mg konsantrasyonun tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

T ü r	O r g a n	Yıkanma Durumu	TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI KONUM			F DEĞERİ
			Yakın	Orta	Uzak	
B i b e r	Y a p r a k	Yıkanmamış	172,590 a	167,150 a	1507,867 b	38556,559
		Yıkanmış	132,327 a	166,340 b	1047,867 c	6537,141
	M e y v e	Yıkanmamış	111,750 a	2007,200 b	111,750 a	13054,061
		Yıkanmış	167,100 c	131,150 b	64,243 a	182414,562
D o m a t e s	Y a p r a k	Yıkanmamış	913,700 a	2136,567 b	3359,400 c	2907,465
		Yıkanmış	130,303 c	80,160 a	118,047 b	900,452
	M e y v e	Yıkanmamış	992,667 b	2232,467 c	826,400 a	5224,538
		Yıkanmış	354,640 b	66,143 a	66,517 a	125218,406
H ı y a r	Y a p r a k	Yıkanmamış	8877,867 c	4289,133 a	6003,933 b	165,855
		Yıkanmış	2374,000 c	1549,200 b	125,067 a	117,444
	M e y v e	Yıkanmamış	169,607 c	54,983 a	167,277 b	28670,473
		Yıkanmış	537,333 c	351,487 b	132,617 a	760,999

Mg elementinin değişimi tür ve organel bazında incelendiğinde biber yıkanmamış yaprak ve domates yıkanmış yaprak hariç çalışmaya konu olan diğer bütün organellerinin % 99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Duncan testi sonuçlarında baktığımızda biber yıkanmamış meyve ve biber yıkanmamış yaprak iki homojen grup, diğer tüm türlerin organelleri üç homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

Ortalama değerler incelendiğinde en düşük konsantrasyon 54,983 ppm ile trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alandaki hıyar yıkanmamış meyvede, en yüksek konsantrasyon değeri ise 8877,867 ppm ile trafik yoğunluğuna yakın olan alandaki hıyar yıkanmamış yaprakta elde edilmiş olup en yüksek değer ile en düşük değer arasındaki Mg konsantrasyon değerinin 161,46 katı olarak hesaplanmıştır.

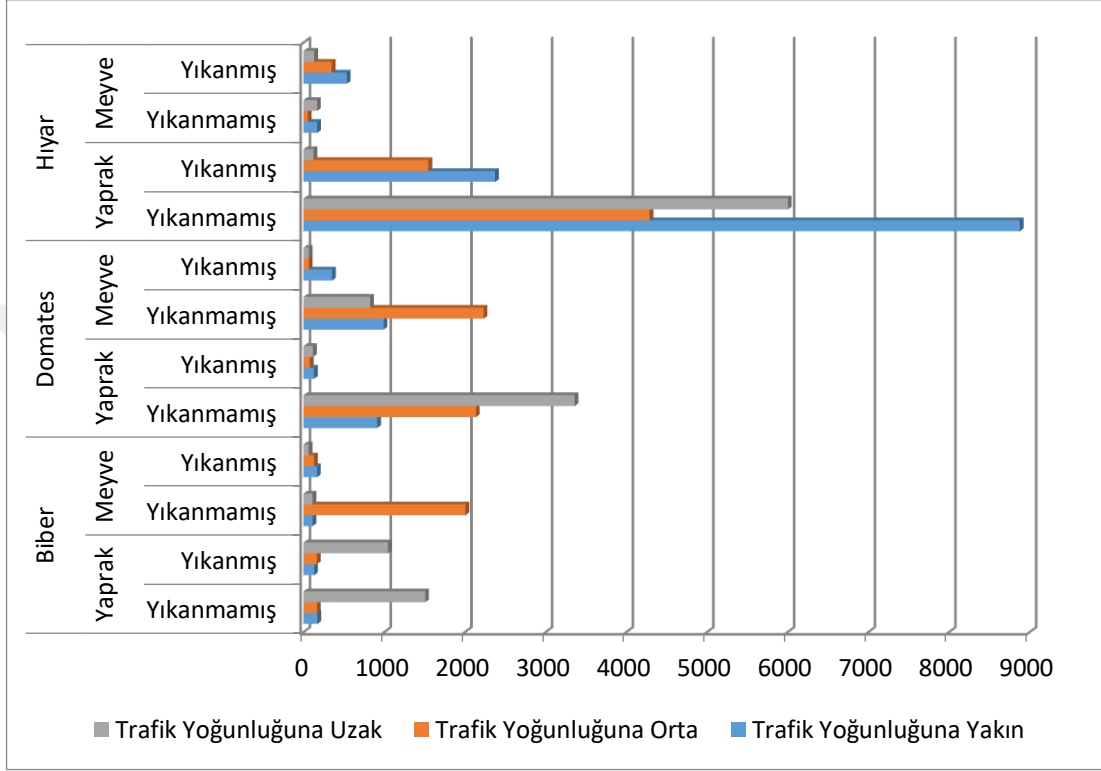
Analiz sonuçları incelendiğinde, en yüksek oransal farklılık gösteren değer hıyar yıkanmış yaprakta olduğu tespit edilmiştir. Hıyar yıkanmış yaprakta trafik yoğunluğunun yakın olan alan ile trafik yoğunluğunun uzak olduğu alanda Mg konsantrasyonu yaklaşık 18,98 katı, trafik yoğunluğunun orta seviyede olan alan ile trafik yoğunluğunun uzak olan alandaki Mg konsantrasyonu yaklaşık olarak 12,38 katı ve trafik yoğunluğuna yakın olan alan ike trafik yoğunluğunun orta seviyede olduğu alanda Mg konsantrasyon değeri 1,53 katı olarak hesaplanmıştır. Hıyar yıkanmış meyve, hıyar yıkanmış yaprak ve biber yıkanmış meyvede trafik yoğunluğuna bağlı olarak Mg konsantrasyon sistematik olarak artış göstermekte iken biber yıkanmış yaprak ve domates yıkanmamış yaprakta trafik yoğunluğuna göre sistematik olarak azalma göstermektedir.

Ortalama değerler ve Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar incelendiğinde, Mg konsantrasyonu Hıyar yıkanmış meyve, hıyar yıkanmış yaprak ve biber yıkanmış meyvede trafik yoğunluğuna paralel olarak artışı bariz olarak görülmektedir.

Sonuç olarak yapılan analiz sonucu değerlendirmesinde Mg elementi artışının belirlenmesinde en uygun tür ve organelin hıyar yıkanmış meyve, hıyar yıkanmış yaprak ve biber yıkanmış meyvede olacağı söylenebilir.

Ayrıca biber yıkanmamış meyvede trafik yoğunlukları incelendiğin trafik yoğunluğuna yakın ve uzak olan analiz değerlerinin aynı olduğu, orta seviyede trafik yoğunluğu olan alanda ise bu değerlerin trafik yoğunluğunun yakın ve uzak olan analiz

değerlerinden yaklaşık olarak 17,89 katı fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu tespitler neticesinde Mg konsantrasyon değişiminde çevresel faktörlerinde etkin olduğu düşünülmektedir. Mg elementi konsantrasyonlarını tür ve organel bazında trafik yoğunluğuna göre gösteren grafik Şekil 4.13 de verilmiştir.



Şekil 4.13 Mg konsantrasyonunun tür ve organel bazında trafik yoğunluğu bağlı değişimi

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Yıllar içerisinde artan nüfus ve sanayileşme beraberinde hava kirliliğini de getirmiştir. Hava kirliliği incelemelerinde bazı kentlerde insan sağlığını olumsuz etkileyecek düzeyin üzerine çıkmıştır (Şevik vd., 2020b,c). Ağır metal kirliliği, tarım ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi olan önemli bir çevre sorunudur (Terzi vd., 2011). Hava kirliliğine neden ağır metaller doğada bozulmadan uzun süre kalabilmektedir. Zaman içerisinde de konsantrasyonu sürekli artış göstermektedir. Ayrıca ağır metaller biyobirikme eğilimindedirler. Biyobirikme eğiliminde olmalarından dolayı ağır metal konsantrasyonunun belirlenmesi, riskli bölgelerin ve risk düzeyinin tespit edilmesi açısından büyük öneme sahiptir. Atmosferdeki ağır metal konsantrasyonunun değişimini gösteren en önemli unsurlar biyomonitörlerdir (Çömeten, 2019).

Ankara ilinde yapılan trafik yoğunluğuna göre karayolu konumuna göre üç farklı alanda yetiştirilen ve biyomonitör olarak kullanılan tek yıllık sebzelerden organ bazın yapılan ölçümlerde elde edilen ağır metal konsantrasyonları organ ve yıkanma durumuna göre değişimleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Cr, Pb, Cd, Co, Fe, Ca ve Na yıkanma durumlarına göre trafik yoğunluğuna bağlı olarak en az % 95 güven düzeyinde anlamlı olmak üzere farklılaştığı belirlenmiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar sanayi bölgeleri, enerji hatları ve ulaşım yolları çevresinde yetişen bitkilerin meyvelerinde ağır metal konsantrasyonlarının yüksek seviyelerde olduğunu ortaya çıkmıştır (Shahid vd., 2013). Bunun yanında trafik yoğunluğuna bağlı olarak, bitkilerin çeşitli organlarında ağır metal konsantrasyonlarının da yüksek seviyelerde olduğunu ve mesafeye bağlı olarak trafik yoğunluğunda uzaklaşıldıkça ağır metal konsantrasyonlarında azalmalar olduğu tespit edilmiştir (Bilge vd., 2013; Arıcak vd., 2019). Bu sonuç bitki organellerinin biriken ağır metalleri atmosferde birikmiş olan kirlilik düzeyini göstermektedir (Shahid vd., 2017).

Atmosferi kirleten en önemli kirleticilerin biriside trafiktir. Şehirlerde artan taşıt sayısına bağlı olarak egzoz gazları, taşıt lastiklerinin aşınması önemli birer kirlilik

kaynaklarıdır (Mossi, 2018). Trafik yoğunluğunun çevre üzerindeki olumsuz etkilerini ve ağır metal birikimlerinin araştırılması için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların birçoğunun sonucunda ağır metal birikimin trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığını göstermiştir.

Saleh (2018) yaptığı çalışmada Pb, Ni, Cr, Ca, Fe, Zn, Ca ve Mn konsantrasyonunun sekiz bitki türünde trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığını belirlemiştir. Bu çalışmalara benzer çalışmalarda Gültekin (2020). Pb elementi, Erdem (2018). Ni, Pb ve Cd elementleri, Batır (2019). Co, Cd ve Pb elementlerinin trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttığını tespit etmiştir.

Çalışma sonucunda en düşük konsantrasyon değerleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde K, Co, Al ve Na domates yıkanmamış yaprakta, Cr ve Cd domates yıkanmamış meyvede, Pb domates yıkanmış meyvede, Ni ve Mn hıyar yıkanmış yaprakta, Mg hıyar yıkanmamış meyvede, Fe, Ca ve Ba biber yıkanmış yaprakta, en yüksek konsantrasyon değerleri ise Cr, Cd, ve Ba domates yıkanmış yaprakta, K biber yıkanmamış yaprakta, Co biber yıkanmamış meyvede, Ni biber yıkanmış yaprakta, Na biber yıkanmış meyvede, Pb ve Mg hıyar yıkanmamış yaprakta, Al, Fe ve Mn hıyar yıkanmış meyvede, Ca hıyar yıkanmış yaprakta tespit edilmiştir. Örneğin yıkanmam durumları göz ardı edilip sadece yıkanmamış meyve ve yaprak değerlerine baktığımızda trafiğin yoğun olduğu alandaki Pb konsantrasyonu hıyarda en düşük meyvede, en yüksek yaprakta belirlenirken domateste en düşük Pb konsantrasyonu yaprakta en yüksek eğer ise meyvede tespit edilmiştir. Bunun sonucunda ağır metal konsantrasyonların farklı bitkilerde farklı organellerde farklı sonuçlar ortaya çıkardığıdır.

Yapılan çalışma neticesinde metallere K, Mg, Ni, Al, Ba ve Mg'un trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişimlerini incelendiğinde istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı Na, Ca, Fe, Co, Cr, Pb ve Cd' un trafik yoğunluğuna göre artış gösterdiği anlaşılmıştır. Ağır metal kirliliğinin sanayi tesisleri ve trafik yoğunluğu en önemli etkenler olarak gösterilmektedir (Martley vd., 2004, Gültekin, 2020). Bitkilerde trafik yoğunluğuna bağlı olarak ağır metal

konsantrasyonlarının önemli düzeyde farklılıklar gösterdiği belirtilmektedir (Assirey vd., 2015; Galal vd., 2015).

Pb endüstri alanları, karayollarına yakın tarım alanlarındaki kültür bitkilerinde bazen toksik düzeylerde etkisi bulunabilmektedir (Kahvecioğlu vd., 2004). Yapılan birçok araştırmaya göre, motorlu taşıt trafiği yoğun bağlı olarak karayolları yakınlarındaki alanlardaki toprak ve bitki örtüsünde, başta kurşun olmak üzere birçok ağır metalin yüksek düzeyde miktarlarına rastlanmaktadır (Var vd., 1993).

Cd ise sanayi kaynaklı karbon salınımına bağlı çevreye salınan, bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkileyen toksik bir ağır metaldir (Benavides vd., 2005; Asri vd., 2006). Bitkilerde fazla kadmiyum azot ve karbonhidrat metabolizmalarında değişiklik, büyüme noksanlığı, fotosentez engellenmesi, enzimlerin indüksiyonu ve inhibisyonu, değişen stoma etkisi, su ilişkileri, katyonların akışı ve serbest radikallerin üretimi gibi bir takım toksik semptomlara neden olur (Prasad, 1995; Asri vd., 2006).

Cd ve Pb ağır metalleri üzerine yapılan birçok araştırmada elde edilen burgularda trafik yoğunluğu ile Cd ve Pb elementi birikimin paralel olarak artış göstermiş ve trafik kökenli olduğu anlaşılmıştır (Ndiokwere, 1984; Ho vd., 1988; Haktanır vd., 1995; Dierkes vd., 1999; Al-Chalabi vd., 2000; Kakulu, 2003; Swaileh vd., 2004).

Cr bitki büyümesi ve gelişmesi üzerindeki toksik etkileri kök hücrelerinin bölünme ve uzamasını engelleyerek kök gelişimini engeller. Bu durum topraktan alınan bitki besin maddesi ve suyun azalmasına yol açarak bitki büyüme ve gelişmesini azaltır. Dolayısıyla önemli düzeyde verim ve kalite azalması görülür.

Co kirliliği sadece araç trafiği veya endüstriyel faaliyete bağlanmamalıdır. Son zamanlarda tarımsal ürünlerin kalite ve miktarını arttırmak için kullanılan gübreler, zirai ilaçlar ağır metal kirliliği meydana getirmektedir (Adiloğlu vd., 2015). Yan ve ark (2013). tarafından yapılan araştırmada karayolu kenarındaki topraklarını incelemiş ve trafik yoğunluğundan uzaklaştıkça topraklarda kobalt konsantrasyonun azaldığını belirlemişlerdir.

Fe için ise; Tam ve ark (1987). yapmış olduğu çalışmada trafiğin yoğun olduğu yol yakınlarındaki parklarda aldıkları numunelerde Fe elementi değişimi araştırmışlar ve kirliliğin kaynağının trafik yoğunluğuna bağlı olarak motorlu araçlardan oluşan havasal tortular olduğu sonucuna varılmıştır.

Ho ve Tai (1988)., yaptığı araştırmalarda yol kenarındaki çim ve topraklarında Cd, Pb, Cu, Zn, Fe ve Mn konsantrasyonlarını araştırmışlar ve Fe elementi dahil olmak diğer bahsi geçen elementlerinde hem çim de, hem de toprakta artış gösterdiği ve bu artışın trafik yoğunluğu ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Swaileh ve ark (2001)., yaptıkları çalışmada yol kenarlarındaki ağır metal konsantrasyonunun bitkilerde kök, gövde ve yapraklarında farklı değerler elde edildiği belirlenmiştir.

Hava kirliliği neden olan ve insan sağlığı açısından toksik - kanserojen etkileri bulunan Cr, Pb, Co ve Cd doğadaki konsantrasyon değerleri, birikimleri izlenmeli ve riskli alanların yerlerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bitkilerin havadaki ağır metal kirliliğinin izlenmesinde biyomonitor olarak kullanılmalarına ilişkin çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen hangi ağır metal konsantrasyonunun izlenmesinde hangi bitkilerin daha uygun olduğu henüz tam olarak belirlenebilmiş değildir. Yapılan çalışmalar en fazla 8-10 adet bitkinin karşılaştırılması ile yapılabilmekte ve bu durumda sadece çalışmaya konu bitkiler birbiri ile kıyaslanabilmektedir. Oysa yapılan çalışmalar aynı ortamda yetişen türler arasında çok yüksek düzeyde fark olduğunu ortaya koymaktadır (Mossi, 2018; Sevik vd., 2019; Saleh, 2018).

Ağır metaller bitki bünyesine kök veya yaprak alımı yoluyla girebilmektedir ancak, bitkinin iç dokularındaki ağır metallerin topraktan mı yoksa atmosferden mi alındığını ayırt etmek çok zordur. Çünkü iki alım yolağı da eş zamanlı çalışabilmektedirler (Pourrut vd., 2013; Shadid vd., 2017). Bundan dolayı özellikle havadaki ağır metal kirliliğinin izlenmesinde en uygun organların yapraklar olduğu düşünülmektedir. Çünkü yapraklar havadaki ağır metal kirliliğine en çok maruz kalan ve fotosentez esnasında stomaları vasıtasıyla bünyesine hava girişi olması

dolayısıyla havadaki ağır metal kirliliğinden en çok etkilenen organlardır (Cetin vd., 2019b; Shahid vd., 2017; Saleh, 2018).

Ancak, ağır metallerin bitki bünyesine girmesini ve birikmesini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bitki türü, yağış ve rutubet miktarı, bitki habitusu, organelin yapısı, ağır metalin türü ve bitki ile etkileşimi bu faktörlerden bazılarıdır (Sevik vd., 2019a; Arıcak vd., 2020). Bu faktörlere ek olarak ayrıca gerek doğrudan ve gerekse dolaylı olarak ağır metal konsantrasyonunu etkilemesi olası pek çok faktör bulunmaktadır. Örneğin bitki türüne bağlı olarak ağır metal konsantrasyonun değişimi pek çok çalışmada ortaya konulmuştur (Saleh, 2018; Mossi, 2018).

Ancak bitkinin alt türü, formu, varyetesi ve orijinlerinde de ağır metal konsantrasyonlarının farklı düzeylerde olması beklenebilir. Zira yapılan çalışmalar pek çok fenolojik, morfolojik ve anatomik yapının bu özelliklere bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır (Yucedag vd., 2019; Cetin vd., 2018a,b; Sevik vd., 2019e; Ozkazanc vd., 2019). Dolayısıyla bitkinin ağır metal alımı büyüme performansı ile büyüme performansı ise çevresel faktörlerin etkisiyle şekillenmektedir (Ertugrul vd., 2019; Yigit vd., 2018; Yigit vd., 2019). Bu durumda çevresel faktörlere bağlı olarak bitki metabolizmasının da değişmesi ve bu durumun ağır metal emilimini etkilemesi olasıdır (Shahid vd., 2017; Alaqouri vd., 2020a,b).

Bitkilerde ağır metal emilimi bitki metabolizması ile de yakından ilişkilidir (Taylor vd., 2000; Shahid vd., 2017). Dolayısıyla bitki metabolizmasını önemli ölçüde etkileyen bitkinin stres düzeyi (Sevik ve Cetin, 2015; Topacoglu vd., 2016; Yigit vd., 2016a; Sevik ve Karaca, 2016), bitki orijini (Sevik ve Topacoglu, 2015; Yigit vd., 2016b), alt tür (Yucedag vd., 2019) bitkinin genetik yapısı (Sevik vd., 2012; Hrivnak vd., 2017) ve hormon uygulamaları (Guney vd., 2016a,b; Sevik vd., 2015) gibi pek çok faktörün bitkilerde ağır metal emilimi ve dolayısıyla ağır metal konsantrasyonunu etkilemesi ihtimal dahilindedir.

Yapılan çalışmalarda ağır metal kirliliğinin belirlenmesi için çok sayıda bitki türü kullanılmış en çokta liken ve yosunlar üzerinde araştırılma yapılmıştır. Tek yıllık bitkilerin liken ve yosunlara nazaran ağır metal kirliliğini azaltmada daha etkin

olacağı düşünülmektedir. Dünya üzerinde tek yıllık bitkiler liken ve yosunlara göre daha fazla alan kapladıkları için ağır metal kirliliğini azaltılmasında daha aktif olacaktır. Bundan dolayı tek yıllık bitkilerin dünya üzerindeki yetiştirme alanları, çok çeşitlilik sağlaması ve tek dönemlik olması nedeniyle çalışma yapılacak bölgelerde yıl içerisindeki ağır metal değişimleri daha objektif olarak yansıtacağı düşünülmektedir.

Yapılan birçok araştırma ve Ankara İli Tarım ve Orman Bakanlığı kampüsü etrafında yetiştirilen tek yıllık bitkilerinde yapılan araştırmalara paralel sonuçlar çıkarmıştır. Anlaşılabileceği üzere trafik yoğunluğuna bağlı olarak Cd, Cr, Fe, Co ve Pb ağır metallerinin arttığı anlaşılmaktadır.

6. ÖNERİLER

Tek yıllık bazı bitkiler üzerinde yapılan çalışma sonucunda Pb, Cr, Fe Cd ve Co ağır metallerini trafik yoğunluğuna bağlı olarak arttırdır. Ancak Fe elementi bitkilerde klorofil sentezinde katalizör olarak görev yapması, protein sentezinde en önemliside fotosentez olayın görev alması nedeniyle birçok işlevi vardır. Bunun Fe elementi bitki besin elementi olarakta kullanılmaktadır. Ca ve Na'nın trafik yoğunluğuna bağlı olarak önemli düzeyde değişiklik göstermemiştir. Trafik olaylarının çok olduğu alanlarda artış gösteren Cr, Cd, Co ve Pb elementleri insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu elementlerin konsantrasyonları bu tür bilimsel çalışmalarla incelenmeli yoğunluk konsantrasyonlarının aşırı artış gösterdiği riskli bölgelerin belirlenmesi gerekmektedir.

Çalışma sonucuna baktığımızda Co kirliliğinin belirlenmesi - izlenmesinde biber yaprakları, Cr ve Cd kirliliğinin belirlenmesi - izlenmesinde domates yaprakları, Pb kirliliğinin belirlenmesi - izlenmesinde hıyar yapraklarının kullanılması doğru olacaktır. Trafik yoğunluğuna yakın alan da yetiştirilen sebzelerin tüketilmesi insan sağlığı açısından son derece zararlı olacaktır.

Yaşadığımız şehirlerde trafik yoğunluğu ve sanayi kirliliğine maruz kalmış birçok sebze ve meyve yetiştirilmekte ve insanlar tarafından tüketilmektedirler. Maruz kalınan doz, genetik, kişinin bağışıklık direnci ve genel sağlık hali, yaş, beslenme düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak insanlarda başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır. Gıda zincirinin dışında solunum ve deri yoluyla da canlılara geçerek ciddi zararlar verirler Ağır metaller doğada bozulmadan uzun süre kalabilmektedir. Bu sebeple, ağır metallerin düşük konsantrasyonlarda bile insan vücudunda birikmesi birçok toksit ve kanserojen etki gösterecektir.

Yaptığımız çalışmada sadece üç adet tek yıllık bitki üzerinde çalışılmıştır. Ancak bilimsel çalışmalara konu olan birçok tek ve çok yıllık bitkilerin biyomonitör olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bu çalışmaların, aynı bölgede farklı biyomonitör bitkilerlede çalışılarak ağır metal konsantrasyonlarını daha net sonuçlar çıkarmamıza yardımcı olacaktır. Sadece aynı bölgelerde sabit çalışmalarda sınırlı kalmayıp farklı

bölgelerde farklı biyomonitör bitkiler kullanarak ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi ve izlenmesi gerekmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Adiloğlu, S., & M. Turgut Sağlam (2015). "Karayolu Kenarlarındaki Tarım Arazilerindeki Topraklarda Ekstrakte Edilebilir Kobalt (Co) İçerikleri." *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15.3: 24-29.
- Akçay, O., (2005). *Trafik Ve Çevre Kirliliği. Polis Ve Sosyal Bilimler Dergisi*. Yıl:3 , Cilt:3 Sayı:1.Mart 2005. Available
- Alaqouri, H. A. A., Genç, C. O., Arıcak, B., Kuzmina, N., Menshikov, S., & Çetin, 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., Özer Genç, C., Arıcak, B., Kuzmina, N., Menshikov, S., Çetin, 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.
- Al-Chalabi, A.S., & Hawker, D., (2000). Distribution Of Vehicular Lead İn Roadside Soils Of Major Roads Of Brisbane, Australia. *Water, Air & Soil Pollution, Volume*, 118 (3-4).: 299-310.
- Altera, A. Z. A., Bayraktar, O. Y., & Söylemez, 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.
- And Human Health Risk İn Urban Soils Of Steel İndustrial City (Anshan)., Liaoning, Northeast China, *Ecotoxicology And Environmental Safety*, 120, 377-385s.
- Anonim, (1972). *Healt Hazards Of The Human Environment*. 176-181.
- Arıcak, B., Çetin, M., Erdem, R., Şevik, H., & Çömeten, 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.
- Arıcak, B., Çetin, M., Erdem, R., Şevik, H., & Çömeten, 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).
- Aslanhan, E., (2012). Çevresel Kirliliklerin Takibinde Kullanılacak Yeni Biyomonitör Bitkiler. Yüksek Lisans Tezi, *Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kırşehir.

- Asri F.Ö., & Sönmez S., (2006). Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim*, Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü, Dergisi, Cilt 23 (2), 36-45
- Assirey, E., Al-Qodah, Z., & Al-Ahmadi, M. (2015). Impact of traffic density on roadside pollution by some heavy metal ions in Madinah city, Kingdom of Saudi Arabia. *Asian Journal of Chemistry*, 27(10), 3770-3776.
- Asu, O. (2014). "Bazı Yerel Domates Genotiplerinin Fenotipik Karakterizasyonu Ve Akrabalık Derecelerinin Belirlenmesi." *Derim*, 31.1, 25-34.
- Aydın, Ş. D. (2017). Yol Kenarı Bahçelerinde Yetiştirilen Zivzik Narında (*Punica Granatum L.*). Ağır Metal Durumunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Siirt.
- Batır, D. (2019). Eskişehir’de Yetiştirilen Bazı Yenilebilir Peyzaj Bitkilerinde Ağır Metal Birikimi. Yüksek Lisans Tezi. *Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu.
- Bayraktar, O. Y., Sağlam-Citoglu, G., & Abo Aisha, A. E. S. (2019c). The use of scrap tires in the construction sector. *International Journal of Trend in Research and Development*, 6(1), 253–256.
- Bayraktar, O. Y., Sağlam-Citoglu, G., & Abo Aisha, A. E. S. (2019d). Performance research of lime based mortars. *International Journal of Trend in Research and Development*, 6(1), 257–259.
- Bayraktar, O. Y., Sağlam-Citoglu, G., Belgin, C. M., & Cetin, M. (2019b). Investigation of the mechanical properties of marble dust and silica fume substituted portland cement samples under high temperature effect. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(5), 3865–3875.
- Bayraktar, O. Y., 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.
- Bayram, S. (2017). Van İlinde Domatesin (*Lycopersicum Esculentum L.*). Yaygın Olarak Yetiştirildiği Alanların Toprak Özellikleri İle Domates Bitkisinin Beslenme Durumunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*. Van
- Benavides, M.P., Susana M. Gallego & María L. Tomaro(2005). "Bitkilerde Kadmiyum Toksisitesi." *Brezilya Bitki Fizyolojisi Dergisi* 17.1, 21-34.

- Bidar, G. (2009). "Ağır Metal Kontamine Bir Alanda Büyüyen Trifolium Repens Ve Lolium Perenne'de Mevsimsel Ve Yıllık Metal Alımı, Biyoakümülyasyon Ve Toksisite Değişiklikleri." *Çevre Bilimi Ve Kirliliği Araştırmaları* 16.1.: 42-53.
- Bilge, U., & Çimrin, K. M (2013). Viranşehir-Kızıltepe Karayolu Kenarındaki Topraklarda Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği.
- Bondada, B. R., Tu, S., & Ma, L. Q. (2004). Absorption of foliar-applied arsenic by the arsenic hyperaccumulating fern (*Pteris vittata* L.). *Science of the total environment*, 332(1-3), 61-70.
- Brown, P.H., Welch. R.M., & Cary, E.E., (1987). Nickel A Micronutrients Essential For Higher Plants. *Plant Physiol.* 85, 801-803.
- Büyükyıldız M., (2013). İstanbul Anadolu Yakasında Belirlenen Parklarda Toprak Kalitesi Ve Ağır Metal Kirliliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi*, İstanbul.
- Cebeci, E. (2007). F1 Hıyar (*Cucumis Sativus* L.). Tohum Üretiminde Meyve Sayısı İle Tohum Miktarı Ve Kalitesi Arasındaki İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*. Isparta
- Çetin M., Şevik H., & Işınkaralar K. (2017). Changes In The Particulate Matter And CO² Concentrations Based On The Time And Weather Conditions: The Case Of Kastamonu. *Oxidation Communications*, 40 (1-II), 477-485
- Çetin, M., Önaç, A. K., Şevik, H., & Şen, B. (2019^a). Temporal and regional change of some air pollution parameters in Bursa. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(3), 311-316.
- Çetin, M., Şevik, H., & Çobanoğlu, 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.
- Çetin, M., Şevik, H., & Işınkaralar, K. (2017^b). 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., Şevik, H., & Saat, A. (2017^a). Indoor air quality: the samples of Safranbolu Bulak Mencilis cave. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(10), 5965-5970.
- Çetin, M., Şevik, H., & Yigit, N. (2018^a). Climate type-related changes in the leaf micromorphological characters of certain landscape plants. *Environmental monitoring and assessment*, 190(7), 404.

- Çetin, M., Şevik, H., Arıcak, B., Öztürk, A., Özer Genc, C. Aisha, A.E.S.A, Jawed, A.A., Aljama, A.M.O., & Alrabiti, O.B.M., (2019^b). The Investigation of the Change in Concentrations of Some Heavy Metals in Seeds, Leaves, and Branches because of Traffic Density: a Case Study of *Acer platanoides* L., *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 83-92
- Çetin, M., Şevik, H., Yigit, N., Özel H.B., Arıcak, B., & Varol, T. (2018^b) The variable of leaf micromorphological characters on grown in distinct climate conditions in some landscape plants. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 3206-3211.
- Çömeten, H. (2019). *Trafik Kaynaklı Ağır Metal Kirliliğinin İzlenmesinde Sarıçam (Pinus Sylvestris L.). İbrelerinin Biyomonitor Olarak Kullanılabilirliği* (Doctoral Dissertation, Kastamonu Üniversitesi).
- Çağlarırnak N. & Hepçimen A.Z. (2007). *Akademik Gıda* 8 (2), 31-35.
- Çelikyurt, M. Ali, Sinan Zengin, & Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (2014). "Örtüaltı Domates." *Tarımsal Araştırmalardan Bakış*: 33.
- Çetin, M., Altera, A. Z. A., & Bayraktar, O. Y. (2019^a). Advanced Road Materials Highway Infrastructure and Features. *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), 36-42.
- Dede, O. M., & Şekeroğlu, A. (2019) Sağlıklı Kent Kavramı İçin Nüfus Kriterinin Önemi. *Kent Akademisi*, 12 (4)., 703-713.
- Dierkes, C., & Geiger, W. F., (1999). Pollution Retention Capabilities Of Roadside Soils. *Water Science And Technology*, Volume 39 (2), 201-208.
- Doğrul, A. (2007). Kocaeli İli Çevresinde Atmosferik Ağır Metal Çökeliminin Liken Ve Karayosunu Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi. (Master's thesis, *Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kocaeli.
- Dumlupınar, B.B (2017). Farklı Organik Bitki Besin Maddelerinin Çengelköy Hıyarının Tohum Verim Ve Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü*. Çanakkale.
- Ergün, N. & Işıl Ö. (2009). "Ekmeklik Buğdayda (*Triticum Aestivum* L.). İlk Gelişme Döneminde Kök Ve Gövde Büyümesi Üzerine Bazı Ağır Metal Ve Ağır Metal-Hormon Uygulamalarının Etkileri." *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 19.1, 11-17.
- Ertuğrul, M., Özel, H. B., Varol, T., Çetin, M., & Şevik, H. (2019). Investigation Of The Relationship Between Burned Areas And Climate Factors İn Large Forest Fires İn The Çanakkale region. *Environmental monitoring and assessment*, 191(12), 737. Foliar Heavy Metal Uptake, Toxicity And

Detoxification In Plants: A Comparison Of Foliar And Root Metal Uptake. *Journal Of Hazardous Materials*, 325, 36-58.

- Galal, T. M., & Shehata, H. S (2015). Bioaccumulation And Translocation Of Heavy Metals By Plantago Major L. Grown In Contaminated Soils Under The Effect Of Traffic Pollution. *Ecological Indicators*, 48, 244-251.
- Gouia, H., Gorbil, M.H. & Meyer, C., (2000). Effects Of Cadmium On Activity Of Nitrate Reductase And On Other Enzymes Of The Nitrate Assimilation Pathway In Bean. *Plant Physiol and Biochem.* 38, 629-638
- Güney K., Çetin M., Şevik H., & Güney K.B., (2016^a). Influence of Germination Percentage and Morphological Properties of Some Hormones Practice on Lilium martagon L. Seeds. *Oxidation Communications*, 39 (1-II), 466-474
- Güney, K., Çetin, M., Şevik, H., & Güney, K. B. (2016^b). 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.
- Gültekin, Y (2020). Ordu Kent Merkezinde Yetiştirilen Bazı Kültür Bitkilerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Yetiştirme Ortamına Bağlı Değişimi. (*Doctoral Dissertation, Kastamonu Üniversitesi*).
- 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. & Arcaç S., (1998). Çevre Kirliliği. Ankara Aniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, *Ankara. Üniv. Yayın No: 1503: Ders Kitabı*: 457, Ankara.
- Haktanır, K., (1987). Çevre Kirliliği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu, Teksir No:140
- Haktanır, K., Arcaç, S., Erpul, G., & Tan, A., (1995). Accumulation Of The Vehicle-Generated Heavy Metals On The Roadside Soils. *Turkish Journal Of Engineering & Environmental Sciences*, Volume 19 (6), 423-431.
- Ho, Y.B., Tai, & K.M., (1988). Elevated Levels Of Lead And Other Metals In Roadside Soil And Grass And Their Use To Monitor Aerial Metal Depositions In Hong Kong. *Environmental Pollution*, Volume 49 (1), 37-51.
- Hrivnák M, Paule L., Krajmerová D., Kulac S., Şevik H., Turna I., Tvauri I., & Gömöry D. (2017). Genetic variation in tertiary relics: the case of eastern-Mediterranean Abies (Pinaceae). *Ecolog and evolution*, 7(23), 10018–10030

- İçel Y. (2005). "İstanbul İlinde Atmosferik Ağır Metal Kirliliğinin Biyomonitör Likenlerle İzlenmesi."
- Järup, L. (2003). Ağır Metal Kirliliği Tehlikeleri. *İngiliz Tıbbi Bülteni*, 68 (1), 167-182.
- Kacar, B. & Katkat, V., (2006). *Bitki Besleme. Nobel Yayın No:849.*
- Kahvecioğlu Ö., Kartal G., Güven A., & Timur S., (2004). *Metallerin Çevresel Etkileri-I, Metalurji Dergisi*, S: 47-53, Sayı 136
- Kakulu, S.E., (2003). Trace Metal Concentration İn Roadside Surface Soil And Tree Bark: A Measurement Of Local Atmospheric Pollution İn Abuja, Nigeria. *Environ Monit Assessment*, Volume 89 (3), 233-242.
- Karaca, A. (1997). Erzurum Topraklarında Motorlu Araç Emisyonlarından Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği. Atatürk Üniv. *Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*. Erzurum.
- 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.
- Kartal, G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Timur, S., & Metalurji, İ (2004). *Metallerin Çevresel Etkileri-II. Metalurji Dergisi*, 137, 46-51.
- Keçeci, H. B. (2019). *Bazı Ağır Metal Kirliliklerinin İzlenmesinde Mavi Ladin (Picea Pungens Engelm). 'İn Biyomonitor Olarak Kullanılabilirliği*. Diss. Kastamonu Üniversitesi.
- 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, *Journal of Experimental Botany.*, 38, 800-817.
- Khan, A.G., Kuek, C., Chaudhry, T.M., Khoo, C.S. & Hayes, W.J., (2000). Role Of Plants, Mycorrhizae And Phytochelators İn Heavy Metal Contaminated Land Remediation. *Chemosphere* (41), 197-207.
- Koeppe, D. (1977). "Bitkilerde Kadmiyum Ve Kurşun Alımı, Dağılımı Ve Etkisi." *Toplam Çevre Bilimi* 7.3, 197-206.
- 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.
- Kurnaz, K. (2012). "Biyomonitör Likenlerle İstanbul İli Avrupa Yakası Hava Kalitesinin İzlenmesi.

- Kuşçu, I. S. K., Çetin, M., Yigit, N., Savaci, G., & Şevik, H. (2018a). Relationship between enzyme activity (urease-catalase) and nutrient element in soil use. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(5), 2107-2112.
- Kuşçu, I. S.K, Sariyildiz, T., Çetin, M., Yigit, N., Şevik, H., & Savaci, G. (2018b). Evaluation of the soil properties and primary forest tree species in Taşköprü (Kastamonu) district. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(3), 1613-1617.
- Loppi, S., (2003). "Balkan Bölgesinde Uranyum Biyomonitörleri Olarak Likenler." *Çevre Kirliliği*, 125.2, 277-280.
- Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition Of Higher Plants. 2. Ed., *Acad. Press*, Amsterdam.
- Martley, E., Gulson, B., Pfeifer & H. R (2004). Metal Concentrations İn Soils Around The Copper Smelter And Surrounding Industrial Complex Of Port Kembla, Nsw. *Australia, Science. Toplam Environment*. 325, 113–127.
- Mattigod, S.V.& Page, A.L., (1983). Assesment Of Metal Pollutlon İn Soils. Pages 35S - 394 İri I. Thornton, £D. *Applied Environmental Geochemistry. Acedemic Press*. London.
- Mossi, M.M.M. (2018). *Determination Of Heavy Metal Accumulation In Some Shrub Formed Landscape Plants*, Kastamonu University Institute Of Science Department Of Forest Engineering, Phd Thesis
- Nazar, R. (2012). "Bitkilerde Kadmiyum Toksisitesi Ve Mineral Besinlerin Hafifletilmesindeki Rolü.
- Ndiokwere, C.L., (1984). A Study Of Heavy Metal Pollution From Motor Vehicle Emissions And Its Effect On Roadside Soil, Vegetation And Crop İn Nigeria. *Environmental Pollution Series B, Chemical And Physical*, Vol. 7 (1), 35-42.
- Niazi, N. K., & Burton, E. D (2016). Arsenic Sorption To Nanoparticulate Mackinawite (Fes): An Examination Of Phosphate Competition. *Environmental Pollution*, 218, 111-117.
- Nielsen, F. H. (2012). "Tarımda Çinko Tarihi." *Beslenme Alanındaki Gelişmeler* 3.6, 783-789.
- Okcu, M., (2009). "Ağır Metallerin Bitkiler Üzerine Etkileri." *Alınleri Zirai Bilimler Dergisi*, 17.2, 14-26.
- 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.
- Özkazanç, N. K., Özay, E., Özel, H. B., Çetin, M., & Şevik, H. (2019). The habitat, ecological life conditions, and usage characteristics of the otter (*Lutra lutra* L.

- 1758) in the Balıkdami Wildlife Development Area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11), 645-651.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. & Kaptan, H., (1995). *Toprak Bilimi*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları Yayın No:16, Adana.
- Özdemir, M. A., & Boyraz, Z. (2002). Elazığ Şehir Merkezinde Hava Kirliliğini Doğuran Nedenler Ve Kirlilik Parametrelerinin Zaman İçindeki Değişimine Coğrafi Yaklaşım. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 7(8), 163-182.
- Prasad, M.N.V. (1995). "Vasküler Bitkilerde Kadmiyum Toksisitesi Ve Toleransı." *Çevresel Ve Deneysel Botanik* 35.4, 525-545
- Qing, X., Yutong, Z., & Shenggao, L. (2015). Assessment of heavy metal pollution and human health risk in urban soils of steel industrial city (Anshan), Liaoning, Northeast China. *Ecotoxicology and environmental safety*, 120, 377-385.
- Saleh, E. A. (2018). Determination Of Heavy Metal Accumulation In Some Landscape Plants (*Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis, Kastamonu University Institute Of Science. Department Of Forest Engineering. Kastamonu, Türkiye*).
- Salt, D.E. (1995). "Hint Hardalında Kadmiyum Hareketliliği Ve Birikimi Mekanizmaları." *Bitki Fizyolojisi Vol.* 109,4, 1427-1433. Doi: 10,1104 / Pp.109.4.1427
- Şevik, 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.
- Şevik, H., Çetin, M., (2015), Effects of Water Stress on Seed Germination for Select Landscape Plants, *Pol.J.EnvIRON.Stud.*, 24(2), 689-69
- Şevik, H., Çetin, M., Özel, H. B., & Pinar, B. (2019^a). Determining toxic metal concentration changes in landscaping plants based on some factors. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(8), 983-991.
- Şevik, H., Çetin, M., Özel, H. B., Akarsu, H., & Çetin, I. Z. (2020^a). 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.
- Şevik, H., Çetin, M., Özel, H. B., Akarsu, H., & Çetin, I. Z. (2020^c). 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.

- Şevik, H., Çetin, M., Özel, H. B., Özel, S., & Çetin, I. Z. (2020^b). Changes in heavy metal accumulation in some edible landscape plants depending on traffic density. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 78.
- Şevik, H., Çetin, M., Özel, H. U., Özel, H. B., Mossi, M. M. M., & Cetin, I. Z. (2020^b). Determination of Pb and Mg accumulation in some of the landscape plants in shrub forms. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(2), 2423-2431.
- Şevik, H., Çetin, M., Özel, H. U., Özel, H. B., Mossi, M. M. M., & Cetin, I. Z. (2019^b). Determination of Pb and Mg accumulation in some of the landscape plants in shrub forms. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-9.
- Şevik, H., Çetin, M., Öztürk, A., Özel, H. B., & Pınar, B. (2019^d). 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.
- Şevik, H., Çetin, M., Öztürk, A., Yigit, N., & Karakuş, O. (2019^e). Changes in micromorphological characters of *Platanus orientalis* L. leaves in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 5909-5921.
- Şevik, 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.
- Şevik, H., Özel, H. B., Çetin, M., Özel, H. U., & Erdem, T (2018). Determination Of Changes İn Heavy Metal Accumulation Depending On Plant Species, Plant Organism, And Traffic Density İn Some Landscape Plants. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-7.
- Şevik, H., Özel, H. B., Çetin, 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.
- Şevik, H., Topacoglu, O., (2015), Variation and Inheritance Pattern in Cone and Seed Characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) for Evaluation of Genetic Diversity, *Journal of Environmental Biology*, 36(5), 1125-1130
- Şevik, H., Yahyaoglu Z, Turna I. (2012). Determination of Genetic Variation Between Populations of *Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf According to some Seed Characteristics, Genetic Diversity in Plants, ISBN 978-953-51-0185-7, Chapter 12, p:231-248, InTech, March, 2012
- Shahid, M., Dumat, C., Khalida, S., Schreck, E., Xiong, T. & Nabeel N. K (2017). Foliar Heavy Metal Uptake, Toxicity And Detoxification İn Plants: A

Comparison Of Foliar And Root Metal Uptake. *Journal Of Hazardous Materials*, 325, 36-58.

Shahid, M., Xiong, T., Castrec, R. M., Leveque, T. & Dumat, C, (2013). .Water Extraction Kinetics Of Metals, Arsenic And Dissolved Organic Carbon From Industrial Contaminated Poplar Leaves. *J. Environ. Sci. China*). 25, 2451–2459.

Shanker, Arun K., (2005). "*Bitkilerde Krom Toksisitesi*." *Uluslararası Çevre* 31.5: 739-753.

Shewry, P. R., & Peterson, P. J. (1976). Distribution of chromium and nickel in plants and soil from serpentine and other sites. *The Journal of Ecology*, 195-212.

Singh, H. Pal, (2013). "Bitkilerde Krom Toksisitesi Ve Toleransı." *Çevre Kimyası Mektupları* 11.3, 229-254

Sridhar, B. B. M. (2007). "Zn Ve Cd Birikiminin Arpa Bitkilerinin Yapısal Ve Fizyolojik Özellikleri Üzerindeki Etkileri." *Brezilya Bitki Fizyolojisi Dergisi* ,19.1, 15-22.

Swaileh, K.M., Hussein R., & Abu-Elhaj, S., (2004). Assessment Of Heavy Metal Contamination İn Roadside Surface Soil And Vegetation From The West Bank. *Archives Of Environmental Contamination And Toxicology*, Volume 47 (1), 23-30.

Swaileh, K.M., Rabay, N., Salim, R., Ezzughayyar, A., & Rabbo, A.A., (2001). Concentrations Of Heavy Metals İn Roadside Soils, Plants And Landsnails From The West Bank, Palestine. *Journal Of Environmental Science And Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering*, Volume 36 (5), 765-778.

Swaine D.J., (1955). The Trace Element Content Of Soils. Commonwealth Bur. Soil Sci. Tech. Comm. No. 48, P. 151. *Herald Printing*, York, England.

Şimşek, E. (2014). Şanlıurfa İlinde Biber Yetiştirme Alanlarında *Physalis* Spp. Bitkilerinde Yaprak Bitleriyle Taşınan Virüslerin Tespit Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*. Şanlıurfa.

Tam, N.F.Y., Liu, W.K., Wong, M.H., Wong, Y.S., (1987). Heavy Metal Pollution İn Roadside Urban Parks And Gardens İn Hong Kong. *The Science Of The Total Environment*, Volume 59, 325-328.

Terzi, H., & Mustafa Y., (2011). "Ağır Metaller Ve Fitoremediasyon: Fizyolojik Ve Moleküler Mekanizmalar." *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11.1.: 1-22.

Thompson L., (1997). Exciting Environmental Technologies.

- Tırıs, M., (1995). Türkiye'de Enerji Tüketimi Ve Çevre Kirliliği, *Yeni Türkiye*, 5, 372-382
- Topaçoglu, O., Şevik, H., & Akkuzu, E. (2016). Effects of water stress on germination of *Pinus nigra* Arnold. Seeds. *Pakistan Journal of Botany*, 48(2), 447-453.
- Tunca, E., (2012). "Ağır Metal Kirliliğinde Kerevitlerin Biyoindikatör Tür Olarak Kullanımı Üzerine Derleme." *Ksü Doğa Bilimleri Dergisi*, 15.2, 29-37.
- Türkyilmaz A., Şevik H., Işınkaralar K., & Çetin M. (2019). Use of tree rings as a bioindicator to observe atmospheric heavy metal deposition, *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (5), 5122-5130
- Türkyilmaz, A., Çetin, M., Şevik, H., Işınkaralar, 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
- Türkyilmaz, A., Şevik, H., & Çetin, M. (2018b) The use of perennial needles as bio-monitors for recently accumulated heavy metals. *Landsc Ecol Eng* 14(1), 115–120.
- Türkyilmaz, A., Şevik, H., & Çetin, 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.
- Türkyilmaz, A., Şevik, H., Işınkaralar, K., & Çetin, M., (2018a) Using *Acer platanoides* annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air. *Environ Monit Assess*, 190, 578.
- Tünay, O., (1997). "Çevre Kirliliği", Seminer Egzoz Gazlarının Çevreye Etkileri. *Türkiye'deki Humboldt Bursiyerleri Derneği Yayın No:1*, S.3-7. İstanbul
- Var, F. Kaytakoğlu, S., Kara, S.(1993). Eskişehir'de Hava Kirliliğinin Matematik Modelle İncelenmesi,. Yanma Ve Hava Kirliliği Kontrolü 11.Ulusal Sempozyumu Ve Hava Kalitesinin Kontrolünde Ulusal Hedef Ve Stratejiler, *Yöresel Ve Sektörel Uygulamalar Paneli*, Eskişehir,.
- Yakup, C. U. C. İ., & Polat, E. E. (2015). Gaziantep'in Trafik Kaynaklı Hava Kirliliğinin Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (2), 1-11.
- Yaman, S., (1995). Karayolu Kenar Topraklarında Kurşun Kirlenmesi Tr., J, *OF Engin. And Envir. Sci.*19, 303-306 –Adana.
- Yan, X., Gao, D., Zhang, F., Zeng, C., Xiang, W., & Zhang, M, (2013). Relationships Between Heavy Metal Concentrations In Roadside Topsoil And

Distance To Road Edge Based On Field Observations İn The Qinghai-Tibet Plateau, China. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 10, 762- 775.

Yarcı, C., (2005). “*Ders Notları*”, M.Ü.Biyoloji Böl.,

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

Yigit, N., Şevik, H., Çetin, M., & Gül, 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., Şevik, H., Çetin, 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.

Yücedag, C., Özel, H. B., Çetin, M., & Şevik, H. (2019). Variability in morphological traits of seedlings from five *Euonymus japonicus* cultivars. *Environmental monitoring and assessment*, 191(5), 285.

Zeren Çetin, I. & Şevik, 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.

URL-1. <http://www.tuik.gov.tr> Erişim Tarihi; 10/03/2020

URL-2 <http://Cevreselgostergeler.Csb.Gov.Tr/Kentsel---Kirsal-Nufus-Orani-I-85670> Erişim Tarihi; 10/03/2020

URL-3. <https://Tr.Wikipedia.Org/Wiki/Hıyar> Erişim Tarihi; 28/03/2020

URL-4.<http://www.Tuik.Gov.Tr/Prehaberbultenleri.Do?İd=33705> Erişim Tarihi; 29/03/2020

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Barış TUNÇER
Doğum Yeri ve Yılı : Karaman 21.03.1986
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : baris_tuncer@windowlive.com



Eğitim Durumu

Lise : Fatih Lisesi, 2003
Lisans : Çukurova Üniversitesi, 2008

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Küre İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2010-2018
İş Yeri : Tarım ve Orman Bakanlığı Uluslararası Tarımsal Eğitim Merkezi, 2018-...