

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ULAŞTIRMA BİLİM DALI

TARIM ARAZİLERİNDE ULAŞIM KAYNAKLI TOPRAK
KİRLİLİĞİ DENİZLİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ECE ATİLLA

DENİZLİ, ARALIK - 2017

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ULAŞTIRMA BİLİM DALI



TARIM ARAZİLERİNDE ULAŞIM KAYNAKLI TOPRAK
KİRLİLİĞİ DENİZLİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ECE ATILLA

DENİZLİ, ARALIK - 2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

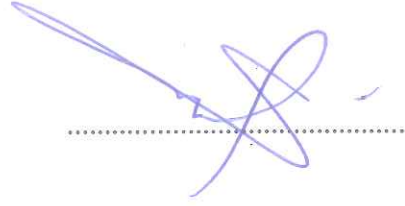
Ece ATILLA tarafından hazırlanan "TARIM ARAZİLERİNDE ULAŞIM KAYNAKLI TOPRAK KİRLİLİĞİ DENİZLİ ÖRNEĞİ" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 26.12.2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

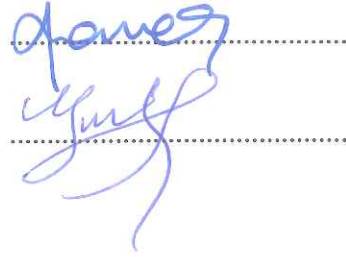
Danışman

Prof. Dr. Soner HALDENBİLEN



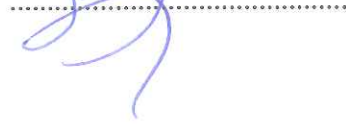
Üye

Prof. Dr. Tamer KORALAY



Üye

Yard. Doç. Dr. Mustafa ÖZUYSAL



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 18/01/2018..tarih ve 03/12.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Yönetim Birimi Başkanlığı tarafından 2014FBE065 nolu proje ile
desteklenmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

ECE ATILLA

ÖZET

TARIM ARAZİLERİNDE ULAŞIM KAYNAKLI TOPRAK KİRLİLİĞİ DENİZLİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ECE ATILLA

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ULAŞTIRMA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR. SONER HALDENBİLEN)

DENİZLİ, ARALIK - 2017

Bu çalışmanın amacı Denizli ilini komşu illere bağlayan karayolu kenarlarında bulunan tarım arazilerindeki ulaşım kaynaklı ağır metal kirliliğinin boyutlarını incelemek ve yol ana ekseninden mesafeye bağlı olarak ağır metal yoğunluklarının değişimini belirleyebilmektir. Çalışma kapsamında, her bağlantı yolu için, şehir merkezinden sonra tarım arazilerinin yoğunlaştığı gözlemlenen yol ana eksenindeki 3'er noktadan gidiş ve dönüş taraflarında 0-50, 50-100, 100-150 m uzaklıklarda olmak koşulu ile 18'er noktadan toplam 108 adet toprak örneği alınmıştır. Sonuç olarak toprakların ortalama ağır metal içerikleri Vanadyum(V)34.3- 119.0, Krom(Cr)186.4- 854.1, Kobalt(Co)16.9- 88.1, Nikel(Ni)134.4- 700.1, Bakır(Cu)11.0- 39.6, Çinko(Zn)28.2- 93.9, Arsenik(As)2.7- 17.1, Selenyum(Se)0.3- 0.9, Molibden(Mo)0.1-2.1, Kadmiyum(Cd)0.3- 1.5, Cıva(Hg)0.9- 1.7, Kurşun(Pb) 7.6-23, Uranyum(U)2.1- 3.3, Toryum(Th)3.5- 11.3, Manganez(Mn)289.9- 1922.2 ve Demir(Fe)13,086,450.6- 50,680,078.2 ppm arasında belirlenmiştir. Elde edilen verilerin eşik değerlerle karşılaştırılması sonucunda bu elementlerden Krom, Nikel ve Demir metallerinin tüm bağlantılardaki analiz ortalama değerleri literatürdeki maksimum değerlerin üzerindedir. Kobalt için Ankara bağlantısı hariç, Kadmiyum için Aydın ve Muğla bağlantıları hariç diğer tüm bağlantılardaki analiz ortalama değerleri maksimumun üzerinde çıkmıştır. Diğer tüm elementlerde ise analiz ortalamaları maksimumun altında olduğu görülmüştür. Karayolu ana ekseninden gidiş ve dönüş yönünde yol ekseninden uzaklaştıkça elde edilen değer karşılaştırmalarında ise Arsenik, Selenyum, Molibden, Kadmiyum ve Cıva metallerinin gidiş yönünde daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, trafik hacmi ve yol ana ekseninden uzaklık ile ağır metal kirliliği arasında bir ilişki olamayacağı belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Toprak kirliliği, Ağır metal, Ulaşım, Tarım

ABSTRACT

DENİZLİ EXAMPLE OF SOIL POLLUTION CAUSED BY TRANSPORTATION ON THE FARMLAND

MSC THESIS

ECE ATILLA

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

CIVIL ENGINEERING

TRANSPORTATION DEPARTMENT

(SUPERVISOR: PROF.DR. SONER HALDENBİLEN)

DENİZLİ, DECEMBER 2017

The purpose of this study is heavy metals and soil pollution caused by transportation on the farmland in Denizli area. 108 units of elements' sample are taken from 6 highways between Denizli and the neighboring areas that Aydın, Ankara, Uşak, Manisa, Muğla and Antalya. The samples are picked up right and left sides of the main axis of the roads. The distances of the samples are 0-50, 50-100, 100-150 m far from axis on the each side of the roads at 3 choosen point along each route from Denizli to the neighbour areas. Last of all, minimum and maximum values of the results are Vanadium(V)34.3- 119.0, Chrome(Cr)186.4- 854.1, Cobalt(Co)16.9- 88.1, Nickel(Ni)134.4- 700.1, Copper(Cu)11.0- 39.6, Zinc(Zn)28.2- 93.9, Arsenic(As)2.7- 17.1, Selenium(Se)0.3- 0.9, Molybdenum(Mo)0.1-2.1, Cadmium(Cd)0.3- 1.5, Mercury(Hg)0.9- 1.7, Lead(Pb) 7.6-23, Uranium(U)2.1- 3.3, Thorium(Th)3.5- 11.3, Manganese(Mn)289.9- 1922.2 ve Iron(Fe)13,086,450.6- 50,680,078.2 mg/kg (ppm). Obtained results shows Chrome, Nichel and İron avarage values get by analysis are exceed the maximum limits in literature. Such as, Cobalt avarage values except in Ankara highway and Cadmium avarage values except in Aydın and Muğla highways are not exceeds the maximum limits at all average values. The other elements' avarage values are not exceeds the maximum limit. The distances of the samples 0-50, 50-100, 100-150 m far from axis on the each side of the roads are compared outgoing and way back each other. Arsenic, Selenium, Molybdenum, Cadmium and Mercury values in outgoing are higher than the values in way back. Eventually, soil pollution and density of heavy metals on farmland cannot be related with distance far from the main axis of the roads and traffic jam.

KEYWORDS: Soil Pollution, Heavy Metals, Transportation, Agriculture

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı	2
1.2 Çalışmanın Kapsamı.....	4
2. LİTERATÜR	6
2.1 Ulaşımda Kirliliğe Etken Ağır Metallerin İncelenmesi.....	6
2.2 Literatürdeki Diğer Çalışmalar.....	18
3. ÇALIŞMA ALANI VE YÖNTEM.....	26
3.1 Çalışma Alanı	26
3.2 Yöntem	33
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE ANALİZ	38
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	51
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	111
7. KAYNAKLAR.....	119
8. ÖZGEÇMİŞ	127

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1:	Denizli ili bağlantı yolları	26
Şekil 3.2:	Toprak numunelerinin alım şekli ve aralığı	28
Şekil 3.3:	Muğla ili bağlantısındaki numune alınan yerlerden birini gösteren uydu görüntüsü	29
Şekil 3.4:	Denizli-Uşak bağlantısındaki gidiş ve dönüş yönündeki numunelerin jeolojik harita konumları	30
Şekil 3.5:	Numune yerlerini gösteren uydu görüntüsü ile jeoloji haritasının karşılaştırılması	34
Şekil 3.6:	Toprak Katmanları	35
Şekil 5.1:	Vanadyum elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	53
Şekil 5.2:	Vanadyum elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	53
Şekil 5.3:	Vanadyum elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)	55
Şekil 5.4:	Krom elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	56
Şekil 5.5:	Krom elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	56
Şekil 5.6:	Krom elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)	58
Şekil 5.7:	Kobalt elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	59
Şekil 5.8:	Kobalt elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	59
Şekil 5.9:	Kobalt elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)	61
Şekil 5.10:	Nikel elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	62
Şekil 5.11:	Nikel elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	62
Şekil 5.12:	Nikel elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)	64
Şekil 5.13:	Bakır elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	65
Şekil 5.14:	Bakır elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	65
Şekil 5.15:	Bakır elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)	67
Şekil 5.16:	Çinko elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	68
Şekil 5.17:	Çinko elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	68
Şekil 5.18:	Çinko elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)	70
Şekil 5.19:	Arsenik elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	71
Şekil 5.20:	Arsenik elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	71
Şekil 5.21:	Arsenik elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)	73
Şekil 5.22:	Selenyum elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	74
Şekil 5.23:	Selenyum elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	74
Şekil 5.24:	Selenyum elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)	76
Şekil 5.25:	Molibden elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	77
Şekil 5.26:	Molibden elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	77
Şekil 5.27:	Kadmiyum elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	79
Şekil 5.28:	Kadmiyum elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	79
Şekil 5.29:	Cıva elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	80
Şekil 5.30:	Cıva elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	80
Şekil 5.31:	Cıva elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)	82
Şekil 5.32:	Kurşun elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	83
Şekil 5.33:	Kurşun elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	83
Şekil 5.34:	Kurşun elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)	85
Şekil 5.35:	Uranyum elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	86

Şekil 5.36: Uranyum elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	86
Şekil 5.37: Uranyum elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)..	88
Şekil 5.38: Toryum elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	89
Şekil 5.39: Toryum elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi.....	89
Şekil 5.40: Toryum elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü)	90
Şekil 5.41: Manganez elementinin tüm değerlerinin incelenmesi.....	92
Şekil 5.42: Manganez elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	92
Şekil 5.43: Manganez elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü) 93	
Şekil 5.44: Demir elementinin tüm değerlerinin incelenmesi	95
Şekil 5.45: Demir elementinin ortalama değerlerinin incelenmesi	95
Şekil 5.46: Demir elementi ortalama analiz değerleri (gidiş-dönüş yönü).....	96
Şekil 5.49: Element değerlerinin trafik değerleri ile arasındaki bağlantı (korelasyon grafikleri).....	108



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Yıllara göre araştırma bölgesi genelinde ortalama trafik ve artış miktarı tablosu.....	27
Tablo 3.2: Literatürdeki sınır değerler (Reinmann ve Caritat 1998)	37
Tablo 4.1: Denizli-Aydın anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları	40
Tablo 4.2: Denizli-Ankara anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları	41
Tablo 4.3: Denizli-Uşak anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları	42
Tablo 4.4: Denizli-Manisa anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları	43
Tablo 4.5: Denizli-Muğla anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları	44
Tablo 4.6: Denizli-Antalya anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları	45
Tablo 4.7: Analiz sonuçlarının hesaplanan standart sapma ve istatistiksel değişim değerleri	48
Tablo 4.8: Bağlantı illerin analiz sonuçları ortalamaları ile literatürdeki sınır değerlerin karşılaştırılması	49
Tablo 5.1: Yol ana ekseninden uzaklığın gidiş-dönüş yönündeki etkileri	106

SEMBOL LİSTESİ

V	:	Vanadyum
Cr	:	Krom
Co	:	Kobalt
Ni	:	Nikel
Cu	:	Bakır
Zn	:	Çinko
As	:	Arsenik
Se	:	Selenyum
Mo	:	Molibden
Cd	:	Kadmiyum
Hg	:	Cıva
Pb	:	Kurşun
U	:	Uranyum
Th	:	Toryum
Mn	:	Manganez
Fe	:	Demir
mg	:	Miligram
kg	:	Kilogram
ppm	:	part per million (milyonda bir)
mm	:	Milimetre
MTA	:	Maden Tetkik ve Arama Kurumu
XRF cihazı	:	Toprak analizlerinin yapıldığı laboratuvar cihazı
KGM	:	Karayolları Genel Müdürlüğü
YOĞT	:	Yıllık ortalama günlük trafik
NO_x	:	Azot oksit bileşikleri
SO_x	:	Kükürt oksit bileşikleri
PM	:	Partikül madde
CO	:	Hidrokarbon
Zn(CH₃)₂	:	Çinko metil
Zn(C₂N)₂	:	Çinko siyanür
Zn₂Fe(CN)₆	:	Ferrosiyanür
PbS	:	Galen
PbCO₃	:	Serüsit
PbSO₄	:	Anglezit
µg	:	Nanogram
ml	:	Mililitre
LWR	:	Hafif sulu reflektörler
HWR	:	Ağır sulu reflektörler
TUİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
SPSS	:	İstatistik Programı
Netcad	:	Sayısal ve sözel tabanlı çizim programı
Autocad	:	Sayısal ve sözel tabanlı çizim programı
Arcgis	:	Coğrafi bilgi sistemlerine uyumlu çizim programı
ha	:	Hektar

ÖNSÖZ

Bu çalışma için beni yönlendiren, çalışmanın her aşamasında bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Soner HALDENBİLEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Toprak numune analizi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Tamer KORALAY'a teşekkür ederim.

2014FBE065 nolu proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığına teşekkür ederim.

Tezimin ve hayatımın her aşamasında, sabırla bana destek veren ve beni yalnız bırakmayan canım aileme sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Ece ATİLLA
DENİZLİ, 2017

1. GİRİŞ

Dünya yüzeyinin yaklaşık 13 milyar hektarı karalarla kaplı olup, bunun yüzde 37'sine tekabül eden yaklaşık 5 milyar hektarını tarım arazileri oluşturmaktadır.(Özel İht. Kom. 2014). Türkiye'de ise arazi kabiliyet sınıflarına göre toplam 77.839,707 hektar tarım arazisi bulunmaktadır(Yomralıoğlu ve Çete 2005). Toplam alanı 1.2 milyon hektar olan ve 369 bin ha tarım arazisine sahip olan Denizli ilini ele aldığımızda ise tarım arazilerinin il genelindeki engebeli yüzey yapısından dolayı yol kenarında ve ovalarda daha fazla olduğu gözlenmektedir(Güçdemir ve Sönmez 2008).

Gelişmekte olan her il gibi, hızlı büyümenin getirdiği çevre sorunları ve kirlilik ile mücadele Denizli için bir ihtiyaç halini almıştır. Denize kıyısı olmayan bir şehir olan Denizli bir vadi içerisinde kalmasının ve sanayileşmenin çok fazla olmasının etkisiyle, nem ve buharın fabrikalardan çıkan gazlarla havada birleşip sonra bu bileşiklerin toprağa inmesine neden olmaktadır. Bu da endüstriyel bölgelerde ulaşım kaynaklı kirliliğin yanı sıra kimyasal kirlenmenin de olduğunu göstermektedir(Çakmak ve diğ. 2008). Kirlilik, çeşitli kaynaklardan çıkan katı, sıvı ve gaz halindeki kirlenici maddelerin hava, su ve toprakta yüksek oranlara ulaşması ve birikmesi ile meydana gelmektedir. Toprakta bulunan elementlerin belli sınır değerler arasında birikmesi zenginleşme olarak kabul edilirken, sınır değerleri aşp çevre için tehdit halini alması kirlenme olarak adlandırılır. Çevremizde sağlığını tehdit eden kimyasal kirliliği hava, su ve toprak kirliliği olarak üç şekilde gözlemleyebiliriz(Denizli İl Yatırım Reh. 2015). Bunlardan hava ve su formları filtreler yardımıyla daha kolay arıtılırken, toprak kirliliği elekten geçirme, süzme, yıkama, filtreleme ve havalandırma gibi daha karmaşık işlemlerden geçirilerek arıtılmaktadır. Kimyasal kirlilik en aza indirildiğinde yaşam kalitesi ve sürdürülebilirlik en üst seviyeye çıkacaktır(Haktanır ve Arcaç 1998). Yürürlükte mevcut bulunan Kalkınma planları, Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı, Atık Yönetimi, Kirlilik Kontrolleri gibi uygulamalar, her ne kadar çeşitlerin artması örgütlenmede sıkıntı yaratsa da, çevreyi koruma bilincini bir şekilde topluma yerleştirebilmektedir(Şekeroğlu ve Akmaz 2009).

Bunun yanı sıra, bu bilincin oturmasıyla sadece Denizli ilinin değil tüm ülkede hatta dünyada kirliliği önlemek için gerekli tedbirlerin alınarak içinde bulunulan kullanım alanlarının daha yaşanılır hale gelmesi hedeflenmektedir(Şenoğlu 2006).

1.1 Çalışmanın Amacı

Karayolu kenarında bulunan tarım arazilerindeki toprak kirliliği endüstriyel atıklara, depremler ve volkanik patlamalarla taşınan partikül maddelere, sellere, tarımda kullanılan zirai ilaçlara ve ulaşımına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada ulaşımın sebep olduğu kirliliğin Denizli ilindeki tarım arazilerine etkisi incelenmiştir.

Ulaştırma alt sistemlerinin yapımı sırasında doğal arazilerin tüketilmesi, bölünmesi ve işletilmesi sırasında meydana gelen kazalar, hava ve gürültü kirliliği oluşturması ve oluşan CO₂ nedeniyle iklim değişimine katkıda bulunması ekolojik dengeyi olumsuz etkilemektedir. Ulaştırma alt sistemleri içerisinde yakıt tüketimi en fazla olan ve doğaya en fazla karbondioksit gazı veren taşımacılık turu karayoludur. 1950 yılından önce yük taşımacılığı ve ulaşımında demiryolu ilk sırada yer alırken, Karayolları Genel Müdürlüğünün kurulması ile ülkemizde karayolu ile yapılan yolcu ve yük taşımacılığında, son otuz yılda diğer türler ile yapılan taşımacılıklara kıyasla hızlı bir gelişme olmuştur. Bu dengesiz gelişmenin sonucu olarak karayolu taşımasının payı hem yük hem yolcu taşımacılığı için hızla artarak %90'ın üzerine çıkmıştır(Yalçın 1997).

Denizli ili konumu gereği şehirlerarası ulaşımında birçok il ile bağlantı ve transfer noktası olduğu için trafik yoğunluğu bakımından yüksek öneme sahiptir. İlde altı adet ana bağlantı yolu bulunmaktadır. Bu yollardan trafik yoğunluğunun en fazla olduğu ana bağlantı Denizli-Ankara yoludur. Trafik yoğunluğunun fazla olduğu yollarda ağır metallerin toprakta bulunma durumu artabileceğinden tarım da verimin düşmesine ve yetişen ürünlerin kalitesiz olarak insanlara sunulmasına sebep olabilmektedir(Öztürk 1999). Özellikle ağır metal kirliliği, büyük sanayi yapılarının yaydığı gaz ve tozların kirlettiği topraklarda yaşayan bitkiler için büyük bir potansiyel tehlikedir. Ağır metaller katı, sıvı ve gaz hallerde bulunabilen en önemli zararlı maddeler arasında yer almaktadır(Mulligan ve diğ. 1999).

Ağır metaller ana kayaç, püskürük kayalar, tortul kayaçlar, başkalaşım kayaçlar, bitki örtüsü, kumlu, çakıllı ve kireçli topraklar gibi değişik toprak litolojilerinde belli oranlarda doğal olarak bulunabilmektedir. Kayaçların ayrışmasıyla daha farklı oranlarda farklı toprak katmanlarında bulunabilmesi de mümkündür(Okçu ve diğ. 2009).

Toprak açısından incelediğimizde daha çok katı ve sıvı halde doğada bulunabilen ağır metalleri ele almak gerekmektedir. Uranyum, plütonyum ve cıva bilinen en zehirli ağır metallerin başında gelmektedir. Bunun sonucunda ağır metaller toprak, su ve hava gibi doğal yaşam kaynaklarını kirleterek yaşam kalitesini belli oranlarda düşürmektedir(Öktüren ve diğ. 2007).

Bu çalışmanın amacı; Denizli İlindeki altı ana bağlantı yolu kenarındaki tarım arazilerinde trafik kaynaklı ağır metal kirliliğini incelemek, elde edilen bulgulara göre bir çözüm yolu üretebilmek ve kirliliği azaltmak veya yok edebilmek için yapılması gereken çalışmaları ortaya koymaktır. İl içinde bulunan tarım arazilerindeki ulaşım kaynaklı toprak kirliliğini inceleyebilmek için trafiğin yoğun olduğu ana yollar seçilmiş ve numuneler bu yol kenarlarından belli aralıklarla alınarak incelemeler yapılmıştır. Topografik koşulların elverdiği altı adet güzergah yolunda her yol bağlantısında, mesafeleri numune alımına uygun olarak belirlenen yol ana eksenindeki 3 noktadan, gidiş-dönüş yönünde yani 3 sağa ve 3 sola olmak üzere 0-50, 50-100, 100-150 metre aralığında toplam 108 adet toprak numunesi alınmıştır.

Denizli ilini Afyonkarahisar iline bağlayan yolda sanayi ve endüstri gelişmiş olduğundan buradaki toprak kirliliğine neden olan ağır metallerin bir kısmı bu fabrikalardan çevreye yayılmakta ve sağlığı tehdit etmektedir. İli Aydın iline bağlayan yolda ise jeotermal enerji kaynakları bulunmaktadır. Termal kirliliğin sebebi insan kaynaklı olup, fabrikalar ve elektrikli santrallerde havzalardan suyun soğutucu olarak çekilmesi ve alınan suyun doğal çevreye yüksek sıcaklıklarda geri dönmesidir. Isınan su oksijeni daha az tutacağı için canlı yaşamını tehlikeye girer ve ekosistemdeki bileşenlere ciddi zararlar verebilir. Fakat uygun koşullar sağlanabilirse, jeotermal enerji doğal yollarla elde edilebileceğinden bazı kaynaklarda çevre dostu bile olabileceği öngörülmektedir. Bu durumda jeotermal kaynaklar değil kullanılan kimyasallar detaylı olarak incelenmelidir.

Araştırma sonuçlarından birinci derecede faydalanacak olanlar yörede tarımsal faaliyetler ile uğraşan çiftçiler ve karayolu yapımı ile ilgilenen kurumlar olacaktır. Bu şekilde karayollarının tarım arazilerinden uzakta yapılması ve çiftçilerin daha verimli ürün elde edebilmesi hedeflenmektedir.

Ürün grubu ve toprakta kullanılan kimyasal gübreler de ağır metal yoğunluklarını etkileyebilir. İl genelinde ürün deseni çıkarılarak ağır metallerin yetiştirilen ürünler için kullanılan kimyasal maddelerle etkileşimleri incelenebilir. Bu araştırma topraktaki gübre etkilerinin incelenebileceği başka bir çalışmaya altlık oluşturulabilecektir. Yaşam kalitesinin artırılmasına da olanak sağlanacaktır. Tarım arazilerinin kirlenme potansiyelleri ve kirlenen toprak çeşitleri belirlenip, yapılması planlanan çalışmalara katkısından dolayı da önemli bir altlık oluşturarak gerekli verileri sağlayacaktır.

Çalışma alanı topraklarının ağır metallerin yoğunluk ve dağılımı bakımından incelenmesi tamamlandıktan sonra bunu tetikleyen nedenler ile topraktaki bu kirliliği engelleyebilecek yöntemler ve öneriler tavsiye edilecektir.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmanın kapsamındaki numuneler, toprağa verilebilecek minimum hasarla uygun derinliklerden alınarak hazırlanmıştır. Hafif ve elde taşınabilir olarak tek tek poşetlenmiş, hassas ve doğru şekilde uygun yerlerden seçilmiştir. Temiz bir plastik kovanın içinde uygun ortamda karıştırılmış ve her hangi bir düzeltmeye ya da tekrara gerek kalmaksızın en ekonomik şekilde alınarak laboratuvara ulaştırılmıştır. Toprak örnekleri, Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği XRF laboratuvarında Spectro XEPOS-III PEDXRF cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analizler USGS'in sedimanter, magmatik ve metamorfik kayalar (kumtaşı, kireçtaşı) için oluşturduğu standartlar kullanılarak kalibre edilmiştir. XRF analizleri için, toprak örnekleri halkalı değirmende 150-200 mesh boyutuna kadar öğütülmüştür. Daha sonra her bir kayaç tozundan 6.25 gr alınarak, 1.40 gr bağlayıcı wax ile homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Karışım halindeki örnek tozu 15-20 N/m basınç altında, 40 mm çapında bir tablet şeklinde sıkıştırılmış ve analize hazır hale getirilmiştir.

Çalışmadaki, gidiş ve dönüş güzergâhlarında olmak üzere alınan 108 adet numune üzerinde seçilen 16 adet ağır metal elementi % ve ppm mertebesinde ölçülmüştür. Araç sayısı arttıkça yol ve yol genişliği de devamlı yenilenmesi gereken bir hizmet haline gelmektedir. Çalışmamızı ilgilendiren kısım Denizli ilinin asfalt ve bölünmüş yollarıdır.

Toprak numuneleri ana bağlantı yolları kenarından alındığı için diğer yollar ana bağlantı yollarında kullanılan malzemelere göre uygun değildir. Toprak analizlerinde daha iyi sonuçlar elde edebilmek için belirlenen aralıklardaki toprak yapısı ve topografya göz önüne alınarak 0-50, 50-100 ve 100-150 metre aralığında belirlenen tarım arazisinin en az 3(üç) yerinden toprak parçaları alınmış ve karıştırılmıştır. Analiz sonuçlarının bu şekilde daha doğru ve uygun sonuçlar vermesi hedeflenmiştir. Bu şekilde 108 adet numune her numune için önce karışım yapıp elekten geçirilmeden tek tek poşetlenerek analiz için hazırlanmıştır. Toprak analizlerinde Vanadyum (V), Krom (Cr), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Arsenik (As), Selenyum (Se), Molibden (Mo), Kadmiyum (Cd), Civa (Hg), Kurşun (Pb), Uranyum (U), Toryum (Th), Manganez (Mn) ve Demir (Fe) elementleri olmak üzere toplam 16 adet ağır metal incelenmiştir. Denizli ili örnek olarak seçilmiş ve bu bağlamda ağır metal analizleri yapılmıştır. Çalışma alanı olarak seçilen yollarda görülen kaya birimlerinin belirlenmesi için Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış 1/100000 ölçekli Türkiye jeoloji haritasından yararlanılmıştır. Daha sonra bu kaya birimleri içerisindeki ağır metallerin eşik değerleri için literatür verilerinden yararlanılmıştır. Bu haritalar, Türkiye'nin jeolojik yapısını gösteren haritaları olup, ülke düzeyinde belirli konumlarda çok sayıda noktadan toprak örneklerinin alınıp, koordinatlı veri tabanında ve izin verilen hata sınırları içerisinde konumlandırılmasıyla oluşturulmuş, yüksek derecede hassasiyete sahip altlıklardır. Görüntü elde edilirken uydu görüntüsü, jeoloji haritası ve yol güzergâhları üst üste çakıştırılmış ve veriler birbirine eklenmiştir. Toprak kirliliği için analiz sonuçlarından elde edilen sınır değerler ile Reimann ve Caritat'ın (1998) kitabında yer alan eşik değerler kıyaslanmıştır. Numunelerin alındığı toprak ve kayalardaki eşik değerlerin kitaptaki eşik değerleri aşması durumunda ilgili elementlerin il genelinde kirliliğe sebebiyet verdiği, eşik değerleri aşmayan elementlerin ise günümüz için bir sorun teşkil etmediği sonuçlar kısmında açıklanmıştır.

2. LİTERATÜR

2.1 Ulaşımda Kirliliğe Etken Ağır Metallerin İncelenmesi

Araştırmamızda, ulaşımda kirliliğe etken olarak belirlediğimiz 16 adet ağır metalin kullanım yerleri, insan sağlığı üzerine etkileri ve toprak kirliliğine sebep olan özellikleri şu şekildedir:

Vanadyum (V) : Atom numarası 23 olan sünek bir geçiş metali olup doğada yaklaşık 65 değişik bileşikte bulunur. Kimyasal simgesi V'dir. Vanadyum en çok çelik endüstrisinde tüketilmektedir. Otomobil endüstrisi, uzay araçları ve uçak sanayinde titanyum alaşımlarla birlikte kullanılmaktadır. Vanadyum alaşımları kıyı ötesi petrol sondajları borularının yapımında kullanılmaktadır. Vanadyum, motor yataklarında, oto aksları ile aksamalarında kullanılan özel alaşımların yapımında çok kullanılır. Çelik imalatında vanadyum vazgeçilmez bir elementtir. Özellikle vanadyum fuel oil ve kömür yakan endüstriyel tesislerden atmosfere vanadyum iki oksitler yayılır. Çevredeki insanlar solunum yoluyla havadan ve besin zinciri ile yiyeceklerden vanadyum alır(Ulutaş 2007). Vanadyumun gelişen kullanım alanları ise; gözlük ve büyük bina camlarının ultraviyole ışıklara karşı filtrasyonu sayılabilir. Uranyum madenciliğinin bir yan ürünü olarak da üretilir ve hiçbir şekilde ham madde olarak günlük yaşamda kullanılmaz. Asit formlarının altında hem katyon hem anyon özelliği gösterir ve taşınabilir bir elementtir. Çözünürlüğü oksit formlar ile ilişkilidir. Florit, sülfat ve oksit bileşikleri V çözünürlüğünü oksit koşullarının altında yükseltir. V içeren kayaçlar aynı zamanda kil mineralleri, Fe oksit ile Fe ve Mn hidroksit açısından zengindir. Biyolojik olarak aktif bir elementtir ve çoğu hayvan için temel yapı taşıdır. Avrupa'daki topraklar incelendiğinde, yüzey altı topraklarda, 1.28-325 ppm aralığında değişmektedir ve ortalama 63.0 ppm'dir. Yüzey topraklarında, 2.71-537 ppm aralığında değişmektedir ve ortalama 60.0 ppm'dir. En yüksek >96 ppm değeri İspanya'nın kuzey batısında ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, <2-407 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 62.0 ppm'dir. Taşkın çökeltisinde, <2-266 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 56 ppm'dir(V 2017).

Krom (Cr): Atom numarası 24 olan çok sert ve dayanıklı gümüş gibi parlak mavimsi beyaz bir metaldir. Kimyasal simgesi Cr'dir. En önemli kullanım alanı Ni ile beraber paslanmaz çeliklerdedir. Paslanmaz çelik yapımında kullanılan ferrokrom üretimi krom cevherinin en önemli kullanım alanıdır. Oluşturduğu krom oksit tabakası çelik yüzeyini film tabakası gibi kaplar ve kimyasal korozyona karşı dayanıklılık sağlar. Krom metali, yüksek performans, Al, Ti, Cu alaşımlarında, ısıya ve elektriğe dirençli alaşımlarda tüketilir. Kromun süper alaşımları yüksek ısıya dayanıklı randımanı yüksek, türbin motorlarının yapımında kullanılmaktadır. Sertlik derecesi yüksek olan ve paslanmaya karşı çok dayanıklı olan krom bu özelliği nedeniyle paslanmaz çelik sanayinden (makine parçaları, mutfak eşyaları vb.) iş makineleri sanayisine kaplamacılık ve çelik yapımına kadar birçok alanda kullanılır. Metalik cevherler grubunda yer alan krom özellikle metalürji kimya refrakter ve döküm sanayiinde kullanılır. İndirgenmiş Cr yükseltgenmiş Th ve U ile birleşerek felsik kayaçların oluşmasını sağlar. Kromun hızlı taşınması için ortamda uygun pH seviyesi ve yeterli organik madde bulunmalıdır. İnsan vücuduna insülin değerleri ve protein-karbonhidrat metabolizması için gerekli bir elementtir. Avrupa'da yüzey altı topraklarda, <3-2140 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 62 ppm'dir. Yüzey topraklarında, <3-6230 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 60 ppm'dir. En yüksek >0.15 ppm değeri Slovenya ve Hırvatistan'ın yukarı bölgesinde ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, <3-33241 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 64 ppm'dir. Taşkın çökeltisinde, <5-2731 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 59 ppm'dir(Cr 2017).

Kobalt (Co): Atom numarası 27 olan gri tonunda metalik özellik gösteren bir elementtir. İki ya da fazla bileşenli toz metallerin yapıştırılmasında ve kesici takımlarda kullanılır. Kimyasal simgesi Co'dur. Demir, nikel, bakır, çinko, mangan ve arsenik cevherlerinden bir yan ürün olarak elde edilir. Elektrik rezistanslarında, yüksek sıcaklık ve aşınmaya dayanıklı alaşımlarda, elektromıknatısların üretiminde, aşınmaya dayanıklı kaplamalarda, boya ve kaplamaların hazırlanmasında kullanılır. Kalıcı ve parlak mavi rengin üretilmesinde kobalt tuzları kullanılmaktadır. Kobalt bombasıyla yapılan ışın tedavisinde kobalt-60 radyoizotopu kullanılır. Aynı zamanda kuramsal bir nükleer silâh olan kobalt bombası, kobalt-60'ın yarılanma süresinin çok uzun olmasından ötürü, öldürücülüğünü uzun yıllar sürdüren bir serpinti bırakabilir. B12 vitamininin bileşiminde de bulunan kobaltın biyolojik önemi de büyüktür.

Birçok kobalt bileşiği nemlenince pembeleşip kuruyunca tekrar mavileştiğinden, nem ve yağmur habercisi olarak kullanılabilirler. Pembe renkli kobalt bileşiklerinden pembe kâğıt üzerinde, ısıtıldığında maviye dönüşen görünmez mürekkep olarak da yararlanılabilir. Co toprakta artık mineral silikatları şeklinde bulunmaz. Fe ve Cu ile metabolik bağ kurabilir ve B12 vitamininde bulunur. Avrupa’da mafik ve ultramafik kayalarda bulunduğu görülmüştür. Topraktaki konsantrasyon farklılıkları Fe ve Mn mineralizasyonuna ve sert kayalara bağlı olabilir Avrupa’da yüzey altı topraklarda, <3-170 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 8.97 ppm’dir. Yüzey topraklarında, <3-249 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 7.78ppm’dir. En yüksek >14.4 ppm değeri İspanya’nın kuzey batısında ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, <2-216 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 8.0 ppm’dir. Taşkın çökeltisinde, <2-63 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 7.0 ppm’dir(Co 2017).

Nikel (Ni): Atom numarası 28 olan gümüş beyaz renkli metalik özellik gösteren oldukça sert bir elementtir. Kimyasal simgesi Ni’dir. Nikel doğada genelde kobalt ile birlikte bulunur. Alaşımlar (özellikle süper alaşımlar) ve paslanmaz çelik üretiminde önemlidir. Ayrıca nikel doğal bir özelliği sayesinde manyetik bir alan içinde bir miktar boyut değiştirme kabiliyetine sahiptir. Nikelde bu değişim negatif yönde olmaktadır. Nikelin en fazla kullanıldığı alan ise, paslanmaz çelik üretimidir. Bu element, paslanmaz yapıdaki çeliğin paslanmama özelliğini ve de dövülebilirlik oranını artırmaktadır. Günümüzde paslanmaz çelik, uçak, vagon, kamyon ve lokomotif gibi ulaşım araçlarında kullanılmaktadır. Araç parçalarının krom kaplama bölümlerinin alt bölgesi de nikelle kaplamaktadır. Yine bunun dışında bazı ev eşyalarında da paslanmaz çelik kullanılmaktadır. Bu bakımdan bakıldığında, paslanmaz çelik ulaşım sanayi için oldukça gerekli bir maddedir. Paslanmaz çelik ise, nikel olmadan üretilmemektedir. Yine, motor parçalarında da nikel kullanılmaktadır. Bunun nedeni ise, nikelin düşük ve de yüksek ısılara karşı oldukça dayanıklı olmasıdır. Nikel, oldukça yüksek ısı gerektiren ürünlerde alaşımlar halinde kullanılmaktadır. Bu ürünlere verilecek en iyi örnekler ise gaz türbinleri ve de jet motorlarıdır. Bu gibi ürünlerde sıcaklık derecesi 1000 dereceyi aşmaktadır(Ni 2017).

Bakır (Cu): Atom numarası 29 olan geçiş grubu elementidir. Kimyasal simgesi Cu’ dur. Gümüşten sonra en iyi iletken metal bakırdır. Bakır, hidrojenen daha az aktif olduğundan hidroklorik asit ve seyreltik sülfürik asitten etkilenmez.

Nitrik asit ve sıcak derişik sülfürik asitse, bakırı önce yükseltgeyip sonra bütünüyle çözerler(Arslan 2006). Bir diğerk kullanım alanı da kablo yapımıdır. Enerji kabloları, telekomünikasyon kabloları, tesisat kabloları olarak; enerji, haberleşme, inşaat sektörlerinde, beyaz ev eşyaları üretimi, otomotiv sektörü, elektrikli ev aletleri üretimi ve elektronik sanayiinde kullanılmaktadır. Emaye bobin teli olarak; televizyon, radyo, video, müzik seti ve benzeri elektronik cihazlar üretiminde, trafo ve transformatör ile elektrik motoru üretiminde, büro ve hesap makinaları üretiminde kullanılmaktadır. Elektrolitik bakırlama, yassı tel ve çubuk olarak başlıca kullanım alanları; çeşitli soğutucu, ısıtıcı (şofben, termosifon, elektrikli radyatör, fırın gibi) üretimi, otomotiv sektörü, çeşitli sanayi araç-gereçleri üreten sanayiler(Yücesoy ve Ergin 1992). Tüm toprak mineralleri Cu emiliminde uyumluluk gösterir. Cu iyonları organik ve inorganik mineral alışverişlerinin her ikisinde de güçlü bir şekilde tutulabilir. Bakır bileşenleri tarım ve drenaj da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ni, Co, Cr ve Mn değerlerinin yüksek çıktığı bölgelerde benzer özelliktedir. Avrupa'da yüzey altı topraklarda, <0.86-125 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 13.9 ppm'dir. Yüzey topraklarında, <0.81-256 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 13.0 ppm'dir. En yüksek >22.2 ppm değeri avusturya ve İspanya'nın kuzey bölgesinde ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, <1-877 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 17 ppm'dir. Taşkın çökeltisinde, <2-495 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 17 ppm'dir(Cu 2017).

Çinko (Zn): Atom numarası 30 olan yarı metal bir elementtir. Kimyasal simgesi Zn'dir. Kimyasal bakımdan kırılgan ve mavimsi özellikler gösterir. Günümüzde çinko; alüminyum ve bakırdan sonra dünyada miktar olarak yıllık tüketimi en fazla olan metaldir. Yüksek sıcaklıkta oksijen, klor ve kükürt gibi elementlerle şiddetle reaksiyona girer. Cıva ile sert bir amalgam meydana getirir. Kimyasal yönden aktif olması nedeniyle çinko, endüstride temel girdisi ana maddesi çinko olan alaşımların ve bileşiklerin üretiminde kullanıldığı gibi bazı alaşımların da üretiminde kullanılmaktadır(Ergin ve diğ. 1991). Kuvvetli elektro pozitif özelliğinden dolayı diğerk metallerin özellikle demir çelik ürünlerinin aşınmaya karşı korunmasında kullanılmaktadır. Çinko oksit; sulu boyalarda beyaz pigment olarak ve lastik sanayiinde, çinko klorür; deodorantlarda ve ahşap koruyucu olarak, çinko sülfür; karanlıkta parlayan pigment olarak saatlerin akrep ve yelkovanlarında, çinko metil ($Zn(CH_3)_2$) ise pek çok organik maddenin sentezinde kullanılmaktadır.

Çinko, pek çok günlük vitamin ve mineral ilaçlarının bileşenidir. Cildin ve kasların erken yaşlanmasını önleyen antioksidan özelliği taşımaktadır(Çağlarımak ve Hepçimen 2010). Çinko atıkların başlıca kaynağı elektrolitik kaplama banyolarıdır. Bu banyoların çoğunluğu çinko siyanür içeren bazik çözeltilerdir. Bu banyolardan ortaya çıkan atık suda çinko genellikle çinko siyanür $Zn(C_2N)_2$ ve çinko ferrosiyanür $Zn_2Fe(CN)_6$ halinde bulunur(Şener 2015). PH genellikle 9'un üzerindedir. Boya ve pigment üretiminde 0.2-10 mg/l'te kadar çinko içeren atık sular olabilir(Ölgen ve Gür 2012). Tortu kayaçlarındaki dağılımı kil mineralleri, ferro magnezyum silikat ve tetra oksitlere bağlıdır. Zn demir oksitlerin üzerinde kolayca emilime hazırdır. Toprakta derinlik arttıkça çıkarılabilir Zn oranı düşmektedir. Zn canlılar için temel yapı taşlarındandır. Zn zehirlenmesi eksikliği kadar sağlık problemlerine yol açmaz. Avrupa'da yüzey altı topraklarda, <3-3060 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 47 ppm'dir. Yüzey topraklarında, <3-2900 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 52 ppm'dir. En yüksek >76 ppm değeri Portekiz'deki İber yarımadasında, İspanya'nın kuzeybatısında ve Portekiz'in kuzeyinde ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, 4-13900 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 71 ppm'dir. Taşkın çökeltisinde, 6-4911 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 65 ppm'dir(Zn 2017).

Arsenik (As): Atom numarası 33 olan metal ile ametal arasında bir özelliğe sahip yarı metaldir. Kimyasal simgesi As'dır. Alkalilerde çözüldüğünde arsenit tuzlarını verir. Kükürt, halojen ve metallerle reaksiyon verir. Şiddetli zehir olup, 0,06 ile 0,2 gram arası insanı öldürür. Arseniğin bileşikleri zehirli ve tatsızdır. Daha çok tüfek saçmalarına yuvarlak biçim vermek için kurşuna element halinde arsenik katılır. Ayrıca tunç kaplamacılığında, fişekçilikte ve bazı alaşımların yüksek sıcaklıklara direncini artırmakta arsenikten yararlanılır. ^{72}As , ^{74}As ve ^{76}As gibi radyoaktif izotopları ise tıpta tanı ve tedavi yöntemlerinde kullanılır(Başkaya ve Teksoy 1997). Arsenikli bileşikler, böcek ve tarım ilaçları, fare zehri ve boya gibi çeşitli ürünlerin imalatında kullanılır. Ayrıca arsenik kurşunun sert alaşımlarının yapılmasında ve cam endüstrisinde kullanılmaktadır. Arseniğin 70-180 mg alınması canlılarda öldürücü etki göstermektedir. Arsenik zehirlenmelerinde yutma güçlüğü, kusma, ishal, kas krampları, susuzluk, koma ve ölüm görülmektedir. Arsenik özellikle saç ve tırnakta birikir ve deri kanserine neden olabilir. Zehirlenme, nefeste sarımsak kokusu, aşırı terleme, kas güçsüzlüğü el ve ayaklarda duyu kaybı ile kendini belli eder(TAEK 2000).

As arsenit, arsenat ve arsenik sülür olarak tuzlarına ayrışmış olarak doğada bulunabilmektedir(Demir 2000). As, Fe ve Mn ile soğurulduğunda uygun ph değesinde asit kalıntıları meydana getirir. Volkanik kayaçlarda yüzey topraklarına nazaran daha fazla antropojenik kirliliğe sebep olmaktadır. Arsenik bileşenlerinin toprakta taşınması zordur ve son derece zehirlidir. Avrupa’da yüzey altı topraklarda 0.22-593 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 6.02 ppm’dir. Yüzey topraklarında, 0.32-282 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 7.03 ppm’dir. En yüksek 593 değeri Portekiz’deki madencilik çalışmaları sırasında ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, <1-241 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 6.00 ppm değerindedir. Taşkın çökeltisinde, <1-390 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 6.00 ppm değerindedir(As 2017).

Selenyum (Se): Atom numarası 34 olan yarı metal bir elementtir. Kimyasal simgesi Se’dir. Kimyasal bakımdan kükürt ile benzer özellikler gösterir. Genel olarak güneş pili, doğrultucu yapımı ve zeroks tekniğinde kullanılır. Ayrıca fotosel bir element olup yarı iletken olarak kullanılır. Fotoiletken özelliği nedeniyle fotokopi makinelerinde kullanılır. Cam endüstrisinde, özellikle yakut renkli cam ve mine yapımında kullanılır. Ayrıca, fotoğrafik toner, fotoelektrik gözeler, televizyon kameraları ve ışıkölçerlerin yapımında; güneş gözelerinde yarıiletken ve çelik yapımında da katkı maddesi olarak kullanımı vardır. Ph seviyesinin düşmesi Se’nin taşınabilirliğini de düşürür. Ph8’in altındaki değerlerde kil mineralleri tarafından Se emilimi dikkate alınmayacak kadar azdır. Se insanlarda kalp ve kemik rahatsızlıklarına sebep olur. Se değerlerine Avrupa topraklarında sadece kabuktaki ölçümde rastlanmıştır. Kabukta ortalama değeri 0.09 ppm’dir(Se 2017).

Molibden (Mo): Atom numarası 42 olan geçiş metallerinden olup saf halde gümüşümsü beyaz renkli ve çok serttir. Kimyasal simgesi Mo’dur. Molibden özel çeliklerde, pik demirlerde, nikel, kobalt ve titanyum bazlı alaşımlarda kullanılan çok yönlü bir alaşım maddesidir. Molibden alaşım elementi olarak pekiştirmede, sağlamlık ve sertlik özelliği vermede, aşınmaya dayanıklı çeliklerde, döküm demirlerinde, demir gibi olan metallerde kullanılır. Molibden, paslanmaz çelik, tüp ve boru şeklindeki aletlerin yapımında, süper ısıtıcılarda, çelik rezistanslarında, petrol ürünlerini çıkarmada ve kimyasal işlemlerde çok kullanılır.

Kimyasal olarak çeşitli ve geniş kullanım alanları olan molibden boya maddesi olarak kumaş boyacılığında, alkol ve formaldehit elde edilmesinde de molibden katalizörleri kullanılır. Ayrıca, miktatıs alaşımları, döküm karpitleri su ve gaz geçirmeyi önleyici materyallerin imalinde ve son yıllarda da sürtünmeyi azaltıcı özelliğinden dolayı motorlu vasıtaların yağ ve greslerine eklenmektedir(Jeo. Top. Har. 2015). Mo siderofil ve kalkofil özelliktedir. Yalnızca ana kayalarındaki silikatlarda görülür. Mo hayvanlar ve bitkiler için temel bir yapı maddesidir. Hem eksikliği hem de günlük ihtiyaç olandan fazlaca alınması ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir.Yüzey altı topraklarda, <0.1-17.2 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.52 ppm'dir.Yüzey topraklarında, <0.1-21.3 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.62 ppm'dir. En yüksek >0.91 ppm değeri Norveç'in kuzeyi ile İsveç'in kuzeybatısında ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, 0.12-117 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.60 ppm'dir. Taşkın çökeltisinde, <0.05-190 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.62 ppm'dir(Mo 2017).

Kadmiyum (Cd): Atom numarası 48 olan gümüş beyazlığında mavimsi tırak yumuşak bir geçiş metalidir. Kimyasal simgesi Cd'dir. Kadmiyum mineralde bulunan saf metallerin elde edilmesinde yan ürün olarak elde edilir. Meselâ çinko elde edilirken, kadmiyum da yan ürün olarak üretilir. Kadmiyumun en önemli kullanım alanı çelik kaplamacılığıdır. Çünkü çok kolay kaplanır ve oksidasyona dirençli, kararlı bir yüzey meydana getirir. Kaplama elektrolizle ve ya buhar kaplaması şeklinde yapılır. Bilye yatakları gibi sürtünme olan yerler, sürtünmeyi azalttığı için kadmiyumla kaplanır. Kadmiyum-nikel pillerinin yapısında, nükleer reaktörlerde kontrol çubuğu olarak ve Westan standart pillerinde kullanılır(Vural 1993). Düşük erime noktasına sahip lehim yapımında, çeşitli döküm alaşımların yapımında kullanılır(RG 2013). Elektrik, seramik, pil ve akü sanayisinde kullanılan yumuşakça, kanserojen, toksik bir ağır metal elementtir. Bozulan pillerden akan kadmiyum su yolu ile taşınarak sağlığa son derece zarar vericidir. (Öz. İht. Kom. 2006). Kadmiyumun birçok sanayi dalında kullanılması toprak, hava ve suyla gıda maddelerine bulaşma riskini arttırdığı ve bazı gıdalarda yüksek düzeyde kontaminasyona neden olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir(Kruger ve diğ. 1997). Kadmiyumun çinko ile birlikte galvanize çinko kaplı ambalajlarda kullanılması, bu tür ambalaj materyallerinin asitliği yüksek gıdalarda zehirlenme olayları oluşturduğu saptanmıştır.

Gıdalarda bulunan organik asitlerin ambalaj duvarının yapısında bulunan kadmiyumun çözünürlüğünü artırdığı düşünülmektedir(Carman ve diğ. 1998). Cd yüzey topraklarında sistematik bir zenginleşme göstermektedir. Bunu sebebi madencilik ve kimyasal etkilenmenin sebep olduğu antropojenik kirlenme olabilir. Yüzeyaltı humuslu topraklarda ise Çinko ile iyi bir korelasyona sahiptir. Avrupa’da yüzey altı topraklarda, <0.01-14.2 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.09 ppm’dir. Yüzey topraklarında, <0.01-14.1 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.145 ppm’dir. En yüksek >0.15 ppm değeri İspanya’nın kuzeyindeki Bask bölgesinde ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, <0.02-43.1 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.29 ppm’dir. Taşkın çökeltisinde, <0.01-23.6 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.3 ppm’dir(Cd 2017).

Cıva (Hg): Atom numarası 80 olan gümüş renkli oda sıcaklığında sıvı-katı hal alabilen zehirli bir ağır metaldir. Kimyasal simgesi Hg’ dir. Cıva, platin ve demir hariç diğer metallerle "amalgam" adı verilen alaşımlar yapar. Cıva buharlı lambalarda kullanılır. Cıva buharlı lambalar, beyaz parlak bir ışık verir. Cıva buharı çok zehirlidir(Yalçın ve diğ. 2007). Aynaların sırlanmasında, altın ve gümüş üretiminde ve elektrik devreleri anahtarı yapımında kullanılır(Şanlı ve diğ. 2005). Barometre, termometre, hidrometre gibi ölçü aletlerinin yapımında kullanılır. Morötesi ışık veren lambalarda, elektrik kontaklarının yapımında, organik bileşiklerin yükseltgenmesinde katalizör olarak, altın ve gümüş elde edilmesinde, amalgamların hazırlanmasında da yardımcı maddedir. Cıva fulminat üretiminde, tarım ilaçlarının üretiminde, ilaç endüstrisinde analitik kimyada Kjeldahl yöntemiyle azot tayininde, Millon ve Nessler belirteçlerinin hazırlanmasında kullanılır(Türkeş ve diğ. 2000). Topraktaki Hg birikimi organik bileşenler ve yağış miktarına bağlıdır. Doğal suda değişik formlarda bulunabilir. Doğadaki konsantrasyonunun artmasında fosil fuel yakıt kullanılması, madencilik ve çöplerin katı ve sıvı hale getirilmesi etkilidir. Buharı da oldukça zehirlidir. Avrupa’da yüzey altı topraklarda, 0.002-0.93 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.022 ppm’dir. Yüzey topraklarında, 0.005-1.35 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.037 ppm’dir. En yüksek >0.041 ppm değeri İspanya’nın güney bölgesinde ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, 0.003-13.6 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.040 ppm’dir. Taşkın çökeltisinde, 0.002-4.39 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 0.045 ppm’dir(Hg 2017).

Kurşun (Pb): Atom numarası 82 olan yer kabuğunda doğal olarak bulunabilen bir metaldir. Kimyasal simgesi Pb'dir. Kurşunun en önemli tüketim alanı akü imalatıdır. Yeraltı haberleşme kablolarının kurşunla izolasyonu diğer önemli tüketim alanı olarak göze çarpar. Korozyonu önleyen kurşun oksit boyalar çelik konstrüksiyonlarda kullanılır. Kurşun tetraetil ve tetrametil benzin içinde oktan ayarlayıcı olarak kullanılan kurşun bileşikleridir. Kurşun radyasyonu en az geçiren metal olması nedeniyle bu ışıklardan korunmada, renkli televizyon tüplerinin yapımında ve mühimmat imalinde de önemli miktarlarda kullanılmaktadır(UAEA 1999). Kurşunun en çok rastlanılan cevherleri, sülfür minerali galen (PbS) ve onun oksitlenmiş ürünleri olan serüsit ($PbCO_3$) ve anglezittir ($PbSO_4$). Bu mineraller arasında en önemli olanı galendir. Kurşunun vücutta toksik etki yaratması için kanda veya yumuşak dokularda belli bir düzeye kadar birikmesi gerekir. Yaş, beslenme ve fizyolojik durumlar gibi birçok faktöre bağlı olarak etkisi değişmektedir. Çocuklar için 40-80 μg Pb/ 100 ml toksik belirtilerin görülebileceği, 80 μg Pb/ 100 ml kursun zehirlenmelerinin görüldüğü düzeydir. Saçlar, kemikler ve dişlerdeki kursun miktarı muhtemel kurşun zehirlenmeleri hakkında bilgi vermektedir(Alkaya ve Yıldırım 2000). Dünya Sağlık Teşkilatı, sağlık üzerinde olumsuz etkilerin gözlemlendiği 0.1 mg/ml kan kurşun konsantrasyonu limitinin asılmaması amacı ile, kent havasındaki kurşun konsantrasyonunun $1/0,5mg/m^3$ olarak hedeflenmesini önermektedir(Prasad ve Freitas 2003). Topraktaki Pb yoğunluğu ana kayaçların bileşimine bağlıdır. Sülfür minerallerinin olduğu bölgelerde aşınma kaynaklı asidite ile taşınır. Taşıt çevresindeki tetraetil forumunda bulunan Pb çevre kirliliğinin belirgin kaynağıdır. İnsan, bitki ve hayvanlarda yüksek seviyeleri öldürücü olmaktadır. Mn oksit, Fe, Al hidroksit, kil mineralleri ve organik maddeler ile bağlantılıdır(Türkan 1982). Avrupa'da yüzey altı topraklarda, <3-938 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 17.2 ppm'dir. Yüzey topraklarında, 5.3-970 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 22.6 ppm'dir. En yüksek >24.9 ppm değeri Portekiz'in kuzeyinde ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, <1-5760 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 20.5 ppm'dir. Taşkın çökeltisinde, 4-7084 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 22 ppm'dir(Pb 2017).

Uranyum (U): Atom numarası 92 olan zayıf radyoaktif elementtir. Kimyasal simgesi U'dur. Doğada hiçbir zaman serbest halde bulunmaz. Yüksek yoğunluğa sahiptir. Kurşundan %65 daha yoğundur.

Klor, kükürt ve azotla az ya da çok kolay bileşir aynı zamanda nitrik asit içinde dinginleşir. Seramik malzemelere renk vermek amacıyla seramik işletmelerinde kullanılır. Dünyanın en tehlikeli bomba türü olan plütonyum hidrojen bombasının yapımında ve uranil asetat analitik uygulamalarında yaygın bir şekilde kullanılır. Nükleer yakıt ve patlayıcı olarak kullanılır(Doyranlı 1978). Toprakta taşınabilirliği Th ile benzerdir. Organik asitler U'nun çözünürlüğünü artırır fakat organik madde ve kil minerallerinin emilimi ve çözünabilir partiküllerin formları taşınabilirliğini kısıtlar. U radyoaktiftir ve en iyi nükleer yakıttır. Çevrede doğal halde bulunmaz. Avrupa'da yüzey altı topraklarda, <0.1-30.3 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 2.03 ppm'dir. Yüzey topraklarında, 0.21-53.2 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 2 ppm'dir. En yüksek >2.88 ppm değeri Galiçya, İspanya'nın batısı ve Doğu Alplerde ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, <1-98 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 2 ppm'dir. Taşkın çökeltisinde, <1-89 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 2 ppm'dir(U 2017).

Toryum (Th): Atom numarası 90, atom ağırlığı yaklaşık 232 g/mol olan, 11,7 g/mL yoğunluğunda, 1755 °C de eriyen ağır bir metaldir. Toryum katkılı yakıtlar, sırf uranyum içeren yakıtlara göre çok daha az miktarda bölünme ürünü (radyoaktif atıklar) çıkartmaktadırlar. Bütün bu avantajlar toryumu nükleer yakıt olarak kullanmak için cazip hale getirmektedir. Ancak bunların yan ısıra teknik ve ekonomik bazı zorluklar vardır. Bunların basında halen dünyada işletilmekte olan nükleer güç reaktörlerinin temel tasarımında bir değişiklik yapmadan toryumun kullanılmasının sağlanması gelmektedir(Atılğan 2002). Bu konuda gerek AB, gerek ABD, Kanada, Kore ve Japonya'nın halen sürdürülen çalışmalarında, temel hedef, mevcut Hafif Sulu Reaktörler (LWR) veya Ağır Sulu Reaktörler (HWR) gibi ticari reaktörlerin yakıt dizaynında bir değişiklik yapmadan toryum- uranyum-plütonyum yakıtlarının etkin olarak kullanılması ve böylece plütonyum stoklarının azaltılmasıdır(Gür ve diğ. 2004). Kurşun renginde, havada bozulmaz, atom enerjisi kaynağı olarak kullanılan radyoaktif bir elementtir(Fergusson 1990). Toryum kendiliğinden bölünebilme yeteneğine sahip değildir. Bu yüzden doğrudan nükleer yakıt olarak kullanılamaz(AQEC 2004). Th meteor ve diğer kayalardan daha bol miktarda yüzey kabuğunda bulunur. Granitlerde volkanik kayalardan daha fazla miktarda bulunur. Temel bileşenleri monazit ve zirkon hem kimyasal hem fiziksel kırılmalara dayanıklıdır. Th tüm çevre koşullarında taşınması zor bir elementtir.

Organik madde, kil mineralleri ile fosfat ve oksit gibi partiküller yüzünden bu taşınma kısıtlanıyor olabilir. Avrupa'da yüzey altı topraklarda, <0.1-71.7 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 8.0 ppm'dir. Yüzey topraklarında, 0.30-75.9 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 7.24 ppm'dir. En yüksek >11 ppm değeri Portekiz'deki İber yarımadasında ve İspanya'nın batısında ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, <1-253 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 10 ppm'dir. Taşkın çökeltisinde, <1-38 ppm aralığında değişmektedir. Ortalama 8 ppm'dir(Th 2017).

Manganez (Mn): Mangan diye de bilinen bu element, atom numarası 25 olan geçiş metallerinden olup saf halde grimsi metal renklidir. Kimyasal simgesi Mn'dir. Doğada demir elementi ve daha birçok elementle bağlı biçimde bulunmaktadır. Bu özelliği içinde bulunan karbon miktarına bağlıdır. Yüksek karbonlu çeliklerde manganın etkisi sertlik ve dayanımı artırmaktadır. Yüksek seviyelerde manganız memelilerde zehirlenme etkisi yapar. Genellikle metal endüstrisinde alaşımlarda kullanılır. En fazla demir ve çelik ile birlikte kullanılmaktadır. Demir ve çeliğe mangan katılmasının nedeni ise, manganın çekme direncini artırmasıdır. Bu nedenle, ağır tonajlı yüklerin taşınmasında mangan elementinden faydalanılmaktadır(Siegel 2001). Cr, Ni ve V gibi elementlerle bağlantılı olan Mn yüksek değerleri mafik kayaların göstergesidir. Soğuk havalarda yağış bölgelerinde Mn toprakta azalması ve asit oranının artması ile bitkilerde çürüme meydana gelir. Bitkiler Mn toksisitesinden ve eksikliğinden zarar görür. XRF analizlerinde MnO bileşiğinden % şeklinde elde edilmektedir. Avrup'da yüzey altı topraklarda, % 0.003-0.604 aralığında değişmektedir. Ortalama % 0.060'dir. Yüzey topraklarında, % 0.0004-0.778 aralığında değişmektedir. Ortalama %0.065'dir. En yüksek %5.44 değeri İskandinavya da Norveç bölgesinde ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, % <0.01-2.37 aralığında değişmektedir. Ortalama %0.08 'dir. Taşkın çökeltisinde, % <0.01-6.61 aralığında ve ortalama %0.070'dir(Mn 2017).

Demir (Fe): Atom numarası 26 olan bir metaldir. Kimyasal simgesi Fe'dir. Demir uzayda en çok bulunan elementlerden birisidir. Yerkabuğunda %5-6 oranında bulunur. Yer kabuğunda bulunan demir cevherleri hematit, limonit, götit, magnetit, siderit ve pirittir(Cunningham 1995). Demir, tüm metaller içinde en çok kullanılanıdır ve tüm dünyada üretilen metallerin ağırlıkça %95'ini oluşturur.

Demir, aslında büyük ölçüde karbonlu bir alaşım olarak kabul edilebilecek olan çelik yapımında kullanılır(İbret ve Aydınöz 2009). Düşük fiyatı ve yüksek mukavemet özellikleri demiri, otomotiv, gemi gövdesi yapımı ve binaların yapısal bileşeni olarak kullanılır(Ay 2005). Demir cevherinin tüketildiği iki ana üretim dalı yüksek fırın pik demir üretimi ile direk redüksiyon tesisleridir. Demir cevheri yüksek fırınlara ya direk şarj cevheri olarak parça cevher halinde veya ince tozlar sinter halinde veya daha ince tozlar pelet halinde kok kömür ve cüruf yapıcı katkı maddeleriyle birlikte verilerek kullanılır. Alüminyumdan sonra dünyada en çok kullanılan elementtir. İndirgenmiş ve yükseltgenmiş formları V, Cu, Co, Mn ve diğer birçok element ile limonitik ve hematik fazlarda bulunabilir. İnsanlar ve bitkiler için günlük gerekli bir yapı maddesidir. Yetişkinlerde günlük 10-18 mg ihtiyaçtır. XRF analizlerinde Fe_2O_3 bileşiğinden % şeklinde elde edilmektedir. Avrupa’da yüzey altı topraklarda, % 0.11-15.6 aralığında değişmektedir. Ortalama % 3.75’dir. Yüzey topraklarında, % 0.16-22.3 aralığında değişmektedir. Ortalama %3.51’dir. En yüksek %5.44 değeri İspanya’nın kuzey bölgesinde ortaya çıkmıştır. Akarsu tortusunda, % 0.11-18.3 aralığında değişmektedir. Ortalama %3.58 ’dir. Taşkın çökeltisinde, %0.25-35.8 aralığında değişmektedir. Ortalama %3.33’dir(Fe 2017).

Literatür bilgilerinden yola çıkıldığında ağır metaller ve toprak kirliliği hakkında yeterli bilgilere ulaşılmasına rağmen ağır metallerin toprak, su ve hava gibi çeşitli çevresel kirliliğe etkileri günümüze kadar genel anlamda çok detaylı olarak incelenmemiştir. Literatürde daha çok bölgesel çalışmalar yer almaktadır. Bu araştırma da Denizli ili için incelenen 16 adet ağır metale göre toprak kirliliği etkisi açısından önemli bir altlık oluşturacaktır.

Araştırmamızda, Denizli ili ve çevresi için karayolları kenarında ağır metal kaynaklı oluşan toprak kirliliği incelenmiştir ve elde edilen değerler bulgular ve tartışmalar kısmında detaylı olarak değerlendirilmiştir.

2.2 Literatürdeki Diğer Çalışmalar

Çalışmanın bu kısmında toprak kirliliği, ağır metaller ve çevresel zararları ile ilgili yerel ve uluslararası düzeyde yapılmış çalışmalar özetlenmiştir. Aynı ekosistem içindeki besin zincirinin seviyeleri incelendiğinde ağır metaller sindirilmeye ve canlı üzerinde depolanmada zincirin çok yüksek seviyelerine ulaşabilmektedir. Siegel (2002) çalışmasında, bazı metaller için çok kritik değerlere ulaşabildiğini ve bunun da sağlık açısından vücuda ve belirli organlara zehirli etkiler bıraktığını anlatmıştır.

Ağır metaller karşılıklı ya da zıt etkileşim içinde bulunabilmektedirler. Bunlardan selenyum elementi insan vücudu üzerindeki ağır metal toksik etkilerinin gücünü azaltabilmektedir. Bakır, kurşun, cıva ve kadmiyum elementlerinin anatomik açıdan çok zararlı olduğu belirlenmiştir. Fakat ağır metallerin kendi içindeki etkileşimleri de insan sağlığı üzerinde göz ardı edilemeyecek zararlı etkilere sahiptir (Kılıç ve diğ. 2007). Kurşun elementinin sindirimi demir elementinin emilimini azaltabilir ve aynı zamanda bakır ve kalsiyum elementlerinin de zaten var olan besin eksikliğini daha da düşürebilir. Örneğin; Fergusson (1990) ağır metallerden ikincil derecede ölümcül etkiye sahip cıva elementinin 55 mg mı 51 kg bir insanın vücut hareketlerini kontrol sistemi yani motor kontrol sisteminin sinirsel bozukluklar göstererek yetisini kaybetmesine neden olduğunu belirtmiştir. Büyük şehirlerdeki kirliliğin en önemli sebepleri arasında çarpık kentleşme başta olmak üzere yanlış yol güzergahları ve sanayileşmenin hızla artması gösterilebilir.

Sanayileşmenin artması sonucu olarak da zehirli gazlar ve atıklar doğal ortamda artmaya başlamaktadır. Şekeroğlu ve Akmaz (2009) çalışmalarında, en basiti yanma olayı sonucunda ortaya çıkan karbon ve türevleri gazların bile başlı başına kirliliğe zemin hazırladığını anlatmıştır. Şehirlerdeki kirlenmenin ulaşım kaynaklı olan büyük bir bölümü motorlu araçlardan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu şekilde motorlu araç kirleticilerin özellikleri ve yoğunlukları motor tipine, motor ayarına, kullanım tarzına, yakıt bileşimine ve atmosferik şartlara bağlıdır. Motorlu taşıtlar çevreyi; egzoz emisyonu, yakıt-yağ buharı, kurşun bileşikler, asbest ve lastik tozları, aşınma, paslanma ve korozyon sonucu oluşan gaz sıvı ve katı atıklarla kirletmektedir.

Çelik ve Oral (2006) araştırmalarında, bu kirleticilerin en etkin zararlı ve yoğun bulunan Azot oksitler (NO_x), Karbon monoksit (CO) ve Yanmamış hidrokarbonlar (HC), Partikül Madde (PM) (is, duman vb.), Kükürt oksit bileşikleri (SO_x), Kurşun (Pb) içeren maddelerdir. Bunlardan NO_x ve PM emisyonları daha çok dizel motorlardan kaynaklanmaktadır. Endüstriyel merkezlerde karbon monoksit zehirlenmesi önemli bir sorundur. Egzoz gazları, gaz ve kömür ısıtıcıları, mangal kömürleri, kuyular ve derin çukurlarda bulunur. Karbon monoksit renksiz, kokusuz, havadan hafif ve rahatsız edici olmayan bir gazdır. Hemoglobine bağlanma kapasitesi oksijenden 280 kat fazladır(İnan ve diğ. 2011). Aşırı yorgunluk, huzursuzluk, grip belirtileri, bulantı- kusma, baş dönmesi, karıncalanma, cilt ve tırnaklarda kısa süreli kiraz kırmızısı renk değışimi, göğüs ağrısı, çarpıntı hissi, tansiyon düşüklüğü, solunum durması, kalp durması, koma gibi belirtiler karbon monoksit zehirlenmesinin başlıca belirtileridir(Batmaz 2007).

PM'ler is oluşumu yani dizel yanmanın bir safhası sonucu oluşmaktadır. Bu nedenle başlangıçta oluşan karbonun büyük bir kısmı tekrar yanar. Ancak gücü arttırmak amacı ile yanma odasına fazla miktarda yakıt gönderildiğinde, yeterli oksijen bulunmadığı için egzoz gazları içerisinde bir miktar is bulunacaktır. İs oluşumu silindirin aşınmasına segman yuvalarının karbonla dolarak zarar görmesine neden olmaktadır. Yanma odasında yeterli sıcaklık, oksijen ve zaman bulunmaz ise partikül maddeler egzozdan dışarı atılmaktadır. Partiküller çapları bakımından tehlike sınıflandırmasına tabidirler. Yani partikül çapı küçüldükçe çevresel ve sağık açısından tehdidi de büyür. Trafik kökenli partikül maddeler, dizel motorlarda düşük kükürtlü yakıt kullanılması ve yakıt pompasının doğıru ayarlanması ile büyük ölçüde önlenabilir. Dönmez ve diğ. (2009) alışmalarında, dizel motorların dışında PM, fren balataları ve lastiklerden sürtünme etkisi sonucunda da oluşmaktadır. Diğere zararlı madde gruplarından karbon monoksit grubu kapalı bir ortamda çalışan bir otomobilin egzozundan çıkan CO orada bulunanları zehirler ve öldürür, kahverengi ve kokulu olan azot oksit grubu akciğere dokusunda hasara ve felce neden olur ve son olarak bazı hidrokarbonlar mukozada tahrişe yol açar, bazıları ise kanserojendir.

Trafik yoğunluğuna bağılı olarak madde miktarlarındaki artışlar incelenerek, farklı değıerlerin ortaya çıkıp çıkmadığı ve değıerlerin değıişip değıişmediğı analiz sonuçlarından ortaya çıkarılmıştır.

Alınan toprak numunelerinden çıkan analiz sonuçlarına göre ağır metal yoğunluklarında karayolu ekseninden uzaklaştıkça az da olsa farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bu değerler eşik değerlerin üzerinde olmadığı için herhangi bir sorun teşkil etmeyecektir. Bu da karayolunda trafik kaynaklı toprak kirliliğinin diğer kirliliğe neden olan etmenlere göre çok küçük bir miktar olduğunu söyleyebilmemizi sağlayacaktır. Potasyum, kükürt, oksijen ve manganez içeren bileşiklerincelediğimizde de yine benzer sonuçlar elde edilmektedir. Hatta elde edilen sonuçlar çok küçük değerlere isabet ettiğinden bu bileşikler ulaşım kaynaklı kirletici olarak ele almamak gerekir. Bu şekilde incelenen elementlerden oksijen herhangi bir zararının olduğu bilinmeyen insanın yaşamsal faaliyetleri için gerekli bir element, potasyum ve kükürt elementleri de yerine göre kullanıldığında insan sağlığına yararlı olabilen kimyasallardır. Fakat burada manganez periyodik cetvelde metal grubunda yer almaktadır ve tek başına ya da oksijen ile birleştiğinde zararlı olabilmektedir(Çeviköz 1996).

Özdemir (2008) çalışmasında, en önemli hava kirleticilerinin SO₂, PM, CO ve NO_x olduğunu ifade etmiştir. Benzin yanması, araç emisyonları, fosil yakıtların fabrikalarda, termik santrallerde rafinerilerde, ofis binalarında evlerde ve yakma tesislerinde yakılması sonucu ortaya çıkmaktadır.

Toprak yıkama çözeltisi olarak kullanım potansiyeline sahip biyolojik olarak parçalanabilir biyoyüzey aktif maddeler, 420 mg/kg bakır içeren ve %12.6 yağ-gres içeriğine sahip bir toprağa uygulanmış ve yapılan kesikli yıkama denemeleri sonucu %100'e varan bir giderim elde edilebilmiştir. Sonuçlar, değişebilir metal yoğunluklarının çok düşük oranlarda olsa bile anyonik biyosüpfaktanlarla ağır metal gideriminin toprakta etkin bir şekilde gerçekleşebileceğini göstermektedir(Görgülü 1994).

Denizli ilinde sanayi ve ticaret gelişmiş olduğu için, şehir hem fabrika açısından hem de transit ve konaklamalı ulaşım açısından kullanılan bir güzergahtır. Fabrikalar kullanılan yakıt çeşidinden, trafikteki araçlar ise emisyonları bakımından hava ve toprağı direk olarak etkilemektedir(Güler ve Çobanoğlu 1997). Bu çalışmada bu kirletici maddelerin topraktaki kirlilik düzeyi incelenmiş ve ulaşım kaynaklı olup olmadığı belirlenmiştir.

Genellikle sanayide, ısınmada, ulaşımda ve elektrik üretiminde fosil yakıtların kullanımından dolayı SO_x , NO_x ve PM emisyonlarının oluştuğu düşünüldüğünde, mevcut yakıt kalitesinin iyileştirilmesi en öncelikli önlemlerden biridir. Zira yerli linyitlerin kalite ve ısı değerlerinin düşük, kükürt ve kül oranlarının yüksek olması, söz konusu kirlenici emisyonlarının yüksek seviyelerde olmasına neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar evrende bol miktarda bulunan hidrojenin, bir yakıt için gerekli özelliklerin birçoğuna sahip olduğunu göstermektedir. Hidrojen, suyun ve temiz güç kaynağının olduğu her yerde potansiyel olarak mevcuttur. Diğer yakıt türlerine kıyasla daha verimli yanma özelliğine sahiptir. Hidrojen, karbon ve sülfür içermediği için yanma ürünleri arasında CO, CO_2 ve HC yoktur(Raskin ve diğ. 1997). Teorik olarak hidrojen yandığı zaman sadece su oluşur. Klasik, 4-zamanlı, tek silindirli, hava soğutmalı ve buji ateşlemeli bir motorda benzine alternatif olabilecek gaz yakıtların kullanımı üzerinde incelemeler yapılmıştır. Motor silindir kapağında yapılan değişikliklerle, motora gaz yakıt enjeksiyonu yapılabilir ve sıkıştırma oranı ayarlanabilir hale getirilmiştir. Motor üzerine çeşitli parametreleri belirlemek amacıyla j bir su freni, sıvı yakıt ölçüm düzeneği, hava ölçüm düzeneği, devir ölçer, egzoz ve yağ sıcaklığı ölçerler, egzoz basıncı ölçer, gaz yakıt için akış ölçer ve gaz yakıt basınç ölçüm ve regülasyon düzeni bağlanmıştır. Ortam sıcaklığı ve rutubeti grafikli bir ölçüm cihazı ile sürekli ve zamana bağlı olarak kaydedilmiştir. Ortam basıncı ise ayrı bir basınçölçer ile ölçülmektedir.

Motora gaz yakıt beslemek amacıyla, emme supabından tahrikli ve silindir kapağına monte edilebilen özel bir enjektör tasarlanmıştır. Motor, hem orijinal hali hem de benzin ile denenip, performans parametreleri kaydedilmiştir. Silindir kapağına enjektör bağlanarak önce gaz LPG ile, daha sonra da gaz hidrojen ile çalıştırılmış ve performans parametreleri kaydedilmiştir. Deneylerin amacı, benzine alternatif iki gaz yakıtın buji ateşlemeli bir motorda testi, sonuçların karşılaştırılması ve gaz yakıtın motora enjeksiyonunu sağlayan yeni bir enjektörün geliştirilmesidir(Karakaş 2007). Bu çalışmalar benzin yerine gaz yakıt kullanımı ile daha az zararlı maddelerin yanma sonucu açığa çıkması ile egzoz gazının kirliliğe etkisini azaltabilir.

Temelci (2000); çalışmasında, günümüzde taşıtlarda kullanılan fosil yakıtların, gerek emisyonları, gerekse rezervlerinin yetersizliği nedeniyle gelecekte ihtiyaca cevap veremeyeceğini ifade etmiştir. Bu sebeple yapılan alternatif yakıt arayışlarında, yüksek yanma hızı, geniş tutuşma aralığı, düşük ateşleme enerjisi ve en önemlisi teorik olarak sadece su buharı emisyonu vermesi gibi olumlu özellikleriyle hidrojen büyük avantaj sahibidir(Ertürk 1978). Hidrojen taşıtlarda direk olarak içten yanmalı motorlarda kullanılabilir(Yayla 2008).

Mevcut yakıtın zenginleştirilmesinde ve elektrik motorlu taşıtlarda yakıt hücrelerinde elektrik üretimi amacıyla kullanılabilir. İçten yanmalı motorlarda hidrojen kullanımında karşılaşılan erken tutuşma ve geri tutuşma gibi sorunlar, gelişmiş püskürtme sistemleri ve çeşitli modifikasyonlarla giderilmiştir(Kocaer 2003). Ancak hidrojenin kullanılabilmesi için, mevcut yakıtlarla rekabet edebilecek üretim maliyetlerine ve gereksinimlere cevap verebilecek depolama tekniklerine sahip olmalıdır(Kahvecioğlu 2007). Bu şekilde hidrojen kullanımı tutuşma ve yanma aralığı optimize edilebilirse açığa çıkan atıkların zararı daha aza indirgenebilir.

Günümüzde, evrensel bir problem halini alan toprak kirliliği için en iyi çözüm kuşkusuz toprak kirliliğini önleme çalışmalarıdır. Ancak, gelişmekte olan ülkemizde henüz yeterince önlem alınmadığı ve kirlenmiş topraklarla ilgili çalışmaların yeterli seviyede olmadığı görülmektedir(Karakaş 2007). Öncelikle, kirlilik potansiyeline sahip yörelerin incelenmesi ve arıtım gerektirecek bölgelerin tespit edilmesi gerekmektedir. Daha sonra bölge özellikleri, kirleticiler, hidrojeolojik özellikler ve ekonomik uygunluk gibi çok sayıda faktör göz önünde bulundurularak gerekli fizibilite çalışmaları ve laboratuvar ölçekli çalışmalar yapılmalı ve uygun arıtım yöntemi seçilmelidir(Baş ve Demet 1992).

Ağır metalleri incelediğimizde, karayolundan uzak bölgelerin kirlilik açısından daha el değmemiş olduğu düşünülmüş ve bunun sonucu olarak kirlilik oranlarının bu kısımlardaki tarım arazilerinde belirlenmesinin daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine olanak sağlayacağı belirlenmiştir. Araştırmada incelenen 16 adet element ve toprakta bulunma değerleri bu sonuçları destekler niteliktedir.

Ağır metalin tanımı daha çok çevresel problemler olduğunda ortaya çıkmakta ve nispeten yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya zehirleyici olan metal olarak tarif edilmektedir. Gerçekte ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm³'ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu grubun içine en bilinenleri kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, cıva ve çinko elementleri olmak üzere 60'tan fazla metal girmektedir.

Baş ve Demet (1992); araştırmalarında, bu elementlerin doğaları gereği yer kürede genellikle karbonat, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde bağlı olarak bulunabildiklerini ifade etmiştir. Yüksek konsantrasyonlardaki bazı ağır metaller, bitkileri ve bitkilerle beslenen insan ve hayvanları olumsuz yönde etkileyebilmektedirler. Krom, Nikel ve Kurşun topraklarda 10 -100 mg/kg arasında, kadmiyum ise 1 mg/kg'ın altında bulunuyorsa bu miktarlar normal seviyeler olarak kabul edilmektedir. Kadmiyum ve kurşun çevresel kirleticiler olarak insanlar ve hayvanlarda ciddi sağlık sorunları yaratmaktadırlar (Sezgin ve diğ. 2003).

Yıldız (2001) çalışmasında, kromun temel bir mikro element olduğunu ve yüksek konsantrasyonlarda memeliler ve diğer hayvanlar için toksik bir element iken, nikelin ise aynı grup canlılar için olası kanserojen bir element olduğunu belirtmiştir. Bununla beraber, nikel yüksek bitkiler için temel besin elementi olarak kabul edilmiştir (Kartal ve diğ. 2007). Topraklarda ekstrakte edilebilir ağır metal konsantrasyonları: kadmiyum için 1 mg/kg, kobalt için 10 mg/kg, bakır için 0,1 mg/kg, selenyum için 10 mg/kg, vanadyum için 0,5-1 mg/kg, nikel için 100 mg/kg'ın üzerinde olduğu durumlarda toksik etkiler ortaya çıkabilmektedir (Güven ve diğ. 2007). Daha önceden yapılmış incelenen araştırmalarda ağır metaller içinde en şiddetli zehir etkisi olanların kadmiyum, kurşun ve cıva olduğu ifade edilmektedir (Kınalıoğlu ve diğ. 2009). Ağır metaller kayaçların ve dolayısıyla toprakların doğal bileşenleridir ve topraklar bileşimlerine bağlı olarak farklı oranlarda ve formlarda ağır metal içerirler. Ağır metallerin yol açtığı toprak kirliliği tüm dünyanın dikkatini çeken bir konu olmuştur. Topraklardaki ağır metal kirliliği, endüstrinin ve madencilik aktivitelerinin gelişmesiyle artmaya başlamıştır. Buna bağlı olarak yetişen ürünlerdeki verimi ve hatta tüketici olan canlıları da doğrudan etkilemektedir.

Toprak kirliliğinde çevre faktörü önemlidir. Tarım arazilerinin yakınında bulunan bir endüstriyel işletme, atık su arıtma tesisi, termik santraller topraktaki ağır metal yoğunluğunu etkileyebilmektedir. Örnek olarak, Türkan (1982) ve Sesli (2002) kurşun elementi ile ilgili yaptıkları araştırmalarında, yol kenarından ve taşıt yoğunluğundan uzaklaştıkça bu elementin değerlerinin yükseldiği, aksine yol kenarına ve kavşaklara yaklaştıkça egzoz gazından etkilenerek kurşun değerlerinin azaldığının gözlemlendiğini ifade etmişlerdir.(Çev. At. 2004).

SO₂, PM, CO ve NO_x öncelikli olarak benzin yanması, araç emisyonları, fosil yakıtların fabrikalarda, termik santrallerde rafinerilerde, ofis binalarında evlerde ve yakma tesislerinde yakılması sonucu ortaya çıkmaktadır. SO₂, belli bir miktar da dizel yakıtlı taşıtların kullanımından da ortaya çıkmaktadır. SO₂' nin dış ortam konsantrasyonları, genellikle şehrin merkezi bölgelerinde ve endüstriyel alanların çevresinde yüksektir. Azot oksitleri doğal kaynaklardan ve insan aktiviteleri sonucunda hemen hemen eşit oranda atmosfere atılırlar. NO₂' nin ana kaynağı, motorlu taşıtlarda yakıtların yanması, elektrik üretimi, fabrikaların ısıtılması ve endüstriyel proseslerdir. Yüksek konsantrasyonlarda toksiktir. Trafik emisyonlarından kaynaklanıp şehir merkezinde ve ana yollara yakın yerlerde en yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Petrol yanmasından birincil olarak oluşan benzen (C₆H₆) gibi uçucu organik bileşikler, dioksin ve furanlardır. Karbon monoksit, hidrokarbon ve azot oksitler bakımından en yüksek emisyonlar araçlar tarafından oluşturulmaktadır. SO₂ ve ozon ile birlikte, ekinler ve bitki örtüsü üzerinde zararlı etkileri vardır. PM'ler maddeler yakıtların yanması, dizel motorlar, inşaat ve endüstriyel faaliyetler, ikincil aerosoller (amonyak, sülfür ve azot oksitlerinin havada reaksiyonu ile oluşur) bitki polenleri ve yerden kalkan tozlar gibi birçok doğal kaynaktan oluşabilir ve karsijeneik etkilere sahiptir.

Diğer taraftan, araç motorları incelendiğinde ise, motorun standart çalışma şartlarında özgül yakıt tüketiminin en iyi olduğu nokta maksimum momentin en yüksek olduğu noktadadır. Hidrojen ilaveli yakıtla elde edilen özgül yakıt tüketimi değerleri motorun standart değerlerinden daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Hidrojen gazı oranı arttıkça özgül yakıt tüketimindeki iyileşmede artmaktadır. En iyi sonuç olarak değerlendirilebilecek özgül yakıt tüketimindeki iyileşmenin nedeni, hidrojen gazının ısı veriminin benzinin ısı veriminden daha yüksek olmasıdır.

Hidrojen yanma verimini artırdığından dolayı özgül yakıt tüketiminde düşme meydana gelmiştir. Özgül yakıt tüketimindeki düşme ise çevrenin benzinli motorlardan kaynaklanan kirleticilerden büyük ölçüde korunmasını sağlayacaktır. Ancak hidrojenin geri tutuşma, depolama ve yüksek devirlerde erken ateşleme gibi problemlerinin çözümlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada ağır metal grubuna girmeyen ve az da olsa genel olarak toprak kirliliğine egzoz gazlarından dolayı etkisi bulunabilecek olan hidrojenin hava ile yanması sonucunda, yakıtta karbon bulunmaması nedeni ile yanma ürünleri arasında CO, CO₂ ve HC'ler mevcut olmayacaktır. Sadece motorun yağlama yağının yanması nedeni ile çok az miktarda oluşan HC'ler egzoz gazları arasında bulunmuş olacaktır. Diğer yandan bu motorlarda, yüksek yanma sıcaklıkları nedeni ile havanın kimyasal reaksiyonu sonucu azot oksitler bol miktarda üretilmektedir. Bu da toprak kirliliğinden ziyade hava kirliliğine daha büyük kalıntılar bırakmaktadır(Çelik ve Oral 2006). Taşımacılıkta ve transferlerde karayolu kullanımının artarak %90'ların üzerine çıkması ve motorlu taşıtların sayısının trafikte yıldan yıla artması ulaşımdan kaynaklı kirliliği de artırmaktadır. Partikül madde miktarını en fazla içeren ulaşım ağı %30'lara ulaşabilen karayolu ulaşımıdır(Çev. At. 2004).

Bu çalışmada sanayi, tarım ilaçları ve endüstriyel atık maddeler değil sadece ulaşımdan kaynaklı kirletici olabileceği belirlenen elementler dikkate alınmış ve inceleme bölgesi olarak diğer kirleticilerin etkin olmadığı tarım yapılabilen bölgeler seçilmiştir.(Köy Env. 2015). Araştırma bölgesinde toprak kirliliğine neden olan elementlerden vanadyum, krom, kobalt, nikel, bakır, çinko, arsenik, selenyum, molibden, kadmiyum, cıva, kurşun, uranyum, toryum, manganez ve demir incelenmiştir. Bu ağır metallerden manganez ve demir elementlerinin değerleri bağ kurduğu 11 adet bileşiğin değerlerinden element değerlerine indirgenerek elde edilmiştir. Ağır metallerin incelendiği çalışma alanına ait bilgiler ve toprak numunelerinin analizinde kullanılan yöntem hakkındaki bilgiler üçüncü bölümde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3. ÇALIŞMA ALANI VE YÖNTEM

Çalışma alanı olarak Denizli ili sınırları içerisinde yer alan karayolu ulaşım ağı seçilmiştir. Şekil 3.1’de gösterilen bu ağ üzerinde Aydın (D320-Denizli batı kesim), Ankara (D320-Denizli doğu kesim), Uşak (D595), Manisa (D585-Denizli kuzeybatı kesimi), Muğla (D330) ve Antalya (D585- Denizli güneydoğu kesimi) illerine bağlanan devlet yolları esas alınmıştır.



Şekil 3.1: Denizli ili bağlantı yolları

3.1 Çalışma Alanı

Araştırmanın ana materyalini, çalışma bölgesindeki kara yollarının kenarında bulunan tarım arazilerinden alınan toprak numuneleri ve bu yollarda gözlemlenen YOGT değerleri oluşturmaktadır. Konu ile ilgili diğer verilerin elde edilmesinde; Tarımsal Üretimi Geliştirme Genel Müdürlüğü kayıtları, Denizli Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü kayıtları ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) istatistiklerinden yararlanılmıştır. Denizli ilinde toplam 19 ilçe bulunmaktadır. Yüzölçümü 12134 km² dir.

Denizli Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'nün TÜİK ile belirlediği ildeki yaklaşık tarım arazisi ise 380000 ha'dır(Köy Env. 2015). Araştırmada, Çivril, Çardak, Acıpayam Tavas, Sarayköy ve Buldan-Güney ilçelerinden geçen karayollarının kenarında inceleme yapılacaktır. Ana yollar bu ilçe güzergahlarından geçmektedir. Toprak numuneleri için ilçe merkezlerine ve sanayi bölgelerine uzak tarım arazileri seçilmiştir.

Tablo 3.1'de yer alan veriler TÜİK'den 2016 yılında alınan trafik değerleridir. Trafik değerlerini incelediğimizde, 2011 yılında Ankara bağlantısı için 13730 olan YOGT değerinin 2015 yılında 18863'e yükseldiği görülmektedir. Aydın bağlantısında 12781'den 14264'e, Manisa bağlantısında 2740'dan 7863'e, Muğla bağlantısında 4635'den 7706'ya, Antalya bağlantısında 5211'den 7190'a, Uşak bağlantısında ise 3536'dan 5388'e yükselmiştir. Bu bilgilere göre 2011 yılından 2015 yılına kadar olan süreç incelenmiş ve her yıl bütün motorlu araç çeşitlerinde araç sayısının arttığı gözlemlenmiştir.

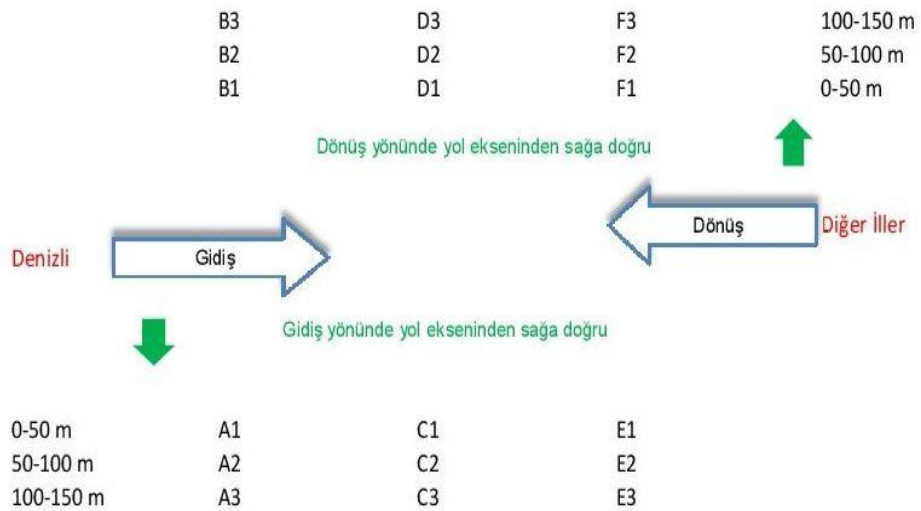
Tablo 3.1: Yıllara göre araştırma bölgesi genelinde ortalama trafik ve artış sayısı tablosu

Yıl	Yıllık Ortalama Günlük Trafik (YOGT)						Artış Oranı (%)					
	Muğla	Antalya	Ankara	Uşak	Manisa	Aydın	Mu	Ant	Ank	Uş	Ma	Ay
2011	4635	5211	13730	3536	2740	12781	-	-	-	-	-	-
2012	5009	5610	13902	3654	2870	11915	8,07	7,66	1,25	3,34	4,74	-6,78
2013	6074	5891	14954	4485	6375	11566	21,26	5,01	7,57	22,74	122,13	-2,93
2014	6598	6330	16487	4454	6943	12452	8,63	7,45	10,25	-0,69	8,91	7,66
2015	7706	7190	18863	5388	7863	14264	16,79	13,59	14,41	20,97	13,25	14,55

Nüfusu artan bir ülkede de doğal olarak araç sayısında doğru orantılı bir artış gözlemlenmektedir. Bunun sebebi olarak Türkiye'nin gelişen bir ülke olması ve nüfusun her geçen gün artması gösterilebilir. Denizli ili ülkede gelişmekte olan şehirlerin başında gelmektedir ve her gün yeni yapılaşmalar ve trafikte artış gözlenmektedir. Bu yüzden trafiğin kirlilik incelemesine uygun olması ve trafik yoğunluğunun ağırlıklı olarak bu yollarda bulunması projeyi en doğru sonuca ulaştıracaktır. Yine ülke genelinde 2000-2013 yılları içinde yapılan denetlemelerde en fazla tercih edilen motorlu taşıt cinsi otomobil olmakla beraber bunu ikinci sırada kamyonet üçüncü sırada ise motosiklet takip etmektedir.

Tablo 3.1 de görüldüğü gibi son beş yılda km başına düşen taşıt yoğunluğu artmıştır. Sadece Aydın ve Uşak bağlantılarında bazı yıllarda kirliliğe etkileri göz ardı edilebilecek şekilde bir azalma gözlenmiştir. Denizli-Ankara ile Denizli-Aydın bağlantılarındaki trafik yoğunluğu diğerlerinden daha fazladır. Bunun sebebi yolların hizmet kalitesinin diğer bağlantı yollarına göre yüksek olması ve ticari transit geçiş noktaları olmasıdır. Toprak numunelerinden çıkan sonuçlar ile bağlantı yolundaki trafik yoğunluğunu karşılaştırdığımızda elde edilen sonuç, trafik yoğunluğunun kirlenmeye etkisi her bir elementte gidiş yönünde kirliliği artırma düzeyinde aynı özellikler gösterirken, dönüş yönünde farklılıklar göstermesidir. Bu konuyla ilgili açıklamalar sonuçlar kısmında daha detaylı olarak ele alınmıştır.

Numuneler karışıklık olmaması için bu isimlerle laboratuvara teslim edilmiştir. Numune adlarının önüne bağlantı yolu isimlerinin ilk harfleri verilmiştir. Örneğin; Denizli-Aydın bağlantısı için A1 numunesi Ay-A1 ismiyle analiz edilmiştir. Ankara bağlantısındaki numune için ise A-A1, Uşak bağlantısı için U-A1, Muğla bağlantısı için M-A1, Manisa bağlantısı için Ma-A1 ve Antalya bağlantısı için An-A1 şeklinde Şekil 3.2'deki şablona göre sırayla adlandırılmışlardır. Toprak numunelerinin Denizli bağlantı illerine giden karayollarında isimlendirmeleri ve hangi aralıklarda belirlendiğini gösteren Muğla bağlantısı örneği Şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.2: Toprak numunelerinin alım şekli ve aralığı

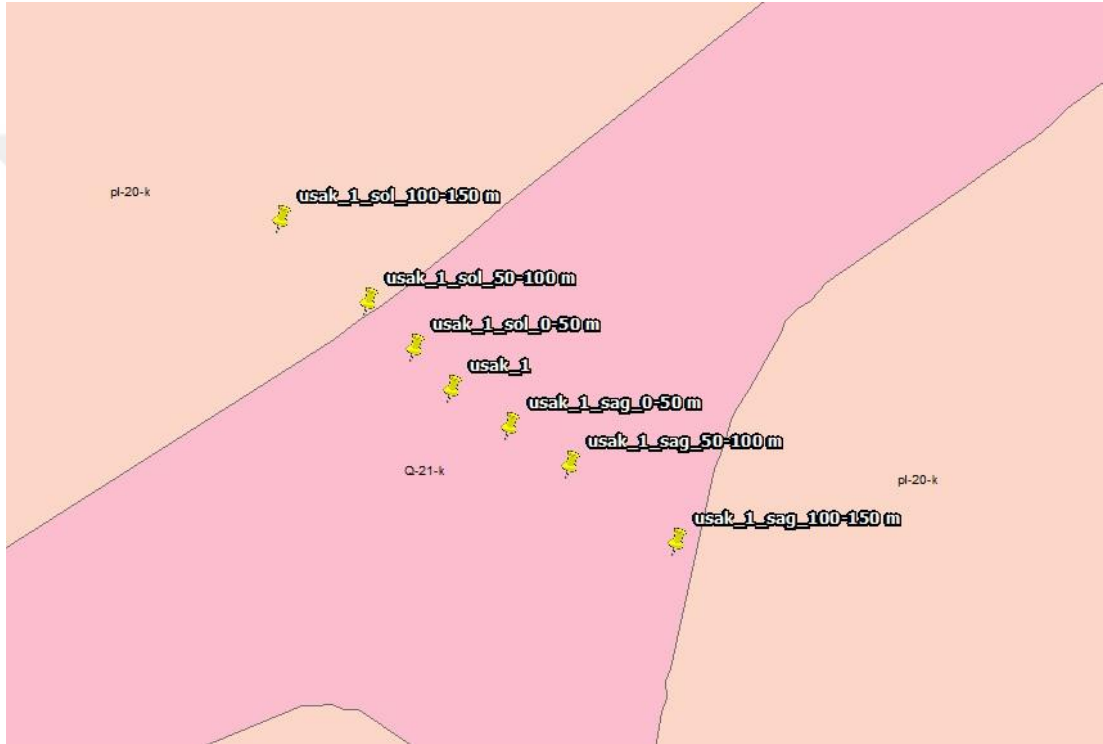
Numune alım yerlerinin seçilmesinde engebeli jeolojik yapılar ve inşaat, moloz yığını ve çöplüklere yakın yerler tercih dışı bırakılmış olup tarıma elverişli topraklardan numune alımı yapılarak en sağlıklı verileri elde etmek için gereken özen gösterilmiştir. Yol kenarındaki herhangi bir birikinti, tortu ya da göze hoş gelmeyen görüntülerin olduğu yerlerden numune alımı yapılmamıştır. Bunun sebebi ise incelenecek elementlerin tarım arazilerinde bulunma yüzdelерinin karayolu kenarındaki bu değişimlerden etkilenme oranlarını en aza indirmek ve gerçeğe en uygun yüzde değerlerinin elde edilmesine imkan tanımaktır.



Şekil 3.3: Muğla ili bağlantısındaki numune alınan yerlerden birini gösteren uydu görüntüsü

Şekil 3.3'deki uydu görüntüsü Denizli-Muğla bağlantısındaki ilk numune alım yerlerini göstermektedir. Diğer bütün numuneler için aynı şekilde toprak numunesi alım işlemi gerçekleştirilmiştir. Örnek olarak Muğla bağlantısında bu şekilde görünen toprak alımlarında dikkat edilmesi gereken nokta 0-50, 50-100 ve 100-150 metre aralıklarda alınan numuneler bir yerden alınmamıştır. Yolun ekseninden aynı uzaklıktaki tarım arazisinin az 3 noktasından alınmış ve karıştırılmıştır. Şekil 3.4'deki görüntüde konum olarak Uşak bağlantı yolunda gidiş ve dönüş yönünde numune alımlarının yapıldığı yerler yol ana ekseninde hangi toprak sınıfına isabet ettiği gösterilmektedir.

Konu ile ilgili daha önce yapılmış araştırmalar ve çalışmalardan, bu konuda çeşitli kurum ve kuruluşların raporlarından yararlanılmıştır. Çalışmamızda, tarım arazilerinde toprak kirliliği incelemesi olduğu için toprak numune alımlarında kullanılan materyaller ön plandadır. Bunları sırası ile toprağı uygun derinlikte alabilmek için bahçe küreğı, sert ve kayaç kısımlarda kullanmak üzere bahçe burgusu, alınan numuneleri homojen dağıtabilmek ve karıştırabilmek için kova, toprak karışımlarını koymak için numune poşetleri, numuneleri isimlendirmek için isim ve numara kağıtları şeklindedir.



Şekil 3.4: Denizli-Uşak bağlantısındaki gidiş ve dönüş yönündeki numunelerin jeolojik harita konumları (Q-21-k=alüvyon ve kuvarter, pl-20-k=kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı ve pliyosen)

Şekil 3.4’de Denizli-Uşak güzergahından alınan karayolu ekseninden sağa sola altı adet numunenin Q-21-k toprak litolojisine denk geldiği gösterilmektedir. Bu toprak kodları jeolojik haritadan alınmıştır. Tüm numuneler bu şekilde incelendiğinde şu bilgiler ede edilmiştir.

- Q-21-k kodlu alüvyon ve kuvaterner özellikli topraklar;
Aydın-Ankara-Uşak-Manisa-Muğla-Antalya,
- pl-18-k kodlu çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı ve pliyosen özellikli topraklar;
Aydın-Uşak-Manisa,

- Q-24-k kodlu alüvyon yelpazesi ve kuvaterner özellikli topraklar;
Aydın-Muğla-Antalya,
- pl-20-k kodlu kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı ve pliyosen özellikli topraklar;
Uşak,
- ol-18-k kodlu çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı ve oligosen özellikli topraklar;
Muğla
- Q-23-k yamaç molozu-birikinti konisi ve kuvaterner özellikli topraklar;
Antalya güzergahlarında görülmektedir.

Yeryüzü topografik açıdan incelendiğinde, düz bir görünüme değil engebeli bir yapıya sahip olduğu görülür. Bunun sebebi yerkürenin sadece tek bir maddeden oluşmamasından kaynaklanmaktadır. Bu karmaşık yapı, gerek hava koşulları gerekse canlı etkisiyle zamanla şekillenmelere maruz kalmış ve günümüzdeki halini almıştır. Tarım arazilerindeki kirliliği inceleyecek olduğumuz Denizli ili için topografik yapı incelendiğinde, düzlük ve engebeli yapıların karışık olarak bulunduğu bir yapıya sahip olduğu görülecektir. Aşırı engebeli kısımlarda ulaşım amaçlı yapıların planlanması uygun olmadığı için incelenecek olan yolların çoğu ovalarda yer almaktadır. Diğer kısımlar ise dağ yollarından oluşmaktadır. Bu şekilde incelediğimiz yol kenarlarındaki tarım arazilerinin numune alımına uygun özelliklerde olmasına dikkat edilmiştir.

Alınan toprak numunelerinde saptanan toprak çeşidine göre ilin batısında alüvyal topraklar ve yer yer çakıl, kum ve çamur bulunmaktadır. Çakıl, kum ve çamur birikinti toprakların bu bölgede yoğun şekilde görülmesinde Menderes Nehrinin bulunmasının etkisi rol oynamaktadır. İlin doğu kısmında ise sadece alüvyal topraklar yer almakta olup bu sulak alanların kısıtlı olması ve karasal iklimin bir sonucu olarak açıklanabilir. Kuzey kısmında yine batı ile eşdeğer özellikler görülmekte olup buna ilaveten kireçli topraklar Uşak iline yaklaştıkça daha da belirginleştiği numune alımında bile toprak rengi bakımından gözlemlenmiştir. Güney kısmında ise ormanlar ve dik yamaçlar yer aldığından alüvyal toprakların beraberinde moloz ve yıkıntı oluşumlu topraklar dikkat çekmektedir. Bulunmuş olduğumuz il iklim açısından geçiş bölgesinde yer almaktadır. Batı kısımlarda Akdeniz iklimi görülürken, merkez ve doğu kısımlarda karasal iklim boy göstermektedir.

İklimin toprak kirliliği üzerinde saptanan etkisi, yağmur suları ile taşınan havadaki kirliliğin toprağa düşmesi olarak açıklanabilir. Dünya üzerindeki herhangi bir yerdeki iklim o yerdeki ısı, yağış, nem ve sıcaklık ile ilgili olarak değişmektedir. Toprak ve yüzey şekillenmesi kayaçlar, litolojiyi oluşturan jeolojik zamanlar ve topografyaya göre oluşmaktadır. Denizli, bu bağlamda geçiş ikliminde yer almakta ve ilin doğu, batı, kuzey ve güney olmak üzere dört tarafında farklı iklim farklı mevsimlerde hüküm sürebilmektedir. Rüzgarlar, kirlenmiş havayı ortamdan uzaklaştırmakta yada kirletilmiş havayı temiz ortamlara taşıdıklarından hava kirliliği üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Rüzgarın olmaması kirli havanın olduğu yerde kalmasına yol açacağından, kirli havanın tahliyesi ancak rüzgar yoluyla olmaktadır. Yerleşim yerleri uzunlamasına bir eksen boyunca kurulmuş ve bu eksen de rüzgarın esme yönüne paralel ise, bu durum hava kirliliğinin tahliyesini kolaylaştırmaktadır.

Numuneler alınırken iklim koşullarının etkisini göz ardı edebilmek için uygun koşullarda numune alımı gerçekleştirilerek yağmur suyu, rüzgar etkisi gibi iklim koşullarından kaynaklanacak analiz sonuçlarının değişimi en aza indirilmiştir. Numuneler Kasım ayında ve 15-20° sıcaklıkta alınmıştır. İlin doğusunda iç anadolu karasal geçiş özellikli iklim görülmesi ve tarımsal arazilerin düzlük şeklinde kurak halde bulunması hububat üretimini, batısında egenin ılık ikliminin görülmesi ve il genelinin en sulak arazilerinin bulunması pamuk, zeytin ve turuncgiller üretimini, kuzeyinde iç ege ikliminin etkisiyle yine hafif nemli toprak özelliği sayesinde üzüm bağlarının bolluğu ve ıtırli bitki üretimi dikkat çekmektedir. Güney kısmında Antalya ve Muğla illeri bulunduğu için çok sayıda ormanlık alan yer almaktadır ve bunun doğal sonucu olarak daha çok yayla da yetişen ceviz, fasulye ve domates gibi tarım ürünlerinin üretimi yapılabilmektedir.

Denizli, arazi varlığı bakımından zengin bir yapıya sahiptir. Ege ve Akdeniz bölgelerinde geçiş özelliği göstermesinin ve iklim çeşitliliğine sahip olmasının Denizli ilinde önemli oranda tarım yapılmasında katkısı büyüktür. Denizli İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünden alınan bilgilere göre tarım arazileri il yüzölçümünün yaklaşık üçte birini kaplamaktadır. Çok çeşitli bitkiler yetiştirilebilmekte ve verim alınabilmektedir. Konumu gereği ilde bulunan tarım arazileri mahalle sınırlarından hemen sonra başlamakta hatta ilçelerdeki mahallelerde dahi tarımsal ve hayvansal üretim yapılabilmektedir.

Yetiştirilen ürün cinsine göre toprakta kullanılan gübreler ve içerdiği kimyasal maddeler çeşitlilik göstermektedir. Çalışmamızda, analiz sonuçlarında görülen farklılıkların bir diğer sebebinin de çiftçiler tarafından kullanılan kimyasal maddeler olabileceği düşünülmektedir. Bu durumda araştırmada incelenen ağır metallerin o toprak litolojisinde kullanılan gübre ve diğer maddelerle etkileşime girip girmediği ve herhangi bir bağ oluşturup daha zararlı hale gelip gelmeyeceği konusunda daha detaylı bir çalışma yapılabileceği ve bu çalışmanın da altlık olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

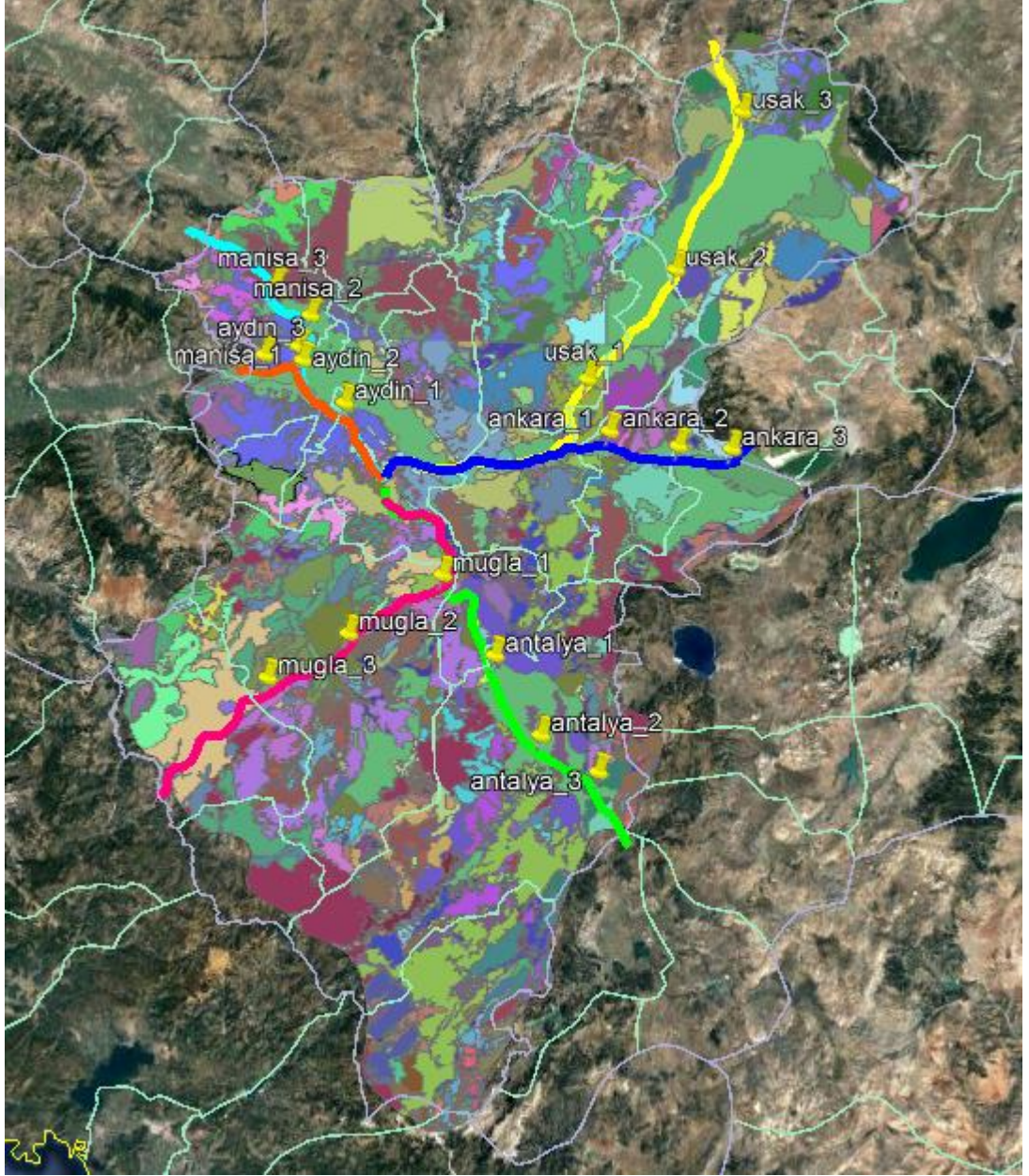
3.2 Yöntem

Topraklardaki ağır metal kirliliği, artan ulaşım talebi ve fosil yakıt kullanımının yanı sıra endüstrinin ve madencilik aktivitelerinin gelişmesiyle ve atık suyla yapılan sulamaların ve arıtma çamuru uygulamalarının yaygınlaşmasıyla global bir problem halini almaktadır. Toprak- bitki sistemi jeosfer ve biosferin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle toprakta meydana gelen ağır metal kirliliği sadece verim ve ürün kalitesi üzerinde değil aynı zamanda atmosferik ve sucul çevre kalitesi hatta besin zinciri yoluyla insan sağlığı üzerinde de çok önemli etkiler yaratmaktadır.

Şekil 3.5'deki görüntü Landsat uydu görüntüsü üzerine jeolojik toprak sınıflandırma haritasının eklenmesi ile elde edilmiştir. Uydu görüntüsü ile jeolojik sınırların tam olarak üst üste oturmamasının nedeni uydu görüntüsünde idari sınırların, jeoloji haritasında ise fiziki sınırların kullanılmasıdır. Seçilen çalışma alanından alınan toprak numunelerinin hangi jeolojik birime denk geldiğine Şekil 3.5'deki ölçeği 1/100000 olan jeolojik haritadan bakılarak belirlenen ağır metallerin eşik değerleri belirlenmiş olup değerlendirmeler bu doğrultudaki bilgilere uygun olarak karşılaştırmalı incelenmiştir. Çalışmamızı ilgilendiren kısım renkli çizgilerle gösterilmiş altı adet bağlantının geçtiği güzergahlardaki toprak çeşitleridir. Bu toprak cinsleri sonuçlar ve bulgular kısmında detaylı bir şekilde incelenmektedir.

Uydu görüntüsü ve jeolojik toprak sınıfı haritaları hassas konum değerleri ile karşılaştırılmıştır. Numuneler alınırken konumlarına dikkat edilmiş farklı toprak sınıfına düşen numuneler tek nokta için karıştırılmamıştır.

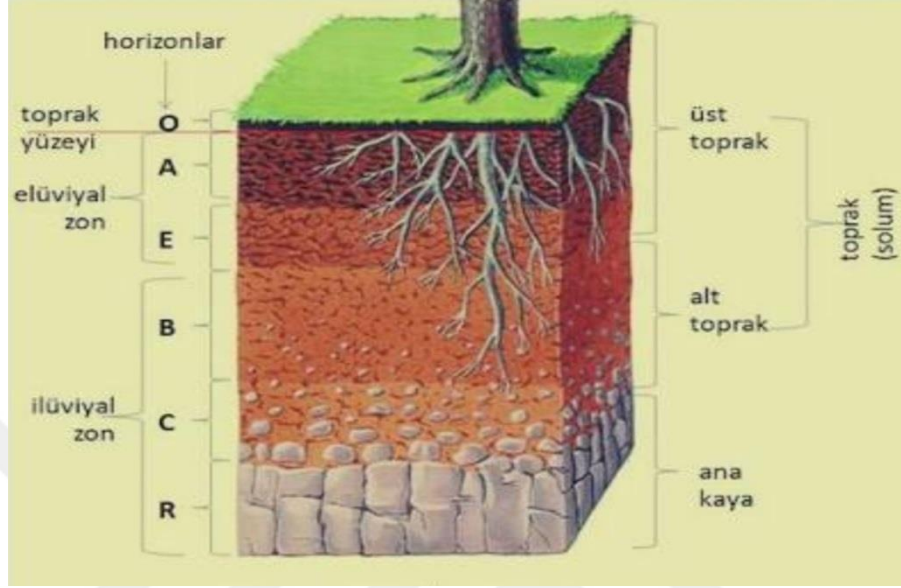
Hassasiyet 2-8 metre arasındadır. Genellikle coğrafi bilgi sistemleri amaçlı kullanılan ve veri tabanı oluşturmaya elverişli bir yazılım olan Arcgis programından yararlanılmıştır. Aynı işlemler gerekli koordinat dönüşüm işlemleri yapılarak Netcad ve Autocad programlarında da yapılabilir. Hesap, istatistik ve grafik işlemleri için SPSS ve Excel programları kullanılmıştır.



Şekil 3.5: Numune yerlerini gösteren uydu görüntüsü ile jeoloji haritasının çakıştırılması

Toprakta O, A, E, B, C ve R tabakaları olmak üzere adlandırılan ana horizonlar bulunmaktadır. Şekil 3.6’da topraktaki katmanları görebiliriz. Normal koşullarda bu tabakalar farklı renklere sahiptir.

Bu şekilde numune alınırken topraktaki renk değişimi gözle ayırt edilebilmektedir. Çalışma alanındaki toprak örnekleri, üzerinde bitkilerin bulunduğu organik madde bakımından toprağın en zengin kısmı olan O, A ve B tabakaları denilen kısımlardan alınmıştır.



Şekil 3.6: Toprak katmanları

Bölgede O tabakası bazı yerlerde bulunmamaktadır. Bunun nedeni alüvyonlu topraklarda su ile taşınma olduğu için O tabakasının zamanla aşınmasıdır. Topografik yapıya göre yer yer değişen derinliklerde alınan numunelerin derinliği 0-50 cm arasında değişmektedir. A horizonu organik madde bakımından en zengin ve en üst tabaka olan O horizonunun hemen altında yer almaktadır. Çalışma alanımızın toprak yelpazesi genel anlamda alüvyonlu olduğu için çalışma bölgesinde diğer horizonlara hiç rastlanmamıştır.

Çalışmamızda, yol eksenindeki ara mesafelerin yol uzunluğuna ve tarım arazilerine bağlı olarak sečilmesiyle, yerleşim yerlerinden uzak arazilerden, belli aralıklarla 3 noktada, yol ana ekseninden saę ve sol taraflarda 6'şar farklı noktada, yoldan 0-50, 50-100, 100-150 metre uzaklıklardan her bağlantıda 18'er adet toplamda 108 adet numune alınmıştır. Toprak örnekleri, mineral bakımından zengin olan üst tabakalardan aynı derinliklerde alındığı için çalışmamızda derinliğin topraktaki element yoğunluklarına etkisi yok sayılmaktadır. Kısaca yüzey kısmı olan O tabakasında organik maddeler yapraklar ve dallar bulunur.

A tabakası burada karışık mineraller ve organik maddeler bulunmaktadır, B tabakasında ise bizim incelediğimiz zenginleştirilmiş ve süzülerek A dan B tabakasına aktarılmış mineraller ve maddeler bulunmaktadır. En alt tabaka olan C tabakasında ise kısmen yıpranmış ana kayalar ve çürümüş partiküller bulunmaktadır. Toprak numuneleri toprağın A ve B tabakası denilen 0-50 cm derinliğindeki bölgeden alınmıştır. Çünkü toprakta ağır metal kirliliğine sebep olan ve hem tarım arazilerindeki bitki sağlığını hem de dolaylı olarak insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek olan ağır metaller toprağın üst kısmında toprak parçacıklarına ve ya kayaların, taşların üzerinde yapışık halde bulunduğu için toprak numuneleri elekten geçirilmeden içinden yapraklar ve diğer artık maddeler ayrılarak poşetlenmiştir. Çünkü eleme işlemi toprak numunelerindeki parçaların üzerinde olması muhtemel ağır metal derişimlerini değiştirebilir. Bu eleme etkisini en aza indirmek için mümkün oldukça topraklarla temas edilmemiştir.

Çalışmamızda incelediğimiz 16 adet elementten Arsenik, Selenyum, Cıva, Kadmiyum ve Uranyum en zehirli etkiye sahip ağır metallerdir. Bunlara ilaveten Bakır, Nikel, Kobalt ve Demir alaşımlar yapabilen ve kendi başlarına da zehirli etkilere sahip elementlerdir. 108 adet numune Spectro XEPOS-III PEDXRF cihazı ile analiz edilmiştir. Bu cihazla yüksek hassasiyet gerektiren ağır metal analizleri başarılı bir şekilde tamamlanmış ve istatistiksel sonuçlar elde edilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları için SPSS programı kullanılmıştır. Bu program ile deneylerin standart sapmaları ve tüm elementler için dağılım grafikleri oluşturulmuştur. Dağılım grafiklerinde birim bulunmaz. Sadece il genelindeki metal yoğunluklarının tek tek dağılımını gösterir. Bu yüzden, çalışmamızdaki deneysel grafiklerde Microsoft Excel programı kullanılmış ve daha açık sonuçlar grafiklerde tek tek gösterilmiştir.

Literatürdeki sınır değer karşılaştırmalarında, tarım topraklarındaki minimum, maksimum ve ortalama eşik değerler kullanılmış olup Denizli ili için ağır metal kirlilik seviyesi tarımsal amaçlı kullanılan topraklar için belirlenmiştir. İncelediğimiz ağır metallerin analizler sonucunda elde edilen minimum, maksimum ve ortalama değerleri Tablo 3.2'deki Reinmann ve Caritat (1998)'ın kitabından alınan referans değerlerle karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Tarım topraklarının yüzeyden 0-25 m derinlikteki eşik değerlerini gösteren literatürdeki rakamlar Tablo 3.2'de verilmiştir.

Şekil 3.5’de MTA haritasında, alınan numunelerin hangi toprak sınıfına isabet ettiği belirlenmiş ve bu toprak sınıfının kitaptaki karşılığı olan toprak ve kayaçlardaki referans değerleri temel alınmıştır. Değerlendirmelerde Tablo 3.1’deki trafik yoğunluk bilgileri ve Şekil 3.2 ile Şekil 3.4 deki gibi numunelerin alındığı toprak çeşitlerine denk gelen literatürdeki minimum, maksimum ve ortalama eşik değerler kullanılarak ağır metal kirliliği ile trafik yoğunluğu arasında ilişkilendirme yapılmıştır. Tablo 3.2’deki sınır değerler ile analiz sonuçlarından elde ettiğimiz değerler bulgular ve tartışma kısmında karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve her güzergahın tek tek tabloları verilmiştir. Her bağlantı için analiz ağır metal değerleri, standart sapma ve varyans değerleri Deneysel çalışmalar ve analiz bölümünde detaylı olarak verilmektedir.

Tablo 3.2: Literatürdeki sınır değerler (ppm) (Reinmann ve Caritat 1998)

Element İsimleri		V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ar	Se
Literatürdeki	Minimum	1.0	<5	<1	<2	<1	<1	<0.2	<0.1
Sınır	Maksimum	176.0	86	19.5	60.1	54.8	121.0	13.4	8.3
Değerler	Ortalama	25.4	19.1	4.45	8.11	14.7	22.3	1.55	0.146
Element İsimleri		Mo	Cd	Hg	Pb	U	Th	Mn	Fe
Literatürdeki	Minimum	<0.2	<0.01	0.005	<5	0.2	0.2	4.5	1140.0
Sınır	Maksimum	12	0.448	0.13	43.2	18	16	1690.0	51,000
Değerler	Ortalama	0.224	0.117	0.04	7.45	2.2	7.4	128.0	12,100

Bu çalışmada Denizli ilindeki toprak çeşidinin etkisi incelendiğinde, tarım topraklarının genelinde alüvyonlu toprak çeşidinin hakim olduğu görülmektedir. Bu durumda araştırma bölgesi tek çeşit toprak sınıfında bulunduğundan kıyaslama yapılamamaktadır. Antalya ve Muğla bağlantılarında ormanlardan dolayı bir nevi moloz ve yıkıntı topraklarının olduğu görüşü öne çıkarılabilir. Bu durumun kısmen de olsa analiz sonuçlarındaki ortalama değerlerin Muğla ve Antalya bağlantılarında yüksek çıkmasını etkileyen bir faktör olabileceği göz ardı edilmemelidir. Batı kısmında ise Menderes Nehrinden dolayı çamurlu yapı dikkat çekmekte olup bu kısımda kumlu ve çakıllı bu toprak cinsi ön planda tutulabilir. Fakat bu çalışmada, numune alınan yerler jeolojik haritada aynı türdeki alüvyonlu topraklara denk geldiği için her hangi bir karşılaştırma yapılması doğru olmayacaktır. Eşik değerler ve çalışma bölgesindeki ağır metal kirliliğinin grafikleri ve detaylı açıklamaları beşinci bölüm olan bulgular ve tartışmalar kısmında verilmiştir.

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE ANALİZ

Tarım arazilerinde bulunan ağır metal oranları belirlenirken ulaştırma ile ilgili olarak tarıma en çok zarar verdiği düşünülen 16 adet ağır metal seçilmiş ve analizler bu doğrultuda yapılmıştır. Seçilen elementlerden Manganez ve Demir laboratuvar ortamında sadece bileşik halinde incelenebildiği için sadece bu iki elementin elde edilen yüzde değerlerinde dönüşüm yapılmıştır. MnO (Manganez oksit) ve Fe₂O₃ (Demir iki oksit) bileşikleri analizlerden elde edilmiştir. Bunlar literatürdeki dönüşüm işlemi ile bileşik yüzdelerinden element yüzdelerine dönüştürülmüştür. Dönüşüm işlemi Fe₂O₃ bileşiği için analizdeki değerin 1.4297 katsayısı ile MnO bileşiği için analizdeki değerin 0.7745 katsayısı ile çarpılması sonucu elde edilen yüzdelik değerlerin mg/kg (ppm, g/t) değerine dönüştürülmesi için 10000 rakamı ile çarpılması yeterlidir.

Denizli-Aydın bağlantısından alınan toprak örneklerine ait ağır metal analiz sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. Dikey sütunlarda 16 adet elementin adı ve değerleri, yatayda ise hangi numuneye ait olduğu gösterilmiştir. Ay-A1, Ay-A2, Ay-A3 numunesi Denizli’den Aydın’a gidiş yönünde yol ana ekseninde belirlenen ilk noktadan sağa doğru 0-50, 50-100, 100-150 m’lerde alınan numunelerin kodudur. Ay-B1, Ay-B2, Ay-B3 numuneleri ise aynı noktadan dönüş yönünde alınan numunelerin kodudur. Aynı şekilde Ay-C1, Ay-C2, Ay-C3 gidiş yönünde seçilen ikinci noktadan sağa doğru alınan numune kodları olup dönüş yönünde alınan Ay-D1, Ay-D2 ve Ay-D3 numunelerinin karşı tarafındadır. Ay-E1, Ay-E2, Ay-E3 gidiş yönünde seçilen üçüncü noktadan sağa doğru alınan numune kodlarıdır. Dönüş yönündeki karşılığı Ay-F1, Ay-F2 ve Ay-F3 numuneleridir. Kodlamalarda A1’den F3’e kadar olan altı bağlantıda ayrı ayrı alınan numuneler için değerlerin karışmasını önlemek amacı ile kodların başına bağlantı ilinin ilk harfi, aynı harfle başlayan il adları için de il adının ilk hecesi koyulmuştur. Analizi yapılan ağır metallerin topraktaki değerleri ve hangi numuneye ait olduğu, Tablo 4.2’de Denizli-Ankara bağlantısı, Tablo 4.3’de Denizli-Uşak bağlantısı, Tablo 4.4’de Denizli-Manisa bağlantısı, Tablo 4.5’de Denizli-Muğla bağlantısı ve Tablo 4.6’da Denizli Antalya bağlantısı için tek tek gösterilmektedir.

Tablo 4.1-2-3-4-5-6'daki son satırlar bağlantı yolundan elde edilen analiz sonuçlarının ortalamalarını yani her element için her bir tablodaki element sütunundaki değerlerin ortalamasını göstermektedir. Tabloların ölçü birimi ppm (mg/kg, g/t)'dir. Örnek olarak Tablo 4.1'de vanadyum elementinin Aydın bağlantısı için ortalama değeri 71.8 ppm olarak okunmuştur. Tablolarda küçüktür işareti (<) ile beraber verilen değerler XRF cihazının sağlıklı bir şekilde okuma yapabildiği en alt sınır değeri göstermektedir. Bu şekilde gösterilen değerlerin toprak içerisindeki değeri kesinlik ifade etmemektedir.

Tablo 4.1'de (Aydın) ortalama değerleri büyükten küçüğe sıralarsak; Fe, Mn, Cr, Ni, V, Zn, Co, Cu, Pb, As, Th, U, Hg ve Se şeklinde olduğunu görebiliriz. Mo ve Cd değerleri tam değer olarak ölçülememiştir.

Tablo 4.2'de (Ankara) ortalama değerleri büyükten küçüğe sıralarsak; Fe, Mn, Ni, Cr, V, Zn, Co, Cu, Pb, As, Th, U, Cd, Se ve Mo şeklinde olduğunu görebiliriz. Hg değeri tam değer olarak ölçülememiştir.

Tablo 4.3'de (Uşak) ortalama değerleri büyükten küçüğe sıralarsak; Fe, Mn, Cr, Ni, V, Co, Zn, Cu, Pb, Th, As, Cd, Hg, Se=Mo şeklinde olduğunu görebiliriz. U değeri tam değer olarak ölçülememiştir.

Tablo 4.4'de (Manisa) ortalama değerleri büyükten küçüğe sıralarsak; Fe, Mn, Cr, Ni, V, Zn, Co, Cu, Pb, Th, As, U, Hg, Mo, Se ve Cd dizisi elde edilir.

Tablo 4.5'de (Muğla) ortalama değerleri büyükten küçüğe sıralarsak; Fe, Mn, Cr, Ni, V, Zn, Co, Cu, Pb, As, Th, Mo, Hg, Se ve Cd şeklinde olduğunu görebiliriz. U değeri tam değer olarak ölçülememiştir.

Tablo 4.6'de (Antalya)ortalama değerleri büyükten küçüğe sıralarsak; Fe, Mn, Cr, Ni, V, Zn, Co, Cu, Pb, As, Th, U, Mo, Cd, Hg ve Se şeklinde olduğunu görebiliriz.

Tablo 4.1: Denizli-Aydın anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları (ppm ve %)

Denizli-Aydın	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Element adı	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Hg	Pb	U	Th	Mn	Fe
Değer Birimi	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%
Ay_A1	92.8	185.9	32	173.8	19.3	60.4	10.3	0.5	< 1.0	< 2.0	1	15.9	< 0.6	8.4	0.05	2782.2
Ay-A2	92.1	182.3	28.7	173.4	19.6	59.4	10.9	0.5	< 1.0	< 2.0	1	16.1	< 0.6	8.4	0.05	2814.4
Ay-A3	93.5	189.4	35.2	174.2	18.9	61.4	9.6	0.4	< 1.0	< 2.0	< 1.0	15.7	< 0.6	8.4	0.05	2750.0
AY-B1	58.5	86.9	28.1	81.3	11.9	40.6	9.8	0.6	< 1.0	< 2.0	0.9	8.7	< 0.5	7.8	0.04	2145.8
Ay-B2	60.1	98.7	25.5	85.6	12.3	43.8	9.8	0.6	< 1.0	< 2.0	< 1.0	8.5	< 0.5	7.8	0.04	2183.5
Ay-B3	70	131.3	22.3	121.2	14.4	47.9	9.6	0.5	< 1.0	< 2.0	< 1.0	12.2	< 0.6	8.1	0.05	2459.8
Ay-C1	51.1	206.4	19.6	158	13	37.7	10.1	1	< 1.0	< 2.0	< 1.0	7.5	2.3	4.9	0.04	1806.6
Ay-C2	57.4	270.4	37.4	173.8	14	46.9	9.8	0.9	< 1.0	< 2.0	< 1.0	8	0.4	4.7	0.04	1911.5
Ay-C3	61.9	234.5	30.8	179.9	13.8	39.6	11	1	< 1.0	< 2.0	< 1.0	8.8	3.4	5.3	0.04	1961.8
Ay-D1	55.2	319.4	31.1	203.5	15.3	40.3	9.6	0.6	< 1.0	< 2.0	1	10	2.4	5.2	0.04	1984.2
Ay-D2	65.6	384.7	33.2	213.2	14.5	36.8	11.4	0.8	< 1.0	< 2.0	0.9	10.2	1.3	6.3	0.04	2062.5
Ay-D3	56.9	337.7	29.9	208.3	13.3	35.8	10.6	0.6	< 1.0	< 2.0	< 0.8	8.5	3.3	4.2	0.04	2012.9
Ay-E1	67	156.1	18.7	154	17	52.9	12.9	0.8	< 1.0	< 2.0	0.4	12.7	1.9	7.2	0.04	2245.1
Ay-E2	68.1	151.4	18.4	154.2	16	46.9	11.7	0.7	< 1.0	< 2.0	1	14.5	1.4	7.7	0.04	2201.0
Ay-E3	72.1	183.5	19	155.5	16.2	46.5	12.4	0.6	< 1.0	< 2.0	< 0.8	14.5	1.2	7.2	0.04	2220.6
Ay-F1	85.3	277.4	32.2	187.6	21.4	64.3	8.2	0.6	< 1.0	< 2.0	1	13.9	3.2	8	0.05	2640.9
Ay-F2	91.5	305.4	45.9	201.6	22.1	61.9	8.2	0.5	< 1.0	< 2.0	1	14.8	2.1	7.9	0.05	2950.1
Ay-F3	93.2	397.6	45.4	226.8	23.4	63.3	7.5	0.5	< 1.0	< 2.0	0.8	15.3	2.1	8.4	0.05	3036.1
Ortalama	71.8	227.7	29.6	168.1	16.5	49.2	10.2	0.6	< 1.0	< 2.0	0.9	12	2.1	7	0.04	2342.7

Tablo 4.2: Denizli-Ankara anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları (ppm ve %)

Denizli-Ankara	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Element adı	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Hg	Pb	U	Th	Mn	Fe
Değer Birimi	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%
A-A1	29.5	103.9	< 3.0	205	9.1	24	< 0.5	1.3	< 1.0	< 2.0	< 1.0	4.7	4.9	0.7	0.02	840.0
A-A2	25.5	126.2	< 3.0	246.4	9.4	25.8	< 0.5	1	< 1.0	< 2.0	< 1.0	5.2	4.8	< 1.0	0.02	1018.3
A-A3	35.8	161.9	< 3.0	207.4	7	21.4	< 0.5	0.8	< 1.0	< 2.0	< 1.0	6.7	3.7	2	0.03	1247.3
A-B1	37.8	236.6	16.1	167.7	12.8	36.6	3.9	1	0.1	< 2.0	< 1.0	8.4	1.5	5.6	0.04	1701.6
A-B2	39	202.8	16.1	144.1	12.9	32.4	2.6	0.3	< 1.0	< 2.0	< 1.0	10.3	0.8	4.5	0.03	1669.5
A-B3	35.1	213.9	11	141.7	12.5	32.8	2.9	0.6	< 1.0	< 2.0	< 1.0	10.3	1.6	5.4	0.04	1683.5
A-C1	24.4	90.5	< 3.0	169.1	< 0.5	16.3	< 0.5	1.2	0.1	< 2.0	< 1.0	4.4	4.5	1.4	0.01	0.7
A-C2	20.5	119.3	< 3.0	194.1	2.3	16.1	< 0.5	1.2	< 1.0	< 2.0	< 1.0	3.4	4.8	1.6	0.02	902.9
A-C3	17.8	147.6	< 3.0	256.7	11.7	20.9	< 0.5	1.4	0.2	< 2.0	< 1.0	5.6	4.2	< 1.0	0.02	1057.5
A-D1	60.2	347.3	18.4	198.1	16	43.1	4.1	0.5	< 1.0	< 2.0	< 1.0	12.7	< 1.0	5.7	0.05	2320.6
A-D2	49.8	258.9	15.1	183.9	16.1	40.9	4.2	0.5	< 1.0	< 2.0	< 0.8	11.8	1.7	5.7	0.05	2178.6
A-D3	50.2	261.4	15.4	180.8	14.4	40.6	4.2	0.5	< 1.0	< 2.0	< 1.0	12.3	< 0.7	6.5	0.05	2141.6
A-E1	15.3	79.1	< 3.0	149.3	6.4	11.8	< 0.5	1.1	< 1.0	< 2.0	< 1.0	4.4	4.7	1.5	0.01	0.6
A-E2	23.1	104	< 3.0	163	8.6	17.9	< 0.5	2	< 1.0	< 2.0	< 1.0	4.3	6.3	0.6	0.01	0.7
A-E3	35.8	188.3	18	340.8	13.6	25.6	< 0.5	1.4	< 1.0	1.5	< 0.8	6.1	4.1	1.2	0.02	1558.3
A-F1	47.2	281.2	30	170.5	14	37.1	4.9	0.8	< 1.0	< 2.0	< 1.0	9	0.6	5.5	0.04	1903.1
A-F2	40.5	252.8	12.3	156.3	12.9	33.2	4.9	0.7	< 1.0	< 2.0	< 1.0	8.4	0.6	4	0.03	1734.5
A-F3	29.5	229.2	< 3.0	143.6	7.9	30.5	5.1	0.7	< 1.0	< 2.0	< 1.0	7.9	1.5	4.4	0.03	1569.5
Ortalama	34.3	189.2	16.9	189.9	11	28.2	4.1	0.9	0.1	1.5	< 1.0	7.6	3.1	3.5	0.03	1308.6

Tablo 4.3: Denizli-Uşak anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları (ppm ve %)

Denizli-Uşak	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Element adı	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Hg	Pb	U	Th	Mn	Fe
Değer Birimi	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%
U-A1	63.2	1115	61.4	540.1	16.5	45.5	4.7	0.1	< 1.0	< 2.0	1.1	9.4	< 1.0	5.1	0.06	2973.8
U-A2	59.6	1091	67.1	537.1	16.7	44	4.5	0.4	< 1.0	< 2.0	0.7	9.2	< 1.0	5.2	0.06	3015.1
U-A3	67.4	1152	60.5	555	16.1	44.8	4	0.4	< 1.0	< 2.0	< 0.8	9.7	< 1.0	5.3	0.06	3076.0
U-B1	56	1214	66.4	436	17	43.4	4	0.5	< 1.0	< 2.0	< 1.0	9.1	< 1.0	4.7	0.06	2572.4
U-B2	89.9	1289	62.3	514.3	17.7	42.5	4.4	< 0.5	< 1.0	< 2.0	< 1.0	9.2	< 1.0	5.3	0.06	3095.5
U-B3	67.8	1043	66.8	516.5	18.3	44.5	6.6	0.5	< 1.0	< 2.0	< 1.0	8.2	< 1.0	6.6	0.06	3066.9
U-C1	79	641	82	711.1	24.7	56.1	3.4	0.4	< 1.0	2.3	< 0.9	15.8	< 1.0	6.2	0.08	4104.1
U-C2	77.4	563.4	80.2	699.6	24	54.7	2.3	0.2	< 1.0	< 2.0	< 1.0	10.8	< 1.0	6.6	0.08	4089.4
U-C3	94.4	958.3	72.2	689.6	22.3	52.8	3.2	0.3	< 1.0	< 2.0	< 1.0	8.4	< 1.0	6	0.09	4037.6
U-D1	84	634.7	80.9	768	26	63.8	1.7	< 0.5	0.3	< 2.0	1.5	12	< 1.0	6.4	0.10	4523.7
U-D2	91.8	734.4	91	796.3	28.5	62.9	1.8	0.2	< 1.0	< 2.0	< 1.0	11.3	< 1.0	6.7	0.10	4593.7
U-D3	83.7	611.4	80	783.9	26.5	63	0.6	0.4	< 1.0	< 2.0	1.8	12.4	< 1.0	6.2	0.09	4636.3
U-E1	79.1	678.3	87	732.4	25.5	54	1.4	0.2	< 1.0	< 2.0	0.7	11.8	< 1.0	6.3	0.09	4249.6
U-E2	81.5	644.5	79.6	688	24.8	52.9	2.1	0.5	< 1.0	< 2.0	0.9	12.1	< 1.0	6.5	0.09	4146.0
U-E3	89.8	738.8	79.6	683.7	24.4	54.8	2.1	< 0.5	< 1.0	< 2.0	< 1.0	11.2	< 1.0	6.9	0.09	4168.4
U-F1	71.5	686.5	75.8	755.8	26.5	58.3	1.2	0.3	< 1.0	0.1	0.4	11.6	< 1.0	5.8	0.09	4381.0
U-F2	83.6	740.2	81	800.3	26.5	59.9	0.3	0.2	< 1.0	< 2.0	1.4	12.4	< 1.0	5.6	0.09	4600.0
U-F3	94.8	838.8	89	792.4	23.7	58.4	0.9	< 0.5	< 1.0	< 2.0	< 0.8	10.6	< 1.0	5.7	0.09	4432.1
Ortalama	78.6	854.1	75.7	666.7	22.5	53.1	2.7	0.3	0.3	1.2	1.1	10.8	< 1.0	6	0.08	3875.6

Tablo 4.4: Denizli-Manisa anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları (ppm ve %)

Denizli-Manisa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Element adı	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Hg	Pb	U	Th	Mn	Fe
Değer Birimi	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%
Ma-A1	81.2	215.2	27.6	219.6	21.4	59.5	15.9	0.8	< 1.0	< 2.0	1.8	21.6	2.1	10.8	0.06	2891.3
Ma-A2	87.8	217	31.9	221	29.1	58.8	17.3	0.6	< 1.0	0.5	1.1	21.1	2	10.9	0.06	2974.5
Ma-A3	88.5	228.6	40.7	218.1	20.9	58.7	16.6	0.7	< 1.0	< 2.0	1.4	22.5	2.1	12.1	0.06	2982.9
Ma-B1	43.1	342.6	34.8	130.2	11.8	33.3	12.8	1	< 1.0	< 2.0	< 1.0	13	0.6	7.3	0.04	1562.5
Ma-B2	47.8	218.5	44.1	119.4	11.6	30	9	0.8	< 1.0	< 2.0	< 1.0	14.3	< 1.0	6.8	0.04	1504.4
Ma-B3	37.2	242.6	33.6	99.8	9.7	26.1	9.6	0.3	< 1.0	< 2.0	< 1.0	10.3	< 1.0	4.5	0.03	1305.8
Ma-C1	65.8	254	34.3	162.7	15.7	40.9	14.2	< 0.5	< 1.0	< 2.0	0.6	17.4	2	9.2	0.05	2139.5
Ma-C2	64.1	239.6	41	160.4	15	39.2	14.9	0.8	< 1.0	< 2.0	< 1.0	14.6	2	8	0.05	2110.8
Ma-C3	72.2	280.3	56.9	169.6	15.4	42	15.2	1	< 1.0	< 2.0	< 1.0	15.8	2	10.1	0.05	2189.1
Ma-D1	68.5	191.9	43.5	167.2	16.2	58.2	13.8	0.6	< 1.0	< 2.0	< 1.1	14.7	1.5	7.8	0.05	2404.5
Ma-D2	72.9	191.5	46.6	177	16.8	49.2	13.9	0.7	< 1.0	< 2.0	0.4	17.2	2.6	9.3	0.05	2493.4
Ma-D3	73.4	191.9	40.2	179	16.6	49.7	13.3	0.6	< 1.0	< 2.0	< 1.0	17.2	< 0.6	9.3	0.05	2488.5
Ma-E1	73.5	62	50.5	54	37.1	49	4	< 0.5	< 1.0	< 2.0	< 1.0	15.9	3	15.3	0.05	3065.5
Ma-E2	94	83.7	51.6	66.5	40	51.8	5.3	0.6	< 1.0	< 2.0	< 1.0	15.9	2.8	16.9	0.05	3197.0
Ma-E3	68.5	52.7	56.9	52.1	57.4	47.4	4.5	0.9	< 1.0	< 2.0	< 1.0	14.4	3.6	14.5	0.05	3106.7
Ma-F1	160.2	118.9	58.3	78.9	38.1	68.4	3.6	0.3	0.9	< 2.0	< 1.0	17.8	4.1	17.1	0.05	3985.2
Ma-F2	140.8	119.7	48	75.8	31.6	66.1	3.2	0.5	0.6	< 2.0	3.4	20.2	3.2	16.8	0.05	4009.0
Ma-F3	137.4	105.1	61.7	68.2	33.9	64.7	5.1	0.6	< 1.0	< 2.0	< 1.0	15.9	2.8	16	0.05	3914.5
Ortalama	82.1	186.4	44.6	134.4	24.4	49.6	10.7	0.7	0.8	0.5	1.5	16.7	2.4	11.3	0.05	2684.7

Tablo 4.5: Denizli-Muğla anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları (ppm ve %)

Denizli-Muğla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Element adı	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Hg	Pb	U	Th	Mn	Fe
Değer Birimi	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%
M-A1	104.5	944.2	102.8	646.2	26.1	69.3	12.9	1.1	1.2	< 2.0	3.1	21.7	< 1.0	8.5	0.13	4243.3
M-A2	133.9	876.1	95	883.8	32.7	94.1	14.9	< 0.5	0.5	0.4	1.6	23.1	< 1.0	10.7	0.13	5744.9
M-A3	142.8	776	84	932.3	33.4	94.9	15.9	< 0.5	< 1.0	0.2	2.3	22.8	< 1.0	11.4	0.11	6154.0
M-B1	109.9	843.8	94	948.5	33.6	86.5	13	< 0.5	< 1.0	< 2.0	2.2	22.5	< 1.0	8.8	0.13	5423.8
M-B2	102.1	1110	110	1085	28.3	83.3	11.1	< 0.5	< 1.0	< 2.0	0.5	18.5	< 1.0	8.5	0.13	5372.8
M-B3	114.1	1404	120	1117	29.1	78.7	12.5	< 0.5	< 1.0	< 2.0	< 1.0	19.7	< 1.0	7.4	0.15	5326.6
M-C1	112	689.4	78.6	428.3	39.8	84.2	10.7	0.6	< 1.0	< 2.0	< 1.0	21.5	< 1.0	10.2	0.27	3983.1
M-C2	116.4	649.9	82.6	454	40.5	83.8	10.8	0.3	< 1.0	< 2.0	< 1.0	21.5	< 1.0	10.7	0.27	4109.7
M-C3	89.3	653.4	83.5	481.1	41.6	83.6	11.2	0.6	2.3	< 2.0	1.8	22.2	< 1.0	10.1	0.25	4205.5
M-D1	138.9	702.7	89.2	712.3	42.3	100.3	9	< 0.5	< 1.0	< 2.0	< 1.0	26	< 1.0	13.8	0.19	5765.9
M-D2	112.2	736.9	86.2	719.7	43.9	100.9	9.6	0.1	< 1.0	< 2.0	2	26	< 1.0	13.4	0.20	5753.3
M-D3	137.4	816.5	93	729.3	42.5	98.4	8.4	< 0.5	< 1.0	< 2.0	2.1	26.2	< 1.0	13	0.20	5745.6
M-E1	115.9	546.9	67.4	401.6	42	84.6	10.4	0.2	2.6	< 2.0	1.4	22	< 1.0	10.8	0.24	4080.3
M-E2	98.2	579.9	64.6	444.8	43	86.2	10.2	0.3	< 1.0	< 2.0	1.5	22.6	< 1.0	10.7	0.24	4257.2
M-E3	92	522.1	63.5	464.2	42	84.3	10.8	0.3	< 1.0	< 2.0	0.6	21.7	< 0.5	10.7	0.24	4164.9
M-F1	117.3	696.5	88	723.3	45.6	102	9.8	< 0.5	< 1.0	0.3	1.5	26.1	< 1.0	13.2	0.20	5791.7
M-F2	134.2	764.3	93.2	716.7	44.1	99.7	11.1	1.1	2.6	< 2.0	2.3	25.6	< 1.0	12.1	0.20	5811.3
M-F3	139.5	771.8	89.9	713.7	40.2	94.4	10.3	0.5	1.9	< 2.0	0.6	24	< 1.0	9.7	0.19	5290.3
Ortalama	117.3	782.5	88.1	700.1	38.4	89.4	11.3	0.5	1.9	0.3	1.7	23	< 1.0	10.8	0.19	5068.0

Tablo 4.6: Denizli-Antalya anayol güzergahından alınan numunelerin analiz sonuçları (ppm ve %)

Denizli-Antalya	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Element adı	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Hg	Pb	U	Th	Mn	Fe
Değer Birimi	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%
An-A1	17.7	65.1	< 10	37.5	3.6	9.5	1	< 0.3	0.8	< 2.0	< 0.9	2.1	< 1.0	0.9	0.02	0.6
An-A2	111.9	460.7	57.6	403.6	39.2	98.1	12.9	0.6	3.9	< 2.0	0.7	21.8	< 1.0	11.8	0.15	4647.5
An-A3	120.6	587	75.1	431.9	41.9	111.1	14.7	0.4	< 1.0	< 2.0	1.1	23.4	< 1.0	13.8	0.17	5284.0
An-B1	152.4	525.8	69.3	412.3	63.2	101.5	44.8	0.4	0.4	< 2.0	2.2	18.8	< 1.0	7.9	0.21	4983.2
An-B2	123.1	592.5	75.1	499.1	35.6	95	11	0.5	2.1	< 2.0	1.7	21.2	< 1.0	11.1	0.15	4828.0
An-B3	103.8	400.9	53.4	328.4	35.8	78.1	10.3	0.6	3	< 2.0	1.2	17.6	< 1.0	9.5	0.12	3727.8
An-C1	115	681.1	50.3	486.4	33	83.8	10.4	0.6	1.7	< 2.0	0.7	18.2	< 1.0	9.4	0.12	4262.1
An-C2	136.3	575.8	64.7	423.3	41.1	109.1	16.9	0.9	2.9	< 2.0	< 1.0	22.6	< 1.0	12.1	0.16	5104.9
An-C3	139.1	536.6	67.1	407.3	39.6	98.9	12.7	0.7	2.7	< 2.0	1.9	22.5	< 0.5	11.9	0.16	4911.2
An-D1	94.5	415	50.9	336.8	36.2	85.4	9.1	< 0.5	1.9	< 2.0	1.7	19.1	< 1.0	9.9	0.12	3717.3
An-D2	103.2	393	50.7	334.6	35.4	81.5	11.7	0.7	< 1.0	1.4	0.7	16	< 1.0	9.2	0.13	3824.3
An-D3	119.4	502.3	58.9	383	37.4	94.5	13.5	0.9	1.3	< 2.0	0.5	18.5	< 0.5	11.7	0.15	4414.6
An-E1	124.3	436.5	65.3	389.2	37.1	95.4	15.2	0.5	3.4	< 2.0	0.7	21.1	< 1.0	11	0.12	4261.4
An-E2	121.4	431.7	48.8	332.4	49.2	108.8	42.1	1.3	2.5	< 2.0	1.2	23.8	3.3	7.4	0.12	3915.9
An-E3	134	640.1	63	443.9	50.8	90.7	47.6	0.9	0.3	< 2.0	< 1.0	14.8	< 1.0	6.5	0.16	4618.1
An-F1	128.3	464.6	61.9	493.7	41.5	115	10.7	0.4	< 1.0	< 2.0	1.4	25.1	< 1.0	14.6	0.15	5564.4
An-F2	155.7	420.6	80.5	558.1	47.8	117.1	12.2	0.3	< 1.0	< 2.0	1.8	23.6	< 1.0	13.9	0.14	5947.0
An-F3	142	442.6	71.2	525.9	44.7	116.1	11.5	0.4	< 1.0	< 2.0	1.6	24.4	< 1.0	14.3	0.15	5755.7
Ortalama	119	476.2	62.6	401.5	39.6	93.9	17.1	0.6	2.1	1.4	1.3	19.7	3.3	10.4	0.14	4431.6

Bu çalışmada istatistiksel analizler yapılırken SPSS programından yararlanılmıştır. Bu programda, eldeki bütün veriler kullanılarak her element için değerler ve dağılımlar kullanılarak minimum ve maksimum değerler, aradaki farklar, standart sapmalar ve varyans değerleri hesaplandı. SPSS programından elde edilen Tablo 4.7'deki standart sapma ve varyans hesaplamalarında 108 adet numunenin değerleri kullanılmıştır.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (4.1)$$

Standart sapma değerleri (4.1) eşitliği yardımı ile hesaplanabilir. Eğer standart sapma küçükse veriler ortalamaya yakın yerlerde dağılmışlardır. Bunun tersi olarak standart sapma büyükse veriler ortalama dan uzak dağılmışlardır. Bütün değerler aynı olursa standart sapma sıfır olur(Tekin 2012).

Tablo 4.7'deki standart sapma değerlerini incelediğimizde, elementlerin standart sapmalarının büyükten küçüğe sırayla Fe (15295233.329), Mn(643.036), Cr(315.973), Ni(261.716), V(35.905), Zn(26.923) Co(25.820), Cu(13.131), As(7.671), Pb(6.252), Th(3.733), U(1.383), Mo(1.155), Cd(0.796), Hg(0.668) ve Se(0.330) şeklinde olduğunu görülmektedir. Analiz ortalama değerlerin standart sapmaları da benzer sıra ile Fe (1471784.513), Mn(61.876), Cr(30.404), Ni(25.184), V(3.455), Co(2.608), Zn(2.591) Cu(1.269), As(0.771), Pb(0.602), Th(0.363), Cd(0.282), Mo(0.231), U(0.208), Hg(0.092) ve Se(0.034) şeklindedir. Standart sapma değerleri en yüksek element Fe, en düşük element ise Se'dir. Se elementinin değerleri ortalama Se değerine yakın değerlerde iken Fe elementinin analiz değerleri ortalama Fe değerinden uzak değerlerde olduğu sonucu elde edilmiştir.

$$V = S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (4.2)$$

Varyans değerleri ise (4.2) eşitliği ile hesaplanabilir.[90] İstatistikte basit olarak standart sapmaların kareleri alınarak elde edilir. Bir dağılımın, kendi ortalamasından sapmasının karesinin beklenen değeridir yani dağılıma ait her bir değer in dağılımın ortalamasından ne kadar uzak olduğuyla ilgilidir. Tablo 4.7'de gösterilen varyans değerlerinin büyük olması riskin büyüklüğünü gösterir.

Yani varyansı büyük olan elementlerin toprakta bulunma oranları daha yüksektir denilebilir. Elementlerin varyans değerlerini büyükten küçüğe sıralandığında standart sapmalar ile aynı olduğu Tablo 4.7'den belirlenmiştir. Tablo 4.7 istatistiksel sonuçların gösterildiği deney standart sapmalarının ve eşik değerlerinin hesaplandığı bir tablodur. Tablo 4.7'de bazı değerler boş bırakılmıştır. Bunun sebebi bu elementlerin minimum değerlerinin XRF cihazı tarafından o değerden daha küçük kabul edilmesi fakat tam değerinin ölçülememesidir.. Bu şekildeki < işareti bulunan değerler standart sapma ve varyans hesaplarına dahil edilmemektedir(Tekin 2012).

Bu bilgiler doğrultusunda Tablo 4.7'den standart sapmalar incelendiğinde en büyük standart sapmanın demir elementinde olduğu tespit edilmiştir. Onu ikinci sırada manganez elementinin üçüncü sırada ise krom elementinin takip ettiği görülmektedir. En küçük standart sapmanın ise selenyum elementinde olduğu gözlenmektedir. Onu ikinci sırada cıva, üçüncü sırada ise kadmiyum elementinin izlediği saptanmıştır. Burada selenyum, cıva ve kadmiyum elementlerinin doğada az miktarda ya da nadir bulunan ağır metallerden olmasının göz önünde bulundurulması önemli noktalardandır. Bu yüzden en çok ölçülemeyen değerlere sahip olan elementlerin de bunlar olduğu açık bir şekilde hesaplanan ve hesaplanamayan değerlerde görülmektedir. Uranyum elementi de en az bu üç element kadar doğal ortamda nadir bulunan bir ağır metaldir. Ortalama standart sapmalar incelendiğinde ise en büyük üç değer sıralamasının yine standart sapmalarla aynı değerlerde olduğu saptanmaktadır. En küçük ortalama standart sapmanın ise yine selenyum elementinde onu ikinci sırada cıva takip etmektedir. Üçüncü sırada ise farklı olarak uranyum bulunmaktadır. Doğal ortamda nadir bulunan bu elementlerin ortalama standart sapmalarının birbirine yakın olduğu açıkça görülmektedir.

Tablo 4.8'de ise literatürdeki eşik değerler ile analiz sonuçları ortalamalarından elde edilen eşik değerlerin karşılaştırılmasına olanak sağlayan bir tablodur. Literatürdeki eşik değerler Reinmann ve Caritat'ın kitabından alınmıştır. Minimum değer elementin toprakta olması gereken en düşük oranını, maksimum değer ise en yüksek oranını göstermektedir. Bunlar beşinci bölümdeki grafiklerde detaylı olarak açıklanmıştır.

Tablo 4.7: Analiz sonuçlarının hesaplanan standart sapma ve istatistiksel değişim değerleri (ppm)

Element Adı		V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se
Numune Sayısı	Hesaplanabilen	108	108	98	108	107	108	99	92
	Hesaplanamayan	0	0	10	0	1	0	9	16
Ortalama		83.83	452.69	56.12	376.79	25.53	60.57	9.82	0.64
Ortalama Standart Sapma		3.45	30.40	2.60	25.18	1.27	2.59	0.77	0.03
Standart Sapma		35.90	315.97	25.82	261.72	13.13	26.92	7.67	0.33
Varyans		1289.18	99838.66	666.65	68495.35	172.42	724.85	58.84	0.11
Fark		145	1351	109	1080	61	108	47	2
Minimum Değer		15	53	11	38	2	10		
Maximum Değer		160	1404	120	1117	63	117	48	2
Element Adı		Mo	Cd	Hg	Pb	U	Th	Mn	Fe
Numune Sayısı	Hesaplanabilen	25	8	53	108	44	106	108	108
	Hesaplanamayan	83	100	55	0	64	2	0	0
Ortalama		1.61	0.84	1.30	14.95	2.61	8.23	887.37	32852181.05
Ortalama Standart Sapma		0.23	0.28	0.09	0.60	0.21	0.36	61.88	1471784.51
Standart Sapma		1.15	0.80	0.67	6.25	1.38	3.73	643.04	15295233.33
Varyans		1.33	0.63	0.45	39.09	1.91	13.94	413494.99	233944162586952
Fark		4	2	3	24	6	17	2540	61534578
Minimum Değer					2		1	125	5628
Maximum Değer		4	2	3	26	6	17	2664	61540206

Tablo 4.8 Bağlantı illerin analiz sonuçları ortalamaları ile literatürdeki sınır değerlerin karşılaştırılması (ppm)

Element İsimleri		V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ar	Se
Literatürdeki	Minimum	1.0	<5	<1	<2	<1	<1	<0.2	<0.1
Sınır	Maksimum	176.0	86	19.5	60.1	54.8	121.0	13.4	8.3
Değerler	Ortalama	25.4	19.1	4.45	8.11	14.7	22.3	1.55	0.146
	Aydın	71.8	227.7	29.6	168.1	16.5	49.2	10.2	0.6
Analiz	Ankara	34.3	189.2	16.9	189.9	11	28.2	4.1	0.9
Sonuçları	Uşak	78.6	854.1	75.7	666.7	22.5	53.1	2.7	0.3
Ortalama	Manisa	82.1	186.4	44.6	134.4	24.4	49.6	10.7	0.7
Değerleri	Muğla	117.3	782.5	88.1	700.1	38.4	89.4	11.3	0.5
	Antalya	119	476.2	62.6	401.5	39.6	93.9	17.1	0.6
	Ortalama	83.8	452.7	52.9	376.8	25.4	60.6	9.3	0.6

Element İsimleri		Mo	Cd	Hg	Pb	U	Th	Mn	Fe
Literatürdeki	Minimum	<0.2	<0.01	0.005	<5	0.2	0.2	4.5	1140.0
Sınır	Maksimum	12	0.448	0.13	43.2	18	16	1690.0	51,000
Değerler	Ortalama	0.224	0.117	0.04	7.45	2.2	7.4	128.0	12,100
	Aydın	< 1.0	< 2.0	0.9	12	2.1	7	437.7	23,427,180.10
Analiz	Ankara	0.1	1.5	< 1.0	7.6	3.1	3.5	289.9	13,086,450.60
Sonuçları	Uşak	0.3	1.2	1.1	10.8	< 1.0	6	813.1	38,756,473.90
Ortalama	Manisa	0.8	0.5	1.5	16.7	2.4	11.3	482.9	26,847,246.10
Değerleri	Muğla	1.9	0.3	1.7	23	< 1.0	10.8	1922.2	50,680,078.20
	Antalya	2.1	1.4	1.3	19.7	3.3	10.4	1378.3	44,315,657.40
	Ortalama	1	1	1.3	15	2.7	8.1	887.4	32,852,181.10

Tablo 4.7’de analizi yapılan 16 adet ağır metalin isimleri ve isimlerin altında hata değerleri yer almaktadır. Burada her bir element için toplam numune sayısı 108’dir. Hesaplanabilen ve hesaplanamayan değerler tabloda belirtilmiştir. Hesaplanamayan numune sayısı, analiz sonuçlarından gelen değerlerin yanında < işareti olanların hesaba dahil edilemediğini göstermiştir. Minimum ve maksimum değerlerde de hesaplanamayan kısımlar aynı şekilde boş kalmıştır. Standart sapmalar, ortalamalar, ortalamaların standart sapmaları, varyanslar ve minimum-maksimum değerler arasındaki fark bu tabloya işlenmiştir.

Tablo 4.1-2-3-4-5-6 incelendiğinde çalışma alanındaki tüm elementlerin ortalama analiz sonuçları literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Mo ve Cd ortalama değerleri ise Aydın bağlantısında cihazın deteksiyon limiti altında olduğundan dolayı tam bir analiz sonucu elde edilememiştir. Mo ve Cd elementlerinin analiz sonuçlarında, cihaz deteksiyon katsayısını aşmayan < işaretli değerler için anlamlı bir zenginleşmeden söz etmek mümkün olmayacaktır. Elde edilen değerler doğrultusunda sonuçlar değerlendirilmiş fakat anlamlı bir bulgu elde edilememiştir.

Tablo 4.8’den baktığımızda, Cr, Co, Ni, Cd ve Fe metallerinin analiz sonuçları ortalamalarının literatürdeki maksimum eşik değerlerini aştığı görülmüştür. Bu durumda, bu beş element için Denizli ili karayolu kenarlarındaki tarım arazilerinde aşırı kirlenme mevcut denilebilir. Diğer V, Cu, Zn, As, Se, Mo, Hg, Pb, U, Th ve Mn elementleri için ortalama sınır değeri aşan fakat maksimum sınır değeri aşmayan değerler elde edilmiştir. Bu on bir adet element için analiz sonuçlarına göre aşırı kirlilik söz konusu değildir. Bütün elementler Denizli ilindeki karayolu kenarında bulunan tarım arazilerinde ağır metal kirliliğine neden olmaktadır.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma bölgemizde bulunan Aydın, Ankara, Uşak, Manisa, Muğla ve Antalya yollarındaki her 18 numunenin değer grafikleri ve bu 18'er numunenin ortalama değerlerinin literatürdeki sınır değerler ile karşılaştırılması V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Hg, Pb, U, Th, Mn ve Fe elementleri için tek tek açıklanmıştır. Alınan numunelerin Türkiye jeoloji haritasında toprak çeşitlerine bakılarak numunenin nerede olduğu göz önünde bulundurulmuş ve buna göre sınıflandırılmıştır. Fakat sınıflandırılan numuneler bölgesel olarak her il bağlantısında aynı tür litolojiye denk geldiği için toprak çeşidinin bu araştırmaya etkisi belirlenememiştir. Toprak sınıfına göre deney yapabilmek için seçilecek çalışma alanı, tek bir il olarak değil daha geniş kapsamlı olarak bir coğrafi bölge ya da ülke olarak düşünülmelidir. Denizli ilinde karayolları kenarındaki toprak cinsi kuzey ve güney kısımlarda değişik olmasına rağmen gidiş ve dönüş yönündeki numuneler aynı ya da benzeri özellikteki toprak sınıflarına denk geldiği için kıyaslama yapılmamıştır. Öncelikle toprak türü bakılmaksızın değerler literatürde tarım arazileri için belirlenen eşik değerlere göre incelenmelidir, daha sonra varsa değişik bir toprak cinsine isabet eden numune, o zaman alt incelemeye geçilip jeolojik duruma göre numunelerin analiz sonuçları değerlendirilebilir. Bu çalışmada alüvyal topraklar tek cins olduğundan alt inceleme yapılamamıştır.

Toprak analizlerinin sonucunda elde edilen söz konusu 16 adet ağır metalin inceleme alanındaki değerlerinin ortalamaları alınmıştır. Bu ortalama element değerleri literatürdeki minimum, maksimum ve ortalama değerler ile karşılaştırmaları yapılarak grafiklerle incelenmiştir.

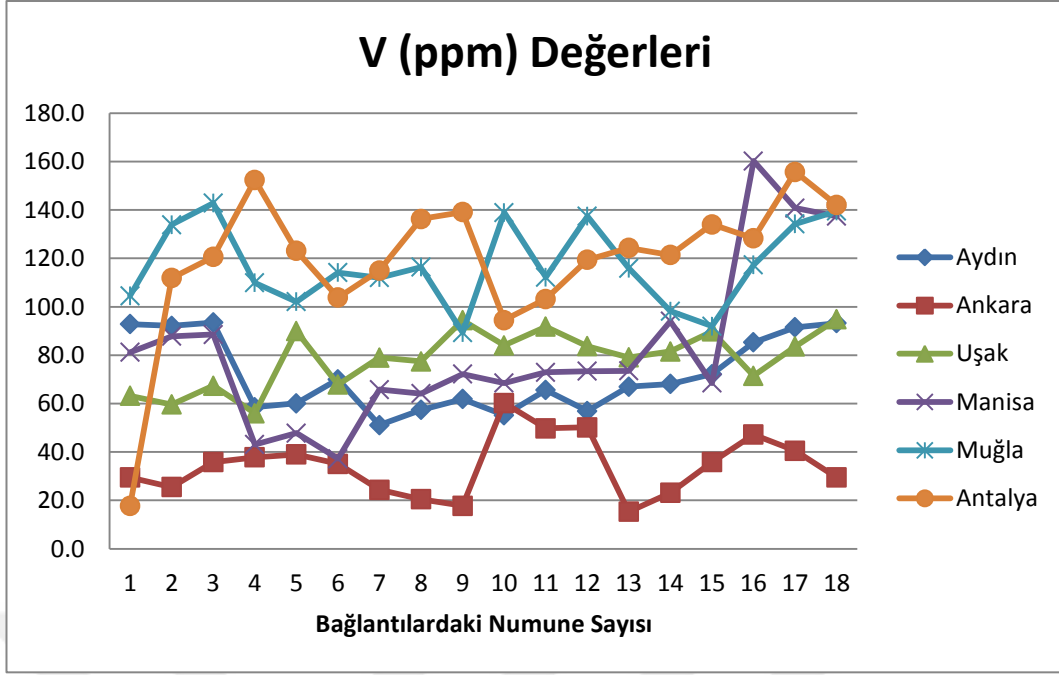
Ortalama grafiklerinde kırmızı çizgi literatürdeki ortalama değeri, mavi çizgi ise analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değeri gösteren çizgileridir. Grafikler incelendiğinde mavi çizginin her grafik için kırmızıdan yüksek değerde olduğu görülmektedir. Literatürdeki ortalama değeri aşan her bağlantıda kirlilik mevcuttur denilebilir. Maksimum değeri aşan bağlantılarda ise yüksek oranda ağır metal kirliliğinden söz edilebilir.

Minimum değerden ise hangi bağlantıda en az kirlilik olup olmadığını tespit etmek için yararlanılmıştır. Gidiş-dönüş yönü için oluşturulan grafiklerde ise 50, 100, 150 gidiş yönündeki, -50, -100, -150 ise dönüş yönündeki analiz ortalama kirlilik değerlerini göstermektedir.

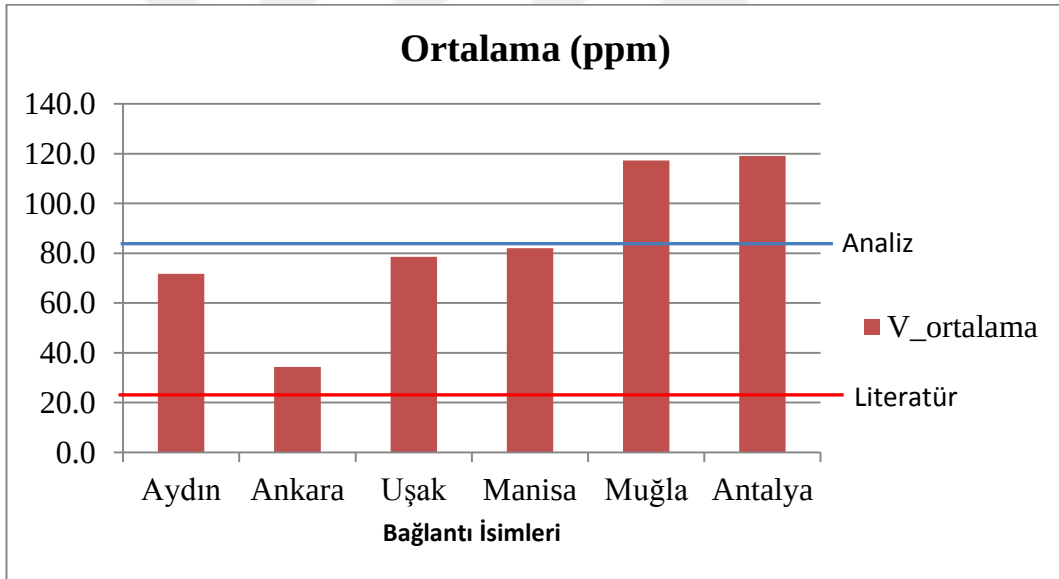
Örneğin Şekil 5.3'deki grafiklerde Aydın yolunu incelersek, 50 rakamına denk gelen sütun değer için Ay-A1, Ay-C1, Ay-E1, 100 rakamına denk gelen sütun değer için Ay-A2, Ay-C2, Ay-E2, 150 rakamına denk gelen sütun değer için Ay-A3, Ay-C3, Ay-E3, -50 rakamına denk gelen sütun değer için Ay-B1, Ay-D1, Ay-F1, -100 rakamına denk gelen sütun değer için Ay-B2, Ay-D2, Ay-F2, -150 rakamına denk gelen sütun değer için Ay-B3, Ay-D3, Ay-F3 değerlerinin ortalaması alınmıştır. Aynı işlem her element için benzer tüm grafiklere uygulanmıştır. Kısaca numune kodunun sonu 1 ile biten numuneler yol kenarına en yakın (0-50 m aralığında), 2 ile bitenler orta uzaklıkta(50-100 m aralığında), 3 ile bitenler en uzak(100-150 m aralığında) mesafede diyebiliriz.

Bu bilgiler doğrultusunda, Vanadyum elementi için Şekil 5.1 ve Şekil 5.2 incelendiğinde, Denizli- Ankara yolunda V yoğunluğunun en düşük, Denizli- Antalya yolunda ise V yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Denizli- Antalya ile Denizli-Muğla bağlantılarındaki yoğunluk değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Literatüre göre minimum değer 1.0 maksimum değer 176.0 ve ortalama değer 25.4 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre altı adet bağlantı yolunun hepsinde Vanadyum elementinin topraktaki yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama değer üzerinde çıkmıştır.

Denizli geneli için analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer olan 83.8 sınırına göre ise Denizli-Muğla ve Denizli- Antalya yollarındaki V yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir ki bu da literatürde 176.0 olan maksimum değeri aşmadığı için minimum-maksimum değerler arasında kalmaktadır. Diğer dört bağlantı yolunda ise değerler ortalamasının altında kalmaktadır. Bu durumda tespit edilmiş aşırı miktarda bir Vanadyum kirliliğinden söz etmek mümkün değildir.



Şekil 5.1: Vanadyum Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



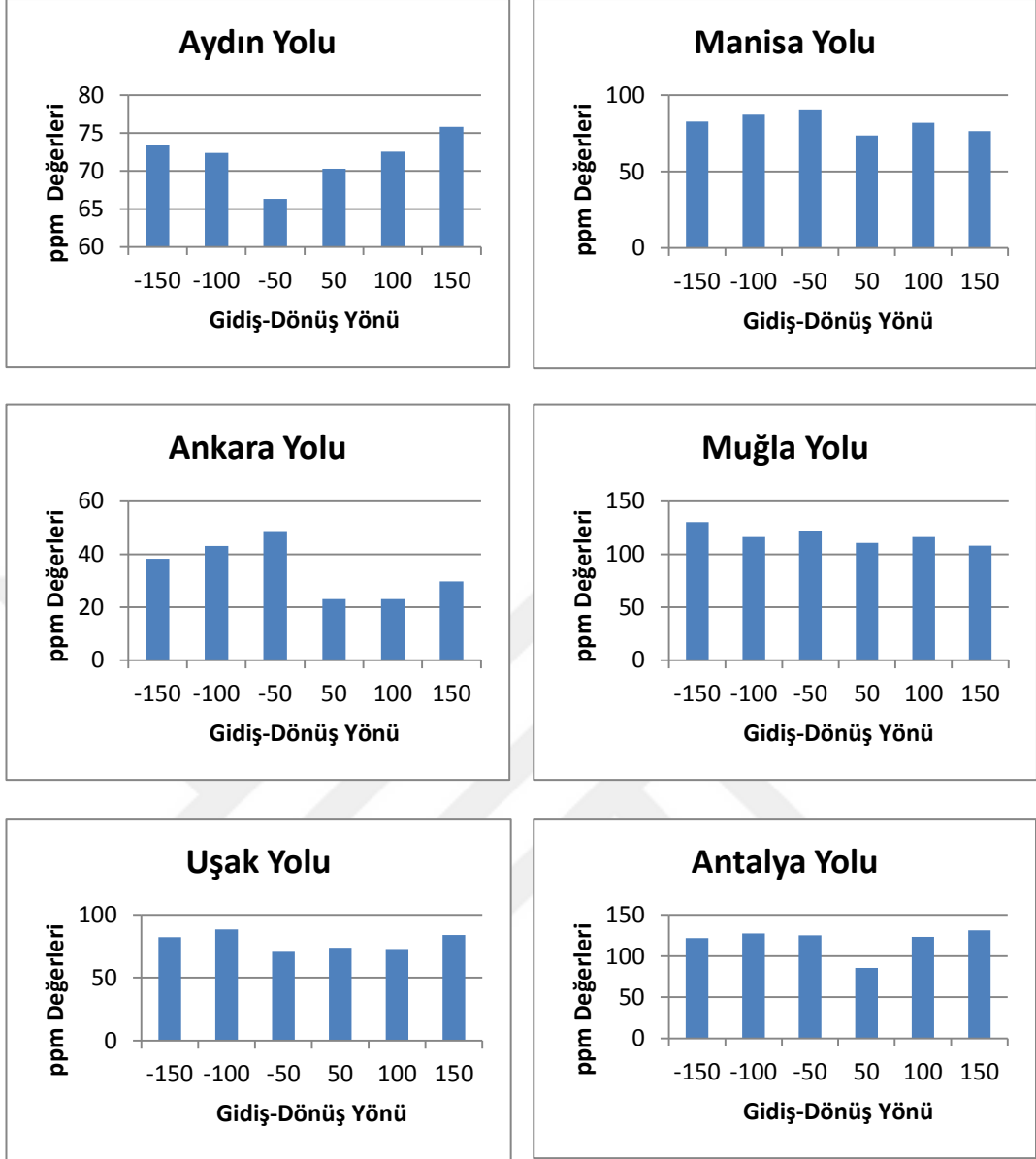
Şekil 5.2: Vanadyum Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

Genel anlamda ise Denizli ili bağlantı yollarında yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama olan 25.4 değerinin üzerinde çıktığı için Vanadyum kirliliğinden söz etmek mümkündür.

Şekil 5.3'deki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki V kirlilik oranlarını gösteren grafikler incelendiğinde;

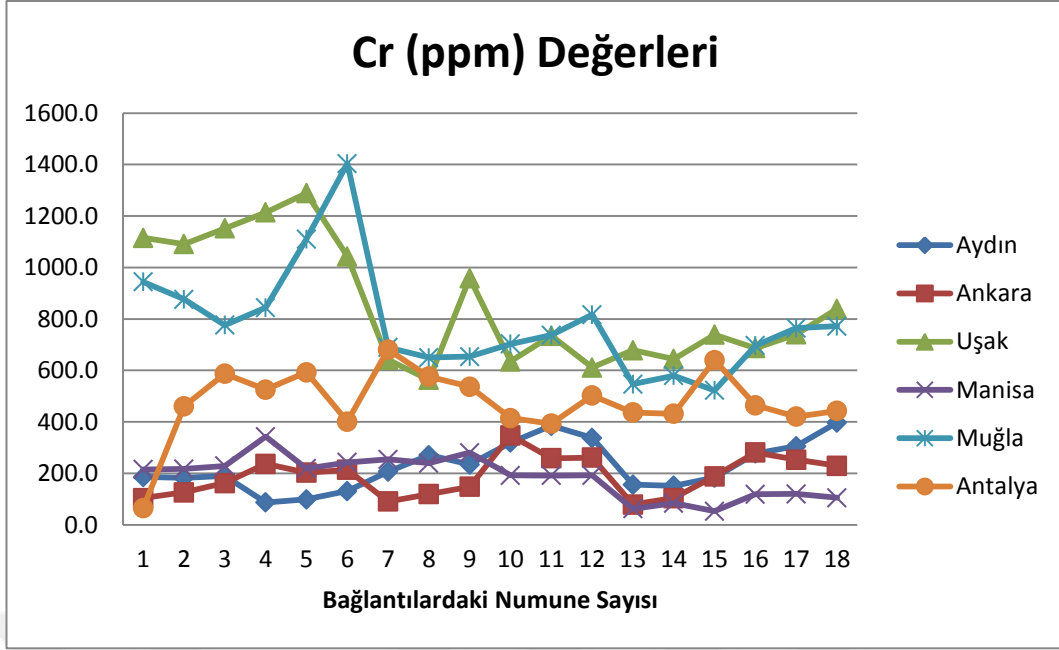
- Denizli-Aydın bağlantısı gidiş ve dönüş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça artan değerlerde kirlilik göstermektedir. Gidiş yönündeki kirlenme oranı dönüş yönündeki kirlenme oranından fazladır.
- Denizli-Ankara bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için dönüş yönündeki kirlenme gidiş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce azalıp sonra artan, dönüş yönünde ise bunun tam tersi önce artıp sonra azalan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Manisa bağlantısında dönüş yönündeki değerler gidiş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce artıp sonra azalan bir dalga tespit edilmiş olup dönüş yönünde ise azalan bir kirlilik tespit edilmiştir.
- Denizli-Muğla bağlantısı için dönüş yönündeki kirlilik oranı gidiş yönündekinden fazladır. Gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce artan sonra azalan bir dalgalanma, dönüş yönünde ise bunun tam tersi olan önce azalıp sonra artan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise dönüş yönündeki kirlenme gidişten fazladır ve yol ana ekseninden uzaklaştıkça gidiş yönünde artan kirlenme saptanmış olup dönüş yönünde ise önce artan sonra azalan bir dalgalanma izlenmiştir.

Genel olarak bağlantılarda dönüş yönündeki kirlenme daha fazladır ve yol ekseninden uzaklık ile Vanadyum kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

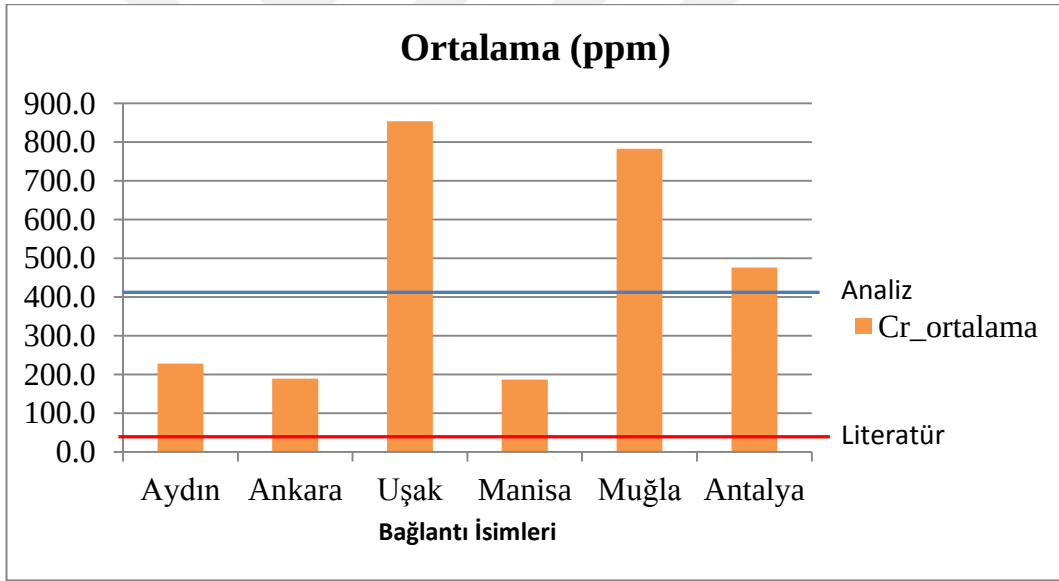


Şekil 5.3: Vanadyum Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

Krom elementi için Şekil 5.4 ve Şekil 5.5 incelendiğinde, Denizli- Manisa yolunda krom yoğunluğunun en düşük, Denizli-Uşak yolunda ise Cr yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Literatüre göre minimum değer 5.0'dan küçük, maksimum değer 86.0 ve ortalama değerin 19.1 olması gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre altı adet bağlantı yolunun hepsinde Krom elementinin topraktaki yoğunluk değerleri literatürdeki 19.1 olan ortalama değerin üzerinde çıkmıştır. Genel anlamda Denizli ili bağlantı yollarında Krom kirliliğinden söz etmek mümkündür.



Şekil 5.4: Krom Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



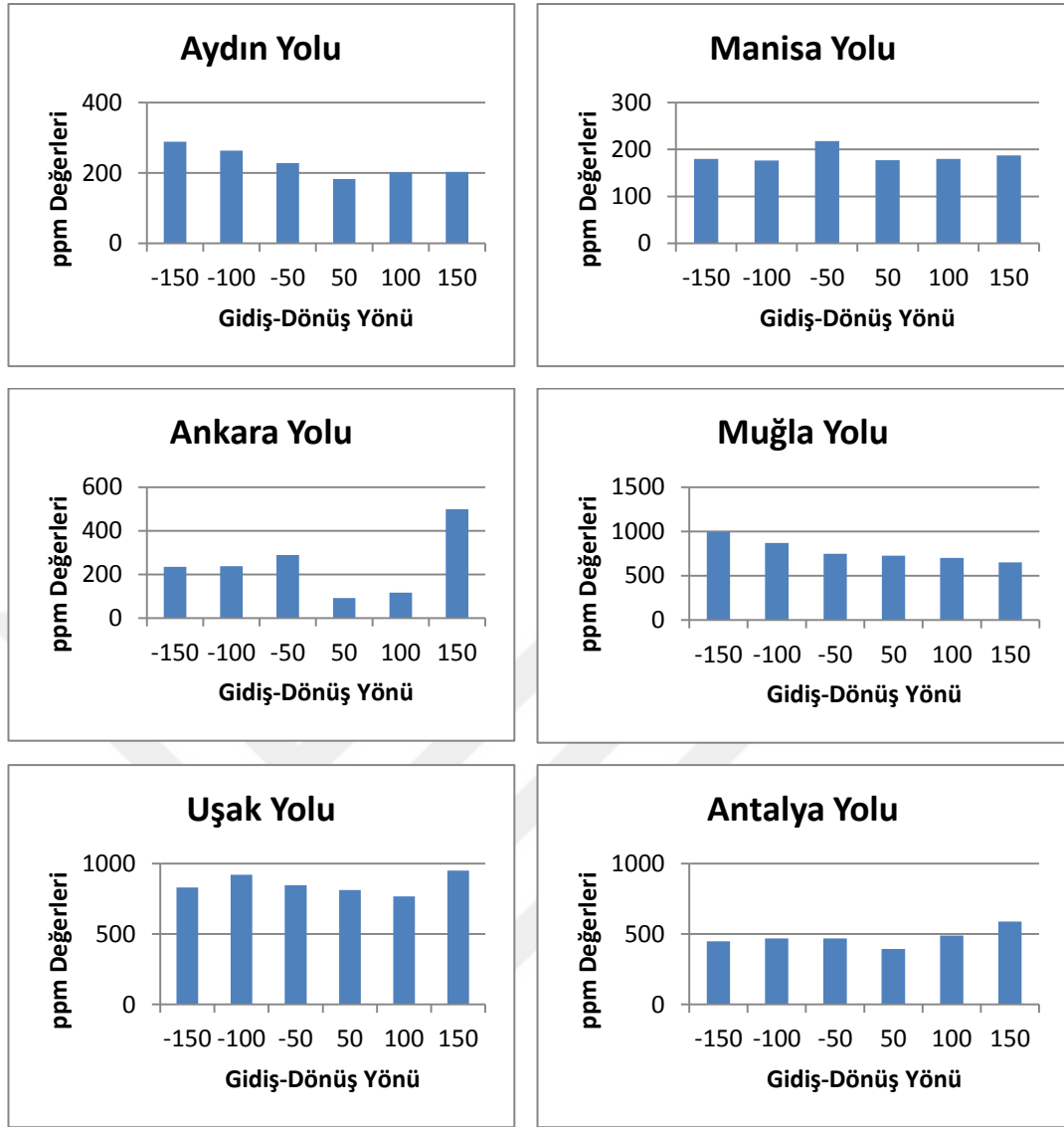
Şekil 5.5: Krom Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

Denizli geneli için analiz sonuçlarından elde edilen 452.7 olan ortalamaya göre ise sadece Denizli-Uşak, Denizli-Muğla ve Denizli- Antalya yollarındaki Cr yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir. Burada dikkati çeken durum ise elde edilen Krom elementinin tüm ortalama değerleri, literatürdeki 86.0 olması gereken maksimum değer üzerinde bir Cr yoğunluğuna sahiptir. Bu durumda tespit edilmiş aşırı derecedeki Krom kirliliğinden söz etmek mümkündür. Çünkü analiz sonuçlarından elde edilen en düşük Cr yoğunluğu Denizli-Manisa bağlantısındaki 186.4 değeridir ki bu değer ortalamanın üzerindedir.

Şekil 5.6'daki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki Cr kirlilik oranlarını gösteren grafikler incelendiğinde;

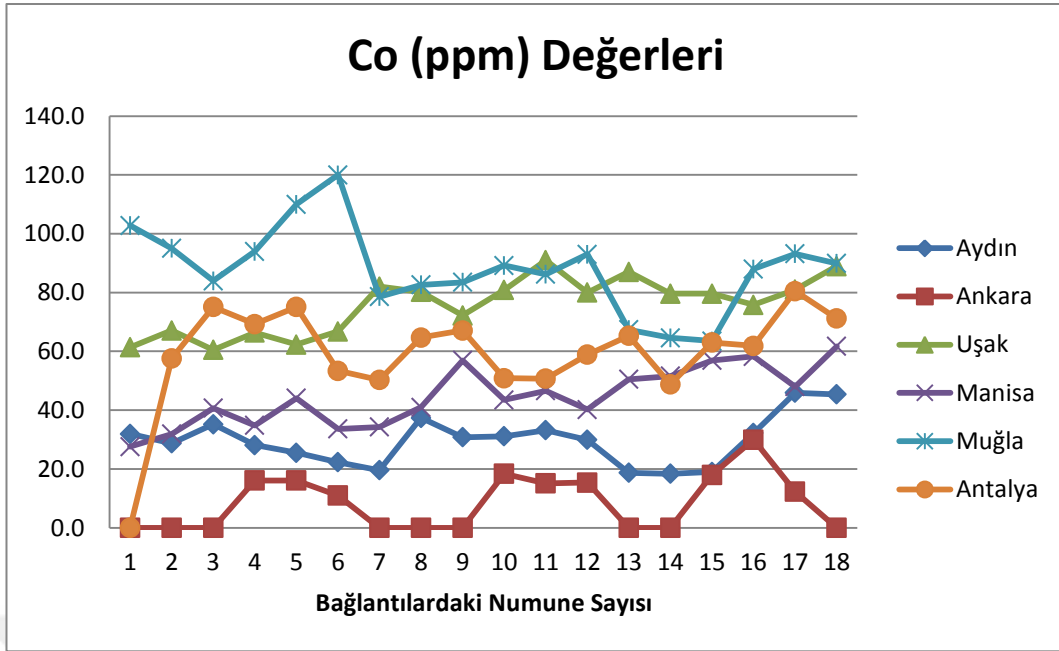
- Denizli-Aydın bağlantısı gidiş ve dönüş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça artan değerlerde kirlilik göstermektedir. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündeki kirlenme oranından fazladır.
- Denizli-Ankara bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için dönüş yönündeki kirlenme gidiş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce azalıp sonra artan, dönüş yönünde ise bunun tam tersi önce artıp sonra azalan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Manisa bağlantısında dönüş yönündeki değerler gidiş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise dönüş yönünde önce azalıp sonra artan bir dalga tespit edilmiş olup gidiş yönünde ise artan bir kirlilik tespit edilmiştir.
- Denizli-Muğla bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça azalan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise dönüş yönündeki kirlenme gidişten fazladır ve yol ana ekseninden uzaklaştıkça gidiş yönünde artan kirlenme saptanmış olup dönüş yönünde ise yol ana ekseninden 100 m'ye kadar uzaklaşıldığında sabit bir kirlilik gözlenmiş, 100 m'den sonra azalan bir dalgalanma izlenmiştir.

Genel olarak tüm bağlantılarda dönüş yönündeki kirlenme daha fazladır ve yol ekseninden uzaklık ile Krom kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

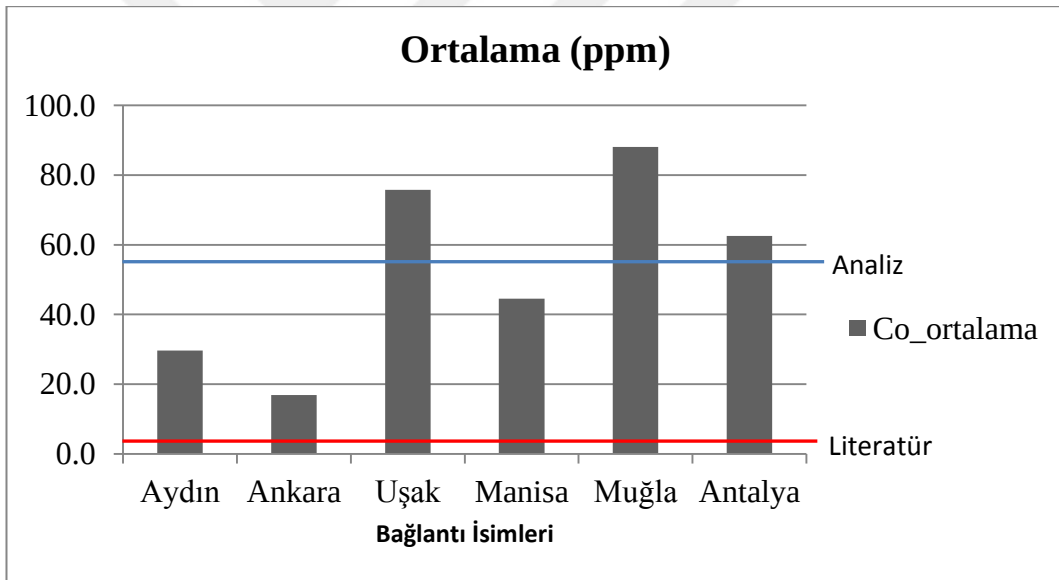


Şekil 5.6: Krom Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'den Denizli- Ankara yolunda Kobalt yoğunluğunun en düşük, Denizli-Muğla yolunda Co yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Literatürde minimum değer 1.0'dan küçük, maksimum değer 19.5 ve ortalama değeri 4.45'dir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre altı adet bağlantı yolunun hepsinde Kobalt elementinin topraktaki yoğunluk değerleri literatürdeki 4.45 olan ortalama değerin üzerinde çıkmıştır. Genel anlamda Denizli ili bağlantı yollarında Kobalt kirliliğinden söz etmek mümkündür.



Şekil 5.7: Kobalt Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.8: Kobalt Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

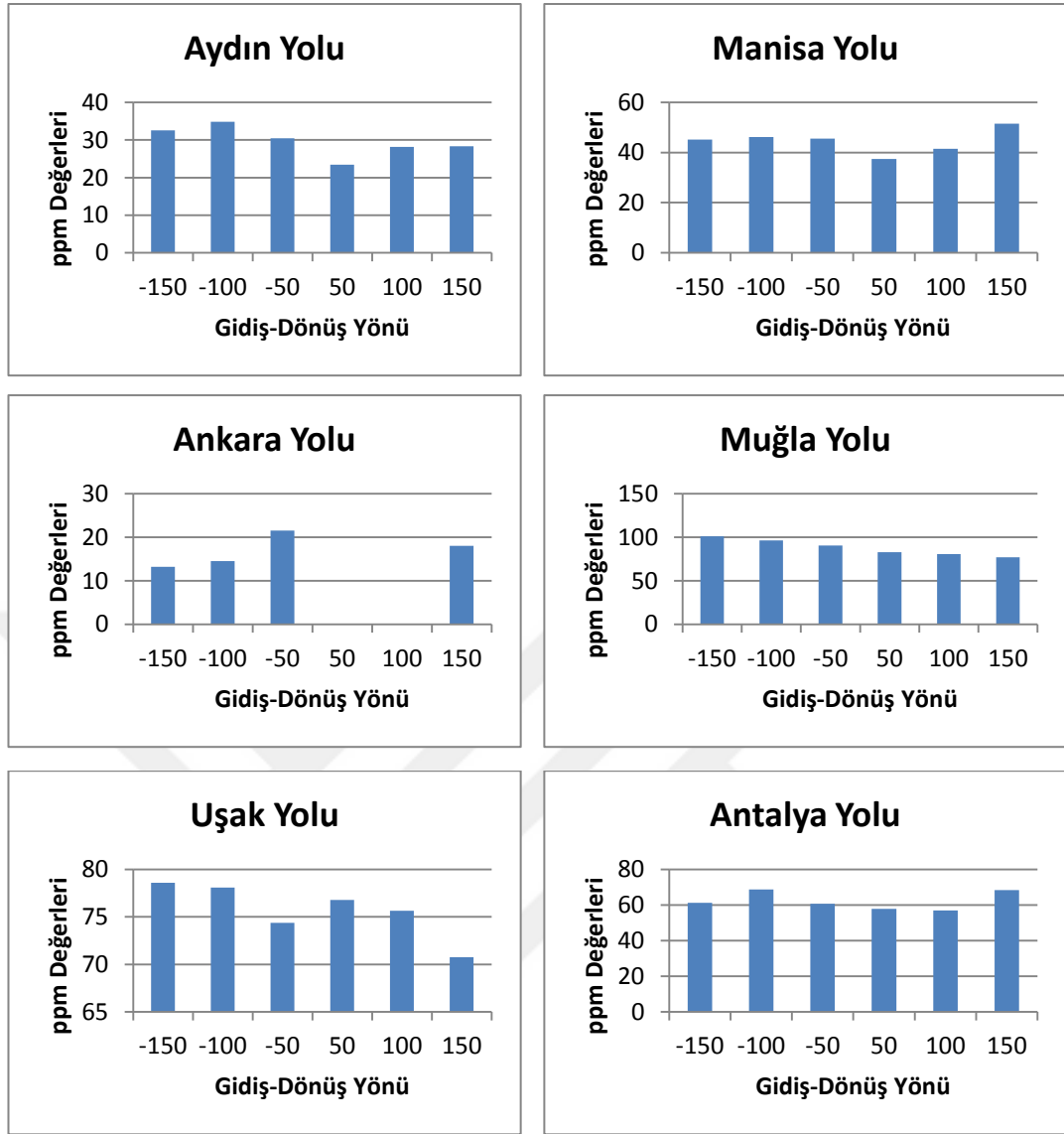
Denizli geneli için analiz sonuçlarından elde edilen 52.9 olan ortalamaya göre ise sadece Denizli-Uşak, Denizli-Muğla ve Denizli- Antalya yollarındaki Co yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir. Burada dikkati çeken durum ise elde edilen Kobalt elementinin Denizli-Ankara bağlantısı hariç tüm ortalama değerleri, literatürdeki 19.5 olması gereken maksimum değer üzerinde bir Co yoğunluğuna sahiptir. Bu durumda Denizli-Ankara bağlantısı hariç tespit edilmiş aşırı derecede bir Kobalt kirliliğinden söz etmek mümkündür.

Çünkü analiz sonuçlarından elde edilen en düşük Kobalt yoğunluğu Denizli-Ankara bağlantısındaki 16.9 değeridir ki sadece bu değer ortalamasının altındadır.

Şekil 5.9'daki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafiklere bakarsak;

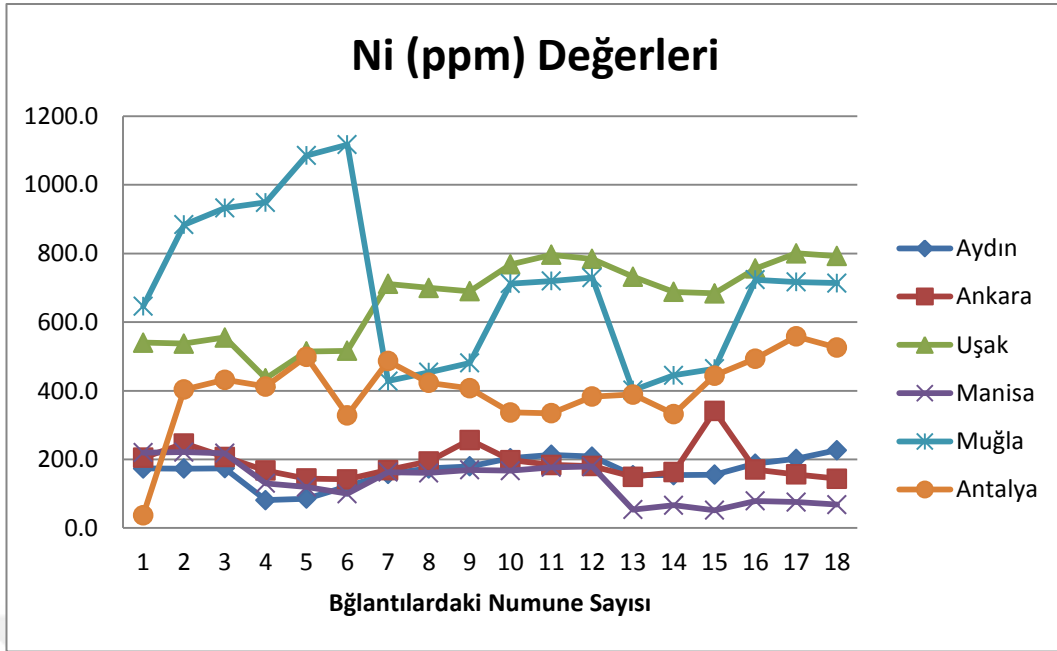
- Denizli-Aydın bağlantısı için kobalt değerleri yol ana ekseninden uzaklaştıkça gidiş yönünde artış göstermekte olup dönüş yönünde ise önce artma sonra azalma göstermektedir. Dönüş yönündeki kirlilik değerleri gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Ankara bağlantısı için gidiş yönünde minimum değerden daha da küçük rakamlar elde edildiği için sadece 150. m'de tespit edilen değerler mevcuttur ve bir karşılaştırma yapılamamaktadır. Dönüş yönünde ise eksenden uzaklaştıkça azalan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısı gidiş yönünde eksenden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça azalan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Manisa dönüş yönündeki değerler gidiş yönündekinden fazladır. Eksenden uzaklaştıkça ise dönüş yönünde önce artıp sonra azalan bir dalga belirlendi ve gidiş yönünde ise artan bir kirlilik tespit edilmiştir.
- Denizli-Muğla bağlantısında gidiş yönünde eksenden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça azalan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise dönüş yönündeki kirlenme gidişten fazladır ve yol ana ekseninden uzaklaştıkça dönüş yönünde önce artan sonra azalan kirlenme saptanmış olup gidiş yönünde ise yol ana ekseninden 100 m'ye kadar uzaklaşıldığında sabit bir kirlilik gözlenmiş, 100 m'den sonra artan bir dalgalanma izlenmiştir.

Genel olarak tüm bağlantılarda dönüş yönündeki kirlenme daha fazladır ve eksenden uzaklık ile Kobalt kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

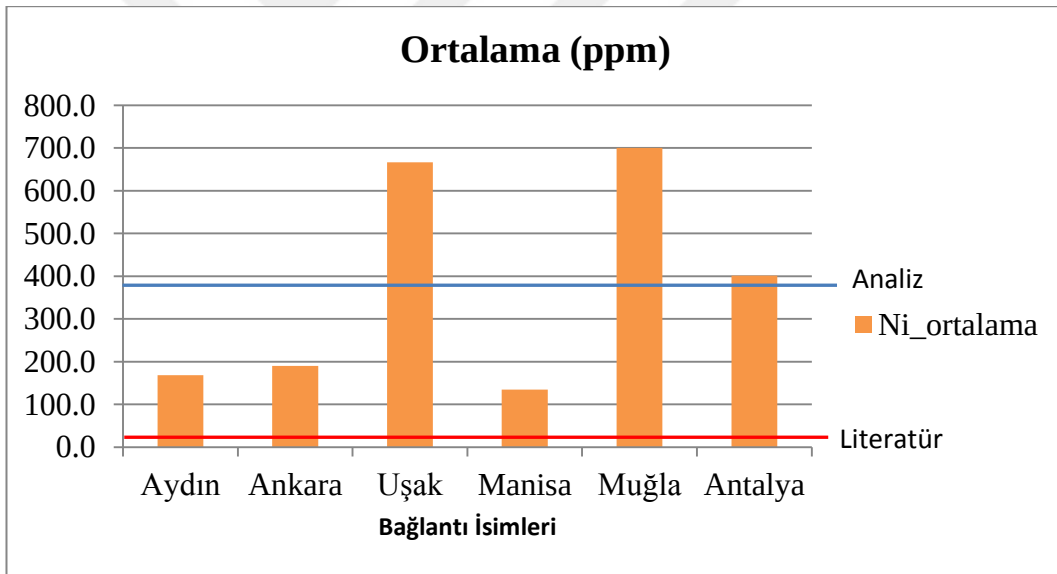


Şekil 5.9 Kobalt Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

Şekil 5.10 ve Şekil 5.11’de Denizli- Manisa yolunda Nikel yoğunluğunun en düşük, Denizli-Muğla yolunda ise Ni yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Literatüre göre minimum değer 2.0’den küçük, maksimum değerin 60.1 ve ortalama değerin 8.11 olması gerekmektedir. Analiz sonuçlarından belirlenen değerlere göre altı adet bağlantı yolunun hepsinde Nikel elementinin topraktaki yoğunluk değerleri literatürdeki 8.11 olan ortalama değerin üzerinde çıkmıştır. Genel anlamda Denizli ili bağlantı yollarında Nikel kirliliğinden söz etmek mümkündür.



Şekil 5.10: Nikel Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.11: Nikel Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

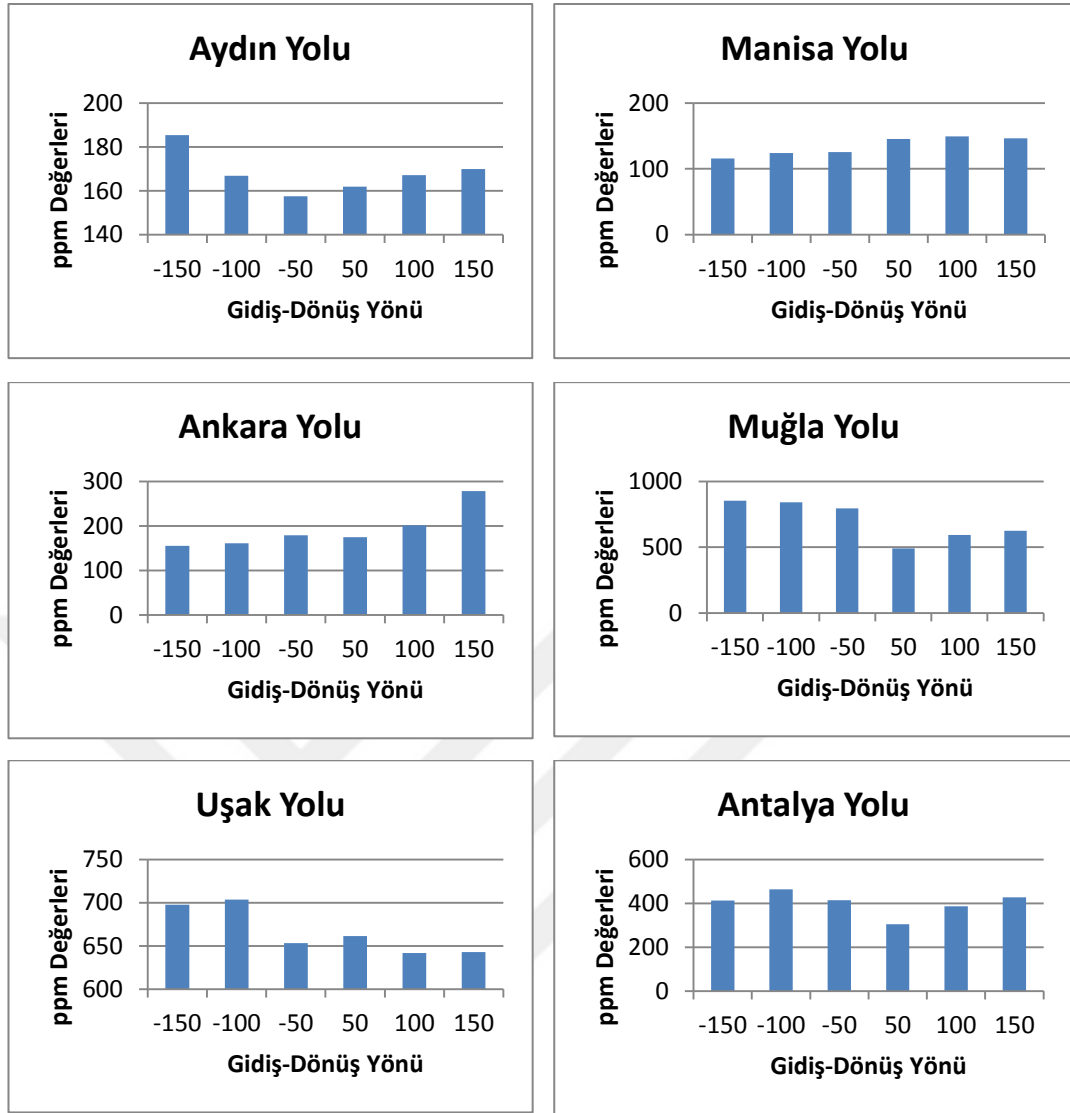
Denizli geneli için analiz sonuçlarından elde edilen 376.8 olan ortalama değere göre ise sadece Denizli-Uşak, Denizli-Muğla ve Denizli- Antalya yollarındaki Nikel yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir. Burada dikkati çeken durum ise elde edilen Nikel elementinin tüm ortalama değerleri, literatürdeki 60.1 olması gereken maksimum değerinin üzerinde bir Ni yoğunluğuna sahiptir. Bu durumda tespit edilmiş aşırı derecede bir Nikel kirliliğinden söz etmek mümkündür.

Çünkü analiz sonuçlarından elde edilen en düşük Ni yoğunluğu Denizli-Manisa bağlantısındaki 134.4 değeridir ki bu değer ortalamanın üzerindedir.

Şekil 5.12'deki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafikler incelendiğinde;

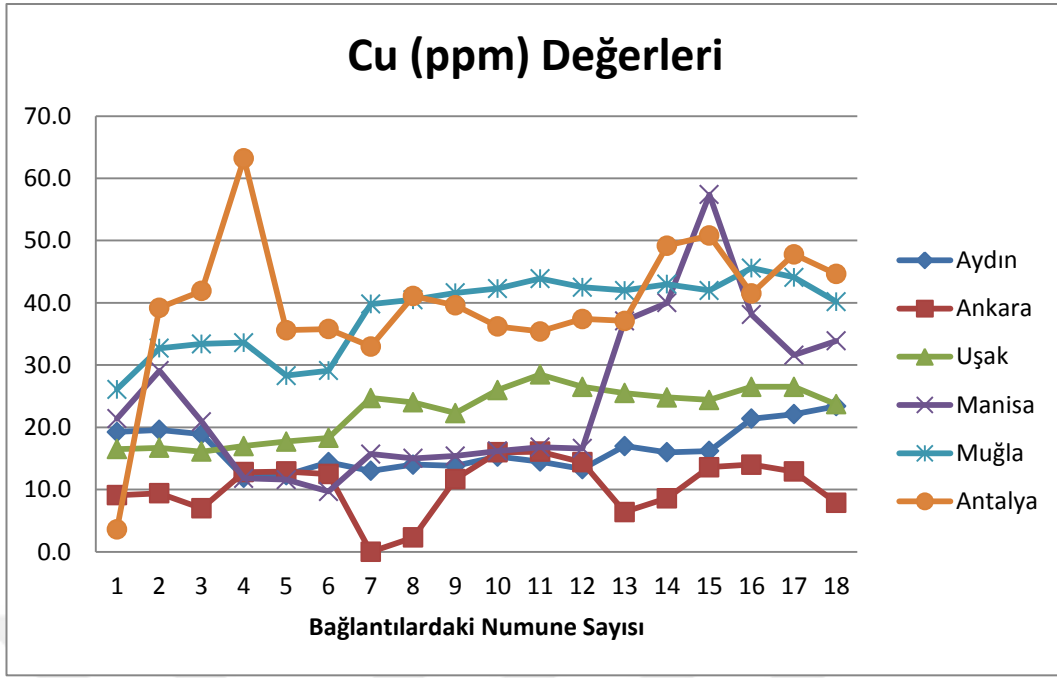
- Denizli-Aydın gidiş ve dönüş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça artan değerlerde kirlilik göstermektedir. Gidiş yönündeki kirlenme oranı dönüş yönündeki kirlenme oranından daha azdır.
- Denizli-Ankara bağlantısı gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Gidiş yönündeki kirlenme oranı dönüş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısında, dönüş yönündeki kirlenme gidiş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce azalıp sonra artan, dönüş yönünde ise bunun tam tersi önce artıp sonra azalan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Manisa bağlantısında ise gidiş yönündeki değerler dönüş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce artıp sonra azalan bir dalga tespit edilmiş olup dönüş yönünde ise azalan bir kirlilik tespit edilmiştir.
- Denizli-Muğla gidiş ve dönüş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça artan değerlerde kirlilik göstermektedir. Gidiş yönündeki kirlenme oranı dönüş yönündeki kirlenme oranından daha azdır.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise dönüş yönündeki kirlenme gidişten fazladır ve yol ana ekseninden uzaklaştıkça dönüş yönünde önce artan sonra azalan kirlenme saptanmış olup gidiş yönünde artan bir kirlilik dalgası izlenmiştir.

Genel olarak bağlantılarda dönüş yönündeki kirlenme daha fazladır ve yol ekseninden uzaklık ile Nikel kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

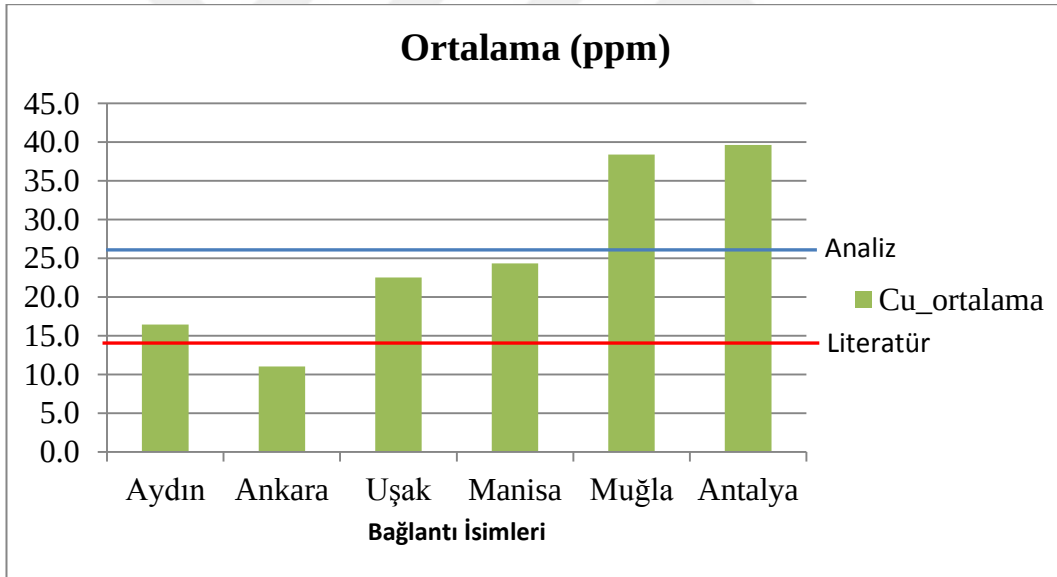


Şekil 5.12: Nikel Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

Bakır elementi için Şekil 5.13 ve Şekil 5.14 incelendiğinde, Denizli-Ankara yolunda Bakır yoğunluğunun en düşük, Denizli-Antalya yolunda ise Cu yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Denizli-Antalya ile Denizli-Muğla bağlantılarındaki yoğunluk değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Literatüre göre minimum değer 1.0'den küçük, maksimum değer 54.8 ve ortalama değer 14.7 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre altı adet bağlantı yolunun Denizli-Ankara bağlantısı hariç hepsinde Bakır elementinin topraktaki yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama değer üzerinde çıkmıştır.



Şekil 5.13: Bakır Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.14: Bakır Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

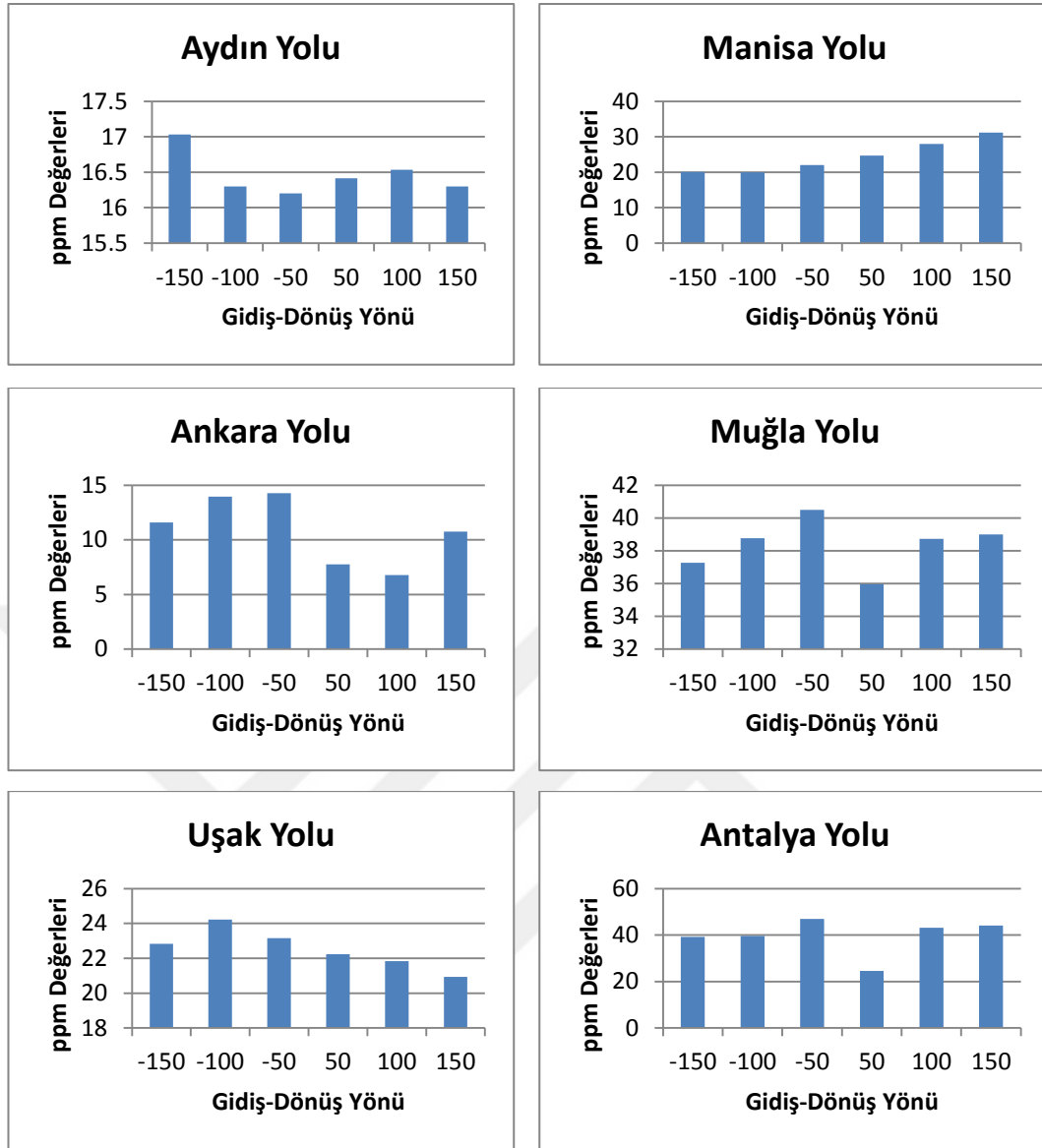
Denizli geneli için analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer olan 25.4 sınırına göre ise Denizli-Muğla ve Denizli-Antalya yollarındaki Bakır yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir ki bu da literatürde 54.8 olan maksimum değeri aşmadığı için minimum-maksimum değerler arasında kalmaktadır. Diğer dört bağlantı yolunda ise değerler ortalamasının altında kalmaktadır. Bu durumda tespit edilmiş aşırı derecede bir Bakır kirliliğinden söz etmek mümkün değildir.

Genel anlamda ise Denizli ili bağlantı yollarında Denizli-Ankara bağlantısı hariç yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama olan 14.7 değerinin üzerinde çıktığı için Bakır kirliliğinden söz etmek mümkündür.

Şekil 5.15'deki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafiklerde;

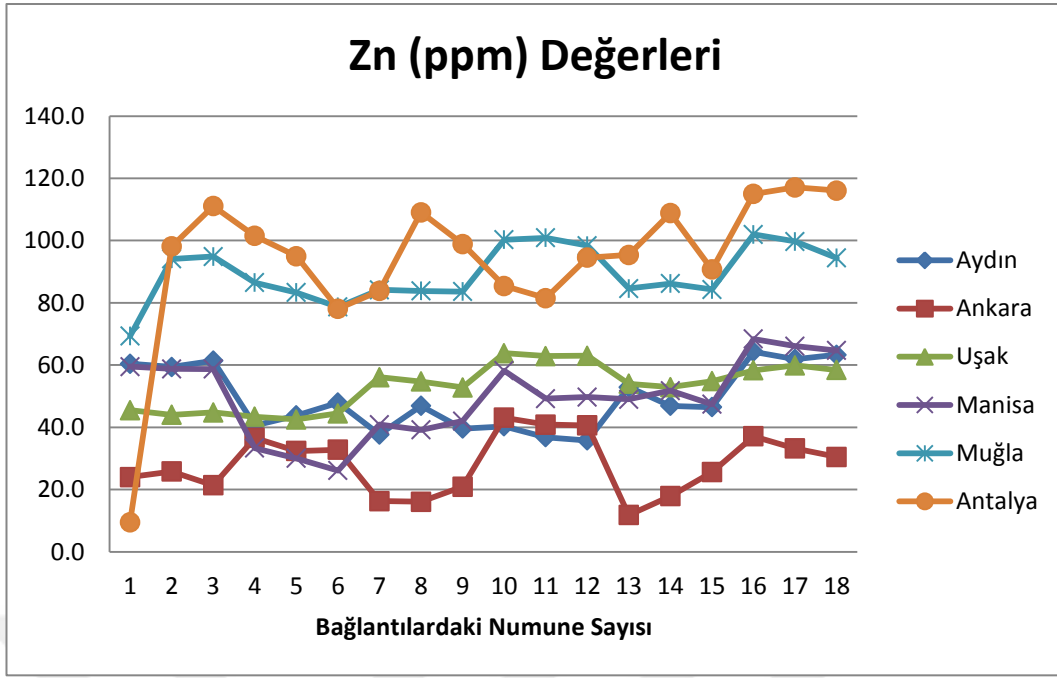
- Denizli-Aydın bağlantısında, yol ana ekseninden uzaklaştıkça dönüş yönünde artış göstermekte olup gidiş yönünde ise önce artma sonra azalma göstermektedir. Dönüş yönündeki kirlilik değerleri gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Ankara bağlantısı için, yol ana ekseninden uzaklaştıkça dönüş yönünde azalan kirlilik mevcut olup, gidiş yönünde ise kirlilik önce azalan sonra artan değerlerde tespit edilmiştir. Dönüş yönündeki kirlilik değerleri gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısında dönüş yönündeki değerler gidiş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise dönüş yönünde önce artan sonra azalan bir dalga tespit edilmiş olup gidiş yönünde ise azalan bir kirlilik tespit edilmiştir.
- Denizli-Manisa bağlantısında gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Gidiş yönündeki kirlenme oranı dönüş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Muğla bağlantısında gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Gidiş yönündeki kirlenme oranı dönüş yönündekinden da azdır.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise Muğla bağlantısı ile aynı şekilde, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Gidiş yönündeki kirlenme oranı dönüş yönündekinden daha azdır.

Genel olarak bağlantılarda dönüş yönündeki kirlenme daha fazladır ve yol ekseninden uzaklık ile Bakır kirliliğinin her hangi bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

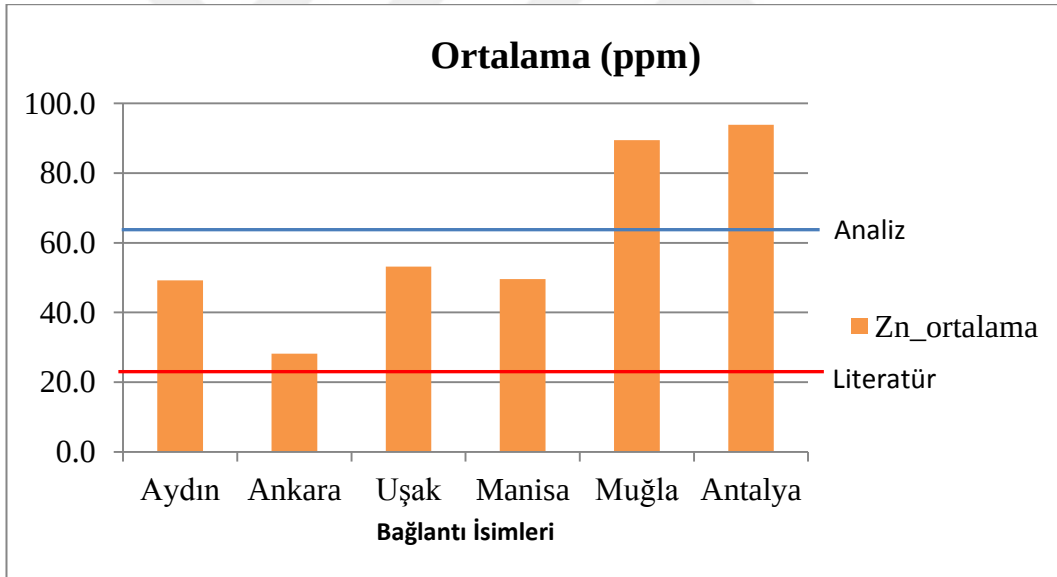


Şekil 5.15: Bakır Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

Çinko elementi için Şekil 5.16 ve Şekil 5.17 incelendiğinde, Denizli-Ankara yolunda Zn yoğunluğunun en düşük, Denizli-Antalya yolunda ise Zn yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Denizli-Antalya ile Denizli-Muğla bağlantılarındaki yoğunluk değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Literatüre göre minimum değerin 1.0'den küçük, maksimum değerin 121.0 ve ortalama değerin 22.3 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre altı adet bağlantı yolunun hepsinde Çinko elementinin topraktaki yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama değerin üzerinde çıkmıştır.



Şekil 5.16: Çinko Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.17: Çinko Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

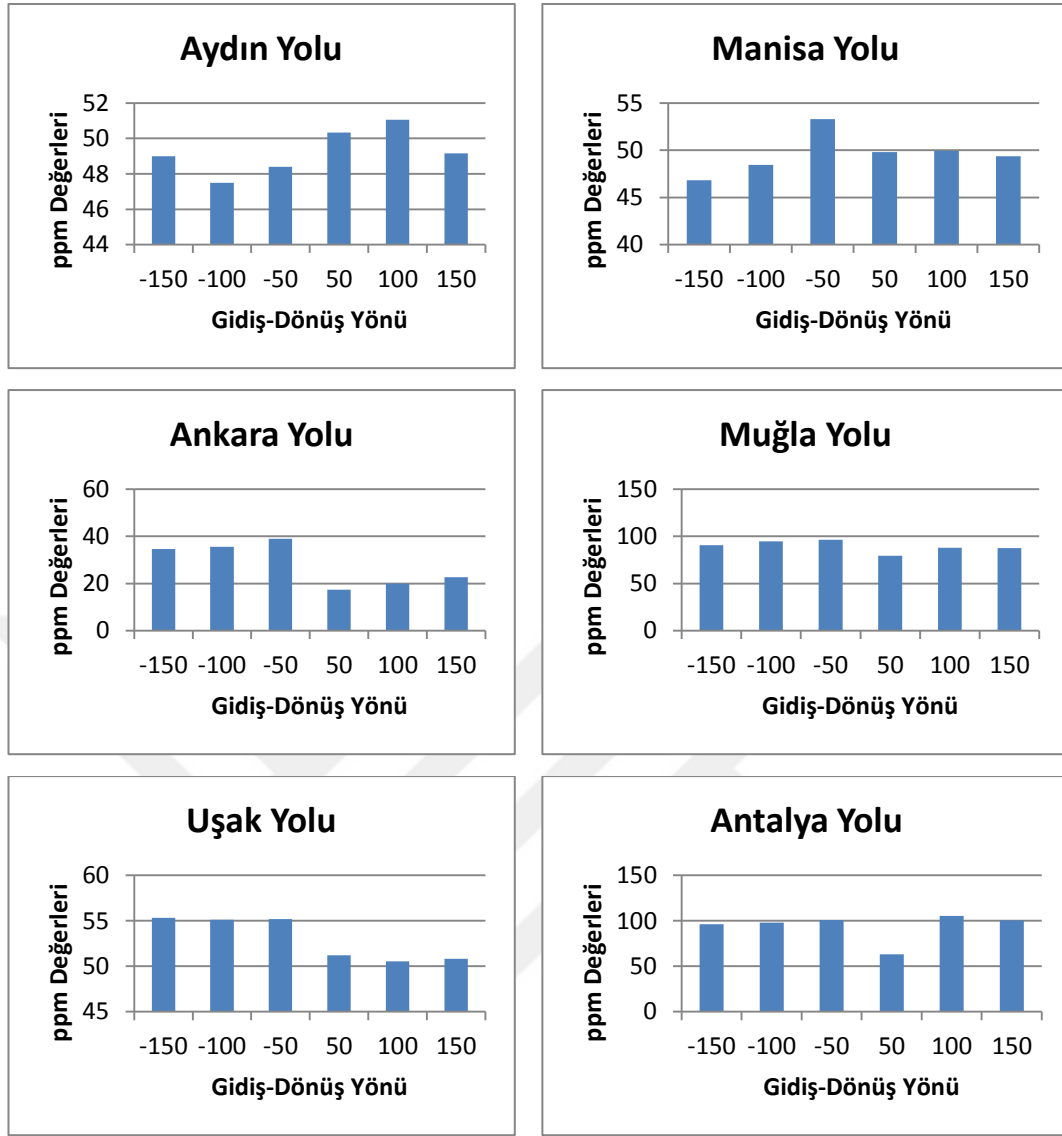
Denizli geneli için analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer olan 60.6 sınırına göre ise sadece Denizli-Muğla ve Denizli- Antalya yollarındaki Çinko yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir ki bu da literatürde 121.0 olan maksimum değeri aşmadığı için minimum-maksimum değerler arasında kalmaktadır. Diğer dört bağlantı yolunda ise değerler ortalamasının altında kalmaktadır. Bu durumda tespit edilmiş aşırı derecede bir Çinko kirliliğinden söz etmek mümkün değildir.

Genel anlamda ise Denizli ili bağlantı yollarında yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama olan 22.3 değerinin üzerinde çıktığı için Çinko kirliliğinden söz etmek mümkündür.

Şekil 5.18'deki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafiklerde;

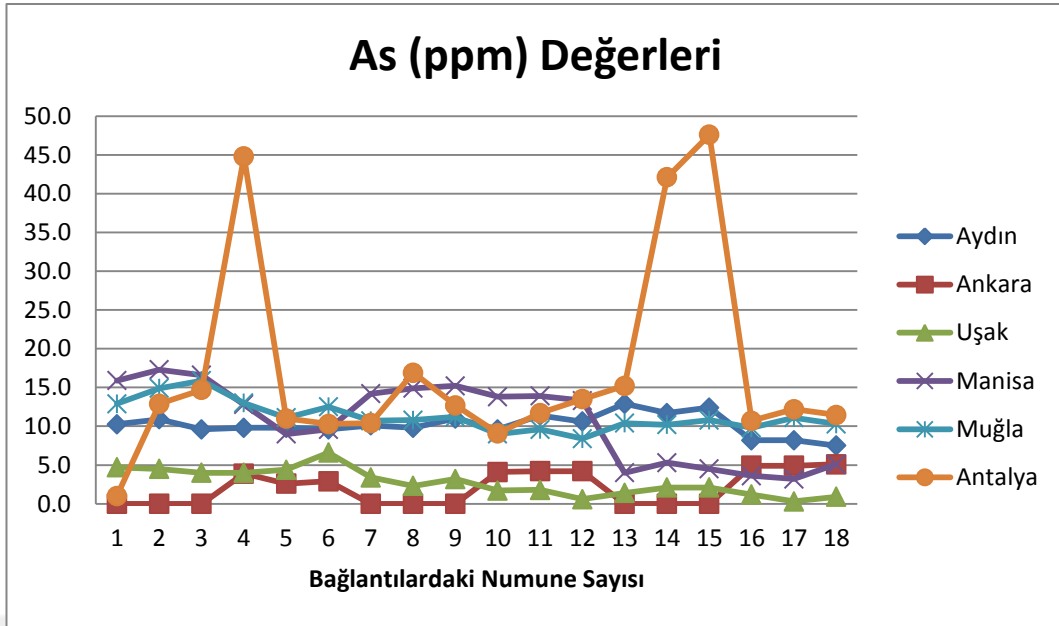
- Denizli-Aydın bağlantısında, gidiş yönündeki kirlilik oranı dönüş yönündekinden fazladır. Gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce artan sonra azalan bir dalgalanma, dönüş yönünde ise bunun tam tersi olan önce azalıp sonra artan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Ankara bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için dönüş yönündeki kirlenme gidiş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce azalıp sonra artan, dönüş yönünde ise gidiş yönü ile aynı şekilde önce azalıp sonra artan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Manisa bağlantısında ise gidiş yönündeki değerler dönüş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce artıp sonra azalan bir dalga tespit edilmiş olup dönüş yönünde ise azalan bir kirlilik tespit edilmiştir.
- Denizli-Muğla bağlantısında, dönüş yönündeki kirlilik değerleri gidiş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce artıp sonra azalan bir dalga tespit edilmiş olup dönüş yönünde ise azalan bir kirlilik tespit edilmiştir.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise Muğla bağlantısı ile aynı şekilde, dönüş yönündeki kirlilik değerleri gidiş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce artıp sonra azalan bir dalga tespit edilmiş olup dönüş yönünde ise azalan bir kirlilik tespit edilmiştir.

Genel olarak bağlantılarda dönüş yönündeki kirlenme daha fazladır ve yol ekseninden uzaklık ile Çinko kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

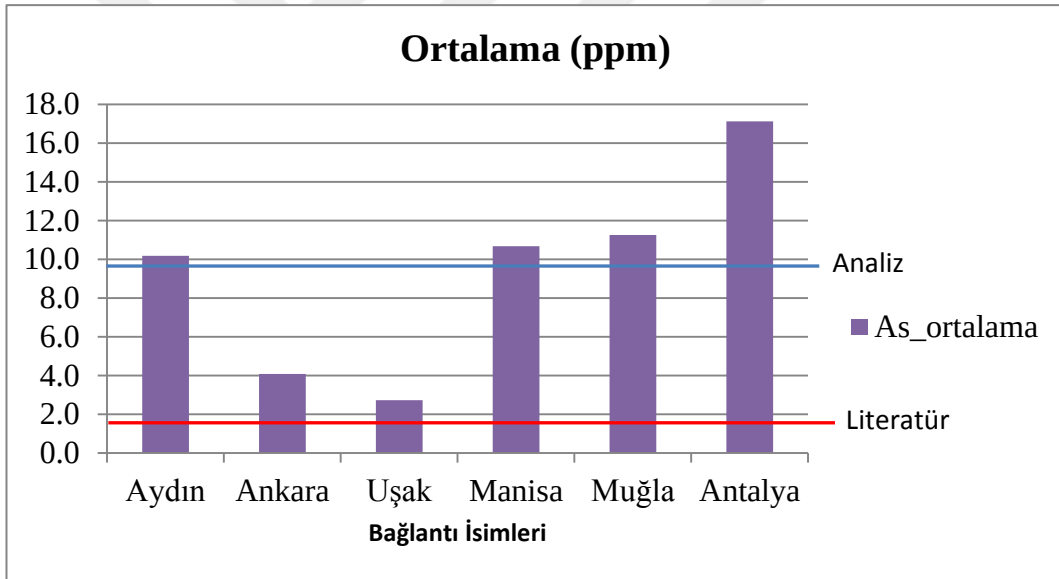


Şekil 5.18: Çinko Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

Şekil 5.19 ve Şekil 5.20’den Denizli- Uşak yolunda Arsenik yoğunluğunun en düşük, Denizli-Antalya yolunda ise arsenik yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Literatüre göre minimum değerin 0.2’den küçük, maksimum değerin 13.4 ve ortalama değerin 1.55 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Analiz sonuçlarına göre bütün bağlantı yollarında Arsenik elementinin topraktaki yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama sınır değerin üzerinde çıkmıştır. Genel anlamda ise Denizli ili bağlantı yollarında yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama olan 1.55 değerinin üzerinde çıktığı için Arsenik kirliliğinden söz etmek mümkündür.



Şekil 5.19: Arsenik Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.20: Arsenik Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

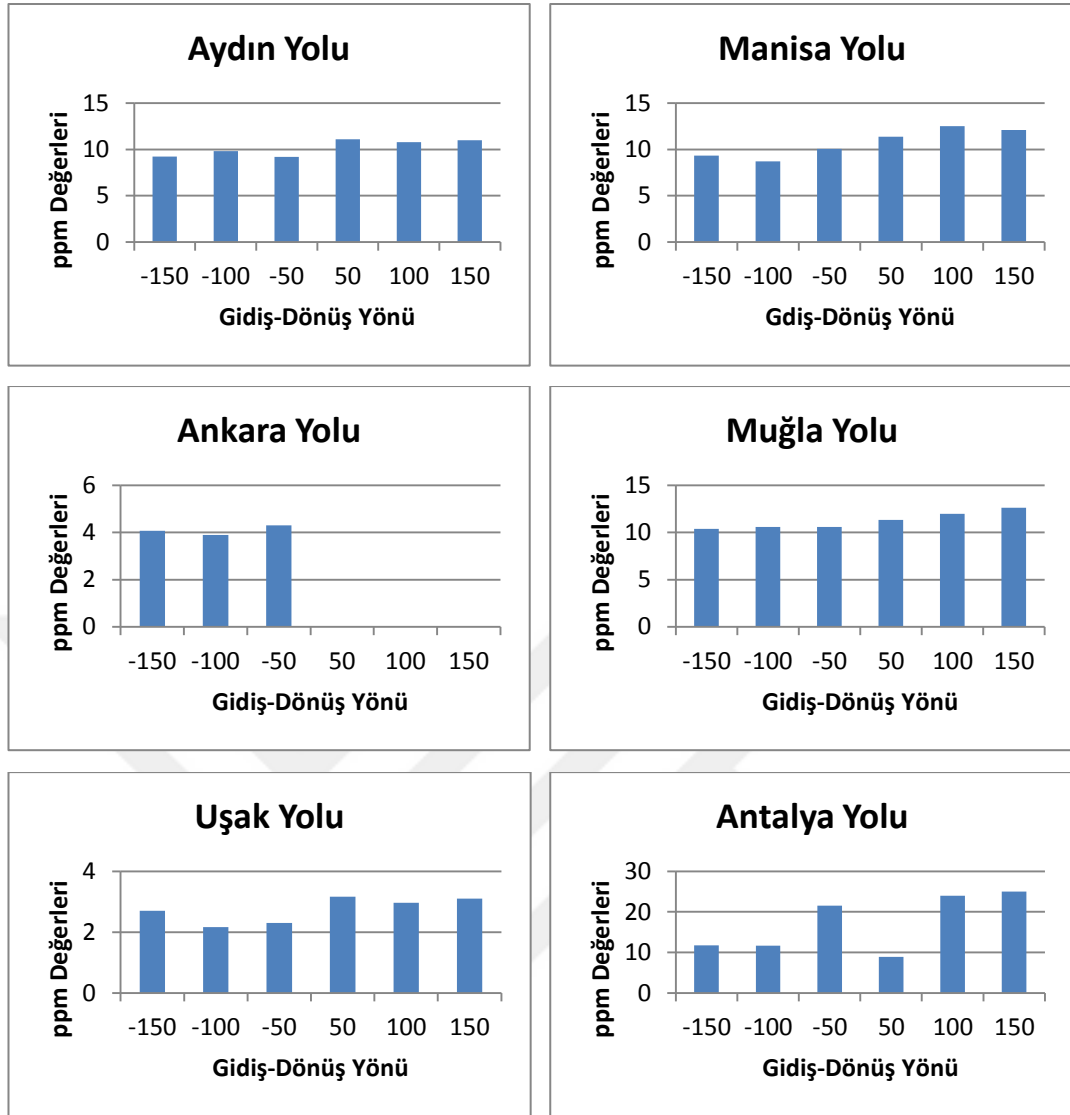
Denizli ili için analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer olan 9.3 sınırına göre ise Denizli-Ankara ve Denizli- Uşak bağlantıları hariç diğer bağlantı yollarındaki Arsenik yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir ki bu da literatürde 13.4 olan maksimum değeri Denizli-Antalya bağlantısı hariç diğer bağlantılardaki değerler aşmadığı için ortalama sınır değer ile maksimum değerler arasında kalmaktadır. Denizli-Antalya bağlantısında maksimum değer aşıldığı için aşırı derecede As kirliliğinden söz edilebilir.

Fakat diğ er bağlantılarda değerler maksimum değerin altında kalmaktadır. Bu durumda aşı ı derecede Arsenik kirliliğinden bu beş bağlantı da söz etmek mümkün değildir.

Şekil 5.21'deki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafiklerde;

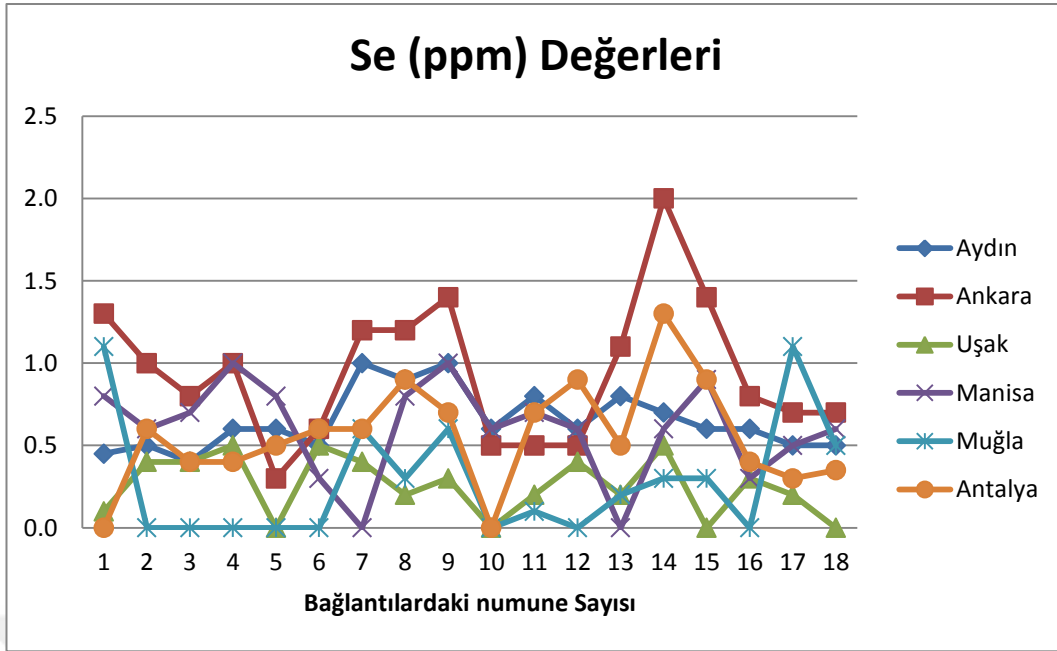
- Denizli-Aydın bağlantısında, gidiş yönündeki kirlenme dönüş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce azalış sonra artan, dönüş yönünde ise bunun tam tersi önce artış sonra azalan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Ankara bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden karşılaştı ılabilecek herhangi bir değer belirlenememiştir, dönüş yönünde ise önce azalış sonra artan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için gidiş yönündeki kirlenme dönüş yönündekinden fazladır. Eksenden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce azalış sonra artan, dönüş yönünde ise bunun tam tersi önce artış sonra azalan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Manisa bağlantısında, gidiş yönündeki kirlilik oranı dönüş yönündekinden fazladır. Gidiş yönünde eksenden uzaklaştıkça önce artan sonra azalan bir dalgalanma, dönüş yönünde ise bunun tam tersi olan önce azalış sonra artan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Muğla bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Gidiş yönündeki kirlenme oranı dönüş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Antalya bağlantısında gidiş yönündeki değerler dönüş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise dönüş yönünde önce azalış sonra artan bir dalga tespit edilmiş olup gidiş yönünde ise artan bir kirlilik tespit edilmiştir.

Genel olarak bağlantılarda gidiş yönündeki kirlenme daha fazladır ve yol ekseninden uzaklık ile Arsenik kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

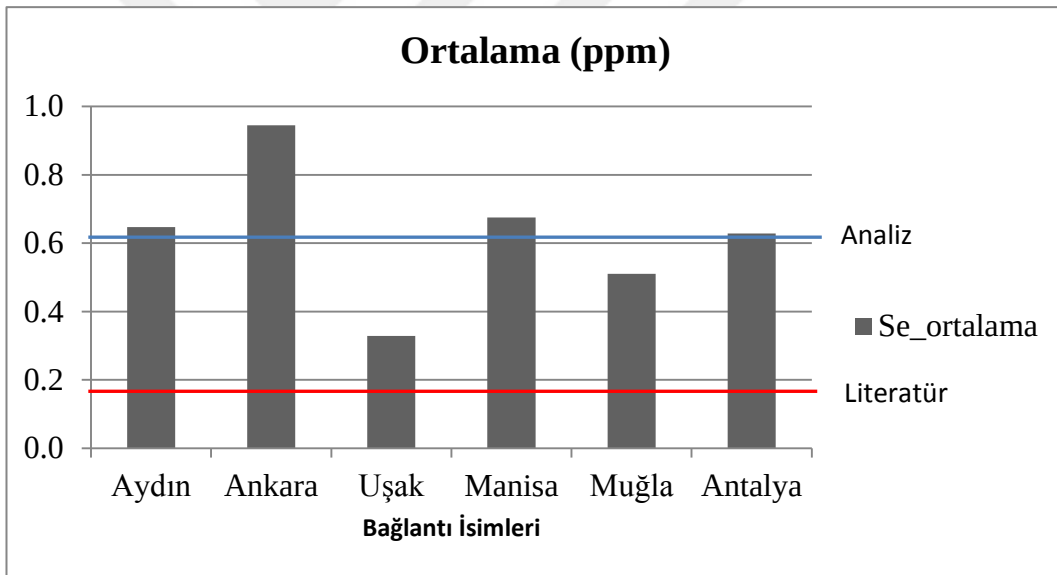


Şekil 5.21: Arsenik Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

Selenyum elementi için Şekil 5.22 ve Şekil 5.23 incelendiğinde, Denizli-Uşak yolunda Selenyum yoğunluğunun en düşük, Denizli-Ankara yolunda ise selenyum yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Literatüre göre minimum değerin 0.1'den küçük, maksimum değerin 8.3 ve ortalama değerin 0.146 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre altı adet bağlantı yolunun hepsinde Selenyum elementinin topraktaki yoğunluk değerlerinin literatürdeki ortalama değerin üzerinde çıktığı tespit edilmiştir.



Şekil 5.22: Selenyum Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.23: Selenyum Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

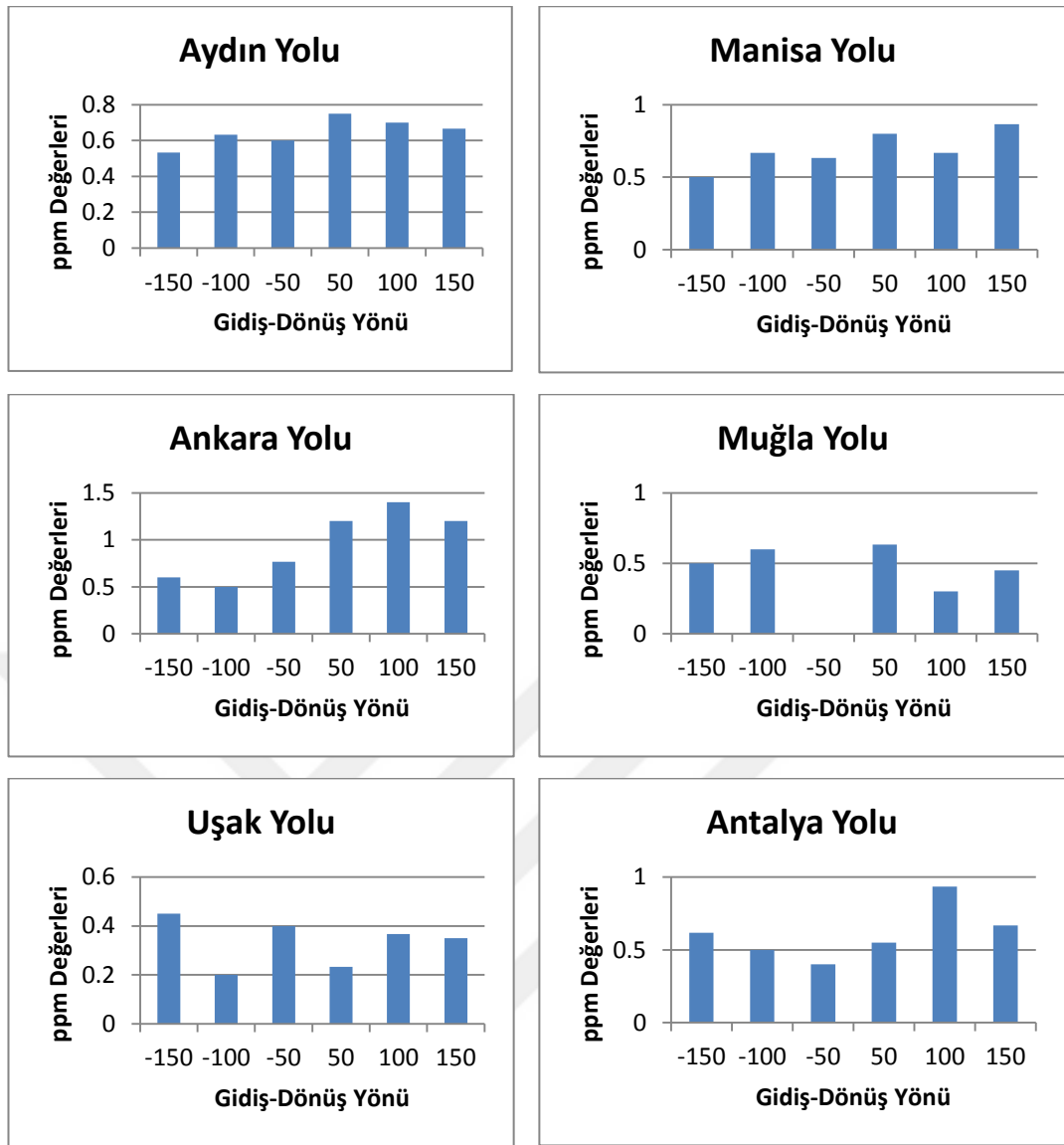
Denizli ili geneli için analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer olan 0.6 sınırına göre ise sadece Denizli-Uşak ve Denizli- Muğla bağlantıları hariç yollarındaki Se yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir ki bu da literatürde 8.3 olan maksimum değeri aşmadığı için minimum-maksimum değerler arasında kalmaktadır. Bu durumda tespit edilmiş aşırı derecede bir Selenyum kirliliğinden söz etmek mümkün değildir.

Genel anlamda ise Denizli ili bağlantı yollarında yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama olan 0.146 değerinin üzerinde çıktığı için Selenyum kirliliğinden söz etmek mümkündür.

Şekil 5.24'deki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafiklerde;

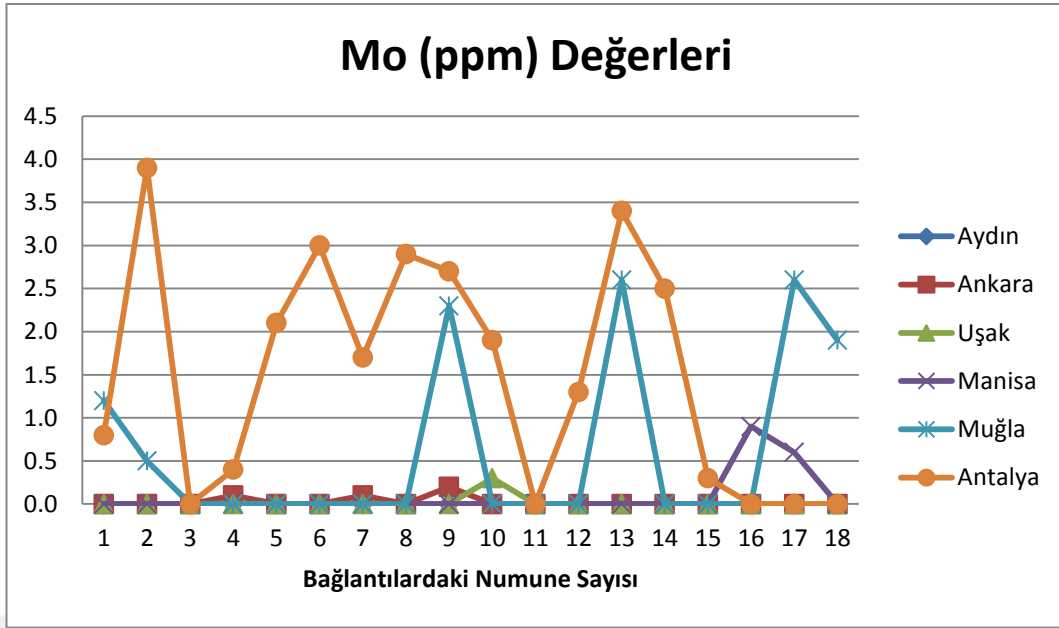
- Denizli-Aydın bağlantısında, gidiş yönündeki kirlenme dönüş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce azalıp sonra artan, dönüş yönünde ise bunun tam tersi önce artıp sonra azalan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Ankara bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden karşılaştırılabilecek herhangi bir değer belirlenememiştir, dönüş yönünde ise önce azalıp sonra artan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için gidiş yönündeki kirlenme dönüş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce azalıp sonra artan, dönüş yönünde ise bunun tam tersi önce artıp sonra azalan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Manisa bağlantısında, gidiş yönündeki kirlilik oranı dönüş yönündekinden fazladır. Gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce artan sonra azalan bir dalgalanma, dönüş yönünde ise bunun tam tersi olan önce azalıp sonra artan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Muğla bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Gidiş yönündeki kirlenme oranı dönüş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Antalya bağlantısında gidiş yönündeki değerler dönüş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise dönüş yönünde önce azalıp sonra artan bir dalga tespit edilmiş olup gidiş yönünde ise artan bir kirlilik tespit edilmiştir.

Genel olarak bağlantılarda gidiş yönündeki kirlenme daha fazladır ve yol ekseninden uzaklık ile Selenyum kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

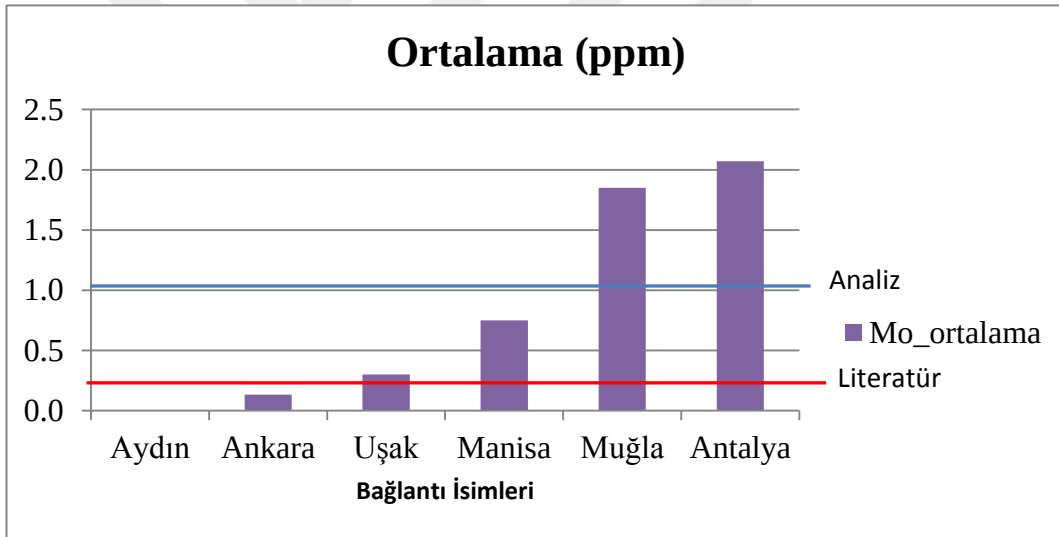


Şekil 5.24: Selenyum Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

Şekil 5.25 ve Şekil 5.26'dan, Ankara yolunda Mo yoğunluğunun en düşük, Antalya yolunda ise Molibden yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Antalya ile Muğla bağlantılarındaki yoğunluk değerlerinin yakın olduğu görülmektedir. Literatüre göre minimum değer 0.2'den küçük, maksimum değer 12.0 ve ortalama değerin 0.224 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Analiz sonuçlarına göre Ankara ve Aydın bağlantısı hariç diğer bağlantılarda Molibden elementinin yoğunluk değerlerinin literatürdeki ortalama değerin üzerinde çıktığı saptanmıştır.



Şekil 5.25: Molibden Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



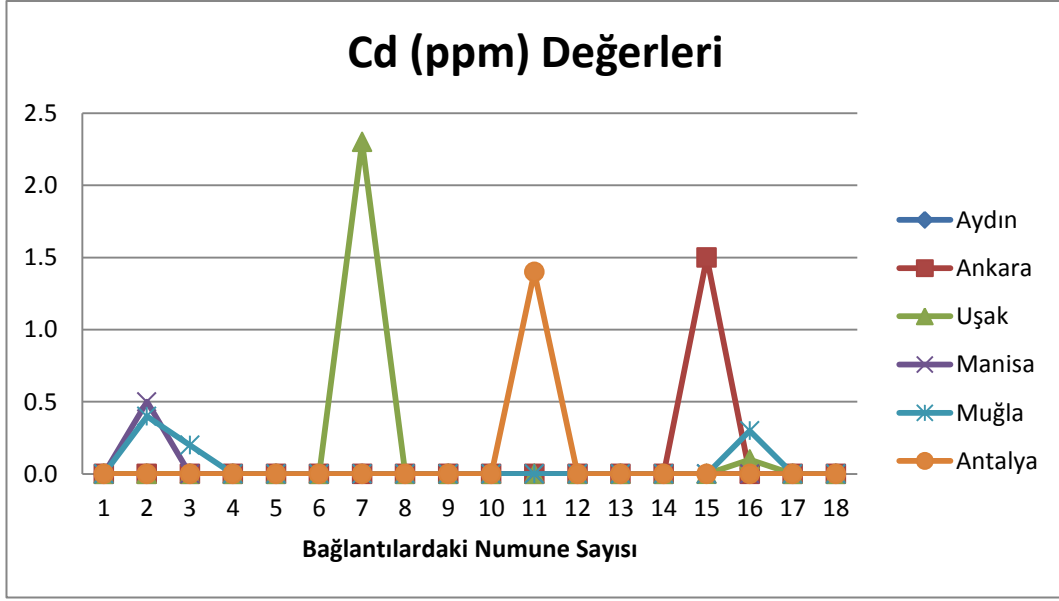
Şekil 5.26: Molibden Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

Denizli için analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer olan 1.0 sınırına göre ise Muğla ve Antalya yollarındaki Molibden yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir ki bu da literatürde 12.0 olan maksimum değeri aşmadığı için minimum-maksimum değerler arasında kalmaktadır. Denizli-Ankara, Denizli-Uşak ve Denizli-Manisa bağlantılarındaki değerler ortalamanın altında kalmaktadır. Bu durumda aşırı derecede bir Mo kirliliğinden söz etmek mümkün değildir. Genel anlamda ise Denizli ili bağlantı yollarında Ankara bağlantısı hariç yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama olan 0.224 değerinin üzerinde çıktığı için Molibden kirliliğinden söz etmek mümkündür.

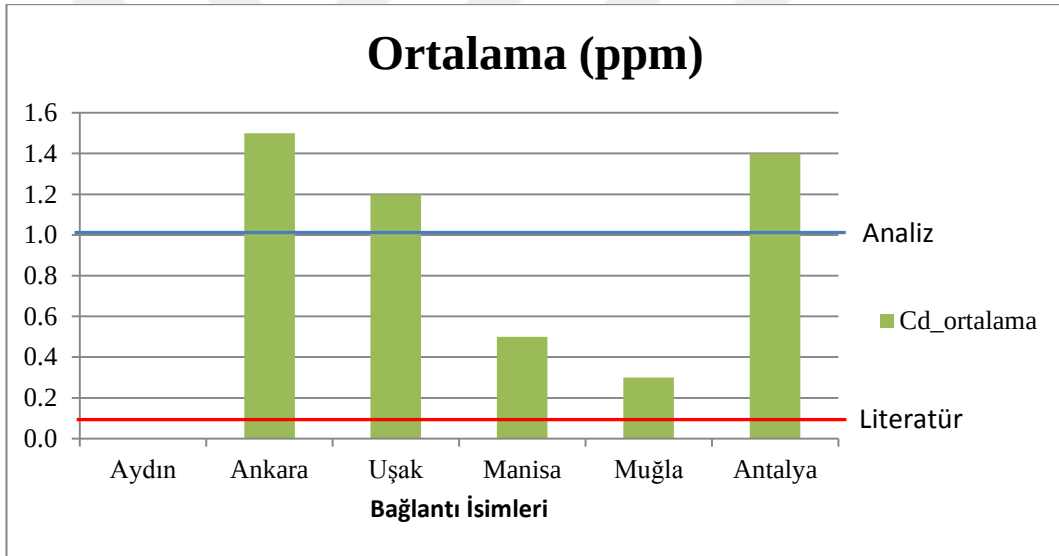
Aydın bağlantısında ise ölçülen Mo değeri il geneli ortalamasının altında belirlenmiş fakat tam değer bulunamamıştır. Ortalamanın altında kalmasına rağmen literatür ile kıyaslanamadığı için da kirliliğe etkisi belirlenememiştir. Gidiş ve Dönüş yönündeki Mo verilerinde anlamlı bir sonuç elde edilememiştir.

Şekil 5.27 ve Şekil 5.28’da, Muğla yolunda Kadmiyum yoğunluğun en düşük, Ankara yolunda ise en yüksek olduğunu görüyoruz. Literatüre göre minimum değer 0.01’den küçük, maksimum değeri 0.448 ve ortalama değeri 0.117 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre Denizli-Aydın hariç diğer tüm bağlantı yollarında Kadmiyum elementinin topraktaki yoğunluk değerlerinin literatürdeki ortalama değeri üzerinde çıktığı belirlenmiştir.

Denizli için analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değeri olan 1.0 sınırına göre ise Ankara, Uşak ve Antalya yollarındaki Cd yoğunluğu ortalamadan yüksek değerlerde görülmektedir. Denizli-Muğla ve Denizli-Aydın bağlantıları hariç diğer tüm bağlantılarda literatürdeki maksimum sınır olan 0.448 değeri aşılmıştır. Bu durumda tespit edilmiş aşırı derecede bir Cd kirliliğinden söz etmek mümkün olabilir. Genel olarak, Denizli bağlantılarında Ankara, Uşak ve Antalya bağlantıları yoğunluk değerleri genel ortalama olan 1.0 değerinin üzerinde çıktığı için kadmiyum kirliliğinden söz etmek mümkündür. Denizli-Aydın bağlantısında ise ölçülen değeri 2.0’den küçük olmasına rağmen tam değeri bulunamamıştır. Literatür ortalamasıyla kıyaslanamadığı için Kadmiyum elementinin Aydın bağlantısı için kirliliğe etkisi belirlenememiştir. Gidiş ve Dönüş yönündeki Cd verilerinde anlamlı bir sonuç elde edilememiştir.

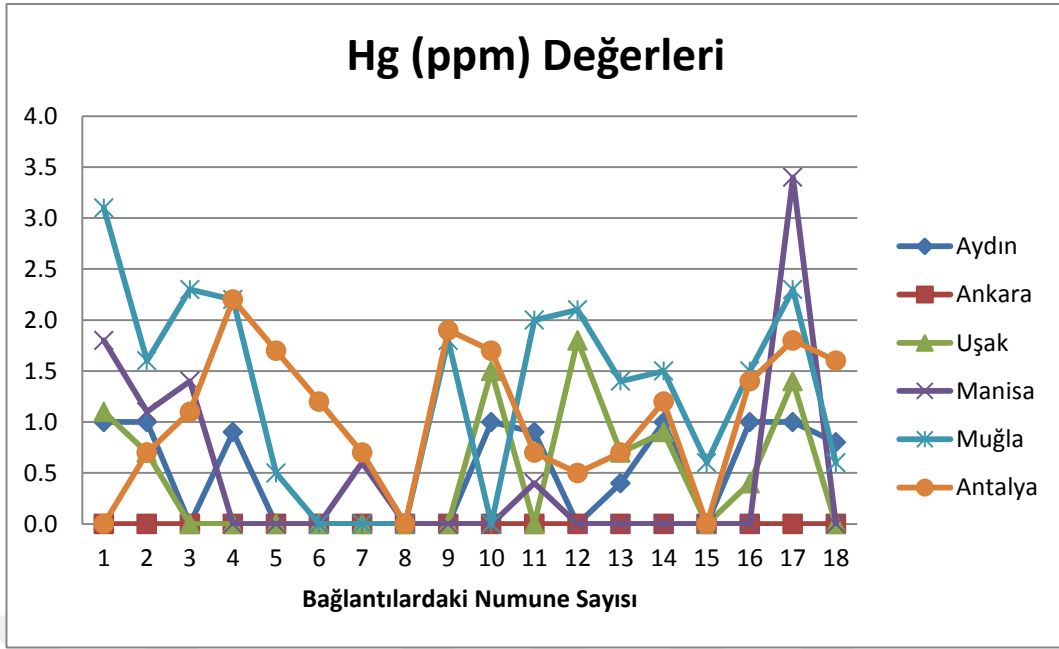


Şekil 5.27: Kadmiyum Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi

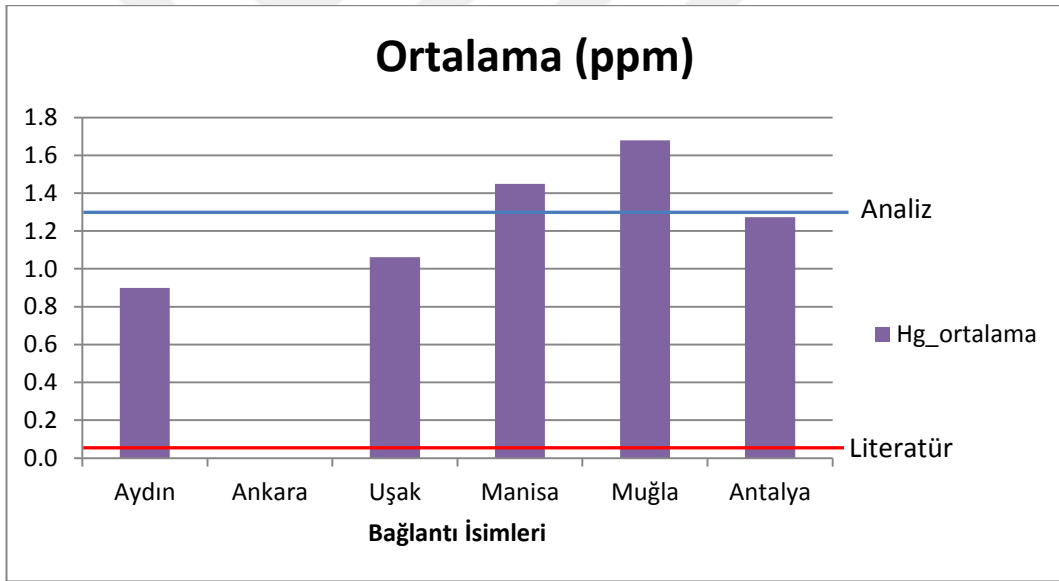


Şekil 5.28: Kadmiyum Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

Cıva elementi için Şekil 5.29 ve Şekil 5.30 incelendiğinde, Denizli- Aydın yolunda Cıva yoğunluğunun en düşük, Denizli-Muğla yolunda ise Cıva yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Literatüre göre minimum değer 0.005, maksimum değer 0.13 ve ortalama değerin 0.04 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre Denizli-Ankara hariç diğer tüm bağlantı yollarında Cıva elementinin topraktaki yoğunluk değerlerinin literatürdeki ortalama değerin üzerinde çıktığı tespit edilmiştir.



Şekil 5.29: Cıva Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.30: Cıva Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

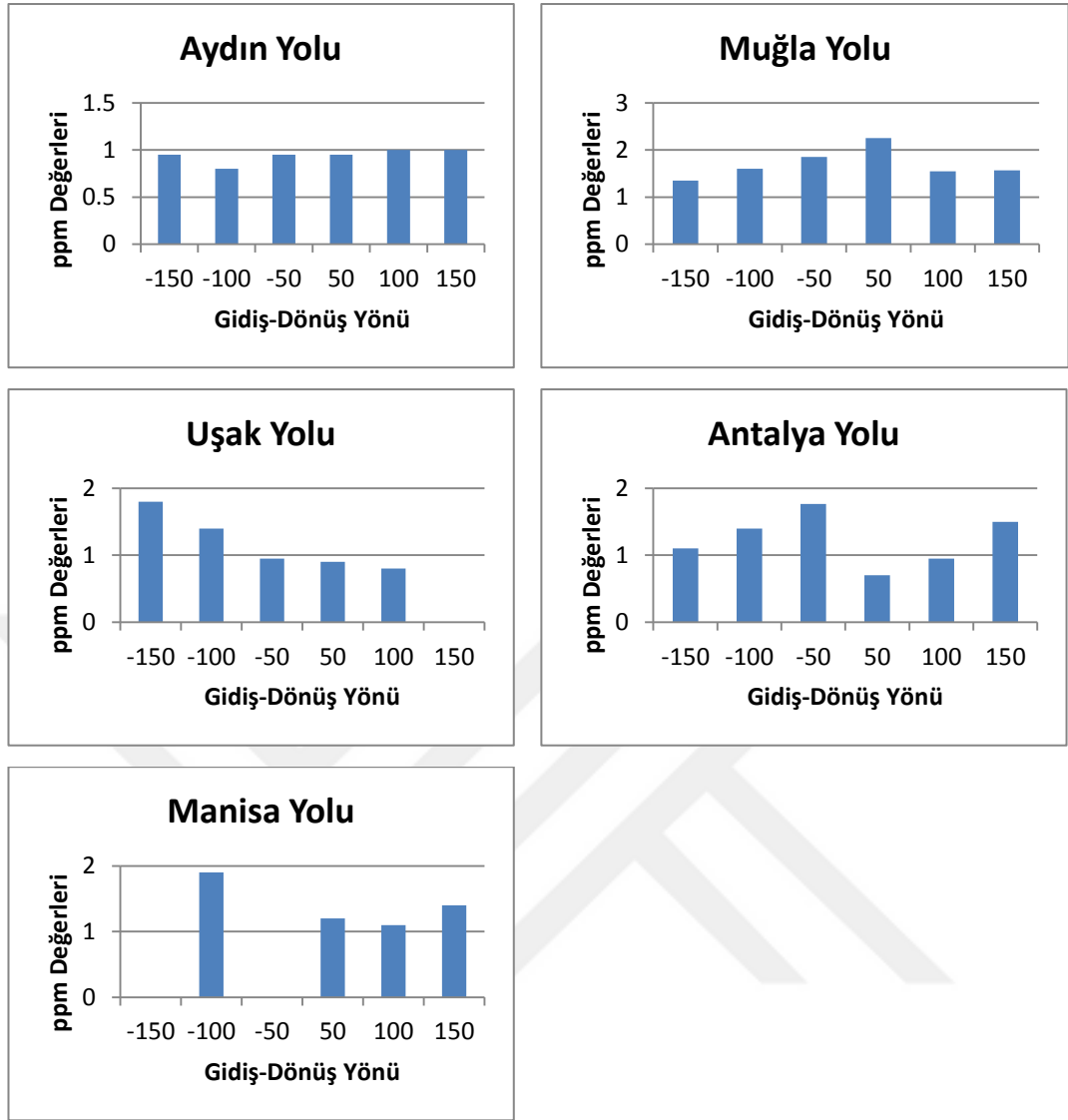
Denizli ili geneli için analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer olan 1.3 sınırına göre ise Denizli-Manisa, Denizli-Muğla ve Denizli-Antalya yollarındaki Hg yoğunluğu ortalamadan yüksek değerlerde görülmektedir. Sadece Denizli-Ankara bağlantısı hariç diğer tüm bağlantılarda literatürdeki maksimum sınır olan 0.13 değeri aşılmıştır. Bu durumda tespit edilmiş aşırı derecede bir Cıva kirliliğinden söz etmek mümkündür.

Genel anlamda ise Denizli ili bağlantı yollarında Hg yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama olan 1.3 değerinin civarlarında elde edildiği için cıva kirliliğinden söz etmek mümkündür. Denizli-Ankara bağlantısında ise ölçülen değer 1.0'dan küçük olmasına rağmen tam değeri bulunamamıştır. Literatür ortalamasıyla kıyaslanamadığı için da kirliliğe etkisi cıva elementi için belirlenememiştir.

Şekil 5.33'deki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafiklerde;

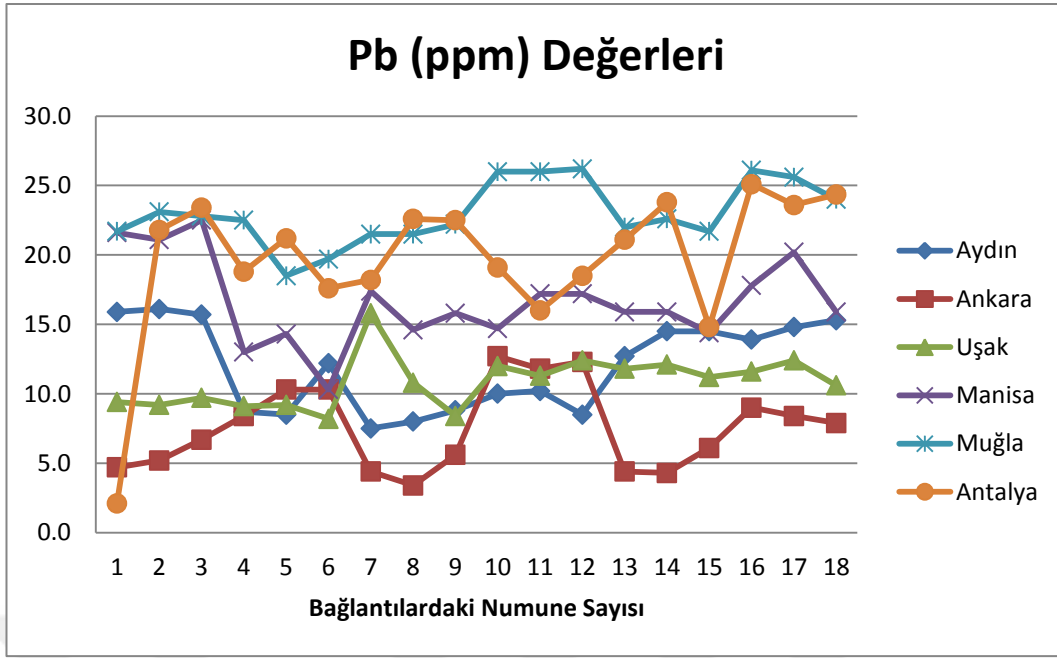
- Denizli-Aydın bağlantısında gidiş yönündeki değerler dönüş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise dönüş yönünde önce azalıp sonra artan bir dalga tespit edilmiş olup gidiş yönünde ise artan bir kirlilik tespit edilmiştir.
- Denizli-Ankara bağlantısında, bütün değerler analiz sırasında tam belirlenemediği için herhangi bir karşılaştırma yapılamamıştır.
- Denizli-Uşak gidiş yönünde 50. ve 100. m'lerde değerler elde edilmiş olup yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça azalan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için gidiş yönündeki kirlilik oranı dönüş yönündekinden fazla tespit edilmiştir. Gidiş yönündeki değerler yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce azalıp sonra artmaktadır, dönüş yönünde ise sadece 100. m'de elde edilen değer mevcuttur ve değer değişiminden söz etmek mümkün değildir.
- Denizli-Muğla bağlantısında, Gidiş yönündeki kirlilik oranı dönüş yönündekinden fazladır ve gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce azalan sonra artan bir dalgalanma belirlenmiştir. Dönüş yönünde ise değerler yol ana ekseninden uzaklaştıkça azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.

Genel olarak bağlantılarda gidiş yönündeki kirlenme daha fazladır ve yol ekseninden uzaklık ile Hg kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

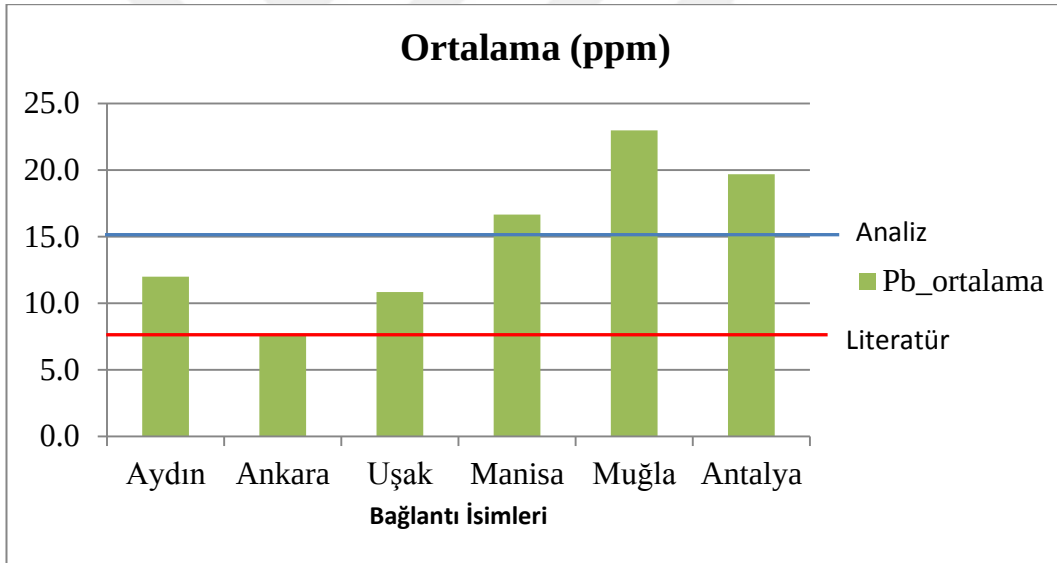


Şekil 5.31: Cıva Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

Şekil 5.32 ve Şekil 5.33’de Ankara yolunda Kurşun yoğunluğunun en düşük, Muğla yolunda ise Pb yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Literatüre göre minimum değerin 5.0’dan, maksimum değerin 43.2 ve ortalama değerin 7.45 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre altı adet bağlantı yolunun hepsinde Kurşun elementinin topraktaki yoğunluk değerlerinin literatürdeki ortalama değerin üzerinde çıktığı belirlenmiştir.



Şekil 5.32: Kurşun Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.33: Kurşun Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

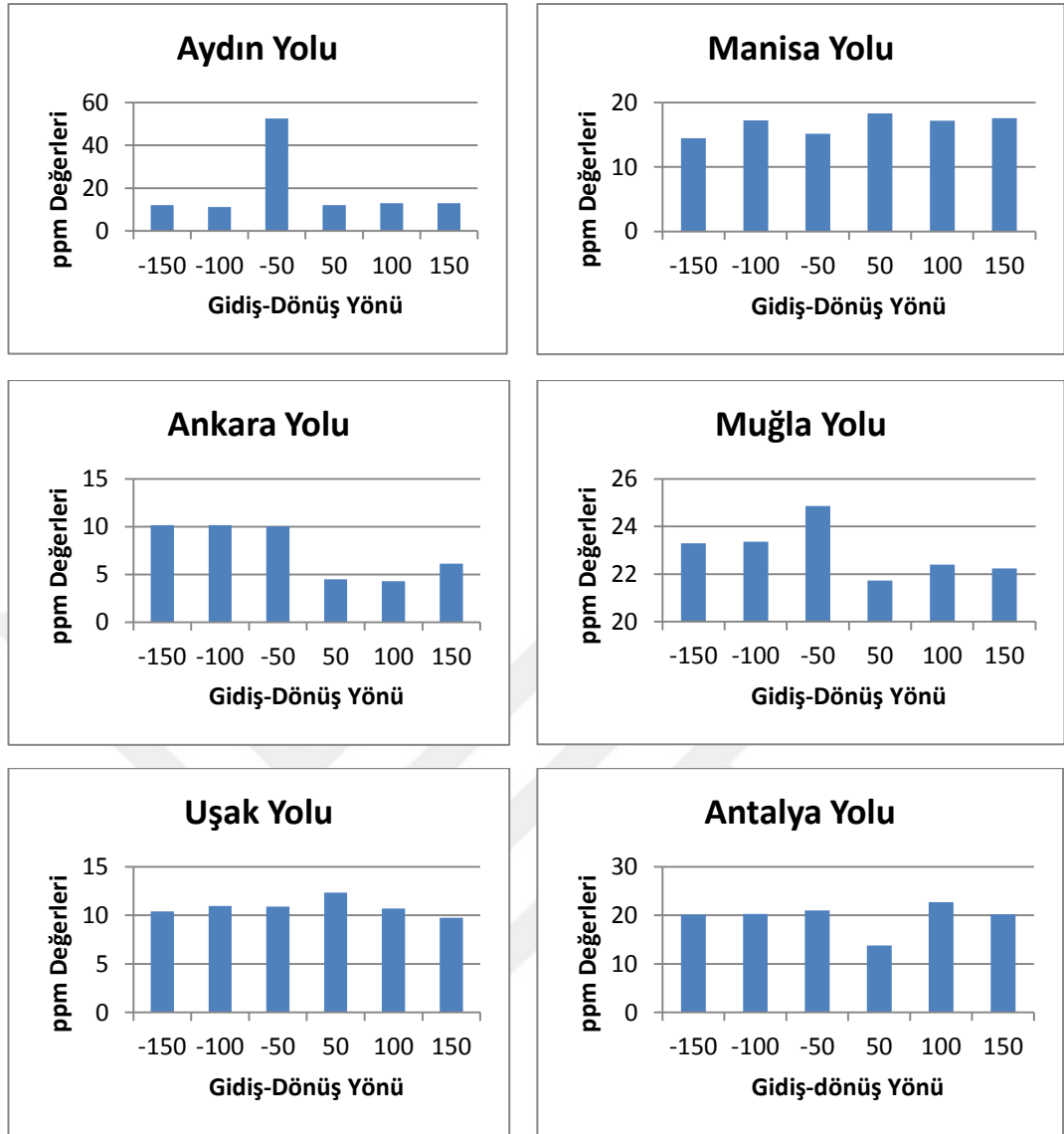
Denizli ili geneli için analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer olan 15.0 sınırına göre ise Denizli-Manisa, Denizli-Muğla ve Denizli- Antalya yollarındaki Kurşun yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir ki bu da literatürde 43.2 olan maksimum değeri aşmadığı için minimum-maksimum değerler arasında kalmaktadır. Diğer dört bağlantı yolunda ise değerler ortalamanın altında kalmaktadır. Bu durumda tespit edilmiş aşırı derecede bir Kurşun kirliliğinden söz etmek mümkün değildir.

Genel anlamda ise Denizli ili bağlantı yollarında yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama olan 15.0 değerine yaklaşık olduğu için Kurşun kirliliğinden söz etmek mümkündür.

Şekil 5.34'daki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafiklerde;

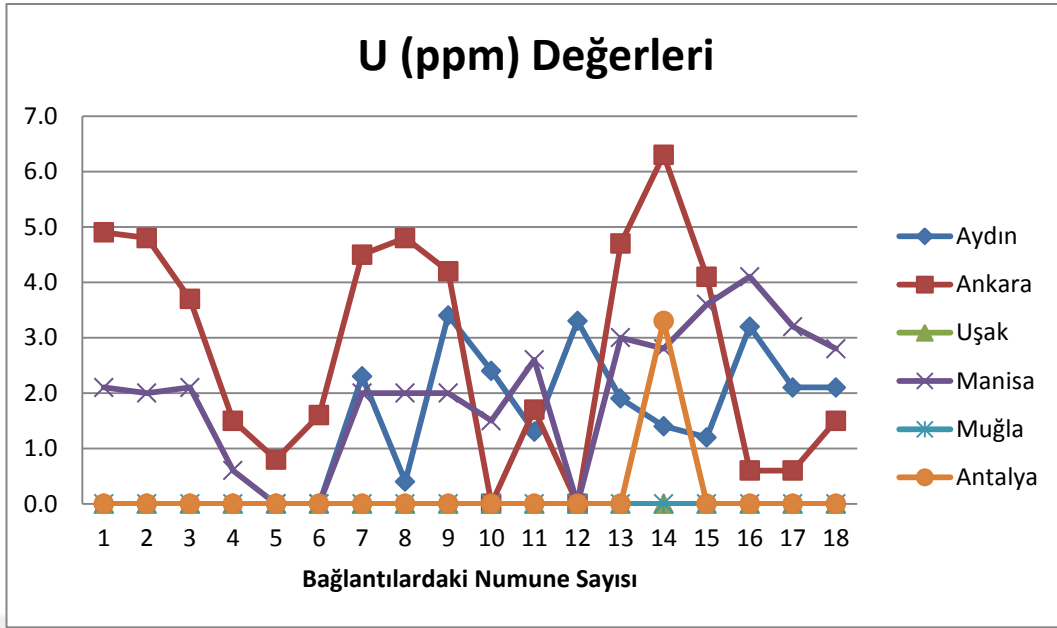
- Denizli-Aydın bağlantısında gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça artan bir kirlilik saptanırken, dönüş yönünde önce azalıp sonra artan değerler belirlenmiştir. Dönüş yönündeki kirlilik gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Ankara bağlantısında, dönüş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça artan bir kirlilik saptanırken, gidiş yönünde önce azalıp sonra artan değerler belirlenmiştir. Dönüş yönündeki kirlilik gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için gidiş yönündeki kirlilik oranı dönüş yönündekinden fazla tespit edilmiştir. Gidiş yönündeki değerler yol ana ekseninden uzaklaştıkça artmaktadır, dönüş yönünde ise değerler önce artma daha sonra azalmaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısında, gidiş yönündeki değerler dönüş yönünden daha fazla çıkmıştır dolayısıyla kirlenme oranı daha fazladır. Gidiş yönündeki değerler yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce azalma sonra artma gösterirken, dönüşte tam tersi önce artıp sonra azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısında, dönüş yönündeki kirlilik oranı gidiş yönündekinden fazladır ve gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce artan sonra azalan bir dalgalanma belirlenmiştir. Dönüş yönünde ise değerler yol ana ekseninden uzaklaştıkça azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise Muğla bağlantısı ile aynı özelliklerde olup, dönüş yönündeki kirlilik oranı gidiş yönündekinden fazladır ve gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce artan sonra azalan bir dalgalanma belirlenmiştir. Dönüş yönünde ise değerler yol ana ekseninden uzaklaştıkça azalmaktadır.

Genel olarak bağlantılarda dönüş yönündeki kirlenme daha fazladır ve yol ekseninden uzaklık ile Kurşun kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

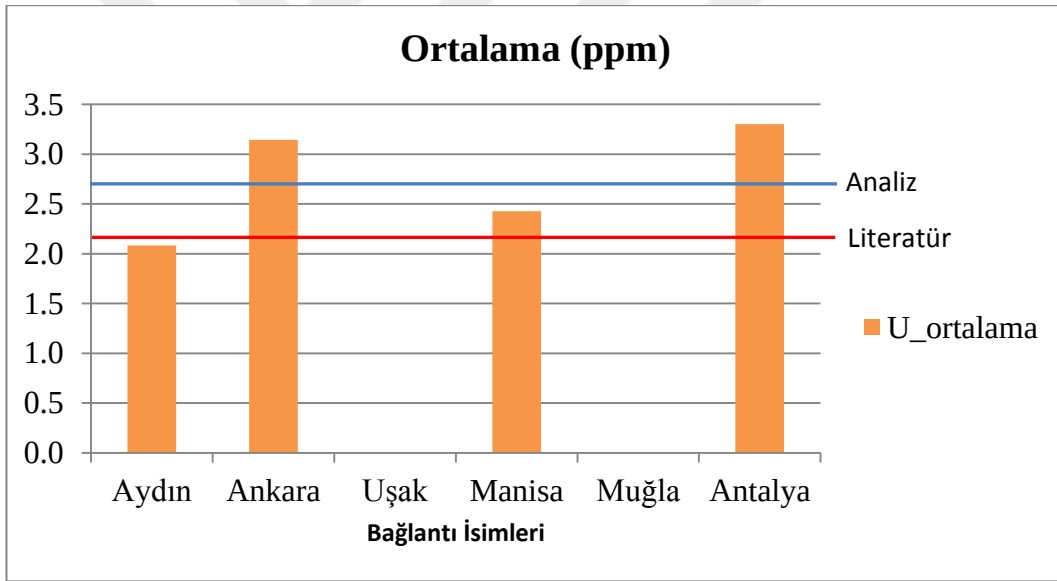


Şekil 5.34: Kurşun Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

Şekil 5.35 ve Şekil 5.36’de, Denizli- Aydın yolunda Uranyum yoğunluğunun en düşük, Antalya yolunda ise Uranyum yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Literatüre göre minimum değerin 0.2, maksimum değerin 18.0 ve ortalama değerin 2.2 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre Denizli-Aydın, Denizli-Uşak ile Denizli-Muğla bağlantıları hariç diğer bağlantı yollarında Uranyum elementinin topraktaki yoğunluk değerlerinin literatürdeki ortalama değerin üzerinde çıktığı saptanmıştır.



Şekil 5.35: Uranyum Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.36: Uranyum Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

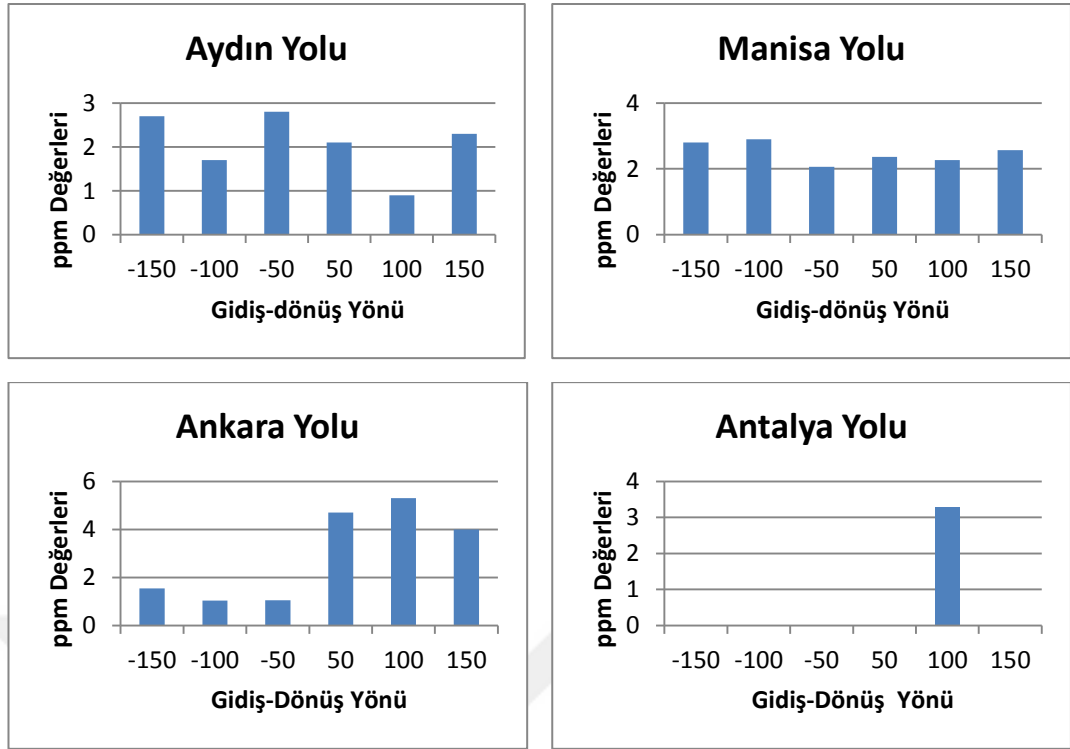
Denizli için analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer olan 2.7 sınırına göre ise Denizli-Ankara ve Denizli- Antalya yollarındaki Uranyum yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir ki bu da literatürde 18.0 olan maksimum değeri aşmadığı için minimum-maksimum değerler arasında kalmaktadır. Diğer Denizli-Aydın ve Denizli-Manisa bağlantı yollarında ise değerler ortalamanın altında kalmaktadır. Bu durumda tespit edilmiş aşırı derecede bir Uranyum kirliliğinden söz etmek mümkün değildir.

Genel anlamda ise Denizli ili bağlantı yollarında yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama olan 2.7 değerine yaklaşık çıktığı için U kirliliğinden söz etmek mümkündür. Denizli-Uşak ile Denizli-Muğla bağlantılarındaki yoğunluk değerlerinin ise ölçülen değerlerin 1.0'dan küçük olmasına rağmen tam değeri bulunamamıştır. Literatür ortalamasıyla kıyaslanamadığı için de kirliliğe etkisi Uranyum elementi için belirlenememiştir.

Şekil 5.37'daki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafiklerde,

- Denizli-Aydın bağlantısında gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce azalan sonra artan bir kirlilik saptanırken, dönüş yönünde önce azalıp sonra artan değerler belirlenmiştir. Dönüş yönündeki kirlilik gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Ankara bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce artan sonra azalan bir kirlilik saptanırken, dönüş yönünde önce azalıp sonra artan değerler belirlenmiştir. Gidiş yönündeki kirlilik gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için, bütün değerler analiz sırasında tam belirlenemediği için herhangi bir karşılaştırma yapılamamıştır.
- Denizli-Manisa bağlantısında, dönüş yönündeki değerler gidiş yönünden daha fazla çıkmıştır dolayısıyla kirlenme oranı daha fazladır. Gidiş yönündeki değerler yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce azalma sonra artma gösterirken, dönüş yönünde tam tersi önce artma sonra azalma göstermektedir.
- Denizli-Muğla bağlantısında, , Uşak bağlantısı ile benzer şekilde bütün değerler analiz sırasında tam belirlenemediği için herhangi bir karşılaştırma yapılamamıştır.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise dönüş yönündeki değerler tam olarak belirlenemediği için bir karşılaştırma yapılamamıştır. Gidiş yönünde ise sadece 100. m'de elde edilen değer mevcuttur. Elde edilen bu değer ile gidiş yönündeki kirlenmenin daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

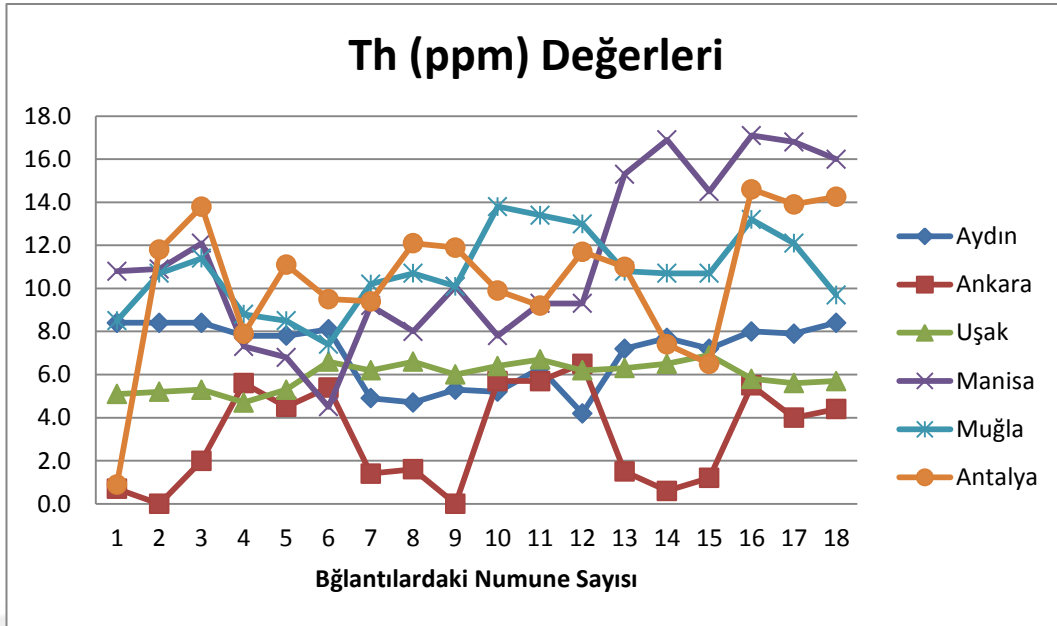
Genel olarak bağlantılarda gidiş ve dönüş yönündeki kirlenmenin yaklaşık değerlerde olduğu belirlenmiştir ve yol ekseninden uzaklık ile U kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.



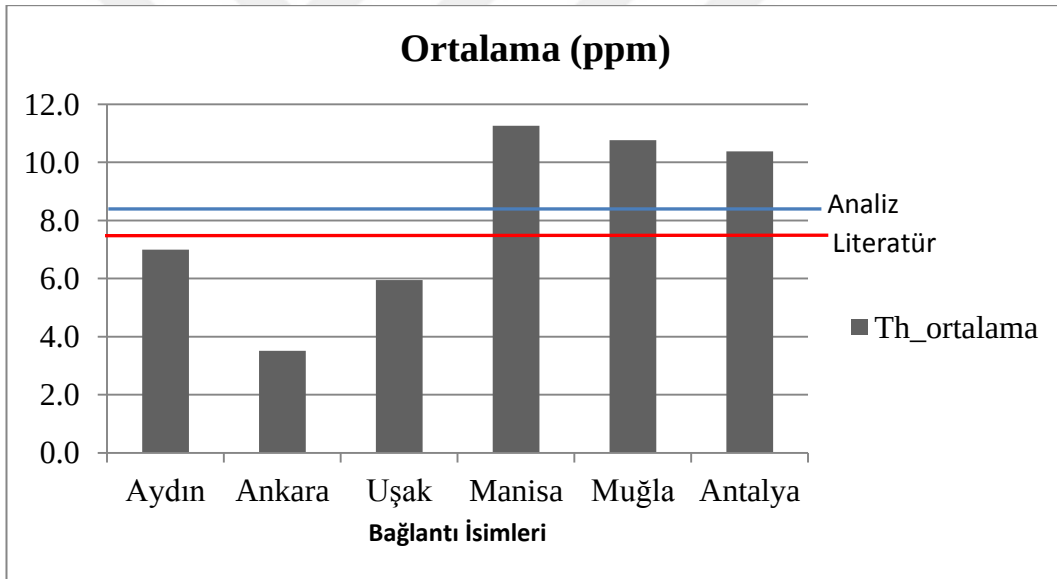
Şekil 5.37: Uranyum Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

Toryum elementi için Şekil 5.38 ve Şekil 5.39 incelendiğinde, Denizli-Ankara yolunda Toryum yoğunluğunun en düşük, Denizli-Manisa yolunda ise Toryum yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Literatüre göre minimum değerin 0.2, maksimum değerin 16.0 ve ortalama değerin 7.4 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre Denizli-Manisa, Denizli-Muğla ile Denizli-Antalya bağlantılarının hepsinde Toryum elementinin topraktaki yoğunluk değerlerinin literatürdeki ortalama ve il genelindeki analizlerden elde edilen 8.1 olan ortalama değerin üzerinde çıktığı belirlenmiştir.

Bu durumda Toryum için tüm bağlantılar literatürde 16.0 olan maksimum değeri aşmadığı için analiz ortalama değerleri minimum-maksimum değerler arasında kalmaktadır. Tespit edilmiş aşırı derecede bir Th kirliliğinden söz etmek mümkün değildir. Genel anlamda ise Denizli ili bağlantı yollarında yoğunluk değerleri minimum değerin üzerinde çıktığı için Toryum kirliliğinden söz etmek mümkündür.



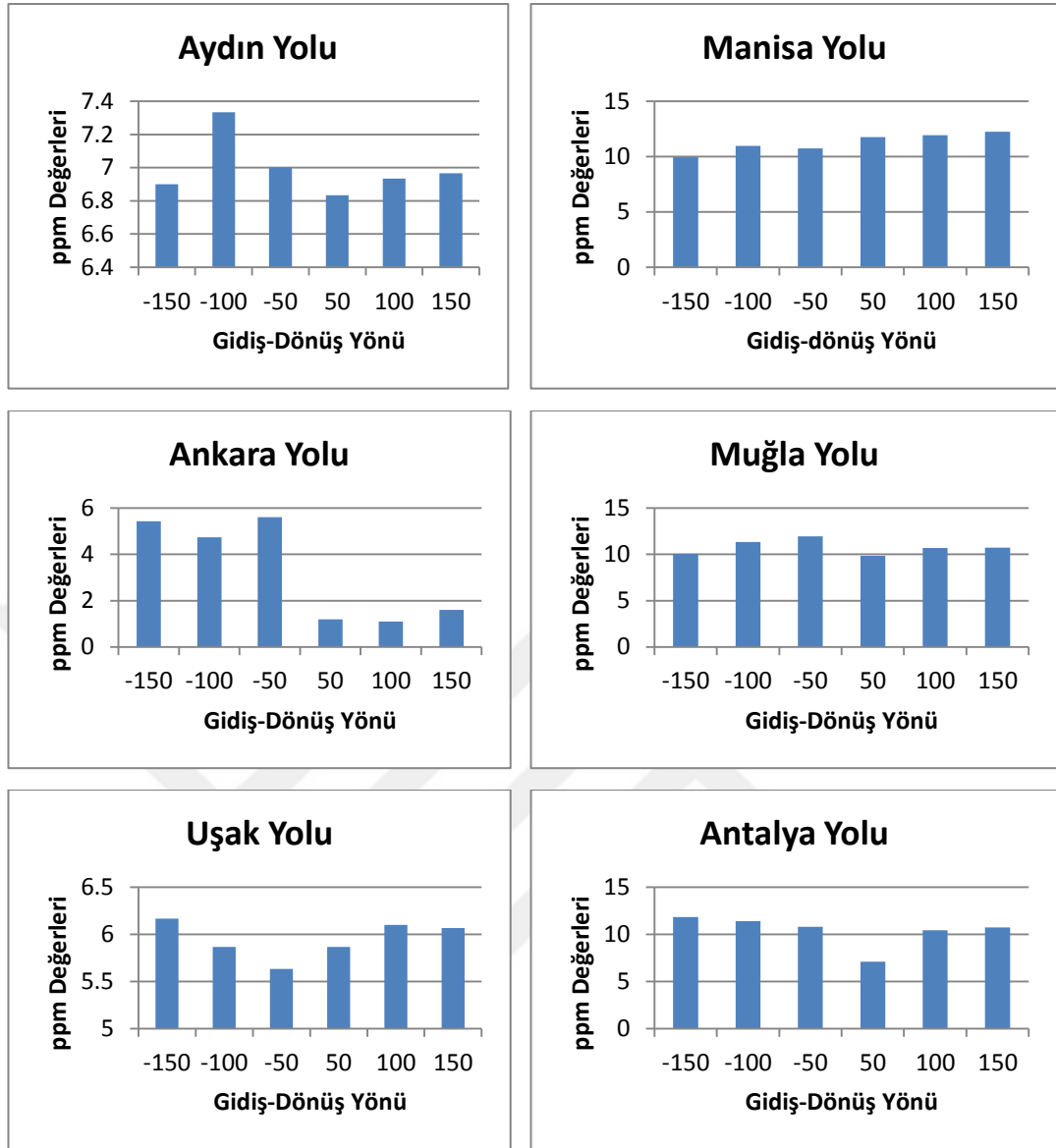
Şekil 5.38: Toryum Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.39: Toryum Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

Şekil 5.40'deki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafiklerde,

- Denizli-Aydın bağlantısında ise dönüş yönündeki kirlenme gidişten fazladır ve yol ana ekseninden uzaklaştıkça dönüş yönünde önce artan sonra azalan kirlenme saptanmış olup gidiş yönünde artan bir kirlilik dalgası izlenmiştir.



Şekil 5.40: Toryum Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

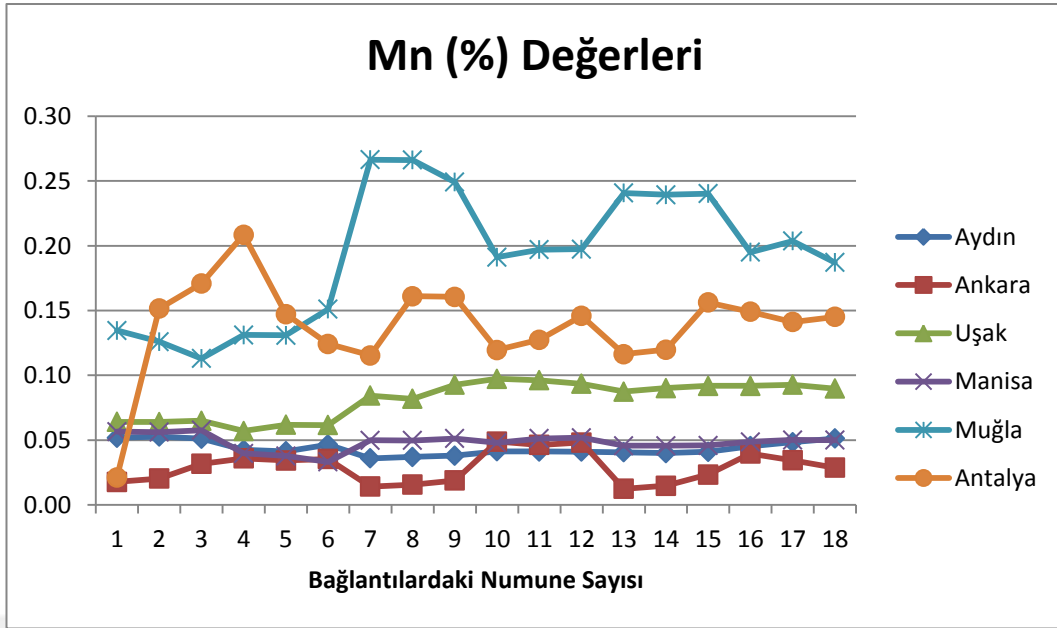
- Denizli-Ankara bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce azalan sonra artan, dönüş yönünde de aynı şekilde önce azalan sonra artan bir kirlilik dalgası mevcuttur. Dönüş yönündeki kirlenme gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça önce artan sonra azalan kirlenme tespit edilmiştir. Gidiş yönündeki kirlilik dönüş yönündekinden fazladır. Dönüş yönünde ise değerlerde artış gözlenmiştir ve artan bir kirlilik mevcuttur.

- Denizli-Manisa bağlantısında, Aydın bağlantısı ile benzer özelliklerde olup, yol ana ekseninden uzaklaştıkça dönüş yönünde önce artan sonra azalan kirlenme saptanmış olup gidiş yönünde artan bir kirlilik dalgası izlenmiştir. Sadece dönüş yönündeki kirlenme gidişten azdır.
- Denizli-Muğla bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise gidiş ve dönüş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça artan değerlerde kirlilik göstermektedir. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündeki kirlenme oranından fazladır.

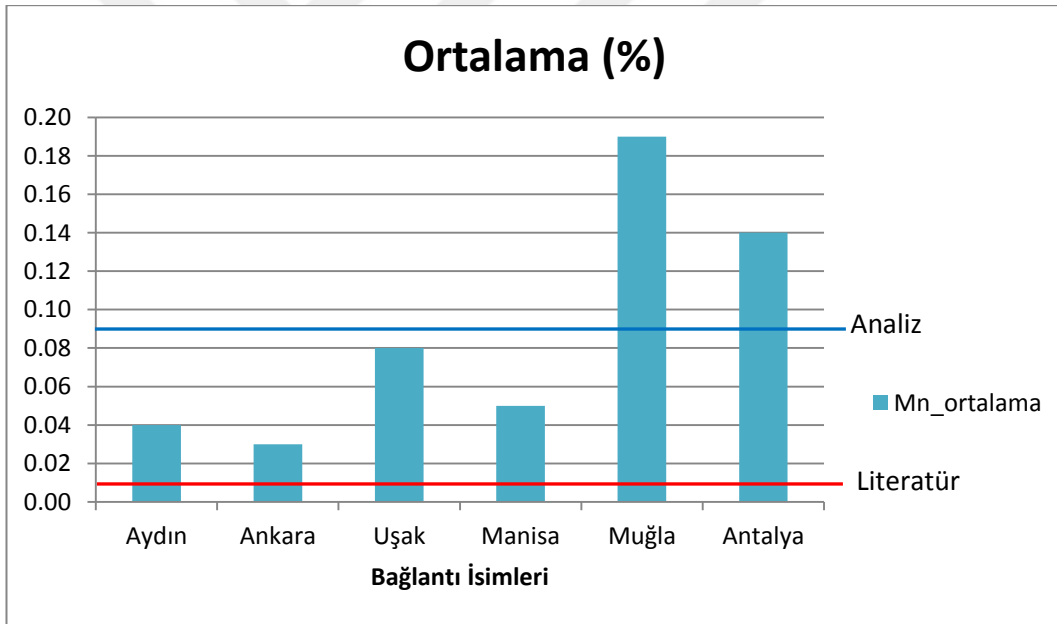
Genel olarak bağlantılarda dönüş yönündeki kirlenmenin daha fazla olduğu ve yol ekseninden uzaklık ile Th kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

Şekil 5.41 ve Şekil 5.42’de, Denizli- Ankara yolunda Manganez yoğunluğunu en düşük, Denizli-Manisa yolunda ise yoğunluğun en yüksek değerde olduğunu görüyoruz. Denizli-Aydın ile Denizli-Manisa bağlantılarındaki yoğunluk değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Literatüre göre minimum değer % 0.004, maksimum değer % 0.17 ve ortalama değer % 0.013 olarak elde edilmesi gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre altı adet bağlantı yolunun hepsinde Manganez elementinin topraktaki yoğunluk değerleri literatürdeki ortalama değer üzerinde çıkmıştır.

Denizli ili geneli için analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer olan % 0.09 sınırına göre ise Denizli-Muğla ve Denizli- Antalya yollarındaki Mn yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir. Antalya bağlantısı literatürde % 0.17 olan maksimum değeri de aştığı için sadece bu bağlantıda aşırı kirlilikten söz edebiliriz. Diğer dört bağlantı yolunda ise değerler analiz ortalamalarının altında kalmaktadır. Bu durumda tespit edilmiş aşırı derecede bir Manganez kirliliğinden söz etmek mümkün değildir. Genel anlamda ise Denizli ili bağlantı yollarında Mn’nin ortalama yoğunluk değerlerinin tamamı literatürdeki ortalama değer üzerinde çıktığı için Manganez kirliliğinden söz etmek mümkündür.



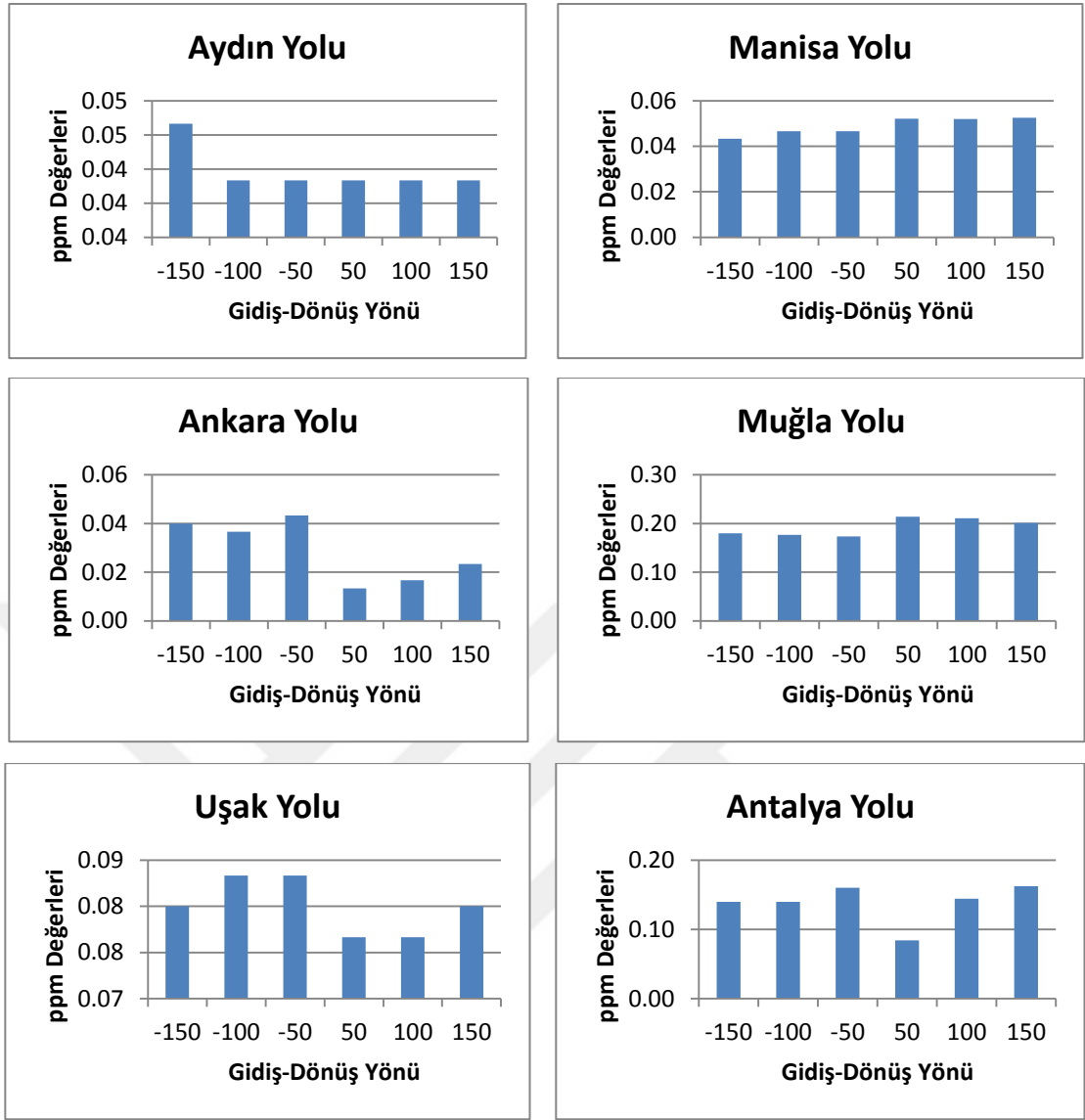
Şekil 5.41: Manganez Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.42: Manganez Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

Şekil 5.43'deki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafiklerde,

- Denizli-Aydın bağlantısında ise gidiş ve dönüş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça artan değerlerde kirlilik göstermektedir. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündeki kirlenme oranından fazladır.



Şekil 5.43: Manganez Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

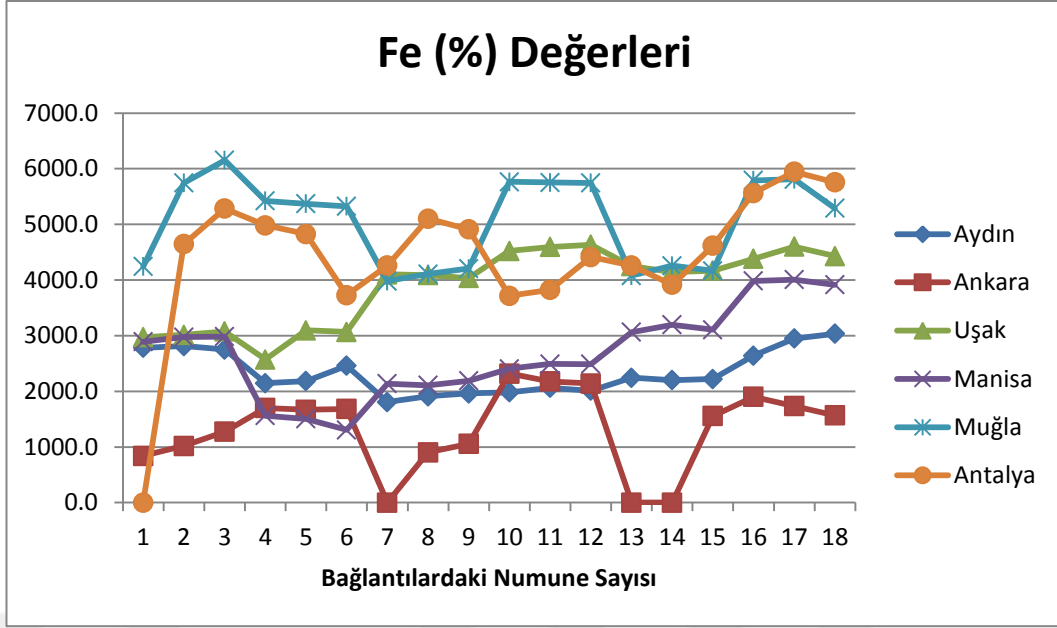
- Denizli-Ankara bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için, dönüş yönündeki kirlenme gidişten fazladır ve yol ana ekseninden uzaklaştıkça dönüş yönünde önce artan sonra azalan kirlenme saptanmış olup gidiş yönünde artan bir kirlilik dalgası izlenmiştir.

- Denizli-Manisa bağlantısında, gidiş yönündeki kirlenme dönüş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce azalıp sonra artan, dönüş yönünde ise bunun tam tersi önce artıp sonra azalan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Muğla bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça azalan kirlilik saptanmıştır. Gidiş yönündeki kirlenme oranı dönüş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.

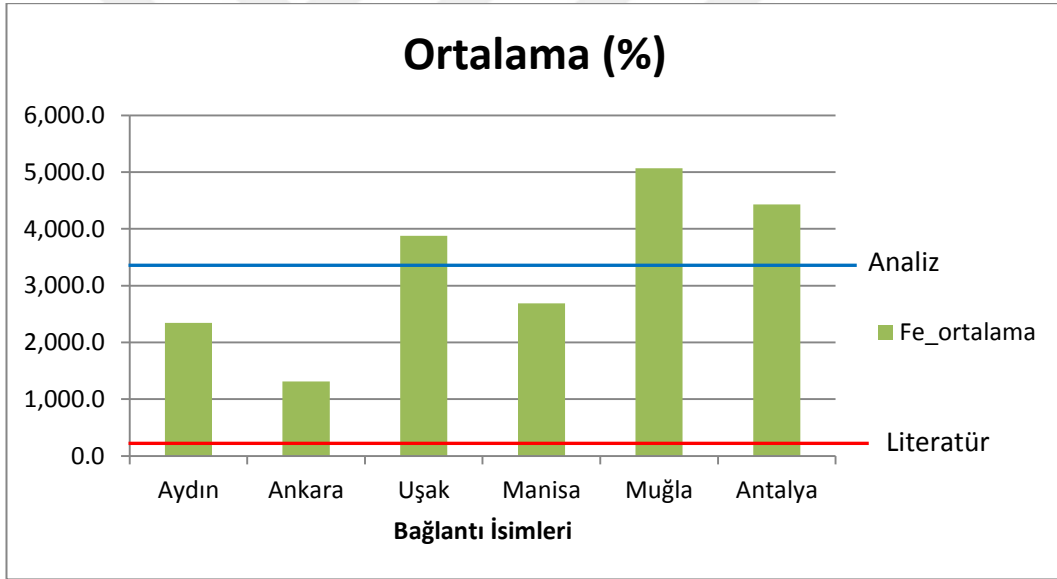
Genel olarak bağlantılarda dönüş yönündeki kirlenmenin daha fazla olduğu ve yol ekseninden uzaklık ile Manganez kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

Demir elementi için Şekil 5.44 ve Şekil 5.45 incelendiğinde, Denizli-Ankara yolunda Fe yoğunluğunun en düşük, Denizli-Muğla yolunda ise Fe yoğunluğunun en yüksek olduğunu görüyoruz. Literatüre göre minimum değer % 0.114 maksimum değer % 5.1 ve ortalama değer % 1.21 olması gerekmektedir. Toprak analiz sonuçlarında elde ettiğimiz değerlere göre altı adet bağlantı yolunun hepsinde Demir elementinin topraktaki yoğunluk değerleri literatürdeki 1.21 olan ortalama değer üzerinde çıkmıştır. Genel anlamda Denizli ili bağlantı yollarında Demir kirliliğinden söz etmek mümkündür.

Denizli geneli için analiz sonuçlarından elde edilen % 3285.22 olan ortalamaya göre ise Denizli-Uşak, Denizli-Muğla ve Denizli- Antalya yollarındaki demir yoğunluğu yüksek değerlerde görülmektedir. Burada dikkati çeken durum ise elde edilen demir elementinin tüm ortalama değerleri, literatürdeki % 5.1 olması gereken maksimum değer üzerinde bir demir yoğunluğuna sahiptir. Bu durumda tespit edilmiş aşırı derecede bir demir kirliliğinden söz etmek mümkündür. Çünkü analiz sonuçlarından elde edilen en düşük demir yoğunluğu Denizli-Ankara bağlantısındaki % 1308.64 değeridir ki bu değer ortalamanın üzerindedir.



Şekil 5.44: Demir Elementinin Tüm Değerlerinin İncelenmesi



Şekil 5.45: Demir Elementinin Ortalama Değerlerinin İncelenmesi

Şekil 5.46'deki tüm bağlantılardaki gidiş-dönüş yönündeki kirlilik oranlarını gösteren grafiklerde,

- Denizli-Aydın bağlantısında ise gidiş ve dönüş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça artan değerlerde kirlilik göstermektedir. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündeki kirlenme oranından fazladır.



Şekil 5.46: Demir Elementi Ortalama Analiz Değerleri (gidiş-dönüş yönü)

- Denizli-Ankara bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için, dönüş yönündeki kirlenme gidişten fazladır ve yol ana ekseninden uzaklaştıkça dönüş yönünde önce artan sonra azalan kirlenme saptanmış olup gidiş yönünde tam tersi önce azalan sonra artan bir kirlilik dalgası izlenmiştir.

- Denizli-Manisa bağlantısında, gidiş yönündeki kirlenme dönüş yönündekinden fazladır. Yol ana ekseninden uzaklaştıkça ise gidiş yönünde önce artıp sonra azalan, dönüş yönünde ise bununla aynı şekilde önce artıp sonra azalan kirlilik mevcuttur.
- Denizli-Muğla bağlantısında, gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça, dönüş yönünde ise eksene yaklaştıkça artan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.
- Denizli-Antalya bağlantısında ise gidiş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça artan, dönüş yönünde ise uzaklaştıkça önce artan sonra azalan kirlilik saptanmıştır. Dönüş yönündeki kirlenme oranı gidiş yönündekinden fazladır.

Genel olarak bağlantılarda dönüş yönündeki kirlenmenin daha fazla olduğu ve yol ekseninden uzaklık ile Demir kirliliğinin bir bağlantısı olmadığı belirlenmiştir.

Karayolu ana ekseninden gidiş ve dönüş yönünde yol ana ekseninden uzaklaştıkça tüm elde edilen verilerin karşılaştırmalarında ise As, Se, Mo, Cd ve Hg metallerinin gidiş yönünde, diğer V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, U, Th, Mn ve Fe metallerinin ise dönüş yönünde daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Elementleri karayolu bağlantıları için tek tek incelediğimizde şu bilgiler elde edilmektedir:

- Vanadyum; Aydın bağlantısında gidişte, Ankara bağlantısında dönüşte, Uşak bağlantısında dönüşte, Manisa bağlantısında dönüşte, Muğla bağlantısında dönüşte, Antalya bağlantısında dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Krom; tüm bağlantılarda dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Kobalt; tüm bağlantılarda dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Nikel; Aydın bağlantısında dönüşte, Ankara bağlantısında gidişte, Uşak bağlantısında dönüşte, Manisa bağlantısında gidişte, Muğla bağlantısında dönüşte, Antalya bağlantısında dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.

- Bakır; Aydın bağlantısında dönüşte, Ankara bağlantısında dönüşte, Uşak bağlantısında dönüşte, Manisa bağlantısında gidişte, Muğla bağlantısında dönüşte, Antalya bağlantısında dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Çinko; Aydın bağlantısında gidişte, Ankara bağlantısında dönüşte, Uşak bağlantısında dönüşte, Manisa bağlantısında gidişte, Muğla bağlantısında dönüşte, Antalya bağlantısında dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Arsenik; Aydın bağlantısında gidişte, Ankara bağlantısında dönüşte, Uşak bağlantısında dönüşte, Manisa bağlantısında gidişte, Muğla bağlantısında gidişte, Antalya bağlantısında gidişte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Selenyum; Aydın bağlantısında gidişte, Ankara bağlantısında gidişte, Uşak bağlantısında dönüşte, Manisa bağlantısında gidişte, Muğla bağlantısında gidişte, Antalya bağlantısında gidişte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Molibden; Aydın bağlantısında veri yoktur. Ankara bağlantısında gidişte, Uşak bağlantısında dönüşte, Manisa bağlantısında dönüşte, Muğla bağlantısında gidişte, Antalya bağlantısında gidişte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Kadmiyum; Aydın bağlantısında veri yoktur. Ankara bağlantısında gidişte, Uşak bağlantısında gidişte, Manisa bağlantısında gidişte, Muğla bağlantısında gidişte, Antalya bağlantısında dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Cıva; için Ankara bağlantısında veri yoktur. Aydın bağlantısında gidişte, Uşak bağlantısında dönüşte, Manisa bağlantısında gidişte, Muğla bağlantısında gidişte, Antalya bağlantısında dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Kurşun; Aydın bağlantısında dönüşte, Ankara bağlantısında dönüşte, Uşak bağlantısında gidişte, Manisa bağlantısında gidişte, Muğla bağlantısında dönüşte, Antalya bağlantısında dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.

- Uranyum; için Uşak ve Muğla bağlantılarında veri yoktur. Aydın bağlantısında dönüşte, Ankara bağlantısında gidişte, Manisa bağlantısında dönüşte, Muğla bağlantısında dönüşte, Antalya bağlantısında gidişte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Toryum Aydın bağlantısında dönüşte, Ankara bağlantısında dönüşte, Uşak bağlantısında gidişte, Manisa bağlantısında gidişte, Muğla bağlantısında dönüşte, Antalya bağlantısında dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Manganez Aydın bağlantısında dönüşte, Ankara bağlantısında dönüşte, Uşak bağlantısında dönüşte, Manisa bağlantısında gidişte, Muğla bağlantısında gidişte, Antalya bağlantısında dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.
- Demir Aydın bağlantısında dönüşte, Ankara bağlantısında dönüşte, Uşak bağlantısında dönüşte, Manisa bağlantısında gidişte, Muğla bağlantısında dönüşte, Antalya bağlantısında dönüşte daha fazla kirliliğe neden olmaktadır.

Günümüzde, evrensel bir problem halini alan toprak kirliliği için en iyi çözüm kuşkusuz toprak kirliliğini önleme çalışmalarıdır. Ancak, gelişmekte olan ülkemizde henüz yeterince önlem alınmadığı ve kirlenmiş topraklarla ilgili çalışmaların yeterli seviyede olmadığı görülmektedir. Öncelikle, kirlilik potansiyeline sahip yörelerin incelenmesi ve arıtım gerektirecek bölgelerin tespit edilebilmesi gerekmektedir. Daha sonra bölge özellikleri, kirleticiler, özellikleri, hidrojeolojik özellikler ve ekonomik uygunluk gibi çok sayıda faktör göz önünde bulundurularak gerekli fizibilite çalışmaları ve laboratuvar ölçekli çalışmalar yapılmalı ve uygun arıtım yöntemi bu doğrultuda seçilerek gerekli önlemler alınmalıdır. Uygun toprak arıtım metodu, bölge karakteristikleri, giderilecek kirleticinin tipi, yoğunluğu ve kirlenmiş arazinin sonraki kullanımı gibi pek çok değişik faktörün incelenmesi ile bulunabilir. Toprağın temizlenmesi genellikle kirlenmiş bölgenin kazılması, izole edilen veya temizlenen toprağın tekrar yerine doldurulmasıyla gerçekleştirilmektedir. Ağır metaller kayaçların ve toprakların doğal bileşenleridir ve topraklar bileşimlerine bağlı olarak farklı oranlarda ve formlarda ağır metal içerirler. Ağır metallerin çevredeki jeolojik nedenlerle oluşan doğal dağılım deseni son yıllarda önemli ölçüde değişmeye başlamıştır.

Bu çalışmada tarım arazilerindeki ve alüvyon özellikteki topraklar için literatürde bulunan eşik değerler kullanılmıştır. Toprak sınıflarından elde edilen bulgulara çalışma alanında karasal iklimin hüküm sürdüğü göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Yağışı az, bitki örtüsü zayıf olan yerlerde rüzgar etkisi fazladır. Rüzgarların yeryüzünü aşındırabilmeleri için düz bir topografyanın bulunması ve hızlarının 60-100 km/sa' dan yüksek olması gerekir. Denizli ili için rüzgar ve rüzgar aşınimleri, eğimli arazi yapısından ve mevsim rüzgarlarının hızının yüksek olmamasından dolayı zayıf bir etmendir. Depolanan tümseklerin yükseklikleri belirleyici olmakla birlikte bu yüksekliğin 90-120 cm'yi geçmesi halinde belirlenecek arazi tipine dahil edilmesi uygundur. Çalışma bölgesinde böyle bir etkiden söz edilemez. Akarsu ve göllerin etkisi sonucu, delta oluşumları fazla olduğundan kum, kil, silt gibi ince materyallerin alüvyonlu toprak yapısının içine taşınarak yığılmasına sebep olmaktadır. Menderes Nehri'nin akıntı hızı ile çakıl ve taş gibi parçacıklarda sürüklenmektedir. Bu bölgedeki ağır metal emisyonlarını etkileyecek başka kaynakların bulunmamasına dikkat edilmiştir. İşte bu yüzden numuneler şehir merkezlerinden, fabrikalardan ve çeşitli kimyasal atıklar bırakan işletmelere uzak tarım arazilerinden alınmıştır.

İl genelinde alüvyonlu topraklar mevcuttur. Her yerde bu toprak grubundan büyük öbekler halinde yer almaktadır. Antalya ve Muğla bağlantılarında ormanların ve dik yamaçların bulunmasından dolayı kolüvyal toprak grubu öne çıkarılabilir. Batı kısmında ise Menderes Nehrinden dolayı killi yapı dikkat çekmekte olup bu kısımda alüvyonlu topraklara ilaveten kum ve çakıl bileşenleri ön planda tutulabilir. Alınan toprak numunelerinde Denizli ilinin doğu ve batı kısımlarında sadece alüvyonlu topraklar yer almakta olup bu sulanabilir tarımsal alanların kısıtlı olması ve karasal iklimin hüküm sürmesinin sonucu olarak açıklanabilir. Kuzey kısmında yine batıda belirlenen toprak çeşidi ile eşdeğer özellikler görülmekte olup buna ilaveten topraklarda bulunan kireç oranının artışının Uşak iline yaklaştıkça daha da belirginleştiği saptanmıştır. Bu durum numune alımı sırasında toprak renginin koyu kahverengiden griye dönüşmesin ile gözle görülür bir şekilde ayırt edilebilmektedir. Araştırılan bölgedeki bu çeşitlilik toprak numuneleri ve yapılan analizler için her hangi bir sorun teşkil etmemektedir. Bu durumda elde edilen tüm bulguları her element için kısaca özetlediğimizde şu bilgilere ulaşılmaktadır:

Vanadyum elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 160.2 ppm değeri ile Manisa bağlantısından 16. sırada alınan Ma-F1 kodlu dönüş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Vanadyum ortalama değerleri incelendiğinde ise tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Muğla ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır. Ortalama V yoğunluğu en fazla Antalya bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda V kirliliği mevcuttur fakat literatürdeki maksimum düzeyi aşmadığı için aşırı kirlilikten söz edilemez.

Krom elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 1404.0 ppm değeri ile Muğla bağlantısından 6. sırada alınan M-B3 kodlu dönüş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Krom ortalama değerleri incelendiğinde ise tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Uşak, Muğla ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır. Ortalama Cr yoğunluğu en fazla Uşak bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda Cr kirliliği mevcuttur aynı zamanda literatürdeki maksimum düzeyi de aştığı için aşırı kirlilikten söz etmek mümkündür.

Kobalt elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 120.0 ppm değeri ile Muğla bağlantısından 6. sırada alınan M-B3 kodlu dönüş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Kobalt ortalama değerleri incelendiğinde ise tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Uşak, Muğla ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır. Ortalama Co yoğunluğu en fazla Muğla bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda Co kirliliği mevcuttur aynı zamanda Ankara bağlantısı hariç tüm bağlantılardaki ortalama yoğunluk literatürdeki maksimum düzeyi de aştığı için aşırı kirlilikten söz etmek mümkündür.

Nikel elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 1117.0 ppm değeri ile Muğla bağlantısından 6. sırada alınan M-B3 kodlu dönüş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır.

Nikel ortalama değerleri incelendiğinde ise tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Uşak, Muğla ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır. Ortalama Ni yoğunluğu en fazla Muğla bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda Ni kirliliği mevcuttur aynı zamanda literatürdeki maksimum düzeyi de aştığı için aşırı kirlilikten söz etmek mümkündür.

Bakır elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 63.2 ppm değeri ile Antalya bağlantısından 4. sırada alınan An-B1 kodlu dönüş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Bakır ortalama değerleri incelendiğinde ise tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Muğla ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır. Ortalama Cu yoğunluğu en fazla Antalya bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda Cu kirliliği mevcuttur fakat literatürdeki maksimum düzeyi aşmadığı için aşırı kirlilikten söz etmek mümkün değildir.

Çinko elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 117.1 ppm değeri ile Antalya bağlantısından 17. sırada alınan An-F2 kodlu dönüş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Çinko ortalama değerleri incelendiğinde ise tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Muğla ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır. Ortalama inko yoğunluğu en fazla Antalya bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda çinko kirliliği mevcuttur fakat literatürdeki maksimum düzeyi aşmadığı için aşırı kirlilikten söz edilemez.

Arsenik elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 47.6 ppm değeri ile Antalya bağlantısından 15. sırada alınan An-E3 kodlu gidiş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Arsenik ortalama değerleri incelendiğinde ise tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Aydın, Manisa, Muğla ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır.

Ortalama As yoğunluğu en fazla Antalya bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda As kirliliği mevcuttur fakat literatürdeki maksimum düzeyi aşmadığı için aşırı kirlilikten söz edilemez.

Selenyum elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 2.0 ppm değeri ile Ankara bağlantısından 14. sırada alınan A-E2 kodlu gidiş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Selenyum ortalama değerleri incelendiğinde ise tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Aydın, Ankara, Manisa ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır. Ortalama Se yoğunluğu en fazla Ankara bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda Se kirliliği mevcuttur fakat literatürdeki maksimum düzeyi aşmadığı için aşırı kirlilikten söz edilemez.

Molibden elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 0.6 ppm değeri ile Antalya bağlantısından 2. sırada alınan An-A2 kodlu gidiş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Molibden ortalama değerleri incelendiğinde ise Aydın bağlantısında veri yoktur ve Ankara bağlantısı literatür ortalama değerini aşmamıştır. Diğer Uşak, Manisa, Muğla ve Antalya bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı aynı zamanda bu dört bağlantının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır. Ortalama Mo yoğunluğu en fazla Antalya bağlantısındadır. Aydın hariç tüm bağlantılarda Mo kirliliği mevcuttur fakat literatürdeki maksimum düzeyi aşmadığı için aşırı kirlilikten söz edilemez.

Kadmiyum elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 2.3 ppm değeri ile Uşak bağlantısından 7. sırada alınan U-C1 kodlu gidiş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Kadmiyum ortalama değerleri incelendiğinde ise Aydın bağlantısında veri yoktur ve diğer tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Ankara, Uşak ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır. Ortalama Cd yoğunluğu en fazla Ankara bağlantısındadır.

Tüm bağlantılarda Cd kirliliği mevcuttur aynı zamanda Ankara, Uşak, Manisa, Muğla ve Antalya bağlantılarındaki ortalama yoğunluk literatürdeki maksimum düzeyi de aştığı için aşırı kirlilikten söz edilebilir.

Cıva elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 3.4 ppm değeri ile Manisa bağlantısından 17. sırada alınan Ma-F2 kodlu dönüş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Cıva ortalama değerleri incelendiğinde ise Ankara bağlantısında veri yoktur ve diğer tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Muğla ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır. Ortalama Hg yoğunluğu en fazla Muğla bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda Hg kirliliği mevcuttur fakat literatürdeki maksimum düzeyi aşmadığı için aşırı kirlilikten söz edilemez.

Kurşun elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 26.2 ppm değeri ile Muğla bağlantısından 12. sırada alınan M-D3 kodlu dönüş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Kurşun ortalama değerleri incelendiğinde ise tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Manisa, Muğla ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır. Ortalama Pb yoğunluğu en fazla Muğla bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda Pb kirliliği mevcuttur fakat literatürdeki maksimum düzeyi aşmadığı için aşırı kirlilikten söz edilemez.

Uranyum elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 6.3 ppm değeri ile Ankara bağlantısından 14. sırada alınan A-E2 kodlu gidiş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Uranyum ortalama değerleri incelendiğinde ise Uşak ve Muğla bağlantılarında veri yoktur ve Aydın literatürdeki ortalama sınır değeri aşmamıştır. Diğer Ankara, Manisa ve Antalya bağlantılarında literatürdeki ortalama sınır değeri aştığı, Ankara ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de aştığı saptanmıştır.

Ortalama U yoğunluğu en fazla Antalya bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda U kirliliği mevcuttur fakat literatürdeki maksimum düzeyi ağmadığı için ağırı kirlilikten söz edilemez.

Toryum elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 17.1 ppm değer i le Manisa bağlantısından 16. sırada alınan Ma-F1 kodlu dönüş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Toryum ortalama değerleri incelendiğinde ise Manisa, Muğla ve Antalya bağlantılarının literatürdeki ortalama sınır değer i le aynı zamanda analiz ortalama değerini de ağtığı saptanmıştır. Diğer bağlantılar ne literatür ortalama sınır değerini ne de analiz ortalama değerini ağmıştır. Ortalama Th yoğunluğu en fazla Manisa bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda Th kirliliği mevcuttur fakat literatürdeki maksimum düzeyi ağmadığı için ağırı kirlilikten söz edilemez.

Manganez elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 2664.3 ppm değer i le Muğla bağlantısından 7. sırada alınan M-C1 kodlu gidiş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Manganez ortalama değerleri incelendiğinde ise tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değer i ağtığı, Muğla ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de ağtığı saptanmıştır. Ortalama Mn yoğunluğu en fazla Muğla bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda Mn kirliliği mevcuttur fakat literatürdeki maksimum düzeyi ağmadığı için ağırı kirlilikten söz edilemez.

Demir elementinin analiz sonuçlarından elde edilen değerlere göre en yüksek oran 61540206.0 ppm değer i le Muğla bağlantısından 3. sırada alınan M-A3 kodlu gidiş yönündeki numuneye aittir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama değer literatürdeki ortalama sınır değerden yüksek çıkmıştır. Demir ortalama değerleri incelendiğinde ise tüm bağlantıların literatürdeki ortalama sınır değer i ağtığı, Uşak, Muğla ve Antalya bağlantılarının ise analiz ortalama değerini de ağtığı saptanmıştır. Ortalama Fe yoğunluğu en fazla Muğla bağlantısındadır. Tüm bağlantılarda Fe kirliliği mevcuttur aynı zamanda ortalama yoğunluk literatürdeki maksimum düzeyden daha yüksek olduğu için ağırı kirlilikten söz etmek mümkündür.

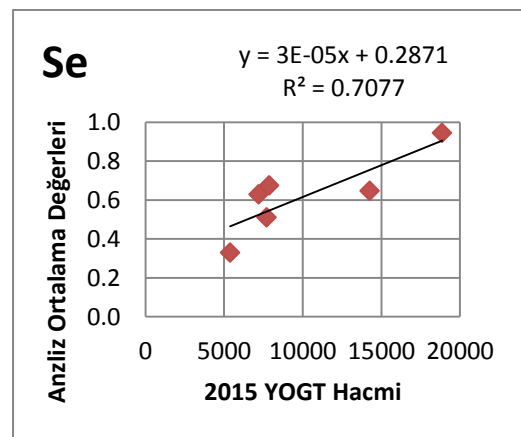
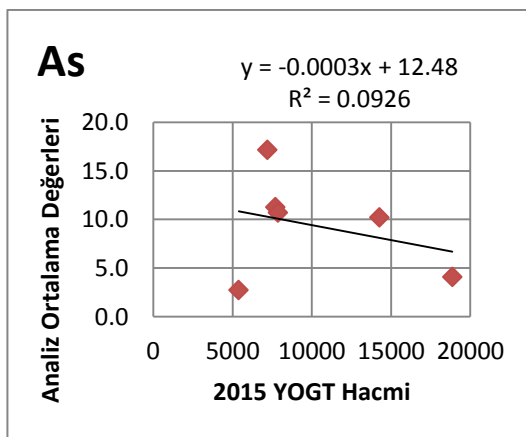
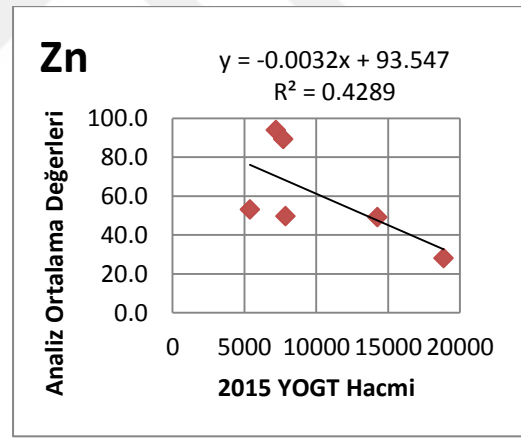
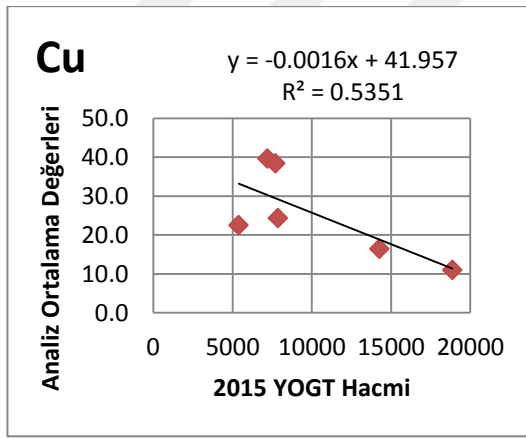
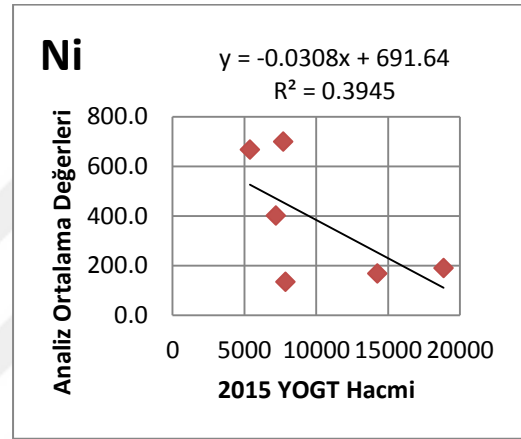
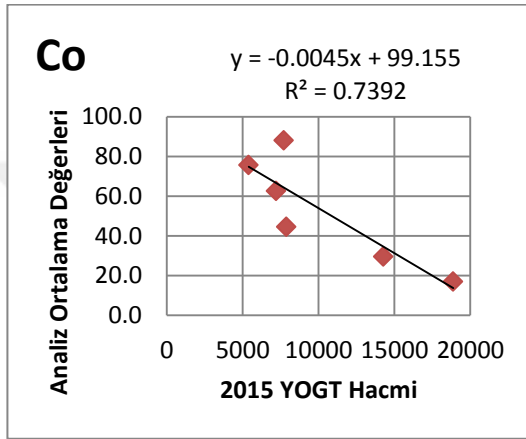
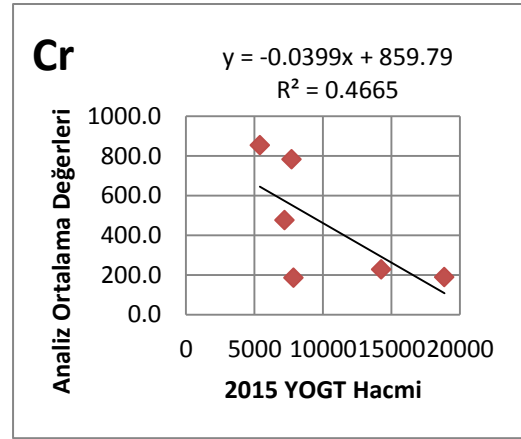
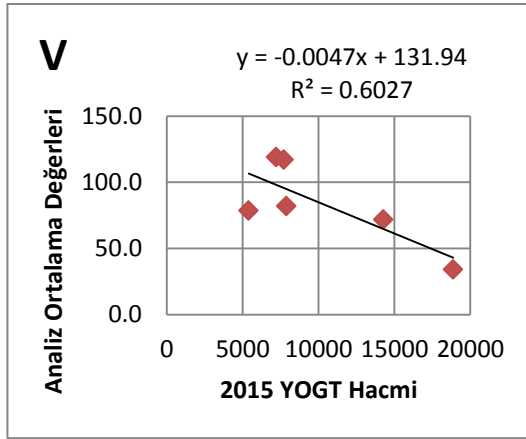
Tablo 5.1: Yol ana ekseninden uzaklığın gidiş-dönüş yönündeki etkileri

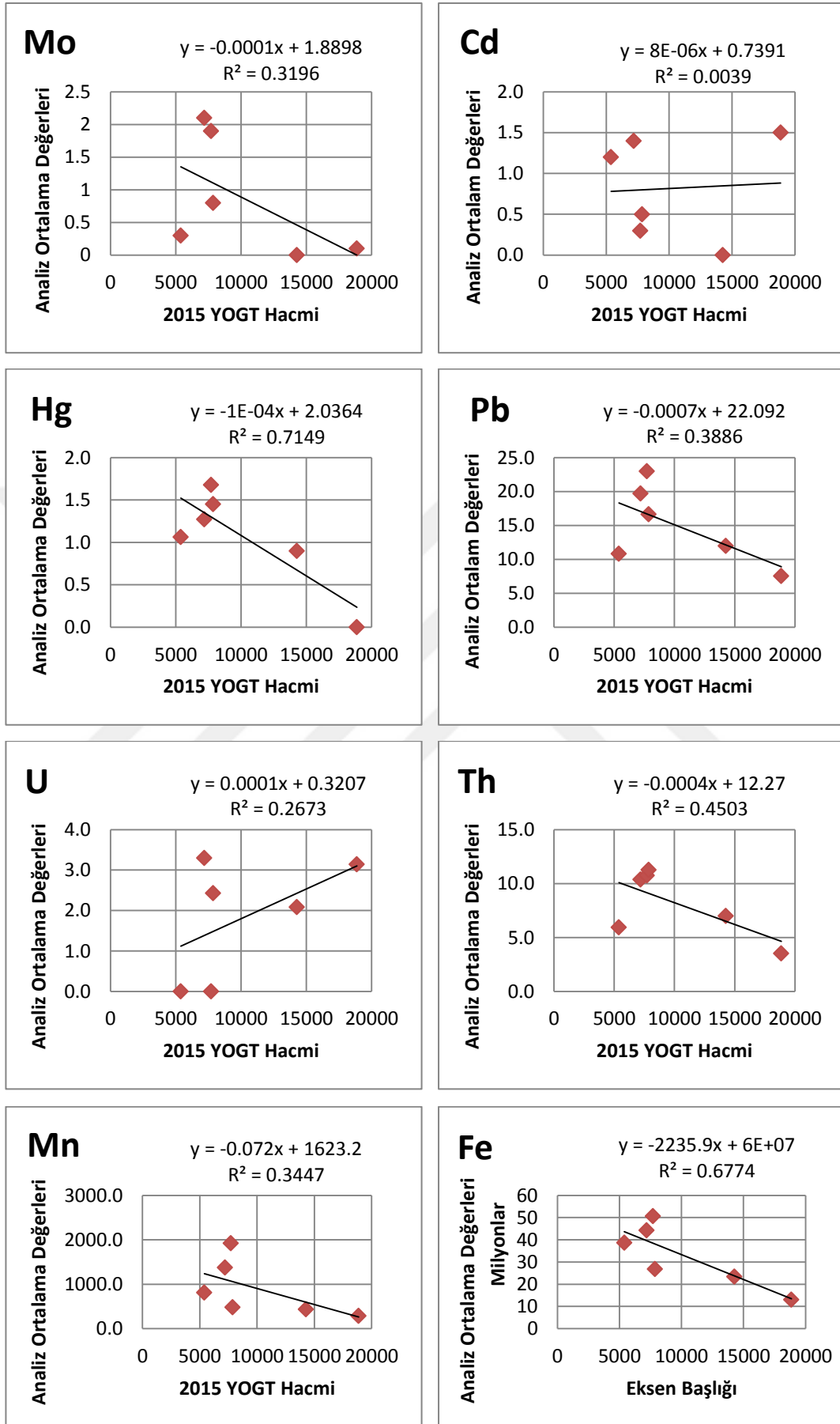
İl Bağlantı İsimleri		Aydın	Ankara	Uşak	Manisa	Muğla	Antalya
Element Adı	Yön						
Vanadyum	Gidiş	Artan	Artan	Azalan-Artan	Artan-Azalan	Artan-Azalan	Artan
	Dönüş	Artan	Azalan	Artan-Azalan	Azalan	Azalan-Artan	Artan-Azalan
Krom	Gidiş	Artan	Artan	Azalan-Artan	Artan	Azalan	Artan
	Dönüş	Artan	Azalan	Artan-Azalan	Azalan-Artan	Artan	Sabit-Azalan
Kobalt	Gidiş	Artan	150.m	Azalan	Artan	Azalan	Sabit-Artan
	Dönüş	Artan-Azalan	Azalan	Artan	Artan-Azalan	Artan	Artan-Azalan
Nikel	Gidiş	Artan	Artan	Azalan-Artan	Artan-Azalan	Artan	Artan
	Dönüş	Artan	Azalan	Artan-Azalan	Azalan	Artan	Artan-Azalan
Bakır	Gidiş	Artan-Azalan	Azalan-Artan	Azalan	Artan	Artan	Artan
	Dönüş	Artan	Azalan	Artan-Azalan	Azalan	Azalan	Azalan
Çinko	Gidiş	Artan-Azalan	Artan	Azalan-Artan	Artan-Azalan	Artan-Azalan	Artan-Azalan
	Dönüş	Azalan-Artan	Azalan	Azalan-Artan	Azalan	Azalan	Azalan
Arsenik	Gidiş	Azalan-Artan	x	Azalan-Artan	Artan-Azalan	Artan	Artan
	Dönüş	Artan-Azalan	Azalan-Artan	Azalan-Artan	Azalan-Artan	Azalan	Azalan-Artan
Selenyum	Gidiş	Azalan	Artan-Azalan	Artan-Azalan	Azalan-Artan	Azalan-Artan	Artan-Azalan
	Dönüş	Artan-Azalan	Azalan-Artan	Azalan-Artan	Artan-Azalan	100,150-Azalan	Artan
Molibden	Gidiş	x	50,100-Artan	x	x	Azalan-Artan	Artan-Azalan
	Dönüş	x	50.m	50.m	50,100-Azalan	100,150-Azalan	Artan
Kadmiyum	Gidiş	x	150.m	50.m	100.m	100,150-Azalan	Artan-Azalan
	Dönüş	x	x	50.m	x	50.m	Artan
Cıva	Gidiş	Artan	x	50,100-Azalan	Azalan-Artan	Azalan-Artan	Artan
	Dönüş	Azalan-Artan	x	Artan	100.m	Azalan	Azalan
Kurşun	Gidiş	Artan	Azalan-Artan	Azalan	Azalan-Artan	Artan-Azalan	Artan-Azalan
	Dönüş	Azalan-Artan	Artan	Artan-Azalan	Artan-Azalan	Azalan	Azalan
Uranyum	Gidiş	Azalan-Artan	Artan-Azalan	x	Azalan-Artan	x	100.m
	Dönüş	Azalan-Artan	Azalan-Artan	x	Artan-Azalan	x	x
Toryum	Gidiş	Artan	Azalan-Artan	Artan-Azalan	Artan	Artan	Artan
	Dönüş	Artan-Azalan	Azalan-Artan	Azalan	Artan-Azalan	Azalan	Artan
Manganez	Gidiş	Artan	Artan	Artan	Azalan-Artan	Azalan	Artan
	Dönüş	Artan	Azalan	Artan-Azalan	Artan-Azalan	Artan	Azalan
Demir	Gidiş	Artan	Artan	Azalan-Artan	Artan-Azalan	Artan	Artan
	Dönüş	Artan	Azalan	Artan-Azalan	Artan-Azalan	Azalan	Artan-Azalan

Tablo 5.1'i incelediğimizde, Denizli ili bağlantı yolları gidiş-dönüş yönlerine göre kirliliğin artan, azalan ve stabil hallerinin her element için belirlendiği görülmektedir. Aynı tabloda kırmızı renk ile gösterilen oranlar hangi yönde (gidiş ya da dönüş) ise o yöndeki kirlilik değerleri diğer yönlerden daha fazla oranlara sahiptir denilebilir. Elde edilen bulguları değerlendirdiğimizde ise As, Se, Cd, Mo ve Hg metallerinin gidiş yönünde daha fazla kirlenmeye neden olduğu tespit edilmiştir. V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, U, Th, Mn ve Fe elementlerinin ise dönüş yönünde daha fazla kirlenmeye neden olduğu belirlenmiştir. Bu gidiş ve dönüş kirlilik oranlarının farkının nedeni olarak toprak sınıfını gösteremeyiz çünkü toprak numuneleri bölgesel bazlı sadece alüvyonlu toprak çeşidine denk geldiği için aynı özelliktedir. Toprakların ortalama ağır metal içerikleri ve parantez içinde hangi bağlantıya ait oldukları Tablo 4.1-2-3-4-5 ve 6'dan detaylı olarak incelendiğinde;

- (V) 34.3(Ankara)- 119.0(Antalya),
- (Cr) 186.4(Manisa)- 854.1(Uşak),
- (Co) 16.9(Ankara)- 88.1(Muğla),
- (Ni) 134.4(Manisa)- 700.1(Muğla),
- (Cu) 11.0(Ankara)- 39.6(Antalya),
- (Zn) 28.2(Ankara)- 93.9(Antalya),
- (As) 2.7(Uşak)- 17.1(Antalya),
- (Se) 0.3(Uşak)- 0.9(Ankara),
- (Mo) 0.1(Ankara)-2.1(Antalya),
- (Cd) 0.3(Muğla)- 1.5(Ankara),
- (Hg) 0.9(Aydın)- 1.7(Muğla),
- (Pb) 7.6(Ankara)-23(Muğla),
- (U) 2.1(Aydın)- 3.3(Antalya),
- (Th) 3.5(Ankara)- 11.3(Manisa),
- (Mn) 289.9(Ankara)- 1922.2(Muğla) ve
- (Fe) 13,086,450.6(Ankara)- 50,680,078.2(Muğla) mg/kg (ppm) değerleri

arasında olduğu açıkça görülmektedir. Bütün bulgular analiz sonuçları ile karşılaştırılmış ve trafik hacmi ile ortalama değerler arasında anlamlı bir bağ olup olamayacağı incelenmiştir.





Şekil 5.49: Element Değerlerinin Trafik hacmi ile arasındaki bağlantı (korelasyon grafikleri)

Elementlerin ortalama değerleri ile trafik hacmi arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını belirleyebilmek için aradaki korelasyona (ilgileşim) bakılmıştır. İncelenen ağır metallerin topraktaki ortalama değerlerinin trafik yoğunluğu ile ilgisi bağlantı yollarındaki 2015 yılı trafik hacim verileri kullanılarak belirlenmiştir. Analiz ortalama değerleri ile trafik hacminin arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmış dağılım grafikleri çizilmiştir.

Korelasyon katsayılarını göz önüne alınarak hesaplandığımızda; V(-0.78), Cr (-0.68), Co (-0.86), Ni (-0.63), Cu (-0.73), Zn (-0.65), As (-0.30), Mo (-0.46), Hg (-0.46), Pb (-0.62), U (-0.01), Th (-0.67), Mn (-0.59) ve Fe (-0.82) değerleri elde edilmiştir. On dört(14) adet elementin korelasyon katsayı değeri (-) eksi çıkmıştır. Se için (0.84) ve Cd için (0.43) olarak hesaplanan korelasyon katsayıları ise (+) artı değerde çıkmaktadır. Korelasyon katsayılarının anlamlı olup olmadığına bakabilmek için değerlerin -1 ile 1 aralığında olması gerekmektedir. Hesaplanan tüm korelasyon katsayıları $-1 < r < 1$ aralığındadır(Tekin 2012).

Bu bilgileri de göz önüne alarak şekil 5.49'daki korelasyon grafikleri incelediğinde, Se, Cd ve U elementlerinin değerleri gösteren dağılımlarda dalgalı artan bir eğilim görülmektedir. Se, Cd ve U için trafik hacmi ile ilgili doğru orantılı bir bağlantıdan net olarak olmasa da söz edilebilir. U ile korelasyon eksi değerde çıkmasına rağmen Se ve Cd ile benzer özellik göstermesinin sebebi sıfıra yakın bir değerde olmasıdır. Fakat diğer elementler için trafik hacmi ile ilgili anlamlı bir bağlantıdan söz etmek mümkün değildir. Çünkü Se, Cd ve U elementleri hariç diğer ağır metaller için şekil 5.49'daki grafiklere bakıldığında trafik hacminin artması ile element ortalama analiz değerlerinin dalgalı azalan bir dağılım gösterdiği açıkça görülmektedir. Elementlerin maksimum kirlilik değerleri ve ortalama analiz sonuçlarına göre bağlantı yollarında bulunma değerleri sonuçlar kısmında detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanında belirlenen ağır metal değerleri incelendiğinde Cr, Co, Ni, Cd ve Fe elementlerinin yoğunluklarının literatürdeki maksimum sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir. Co için Ankara bağlantısı hariç Aydın, Uşak, Manisa, Muğla ve Antalya bağlantılarında, Cd için Aydın ve Muğla bağlantıları hariç Ankara, Uşak, Manisa ve Antalya bağlantılarında maksimum değerler aşılmıştır. Cr, Ni ve Fe için tüm bağlantı yollarında maksimum değer aşıldığından bu elementler için aşırı kirlilikten söz edilebilir. Co ve Cd için her bağlantıda olmasa da benzer durum söz konusudur. V, Cu, Zn, As, Se, Mo, Hg, Pb, U, Th ve Mn elementleri için literatürdeki maksimum sınır değer aşılmadığından aşırı kirlilikten söz edilemez. Genel olarak incelenen on altı adet ağır metal araştırma bölgesinde kirliliğe neden olmaktadır. Bu durumda V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Hg, Pb, U, Th, Mn ve Fe elementleri için Denizli ilini Aydın, Ankara, Uşak, Manisa, Muğla ve Antalya bağlayan karayolları kenarındaki tarım arazilerinde ağır metal kirliliğinden söz etmek mümkündür.

Sonuç olarak trafik yoğunluğuna göre en yoğun bağlantıdan başlayarak elementlerin analiz sonuçlarından elde edilen en yüksek değerlerinin,

- Denizli-Ankara bağlantısında Se ve U,
- Denizli-Manisa bağlantısında V, Hg ve Th,
- Denizli-Muğla bağlantısında Cr, Co, Ni, Pb, Mn ve Fe,
- Denizli-Antalya bağlantısında Cu, Zn, As ve Mo,
- Denizli-Uşak bağlantısında Cd olduğu belirlenmiştir.

Diğer taraftan analiz ortalama değerlerini trafik yoğunluğu en yüksek olan bağlantıdan başlayarak sıraladığımızda;

- Denizli-Ankara bağlantısında Se ve Cd,
- Denizli-Manisa bağlantısında Th,
- Denizli-Muğla bağlantısında Co, Ni, Hg, Pb, Mn ve Fe,
- Denizli-Antalya bağlantısında V, Cu, Zn, As, Mo ve U
- Denizli-Uşak bağlantısında Cr olduğu tespit edilmiştir.

Denizli-Aydın bağlantısında her iki yönde de ağır metallere hiçbir kirlilik seviyesinde en yüksek değere ulaşmamıştır. Aynı şekilde yine bu bağlantıda hiçbir elementin analiz ortalama değerleri en yüksek değerde belirlenmemiştir. Ağır metal kirliliğini yol ekseninden uzaklık ile ilişkilendirdiğimizde ise yol ana ekseninden uzaklaştıkça:

Vanadyum kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.

Krom kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.

Kobalt kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için dönüş yönünde azalmamaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için dönüş yönünde azalmamaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.

Nikel kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için her iki yönde de azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.

Bakır kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.

Çinko kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için her iki yönde de azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için her iki yönde de azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı her iki yönde de azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.

Arsenik kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.

Selenyum kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için her iki yönde de azalmaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.

Molibden kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için veri yoktur.
- Denizli-Manisa bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için kıyaslanabilecek veri yoktur.

Kadmiyum kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için veri yoktur.
- Denizli-Manisa bağlantısı için kıyaslanabilecek veri yoktur.
- Denizli-Muğla bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için kıyaslanabilecek veri yoktur.
- Denizli-Uşak bağlantısı için kıyaslanabilecek veri yoktur.

Cıva kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için veri yoktur.
- Denizli-Aydın bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.

Kurşun kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için her iki yönde de azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için her iki yönde de azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için her iki yönde de azalmaktadır.

Uranyum kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için veri yoktur.
- Denizli-Antalya bağlantısı için kıyaslanabilecek veri yoktur.
- Denizli-Uşak bağlantısı için veri yoktur.

Toryum kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.

Manganez kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için gidiş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.

Demir kirliliği;

- Denizli-Ankara bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Aydın bağlantısı için hiçbir yönde azalmamaktadır.
- Denizli-Manisa bağlantısı için her iki yönde de azalmaktadır.
- Denizli-Muğla bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Antalya bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.
- Denizli-Uşak bağlantısı için dönüş yönünde azalmaktadır.

Yol ana ekseninden uzaklaştıkça analiz ortalama yoğunluklarının azaldığı yönler belirtilmiştir. Normal koşullarda trafik yoğunluğu ile bağlantı kurabilmek için karayolundan uzaklaştıkça ağır metal yoğunluklarının azalması gerekir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda tüm bağlantılarda yol ana ekseninden uzaklaştıkça topraktaki ağır metal kirliliğinin azalmadığı belirlenmiştir. Yani trafik yoğunluğunun ve yol ana ekseninden uzaklığın karayolu kenarındaki tarım arazilerinde belirlenen ağır metal kirliliğine doğru orantılı her hangi bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda trafiğin yoğun olduğu bağlantılarda elementlerin kirlilik oranları düşüktür yani trafik yoğunluğu element yoğunlukları ile doğru orantılı değildir. U elementi için de aynı sonuçlar elde edilirken, sadece analiz sonuçları U kirliliğinin daha farklı etmenlere bağlı olabileceğini ve bunun daha detaylı bir çalışmada incelenmesi gerektiğini göstermektedir. Trafik yoğunluğu ile element analiz ortalama değerleri arasında olumlu ya da olumsuz her hangi bir ilişki bulunamamıştır.

Elementlerin gidiş ve dönüş yönlerindeki ortalama kirlilik değerleri göz önüne alınarak en fazla trafik yoğunluğuna sahip karayolundan en az trafik yoğunluğuna sahip karayoluna doğru sıraladığımızda şu sonuçlar çıkarılabilir:

Denizli-Ankara bağlantısı için:

- Gidiş yönünde Ni, Se, Mo, Cd ve U kirliliği, dönüş yönünde ise V, Cr, Co, Cu, Zn, As, Pb, Th, Mn ve Fe kirliliği daha fazladır. Hg için herhangi bir şey söylenemez.

Denizli-Aydın bağlantısı için:

- Gidiş yönünde V, Zn, As, Se ve Hg kirliliği, dönüş yönünde ise Cr, Co, Ni, Cu, Pb, U, Th, Mn ve Fe kirliliği daha fazladır. Mo ve Cd için herhangi bir şey söylenemez.

Denizli-Manisa bağlantısı için:

- Gidiş yönünde Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Hg, Pb, Th, Mn ve Fe kirliliği, dönüş yönünde ise V, Cr, Co, Mo ve U kirliliği daha fazladır.

Denizli-Muğla bağlantısı için:

- Gidiş yönünde As, Se, Mo, Cd, Hg ve Mn kirliliği, dönüş yönünde ise V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Th ve Fe kirliliği daha fazladır. U için her hangi bir şey söylenemez.

Denizli-Antalya bağlantısı için:

- Gidiş yönünde As, Se, Mo, ve U kirliliği, dönüş yönünde ise V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg, Pb, Th, Mn ve Fe kirliliği daha fazladır.

Denizli-Uşak bağlantısı için:

- Gidiş yönünde As, Cd, Pb ve Th kirliliği, dönüş yönünde ise V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Mo, Hg, Mn ve Fe kirliliği daha fazladır. U için her hangi bir şey söylenemez.

Sonuç olarak, Denizli ili için incelenen 16 adet ağır metalin tarım arazilerinde kirliliğe neden olduğu belirlenmiştir. Fakat elde edilen analiz sonuçları ağır metal kirliliğinin ulaşım kaynaklı olmadığını göstermektedir. Bu durumda Denizli ilinde tarım arazilerindeki ağır metal kirliliğinin karayollarındaki taşıt yoğunluğu ile her hangi bir bağlantısı bulunamamıştır. Trafik yoğunluğu en fazla olan Denizli-Ankara yolunda Se ve Cd elementleri kirliliğe en çok neden olan ağır metallerdir. Trafik yoğunluğu en az olan Denizli-Uşak bağlantısında ise sadece Cr elementi en fazla kirliliğe neden olmaktadır. İncelenen tüm elementler Denizli-Aydın bağlantısı hariç diğer tüm bağlantılarda tarım arazilerinde ağır metal kirliliğine neden olmaktadır. Fakat, trafik hacmi ve yol ana ekseninden uzaklığın çalışma bölgesinde bulunan tarım arazilerindeki ağır metal kirliliğine anlamlı bir etkisi tespit edilememiştir.

Bu duruma ek olarak, ilk akla gelen toprak çeşidinden dolayı element değerlerinin farklılık gösterebileceğidir. Fakat araştırma bölgesindeki genel arazi yapısını alüvyonlu topraklar oluşturmaktadır. Ankara yolundaki tarım arazileri alüvyonlu toprak çeşidine, Aydın, Uşak, Manisa, ve Muğla yolundakiler çakıl taşı-kum-çamur özellikli alüvyonlu toprak çeşidine, Antalya yolundakiler ise yamaç molozu barındıran alüvyonlu toprak çeşidine denk gelmektedir. Literatürde bu toprak çeşitleri alüvyonlu yelpaze olarak aynı kabul edildiğinden toprak çeşidinin de ağır metal yoğunluklarına hiçbir etkisi bulunmamaktadır.

Bu bilgilerden yola çıkılarak trafik yoğunluğu ve toprak çeşidinin bu çalışmadaki ağır metaller için her hangi bir etkisi belirlenememiştir. Denizli bağlantı yollarında incelenen V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Hg, Pb, U, Th, Mn ve Fe ağır metallerinin toprakta bulunan değerlerinin trafik kaynaklı olmadığı söylenebilir. Mo ve Cd için deteksiyon limitinden dolayı kesin bir sonuç elde edilememiştir. Elde edilen oranlar, ağır metal yoğunluğu ile trafik hacmi arasında doğru orantılı artış göstermemektedir. Aksine bu on altı elementin yoğunlukları genel anlamda trafik hacmi ile yer yer ters orantıya sahiptir. Her bağlantı yolunda ağır metal kirliliği tespit edilmiş fakat trafik hacmi ile ilgili bir bağlantı bulunamamıştır. Bu durum topraktaki ağır metal zenginleşme oranının tarım arazilerinde kullanılan kimyasal maddelerden kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir. Daha detaylı bir çalışmada ağır metallerin litoloji ve kimyasallar ile etkileşimleri incelenerek literatüre katkı sağlayacak yeni bir altlık çalışması yapılabilir.

Ağır metal kirliliği önemli bir sorun teşkil etmekle birlikte, eğer önlem alınmazsa her geçen gün tarım topraklarında olumsuz sonuçlara sebep olmaya devam edecektir. Uygun toprak arıtım metodu; bölge karakteristikleri, giderilecek kirleticinin tipi, yoğunluğu ve kirlenmiş arazinin sonraki kullanımı gibi pek çok değişik faktörün incelenmesi ile bulunabilir. Sonuçlar, il genelinde incelenen ağır metal kirliliğinin mevcut olduğunu ve bu kirliliğin uygun alternatif yöntemler ile gerekli toprak koruma metotların uygulanması sayesinde daha aşağı seviyelere çekilebileceğini göstermektedir. Ayrıca kirlenme şekillerinin sadece trafik değil iklim ve topografya gibi diğer faktörlerle de ilişkilendirilmesinin gerekliliğini göstermektedir. Böylelikle kirlenme mekanizması daha net açıklanabilecek ve daha etkin önleme ve temizleme yöntemleri uygulanabilecektir.

7. KAYNAKLAR

- [1] Tarım Özel İhtisas Komisyonu, Tarım Arazilerinin Sürdürülebilir Kullanımı Çalışma Grubu Raporu, *Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018*, Ankara, 79 sayfa, (2014).
- [2] Yomralıoğlu, T. ve Çete, M. “Türkiye İçin Sürdürülebilir Bir Arazi Politikası İhtiyacı”, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı(28 Mart-1 Nisan 2005)*, Ankara, (2005).
- [3] Güçdemir, İ. ve Sönmez, B. “Toprak Analizi Yapmanın Önemi”, *Tarım Türk Dergisi*, 12, 28-30, Ankara, (2008).
- [4] Çakmak, B., Gökalp, Z. ve Taş, İ. “Yeraltı Su Kaynaklarının Tarımda Kullanımının Değerlendirilmesi”, *Konya Kapalı Havzası Yeraltısu ve Kuraklık Konferansı(11-12 Eylül 2008)*, Bildiri Kitabı, Çevre ve Orman Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, IV.Bölge Müdürlüğü, 222-229, Konya, (2008).
- [5] Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, *Denizli İli Tarımsal Yatırım Rehberi*, Ankara, 34 sayfa, (2015).
- [6] Haktanır, K. ve Arcak, S., *Çevre Kirliliği*, Ankara Üni. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Ankara Üni. Yayın No: 1503, Ders kitabı:457, (1998).
- [7] Şekeroğlu, A. ve Akmaz, Y., “Karayollarından Uzaklığın Yumurta Ağır Metal İçeriklerine Etkisi”, *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 24 (2), 103-107, (2009).
- [8] Şenoğlu, S. “Avrupa Birliği-Türkiye Çevre Politikaları Oluşum Süreci ve Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü(IPPC) Direktifinin İncelenmesi(Tekstil Endüstrisi Örneği)”, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, 106 sayfa, (2006).
- [9] Yalçın, M. “Çevresel Kirlilik Şartlarının Bentonit Kilinin Şişme/Büzülme Özelliklerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir, 97 sayfa, (1997).

- [10] Öztürk, Z. “Ulaştırma Sistemlerinin Çevresel Boyutu”, *II. Ulusal Kentsel Altyapı Sempozyumu*, İstanbul, 117-131, (1999).
- [11] Mulligan, C.N., Yong, R.N. and Gibbs, B.F., “ On the use of biosurfactans for the removal of heavy metals from oil-contaminated soil”, *Environmental Progress*, 18(1), 50-54, (1999).
- [12] Okcu, M., Tozlu, E., Kumlay, A.M. ve Pehlivan, M., “Ağır metallerin bitkiler üzerine etkileri”, *Alinteri*, 17 (B), 14-26, (2009).
- [13] Öktüren Asri, F., ve Sönmez, S., “Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri”, *Derim Dergisi*, (2007).
- [14] Reimann, C. and Caritat, P., *Chemical Elements in the Environment*, New York, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 397 sayfa (1998).
- [15] Ulutaş, G.H., “Çeşitli Numunelerde Vanadyum Tayini”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kimya anabilim Dalı, Denizli, 46 sayfa, (2007).
- [16] V-Vanadium, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/V.pdf>, (27.12.2017).
- [17] Cr-Chrome, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Cr.pdf>, (27.12.2017).
- [18] Co-Cobalt, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Co.pdf>, (.12.2017).
- [19] Ni-Nickel, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Ni.pdf>, (27.12.2017).
- [20] Arslan, O. “Bakır Sektör Profili”, *İstanbul Ticaret Odası, KOBİ ar-ge Şubesi*, İstanbul, 13 sayfa, (2006).
- [21] Yücesoy, M. and Ergin, M., “Heavy Metal Geochemistry of Surface Sediments from the Southern Black Sea Shelf and Upper Slope”, *Chem. Geol.*, 99, 265-87, (1992).
- [22] Cu-Copper, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Cu.pdf>, (27.12.2017).

- [23] Ergin, M., Saydam, C., Baştürk, Ö., Erdem, E. and Yörük, R., “Heavy Metal Concentrations in Surface Sediments from the two Coastal Inlets (Golden Horn Estuary and İzmit (Bay) of the Northeastern Sea of Marmara”, *Chem. Geol.*, 91, 269- 85, (1991).
- [24] Çağlarırnak, N. ve Hepçimen , A.Z., “Ağır Metal Toprak Kirliliğinin Gıda Zinciri ve İnsan Sağlığına Etkileri”, *Akademik Gıda*, 8 (2), 31-35, (2010).
- [25] Şener, Ş., “Ağır Metallerin Çevresel Etkileri”, *SDÜ Çevre İçin Jeoloji Dergisi*, 33-35, (2015).
- [26] Ölgün. M.K. ve Gür, F., “Yatağan Termik Santrali Çevresinden Toplanan Likenlerde (*Xanthoria parietina*) Saptanan Ağır Metal Kirliliğinin Coğrafi Dağılışı ”, *Türk Coğrafya Dergisi*, 57, 43-54, (2012).
- [27] Zn-Zinc, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Zn.pdf>, (27.12.2017).
- [28] Başkaya, H.S. ve Teksoy, A. “Topraklarda Ağır Metaller ve Ağır Metal Kirliliği”, *I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu*, 763-771, Bursa, (1997).
- [29] TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu), *Sürdürülebilir Kalkınma ve Nükleer Enerji*, Ankara, (2000).
- [30] Demir, M., *Analitik Kimya Uygulaması*, Nitel Analiz Laboratuvar Kitabı, MEB, Ankara, 253 sayfa, (2000).
- [31] As-Arsenic, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/As.pdf>, (27.12.2017).
- [32] Se-Selenium, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Se.pdf>, (27.12.2017).
- [33] Jeolojik Toprak Haritası, [online] http://www.mta.gov.tr/v2.0/default.php?id=maden_kullanım, (17.02.2015).
- [34] Mo-Molybdenum, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Mo.pdf>, (27.12.2017).
- [35] Vural, H., “Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler” ,*Çevre Dergisi*, 8, 3-8, (1993).
- [36] Resmi Gazete, “Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü ile Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği”, 28837, (30.11.2013).

- [37] Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, *Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007–2013)*, , (2006).
- [38] Kruger, E.L., Anderson T.A. and Coats, J.R. “ Phytoremediation of soil and water contaminants” Washington, DC, *American Chemical Society*, 177-185, (1997).
- [39] Carman, E.P. Crossman, T.L. and Gatliff, E.G., “Phytoremediation of no. 2 fuel oil- contaminated soil”, *Journal of Soil Contamination*, 7, 455-466, (1998).
- [40] Cd-Cadmium, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Cd.pdf>, (27.12.2017).
- [41] Yalçın, E., Maraş, M. ve Çavuşoğlu, K., “Kursun ve civa ağır metal iyonlarının albino farelerde canlı ağırlık ve serum alkale fosfataz düzeyi üzerine etkisi”, *BAÜ FBE Dergisi*, 9 (1), 61-67, (2007).
- [42] Şanlı, C., Hızıl, S. ve Albayrak, M., “Kurşun ve Çocuk Sağlığı”, *Sted*, 14 (4), 70-75, (2005).
- [43] Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. “Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri”, Çevre Bakanlığı, ÇKÖK Gn. Md., *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası)*, 7-24, Ankara, (2000).
- [44] Hg-Mercury, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Hg.pdf>, (27.12.2017).
- [45] UAEA(Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu), "Utilisation of Thorium Fuel, Options in Emerging Nuclear Energy Systems", *Teknik Komite Toplantısı*, Viyana, (1999).
- [46] Alkaya, B. Ve Yıldırım, M., “Taşıt Kaynaklı Kirlenmelerin Azaltılma Yöntemleri”, *Balıkesir Ü. Mimarlık Mühendislik Fak. Ekoloji Çevre Dergisi*, 9 (34), 15-20, (2000).
- [47] Prasad, M.N.V. and Freitas, H.M., “Metal hyperaccumulation in plants - Biodiversity prospecting forphytoremediation technology”, *Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Vol.6 No.3, Issue of December 15*, 285-321, (2003).
- [48] Türkan, İ., “İzmir İli Şehir Merkezi ve Çevre Karayolları Kenarında Yetişen Bitkilerde Kurşun Kirlenmesinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Bölümü*, İzmir, 11-31, (1982).

- [49] Pb-Lead, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Pb.pdf>, (27.12.2017).
- [50] Doyranlı, B. “Dünyada ve Ülkemizde Uranyum ve Toryum Rezervleri ve Nükleer Reaktör Endüstrisi”, Makine Mühendisleri Odası, *Mühendis ve Makine*, 22(260), 5-19, (1978).
- [51] U-Uranium, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/U.pdf>, (27.12.2017).
- [52] Atılgan, İ., “Nükleer Enerji, Toryum Elementi ve Türkiye İçin Önemi”, Gazi Üniversitesi, Müh. Ve Mim. Fak., Makine Mühendisliği Bölümü, *E-dergi*, 59, 1-7, (2002).
- [53] Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö ve Çobanoğlu, D., “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, (2004).
- [54] Fergusson, J.E., *The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects*, Oxford, England, Pergamon Press, 614 sayfa, (1990).
- [55] AQEC Report, “Nitrogen Dioxide in the United Kingdom Air”, *Quality Expert Group for the Department for Environment, Food and Rural Affairs; Scottish Executive; Welsh Assembly Government; and Department of the Environment in Northern Ireland*, (2004).
- [56] Th-Thorium, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Th.pdf>, (27.12.2017).
- [57] Siegel, F.R., *Environmental Geochemistry of Potentially Toxic Metals*, New York, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 193 sayfa (2002).
- [58] Mn-Manganese, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Mn.pdf>, (27.12.2017).
- [59] Cunningham, S.D.; Berti, W.R. and Huang, J.W., “Phytoremediation of contaminated soils”, *Trends in Biotechnology*, 13 (9), 393-397, (1995).
- [60] İbret, B.Ü. Ve Aydınözü, D. “Şehirleşmede Yanlış Yer Seçiminin Hava Kirliliği Üzerine Olan Etkisine Bir Örnek: Kastamonu Şehri”, İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, *Coğrafya dergisi*, 18, 71-88, İstanbul, (2009).

- [61] Ay, S., *Ulaştırma Sistemlerinin Çevresel Etkileri*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma A.B.D., İstanbul, (2005).
- [62] Fe-İron, [online], <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Fe.pdf>, (27.12.2017).
- [63] Kılıç, T., Bozkurt, T., Mamalı, C., Ünal, G., Gümüş, A., Şentürk, H., Solak, Z. Ve Karataş, Ö. “Motorlu Taşıtlar ve Adapazarı’nda Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Emisyonların Envanterlenmesi”, *Sakarya Üniversitesi Bitirme Tezi*, (2007).
- [64] Çelik, V. Ve Oral, E. “Hidrojen Yakıtlı Motor Teknolojisi”, Kırıkkale Üniversitesi, *Mühendis ve Makine dergisi*, 540, (2006).
- [65] İnan, H.F., Kurt, Z. ve Kubilay, İ., *Temel İlk Yardım Uygulamaları Eğitim Kitabı*, Sağlık Bakanlığı Acil Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Eğitim ve Projeler Daire Başkanlığı, Ankara, 59 sayfa, (2011).
- [66] Batmaz, İ. “Buji Ateşlemeli Motorlarda Yakıtı Hidrojen İlavesinin Motor Performansına ve Egzoz Emisyonlarına Etkisinin Deneysel Analizi”, Gazi Üniversitesi, *Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi dergisi*, 22(1), 137-147, (2007).
- [67] Dönmez, D., Semercioğlu, H., Cömert, Ö.M. ve Üzmez, G. “Dizel Motor ile Çalışan Belediye Otobüslerinin İncelenmesi ve Emisyon Envanterlenmesi”, Bitirme Tezi, *Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği*, Sakarya, 60 sayfa, (2009).
- [68] Çeviköz, B.M. “Alternatif Motor Yakıtları ve LPG’nin Motor Yakıtı Olarak Benzinle Deneysel Olarak Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (1996).
- [69] Özdemir, F. “Türkiye Geneline Küçük Dioksit ve Partiküler Madde Dağılımlarının Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 130 sayfa, (2008).
- [70] Görgülü, A. “Hidrojenin Yakıt Olarak İçten Yanmalı Motorlarda Kullanımı ve Diğer Yakıtlarla Mukayesesi”, Doktora Tezi, *Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir, 238 sayfa, (1994).
- [71] Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., *Toprak Kirliliği*, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No:40, ISBN:975-8088-42-4, Ankara, (1997)

- [72] Raskin, I., Smith, R.D. and Salt, D.E., “Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environment”, *Current Opinion in Biotechnology*, 8, 221–226, (1997).
- [73] Karakaş, Z., Karakaş, Ö. and Varol, B., “Sazak-Biçer (Sivrihisar KD’su) Civarı Neojen (miyosen-pliyosen) Göl Basenindeki Kil Taşlarının Mineralojik İncelenmesi”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 50 (2), 13 sayfa, (2007).
- [74] Temelci F. E. “Taşıtlarda Alternatif Yakıt Olarak Hidrojen Kullanımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makine Mühendisliği, İstanbul, 60 sayfa, (2000).
- [75] Ertürk, B., “Rullman Seminer Notları”, Makine Mühendisleri Odası, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 22(260), 19-22, (1978).
- [76] Yayla, N., *Karayolu Mühendisliği*, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul, 285 sayfa, (2008)
- [77] Kocaer, F.O. and Başkaya, H.S., “Metallerle Kirlenmiş Toprakların Temizlenmesinde Uygulanan Teknolojiler”, Uludağ Ü., *Mühendislik-Mimarlık Fak. Dergisi*, 8 (1), 121-131, (2003).
- [78] Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., “Metallerin Çevresel Etkileri –I”, İTÜ, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, [online], http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf, (13.05.2007).
- [79] Karataş, M., Güler, E., Dursun, Ş., Özdemir, C. ve Argun, M.E., “Konya Ana Tahliye Kanalının Çengilli Bölgesi Tarım Topraklarında ve Buğdayda Cu, Cr, Ni ve Pb Derişimlerinin Belirlenmesi” , *SÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 29, 91-99, (2007).
- [80] Baş, A.L. ve Demet, Ö., “Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller”, *Ekoloji Dergisi*, 5, 42-46, (1992).
- [81] Sezgin, N., Ozcan, H.K., Demir, G., Nemlioğlu, S. Ve Bayat, C., “Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway”, *Environment International*, 29, 979–985, (2003).
- [82] Yıldız, N., “Toprak Kirleticiler Bazı Ağır Metallerin (Zn, Cu, Cd, Pb, Co ve Ni) Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler”, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 32 (2), 207-213, (2001).

- [83] Kartal, G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö. ve Timur, S., “Metallerin Çevresel Etkileri –II”, İTÜ, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, [online], http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf, (13.05.2007).
- [84] Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G. ve Timur, S., “Metallerin Çevresel Etkileri –III”, İTÜ, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, [online], http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf, (13.05.2007).
- [85] Kınalıoğlu, K., Çavuşoğlu, K., Yapar, K., Türkmen, Z., Yalçın, E., Şengül, B. ve Duyar, Ö., “Taşıtların Sebep Olduğu Kurşun Kirliliğinin Usnea Longissima Acharius Kullanılarak Araştırılması”, *SDÜ Fen Dergisi (E-dergi)*, 4(2), 129-135, (2009).
- [86] Türkan, İ. “İzmir İli Şehir Merkezi ve Çevre Karayolları Kenarında Yetişen Bitkilerde Kurşun Kirlenmesinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi, FBE Biyoloji Bölümü*, 18-32, (1982).
- [87] Sesli, M. “Soma İlçesinde Yol Kenarlarında Yetişen Tütünlerde Kurşun Miktarlarının Araştırılması”, *Celal Bayar Üniversitesi BAP*, (2002).
- [88] Çevre ve Orman Bakanlığı, *Türkiye Çevre Atlası*, Çed ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Daire Başkanlığı, Ankara, 472 sayfa, (2004).
- [89] İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, *İlçe ve Köy Envanterleri ve İstatistik bilgileri arşivi*, Denizli, (2015)
- [90] Tekin, A., *Temel İstatistik Dersleri*, ISBN: 9786054392650, Ankara, 212 sayfa, (2012).

8. ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Ece ATİLLA

Doğum Yeri ve Tarihi: Nazilli-19/10/1986

Lisans Üniversitesi: Yıldız Teknik Üniversitesi

Elektronik Posta: eceatilla@hotmail.com

İletişim Adresi: Pelitlibağ Mah. İstiklal Cad. Ceyhan Apt. No:131 Kat:3
Pamukkale/DENİZLİ

Konferans Listesi: **Ece Atilla**, Soner Haldenbilen, Tamer Koralay “Denizli
İlinde Tarım Arazilerinde Ulaşım Kaynaklı Kirlenme”, 12.Ulaştırma
Kongresi, 24-26 Mayıs 2017, Adana