

T.C.  
SİİRT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YOL KENARI BAHÇELERİNDE YETİŞTİRİLEN ZİVZİK NARINDA (*Punica granatum L.*) AĞIR METAL DURUMUNUN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şeyma DEMİRHAN AYDIN  
(133106002)

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mine PAKYÜREK

Ortak Danışman: Yrd. Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU

Aralık-2017  
SİİRT

## TEZ KABUL VE ONAYI

Şeyma DEMİRHAN AYDIN tarafından hazırlanan "Yol Kenarı Bahçelerinde Yetiştirilen Zivzik Narında (*Punica granatum* L.) Ağır Metal Durumunun Belirlenmesi" adlı tez çalışması 21/11/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Prof. Dr. Füsun GÜLSER

#### Danışman

Yrd. Doç. Dr. Mine PAKYÜREK

#### Üye

Yrd. Doç. Dr. Arzu ÇIĞ

### İmza

F. Gülseser

M. Pakyürek

A. Çığ

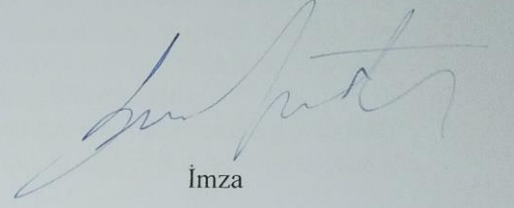
Yukarıdaki sonucu onaylıyorum.

Doç. Dr. Koray ÖZRENK  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması, Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2015-SİÜFEB20 nolu proje ile desteklenmiştir.

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



İmza

Şeyma DEMİRHAN AYDIN

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖNSÖZ

Özellikle gelişen sanayinin ve modern hayat kazanımlarının, doğada ve ekosistemlerde oluşan yan etkileri gün geçtikçe kendini daha çok hissettirmektedir. Modern hayatın en önemli vasıfları olarak sayılabilecek erişilebilirlik ve ulaşımın doğurduğu bir kavram olan trafik, bir girdi ve çıktı ilişkisi ile çalışan araçlarla gün geçtikçe yoğunlaşmaktadır. Bu ilişkinin girdi kısmında yoğun olarak fosil kaynaklı yakıtlar kullanılmakta olup, çıktı olarak oluşan enerjinin yanında, bu tepkimeler sonucunda kullanılmayan maddeler ise egzoz adı verilerek dışarı atılmaktadır. Egzoz olarak atılan maddelerin arasında bulunan bazı metaller ise canlılarda birikebilmekte, bu birikimlerin belirli oranları aşması halinde ise bu metaller zararlı etkiler oluşturabilmektedir. Bitki beslenmesinin de temel elementleri arasında sayılan bu metallerin, fazla birikimi hallerinde bitkilere ve dolayısıyla diğer canlılara zarar verme potansiyelleri oluşarak, ağır metaller olarak adlandırıldığı bilinmektedir.

Bu çalışmada ağır metallerin oluşum koşullarından biri olan trafikten kaynaklı egzoz gazlarının, yola olan mesafeye göre Zivzik narındaki ağır metal birikimine etkisi araştırılmıştır.

Çalışmalarım süresince katkı ve desteklerini her an sunan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mine PAKYÜREK'e, tezimin istatistik analizlerini yapan Yrd. Doç. Dr. Nazire MİKAIL hocama, yardımlarıyla tezime katkıda bulunan Yrd. Doç. Dr. Ferit Sönmez ve Yrd. Doç. Dr. Arzu ÇIĞ hocalarıma, laboratuvar analizleri için Uzm. Ümit ÇALIŞIR'a, tecrübeleriyle sunduğu katkılarından dolayı Doç. Dr. Selçuk TUNİK'e teşekkür ederim.

Tezimde kullandığım bitki örneklerini temin ederken fazlaca yorduğum sevgili babam Memduh DEMİRHAN'a, verdiği emekleriyle ve gösterdiği sabırla sevgili annem Arzu DEMİRHAN'a, en yorgun olduğum anlarda gülücükleri ile bana enerji veren biricik oğlum Mahmut Mirhan'a ve her an her konuda olduğu gibi bu çalışma süresince de yanımda olup, her türlü desteği, özverisi ve varlığı ile beni yalnız bırakmayan çok kıymetli eşim Kemal AYDIN'a teşekkürlerimi sunarım.

Şeyma DEMİRHAN AYDIN  
Siirt-2017

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
TABLolar LİSTESİ .....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
SİMGELER LİSTESİ .....	vii
ÖZET .....	viii
ABSTRACT.....	ix
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>5</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>9</b>
3.1. Materyal .....	9
3.2. Yöntem .....	10
3.2.1. Bitki örneklerinin toplanması .....	10
3.2.1. Numunelerin analize hazırlanması.....	11
3.2.2. İstatistiksel analiz yöntemi.....	12
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>13</b>
4.1. Meyve örneklerinin analiz sonuçları.....	13
4.1.1. Pirinçli köyü.....	13
4.1.2. Kapılı köyü .....	19
4.2. Yaprak örneklerinin analiz sonuçları .....	25
4.2.1. Pirinçli köyü.....	25
4.2.2. Kapılı köyü .....	28
4.3. Yol kenarından 0, 50, 100 m mesafelerde alınan meyve ve yaprak örneklerinde ağır metal içeriği .....	32
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>37</b>
5.1. Sonuçlar .....	37
5.2. Öneriler .....	38
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>39</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>43</b>

## TABLULAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 4.1.</b> Pirinçli Köyü meyve örneklerinden elde edilen varyans analizi sonuçları.....	13
<b>Tablo 4.2.</b> Pirinçli Köyü yola olan mesafeye göre meyvedeki elementlerin tanımlayıcı istatistikleri.....	13
<b>Tablo 4.3.</b> Kapılı Köyü meyve örneklerinden elde edilen varyans analizi sonuçları.....	19
<b>Tablo 4.4.</b> Kapılı Köyü yola olan mesafeye göre meyvedeki elementlerin tanımlayıcı istatistikleri.....	20
<b>Tablo 4.5.</b> Meyve örneklerinden elde edilen element miktarları arasındaki korelasyon matrisi.....	25
<b>Tablo 4.6.</b> Pirinçli Köyü yaprak örneklerinden elde edilen varyans analizi sonuçları.....	25
<b>Tablo 4.7.</b> Pirinçli Köyü yola olan mesafeye göre yaprak elementlerin tanımlayıcı istatistikleri.....	26
<b>Tablo 4.8.</b> Kapılı Köyü yaprak örneklerinden elde edilen varyans analizi sonuçları.....	28
<b>Tablo 4.9.</b> Kapılı Köyü yola olan mesafeye göre yapraktaki elementlerin tanımlayıcı istatistikleri.....	29
<b>Tablo 4.10.</b> Yaprak örneklerinden elde edilen element miktarları arasındaki korelasyon matrisi.....	31

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Şekil 3.1.</b> Kapılı Köyü uydu fotoğrafı (Anonim, 2017).....	9
<b>Şekil 3.2.</b> Pirinçli Köyü uydu fotoğrafı (Anonim, 2017) .....	10
<b>Şekil 3.3.</b> Pirinçli Köyü yol kenarı bahçe fotoğrafı.....	11
<b>Şekil 4.1.</b> Pirinçli Köyü meyve örneklerinde Co İçeriği .....	15
<b>Şekil 4.2.</b> Pirinçli Köyü meyve örneklerinde Ni İçeriği .....	16
<b>Şekil 4.3.</b> Yol kenarına 0 m mesafeden alınan meyve örneklerinin ağır metal içerikleri (%).....	32
<b>Şekil 4.4.</b> Yol kenarına 50 m mesafeden alınan meyve örneklerinin ağır metal içerikleri (%).....	33
<b>Şekil 4.5.</b> Yol kenarına 100 m mesafede alınan meyve örneklerinin ağır metal içerikleri (%).....	33
<b>Şekil 4.6.</b> Yol kenarına 0 m mesafede alınan yaprak örneklerinin ağır metal içerikleri (%).....	34
<b>Şekil 4.7.</b> Yol kenarına 50 m mesafede alınan yaprak örneklerinin ağır metal içerikleri (%).....	34
<b>Şekil 4.8.</b> Yol kenarına 100 m mesafede alınan yaprak örneklerinin ağır metal içerikleri (%).....	35

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>Cd</b>	: Kadmiyum
<b>Co</b>	: Kobalt
<b>Cr</b>	: Krom
<b>Ni</b>	: Nikel
<b>Pb</b>	: Kurşun
<b>Hg</b>	: Civa
<b>Cu</b>	: Bakır
<b>Zn</b>	: Çinko
<b>Fe</b>	: Demir
<b>Be</b>	: Berilyum
<b>Mn</b>	: Mangan
<b>C</b>	: Karbon
<b>N</b>	: Azot
<b>H</b>	: Hidrojen
<b>P</b>	: Fosfor
<b>K</b>	: Potasyum
<b>S</b>	: Kükürt
<b>Ca</b>	: Kalsiyum
<b>O</b>	: Oksijen
<b>Cl</b>	: Klor
<b>B</b>	: Bor
<b>Mo</b>	: Molibden
<b>Al</b>	: Alüminyum
<b>Na</b>	: Sodyum
<b>Si</b>	: Silisyum
<b>V</b>	: Vanadyum
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>ml</b>	: Mililitre
<b>g</b>	: Gram
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>cm<sup>3</sup></b>	: Santimetreküp
<b>m</b>	: Metre
<b>ICP MS</b>	: Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer
<b>ppm</b>	: Parts per million
<b>PK</b>	: Pirinçli Köyü
<b>KK</b>	: Kapılı Köyü

## SİMGELER LİSTESİ

<b>µg</b>	: Mikrogram
<b>°C</b>	: Santigrad Derece
<b>α</b>	: Alfa



## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### **YOL KENARI BAHÇELERİNDE YETİŞTİRİLEN ZİVZİK NARINDA (*Punica granatum* L.) AĞIR METAL DURUMUNUN BELİRLENMESİ**

**Şeyma DEMİRHAN AYDIN**  
(133106002)

**Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mine PAKYÜREK**  
**Ortak Danışman: Yrd. Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU**  
**2017,42 Sayfa**

İnsanlık tarihinin en büyük dönüm noktalarından biri olan sanayi devrimi, tüm sektörlerde olduğu gibi tarım sektöründe de önemli gelişmelere neden olmuştur. Ancak, bu sürecin doğrudan veya dolaylı olumsuz etkileri de göz ardı edilmemelidir. Gelişen dünyada tarım endüstrisinde kullanılan her türlü fosil yakıtları, egzoz atıkları, gündelik hayatın içindeki tüketim atıkları, sanayi atıkları gibi tüm atıklar ile tarım ilaçları, gübreler ve kontrolsüz girdi kullanımları ekolojik sistemi olumsuz olarak etkilemektedir. Bu çalışma Siirt ili, Şirvan ilçesi Pirinçli ve Kapılı köylerinde yetiştirilen Zivzik narında (*Punica granatum* L.) ağır metal birikimini belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Çalışmada; karayoluna 0, 50, 100 m mesafelerde bulunan ağaçlardan alınan yaprak ve meyve örnekleri incelenmiştir. Çalışma sonunda araştırma alanlarının yol kenarından iç bölgelere doğru ağır metal kirliliğinden etkilenip etkilenmediği ve olası etkileşimin incelenen numunelerdeki miktarı araştırılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen en düşük ve en yüksek değerler Co, Ni, Cd, Pb ve Cr için sırasıyla; Pirinçli köyü meyve analiz sonuçlarına göre; 0,082-0,238 mg kg<sup>-1</sup>, 1,160-1,559 mg kg<sup>-1</sup>, 0,087-0,179 mg kg<sup>-1</sup>, 0,326-0,449 mg kg<sup>-1</sup> ve 0,606-1,054 mg kg<sup>-1</sup> iken Kapılı köyü meyve analiz sonuçlarına göre ise; 0,085-0,137 mg kg<sup>-1</sup>, 1,042-1,123 mg kg<sup>-1</sup>, 0,037-0,076 mg kg<sup>-1</sup>, 0,277-0,520 mg kg<sup>-1</sup> ve 0,762-0,932 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Pirinçli köyü yaprak analiz sonuçlarına göre; 0,191-0,227 mg kg<sup>-1</sup>, 2,201-3,547 mg kg<sup>-1</sup>, 0,051-0,098 mg kg<sup>-1</sup>, 0,535-0,749 mg kg<sup>-1</sup> ve 1,444-2,017 mg kg<sup>-1</sup> iken Kapılı köyü yaprak analiz sonuçlarına göre ise; 0,213-0,217 mg kg<sup>-1</sup>, 2,160-2,511 mg kg<sup>-1</sup>, 0,058-0,114 mg kg<sup>-1</sup>, 0,579-0,676 mg kg<sup>-1</sup> ve 1,688-1,518 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Yapılan meyve analiz sonuçlarına göre; Pirinçli köyünde Co, Ni, Cr elementlerinin değerleri istatistiksel olarak önemli seviyede olduğu tespit edilirken, yaprak analizine göre sadece Ni değeri önemli seviyede bulunmuştur. Kapılı köyünde ise her iki analizde de elementlerin değeri istatistiksel olarak önemli seviyede bulunmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** ağır metal, bitki, karayolu, kirlilik, nar, yol kenarı, trafik.

## ABSTRACT

### MASTER THESIS

# DETERMINATION OF THE HEAVY METAL SITUATION IN ZIVZİK POMEGRANATE (*Punica Granatum L.*) PRODUCED IN THE ROAD SIDE GARDENS

Şeyma DEMİRHAN AYDIN

The Graduate School of Natural and Applied Science of Siirt University  
Department of Horticulture

Adviser: Yrd. Doç. Dr. Mine PAKYÜREK  
Co-Adviser: Yrd. Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU  
2017, 42 Pages

The industrial revolution, one of the greatest turning points in human history, has caused important developments in the agricultural sector as well as in all sectors. However, the direct or indirect adverse effects of this process should not be overlooked. In the developing world, all kinds of waste such as fossil fuels, exhaust wastes, consumption wastes in everyday life, industrial wastes, agricultural chemicals, fertilizers and uncontrolled use of inputs are negatively affecting the ecological system. This study was carried out with the aim of determining the accumulation of heavy metals in Zivzik pomegranate (*Punica granatum L.*) grown in Pirinçli and Kapılı villages of Sirvan district in Siirt province. In the study; leaf and fruit samples taken from the trees at 0, 50, 100 m distance to the highway were examined. At the end of the study, it was determined whether the research areas were affected by environmental pollution from the roadside to the inner zone, and the possible interaction was determined in the studied samples. Respectively for Co, Ni, Cd, Pb and Cr the lowest and highest values obtained for the analyzes are, while according to fruit analysis results of Pirinçli village; 0,082-0,238 mg kg<sup>-1</sup>, 1,160-1,559 mg kg<sup>-1</sup>, 0,087-0,179 mg kg<sup>-1</sup>, 0,326-0,449 mg kg<sup>-1</sup> and 0,606-1,054 mg kg<sup>-1</sup>, also according to the results of the fruit analysis of Kapılı; 0,191-0,227 mg kg<sup>-1</sup>, 2,160-3,547 mg kg<sup>-1</sup>, 0,051-0,114 mg kg<sup>-1</sup>, 0,535-0,749 mg kg<sup>-1</sup> and 1,444-2,017 mg kg<sup>-1</sup>. While according to Pirinçli village leaf analysis results are; 0,191-0,227 mg kg<sup>-1</sup>, 2,201-3,547 mg kg<sup>-1</sup>, 0,051-0,098 mg kg<sup>-1</sup>, 0,535-0,749 mg kg<sup>-1</sup> and 1,444-2,017 mg kg<sup>-1</sup>, according to Kapılı village leaf analysis results are have been detected as; 0,213-0,217 mg kg<sup>-1</sup>, 2,160-2,511 mg kg<sup>-1</sup>, 0,058-0,114 mg kg<sup>-1</sup>, 0,579-0,676 mg kg<sup>-1</sup> and 1,688-1,518 mg kg<sup>-1</sup>. While according to fruit analysis results; The values of Co, Ni, Cr elements were found to be at statistically significant levels in the Pirinçli village, according to the leaf analysis, only the Ni value was found at a significant level. In the Kapılı village, the value of the elements in both analyzes was not found at a statistically significant level.

**Key Words:** heavy metal, plant, highway, pollution, pomagranate, roadside, motorrized traffic.



## 1. GİRİŞ

Ağır metal, yoğunluğu 5 g/cm<sup>3</sup>' ten büyük olan veya atom ağırlığı 50 ve daha büyük olan elementlere denir. Ağır metallerin toksik özellikleri üzerine araştırmalar son 20-25 yıldır aktif bir şekilde devam etmektedir. Hemen hemen tüm metaller belirli bir miktarın üzerinde alındıklarında toksik etki oluşturur. Hatta metallerin büyük bir kısmı, çok düşük derişimlerde bile toksik etki oluşturdukları için sağlık ve çevre açısından çok önemlidir. Bazı ağır metaller; arsenik (As), kurşun (Pb), civa (Hg), demir (Fe), kadmiyum (Cd), krom (Cr), kobalt (Co), nikel (Ni), berilyum (Be), bakır (Cu) ve mangan (Mn)'dır (Denizli, 2008). Otoyollardaki yoğun araç trafiği otoyol kenarlarındaki tarım topraklarını ağır metal kirliliği bakımından önemli ölçüde etkilemektedir. Bu tip tarım arazilerinde özellikle Cd, Pb ve Ni kirliliğinin önemli düzeyde arttığı bilinmektedir (Hakerler ve ark., 1995; Sarı, 2009). Bitkilerdeki ağır metallerin derişiminde, mevsimlik bir değişiklik gözlenir. Örneğin, bitkilerdeki kurşun seviyeleri sonbahar ve kış mevsimlerinde bir artış göstermektedir. Buna neden olarak kışın bitkisel maddelerin kaybı, yaşlı yaprakların genç yapraklardan daha kolaylıkla kurşun aerosolünü almaları, aerosollerin depolanması için daha elverişli durum olan rüzgar hızının azalması ve mevsim ile değişen yağışın miktarı ve şiddeti gibi bir çok sebep vardır (Fergusson, 1990). Topraktaki ağır metallerin derişimlerinin, bitkilerdeki ağır metallerin derişimleri üzerine belirli etkileri vardır. Bütün ağır metallerin topraktaki seviyeleri arttıkça, bitkilerdeki derişimlerinde de artış görülmüştür (Fergusson, 1990). Ağır metaller bitki dokularında uniform dağılmazlar. Genellikle, vejetatif kısımlara göre tohum veya danelerin metal içerikleri düşüktür. Özellikle dane veren bitkilerde ağır metallerin olumsuz etkisi, yapraksı yem ve çayır bitkilerine göre azdır. Örneğin; atık çamur uygulanmış toprakta yetişen mısırın farklı kısımlarında Cd ve Zn dağılımının en çoktan en aza doğru yaprak-gövde-kabuk-dane şeklinde olduğu bulunmuştur. Ağaçlarda bu sıra genel olarak kök-yaprak-dal-gövde şeklindedir. Çeşitli vejetatif dokulardaki dağılımın ise ksilem taşınımının bir özelliği olduğu ve özgün bir dokuda (gövdeler hariç) bir elementin son derişiminin transpirasyonla su kaybına ve bu işlemin sürecine bağlı olduğu ortaya konmuştur (Öztürk ve ark., 1992).

Nar (*Punica granatum* L.) genel olarak tropik ve subtropik bölgelerde yetişen, Punicaceae ailesinden çok yıllık bir bitkidir (Alper, 2001). Bu ailenin iki üyesinden biri olan *Punica granatum*, dünyanın çeşitli yerlerinde yetişirken; diğer üye olan *Punica*

*protopunica* sadece Yemen'in Socotra Adası'nda yetişen endemik bir tür olarak karşımıza çıkmaktadır (Lansky ve Newman, 2007). Narın anavatanı olan Kapadokya ve Ortadoğu'da bu meyve türü binlerce yıldır üretilip tüketilmektedir. Üretim ve tüketimi gerek Türkiye'de gerekse dünyada her geçen gün artan nar, her ne kadar tropik ve subtropik bir meyve olarak kabul görse de, ılıman ve sıcak iklimlerde de sınırlı bir şekilde dahi olsa yetiştirilmektedir (Zarei ve ark., 2011). Ülkemizin nar üretimine en uygun bölgeleri Akdeniz Bölgesi, Ege Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi olarak sıralanabilir. 1000 m rakımlı dağlık yerlerden, kıyı şeritlerine kadar yetişebilen nar, hem kapama bahçelerde hem de diğer bitkilerle karışık olarak yetiştirilmektedir. Artan talebe bağlı olarak üretim sahaları gün geçtikçe artmaktadır (Özgüven ve Yılmaz, 2000). Ülkemizde nar üretimi 2002 yılında 60.000 ton iken, 2016 yılında 465.200 tona ulaşmıştır (Anonim, 2017). Ülkemizde eski zamanlardan beri yetiştirilen nar (*Punica granatum* L.), geleneksel meyvelerimiz arasında yer almaktadır. Nisan-haziran ayları arasında çiçeklenmeye başlayan narın, çiçeklenme periyodu yaklaşık olarak 1- 1,5 ay olarak sürerken, ağustos ayının son günlerinden kasım ayının ortalarına kadar meyve olgunlaşmasını tamamladığı bilinmektedir. Rüzgar ve böceklerin etkisiyle tozlanan nar çift eşeyli bitkiler sınıfına girmektedir. Olgunluğa ulaşıncaya meyve hasadı başlar. Tam olgunlaşmış narlar parlak, alacalı sarı kırmızı renklerde (Kulkarni ve Aradhya, 2005). Nar 5-14 cm çapları arasında, küresel üstlerde basık irice bir meyve vermektedir. İçi daneli yapıda tohumla dolu olup, dış kabuğu çeşitli renklerde, genelde alacalı ve 1-5 mm kalınlığında bir yapıya sahiptir. Narın içinde bulunan tohumlar aynı zamanda meyvenin yenen kısmı olup kabuğa bağlı zar şeklindeki uzantılarla birbirinden ayrılmaktadırlar. Bu zarlar meyve içinde odacıklar oluştururken, odacıkları ayıran zar kısmındaki kabuk, alt ve üst kısımdaki kabuktan daha incedir. Bu daha kalın olan kısımlara daneler yerleşmiş durumdadır. Daneler genelde içte sert tohum, pulp ve çok ince bir zardan oluşmaktadır. Danelerin renkleri beyaz, sarı, pembe, kırmızı, mor gibi renklerde çeşitlilik göstermektedir (Yılmaz, 2005). Nar meyvesinin istenen olgunluğa erişmesi için en önemli etkenlerden birisi de uzun ve sıcak geçen yaz mevsimidir. -10 °C' ye kadar dayanabilen narın, kuraklığa ve bulunduğu topraktaki yüksek tuz oranına da dayanım gösterdiği bilinmektedir. Fidan dikiminden 3 yıl kadar sonra ürün alınabilen narın, yetişkin ağaçları ise yıllık ortalama 150 kg civarı ürün vermektedir (Temiz, 2009). Bütün halde bir nar meyvesinin ağırlıkça neredeyse % 52'sini yenilebilir kısmı

oluşturmaktadır. Bu yenilebilir kısmın ise % 78'i nar suyundan, % 22'lik kısmı ise çekirdekten oluşur (Kulkarni ve Aradhya, 2005).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin tüm illerinde nar yetiştiriciliği yapılmaktadır. Hicaz narı, Katırbaşı, Dicle narı, Bori, Şekerek, Mayhoş, Barut, Urfa narı, Karaköprü narı, Seyfi narı, Katina narı, Derik narı ve Oğuzeli narı gibi önemli yerel veya standart nar çeşitlerinin yanısıra Zivzik narı da yetiştirilen nar çeşitleri arasında bulunmaktadır (Şimşek ve Yücel, 2015). Siirt'in Şirvan ilçesi ve bağlı yerleşkelerde yetiştirilen narlar için yapılan araştırmalarda, bölgede yetişen narların Zivzik narı olarak isimlendirilip bu isimle tescil edilmiş olduğu; ancak, bölgede özellikle sofralık olarak tercih edilen ve tüketilen bu türün bölge dışında pek bilinmediği tespit edilmiştir (Vardin ve ark, 2000). Siirt ilinde 2015 yılında Şirvan ilçesinde 2,175 ton, Tillo ilçesinde 188 ton, Pervari ilçesinde 673 ton, Eruh ilçesinde 118 ton ve Merkez ilçesinde 169 ton olmak üzere toplamda il genelinde 3,323 ton nar üretimi yapılmıştır (Şimşek ve Gülsoy, 2017). Şirvan bölgesinde seleksiyon kriterleri gözönüne alınarak 28 klondan alınan örneklerin özellikleri belirlenmiştir. Buna göre meyve ağırlıkları 2015 yılında 140-380 gr arasında, meyve boyu 61-74 mm arasında, meyve eni 61,3-85 mm arasında, meyve hacmi 236-350 cm<sup>3</sup> arasında, meyve suyu hacmi 75-170 ml arasında bulunmuştur. Çekirdek sertliği ise 22 tip için sert, altı tip içinse orta sert olarak tespit edilmiştir. Daha önce yapılmış 24 genotip ele alınarak yapılan zivzik narı meyvelerinin pomolojik özelliklerinin incelendiği araştırmada ise, meyve ağırlıklarının 161,45gr ile 302,35 gr arasında değişkenlik gösterdiği gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada meyve boylarının 60,79 mm ile 78,67 mm arasında, enlerin 67,27 mm ile 86,92 mm arasında, hacimlerin ise 177,5 ml ile 305 ml, meyve suyu miktarlarının 69 ml ile 121 ml arasında, meyve yoğunluğunun ise 0,84 gr/cm<sup>3</sup> ile 1,17 gr/cm<sup>3</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir (Gündoğdu ve ark, 2010).

Bu çalışma, yöresel bir çeşit olan ve bölgemizde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan Zivzik narında, seçilmiş bahçelerden yola olan mesafelere göre alınan meyve ve yaprak örneklerinde ağır metal kirliliğinin ne düzeyde olduğunu tespit etmek; araç trafiği sebebiyle yola olan mesafeye bağlı olarak oluşan kirliliğin, yol kenarı bahçelerinde yetiştirilen nar ağaçları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılmış öncü nitelikte bir çalışmadır.



## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Metallerin bir kısmı küresel ekosistemlerin doğal birer parçasıdır. Bu elementlerin bir kısmı yaşam için gerekli olan elementlerdir. Örneğin; çinko (Zn) bitkilerde bazı enzim sistemlerinin sağlıklı çalışması için şarttır. Buna karşın kurşun (Pb) ve civa (Hg) gibi farklı ağır metallerin bitki yaşamına olumlu bir katkısının olduğu bilinmemektedir (Allan, 1997). Ağır metal kavramı, genelde çevresel sorunlarla ilişkili olarak işlenmekte ve diğerlerine oranla yoğunluğu yüksek ve seyrek olduğu hallerde bile toksik veya zehirleyici olan metal olarak tarif edilmektedir. Kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko gibi elementler ağır metal olarak değerlendirilebilir. Ağır metaller yapılarından ötürü genellikle karbonat, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde bağlı olarak bulunurlar (Kahvecioğlu ve ark., 2007). Bulunduğu ortamda yoğun olarak birikmesi halinde zehirli olan bakır (Cu) ve çinko (Zn) gibi elementler, fotosentetik elektron naklinde önemli bir etken olan moleküllerin parçası olup, çoğu enzim aktivitesi için gerekli mikro besin elementleridir (Raven ve ark., 1999).

Karaçam (*Pinus nigra var. caramanica*) türünün Kırıkkale'nin farklı lokasyonlarında, yol kenarlarından toplanan yapraklarında kurşun (Pb) birikiminin araştırıldığı incelemede, trafik yoğunluğunun kurşun kirliliğini arttırdığı tespit edilmiştir (Çavuşoğlu ve ark., 2008).

Ordu ilindeki belirli yol kenarlarında ve yerleşim alanlarına uzak kirlenmemiş alanlarda bulunan *Corylus avellana* (findık) ve bazı başka bitkilerin yapraklarında bulunan ağır metal içeriklerini incelemek amacıyla yapılan analizde, bu alanlar arasında ağır metal birikimleri açısından istatistiksel olarak dikkate değer farklılıklar gözlemlenmiştir (Hüseyinova ve ark., 2009).

Atık su ve temiz su ile sulanan iki ayrı bölgede yetiştirilen sebzelerde ağır metal yoğunluğunun araştırıldığı çalışmada, atık su ile sulanmış bölgelerdeki bitkilerde Zn oranının daha fazla olduğu tespit edilirken, Cd oranının ise her iki alanda da farklılık göstermediği belirlenmiştir (Truby ve Raba, 1991).

Atmosferde bulunan ağır metallerin tutulmasında bitki yapraklarında bulunan tüylerin rolü ve ağır metal dağılımında rüzgarın etkisinin araştırıldığı bir diğer çalışmada, Kırşehir-Kayseri karayolunda iki farklı mesafede bulunan *Cichorium intybus* L. ve *Rumex pulcher* L. bitkilerinde trafik kaynaklı ağır metallerin (Pb, Cd ve Zn)



etkileri incelenmiştir. Her iki yönde de yoldan uzaklaştıkça trafik kaynaklı ağır metal yoğunluğunun azaldığı ve yaprakları tüylü olan *C. intybus* bitki türünün atmosferden gelen ağır metalleri yaprakları tüysüz olan *R. pulcher* bitki türüne göre daha fazla tuttuğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yolun kuzeybatısına düşen bölgeyle, güneydoğusuna düşen bölgede aynı mesafelerden alınan numunelerde ağır metal yoğunluklarının farklı olduğu tespit edilmiştir (Aksoy ve ark., 2000).

Ankara'da saatte ortalama 2100 aracın geçtiği Silahtar Caddesi'nde, karşılıklı olarak bulunan, *Platanus orientalis* L. ağaçlarında, 5 ay süresince yaprak, meyve ve kabuk dokularında Pb, Zn ve Cu birikimi incelenmiştir. Ayrıca bu birikimin kaynağı ve birikimi etkileyen etmenler ile aylık değişim arasında bağıntı kurulmaya çalışılmıştır. Çalışmalar sonucunda, ağaçlardan özellikle yol ortası refüjde ve otobüs durağında olanlarda Pb, Zn ve Cu birikimi daha fazla bulunmuştur. Ayrıca bu ağır metallerin bitki organlarındaki dağılımı farklı bulunmuş, yapraktaki birikimin meyve ve kabuğa oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu ağır metallerin birikimi aylara göre farklılıklar göstermiştir. Nisbi nemin ve yağışın, fazla olduğu aylarda bu ağır metallerin birikiminde artış gözlenmiştir (Topa, 1995).

Ağır metallerin doğaya yayılımları incelendiğinde farklı sektörlerden çeşitli iş kollarının biyosfere ağır metal yaydığı sonucuna varılmıştır. Tabiatta ağır metal birikiminin sebepleri olarak, tabii kaynaklar, zirai faaliyetler, enerji üretim merkezleri (termik santraller), maden eritme faaliyetleri, ikincil metal eritme faaliyetleri, şehirleşme-endüstriyel faaliyetler ve motorlu araçlar gösterilebilir. Havada ağır metal yoğunluğu incelendiğinde, bu birikimde en önemli pay motorlu araçlardadır (Seaward ve Richardson, 1989).

Ülkemizin hızlı sanayileşmesi ve gün geçtikçe artan trafik yoğunluğu diğer kirleticilerle beraber ağır metallerin de çevredeki yoğunluklarını arttırmaktadır. Partiküller ve aerosol halinde yayılan ağır metaller gün geçtikçe daha büyük bir tehlikeye dönüşmektedir (Munzuroğlu ve Gül, 2000).

Bazı elementlerin ihtiyacının ve üretiminin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sürekli artış göstermesi, bu elementlerin çevreye yayılma ve bulaşma ihtimalini yükseltmektedir. Elementler maden cevheri olarak ya da işlenme sürecinde iken doğaya karışabilmektedir. Tarımsal atıklar ve diğer katı atıkların karada istiflenmesi veya dönüştürülmesi için açılan biriktirme sahaları da toprağın metal yoğunluğunu artırabilmektedir (Öztürk, 1992).

Tarımda kullanılan gübreler aracılığı ile topraklara önemli oranlarda toksik element yayılmaktadır. Bu toksik elementlerin başında kadmiyum, kurşun, arsenik ve bakır bulunmaktadır. Fosforlu gübreler ve bu gübrelerin ham maddeleri, bu ağır metallerin toprağa bulaşmasında önemli rol oynamaktadır (Köleli ve Kantar, 2006).

Gülser ve ark. (2011), peyzaj amaçlı kullanılan süs bitkilerinin fitoremediasyon kapasitelerini belirlemek amacı ile trafiğin yoğun olduğu yol kenarlarında ve yoldan uzak alanlarda yürüttükleri çalışmada yol kenarındaki bitkilerin ağır metal içeriklerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

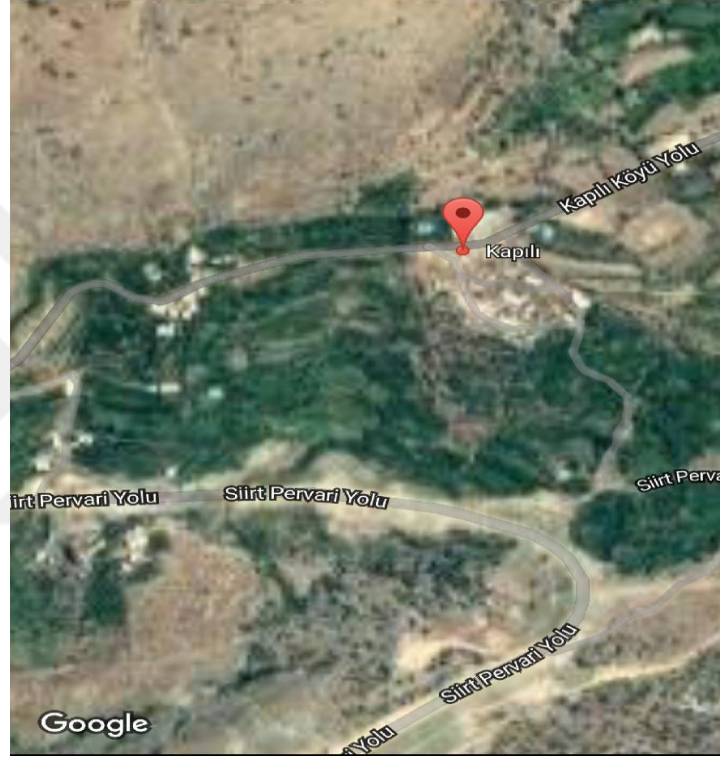




### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırma, Zivzik narının yoğun olarak yetiştirildiği Siirt ili Şirvan ilçesinin, Siirt-Pervari karayolu üzerinde bulunan Pirinçli ve Kapılı köylerinde yapılmıştır. ( Şekil 3.1-3.2) Çalışmada kullanılan meyve ve yaprak örnekleri, bu köylerde yol kenarında bulunan iki bahçeden alınmıştır.



Şekil 3.1. Kapılı köyü uydu fotoğrafı (Anonim, 2017)



Şekil 3.2. Pirinçli köyü uydu fotoğrafı (Anonim, 2017)

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Bitki örneklerinin toplanması

Örnekler nar hasat döneminde, ekim ayının sonunda temin edilmiştir. Çalışmada anayol kenarına 0, 50 ve 100 m mesafelerde bulunan sıralardaki nar ağaçları belirlenmiştir. Her mesafe için ilgili sırada, yola paralel olan ilk sıradan başlayarak, baştan 2 ağaç, ortadan 2 ağaç ve sondan 2 ağaç seçilmiş ve her bahçeden toplam 18 ağaçtan örnekler alınmıştır. Her ağacın kuzey, güney, doğu ve batı cephesinden olmak üzere toplam 4 adet meyve ve yine her ağacın kuzey, güney, doğu ve batı cephesinden 3'er yaprak örneği olmak üzere her ağaçtan toplam 12 yaprak toplanmıştır. Yol kenarı bahçesine ait fotoğrafa aşağıda yer verilmiştir. (Şekil 3.3).



**Şekil 3.3.** Pirinçli köyünde yol kenarında bulunan bahçe

### **3.2.1. Numunelerin analize hazırlanması**

#### **3.2.1.1. Kurutma ve öğütme işlemleri**

Yaprak numuneleri saat camı üzerine alınarak 78 °C’de 48 saat bekletilerek kurutulmuştur. Daha sonra porselen havan ve tokmak yardımıyla parçalanarak 0,5 mm elekten elenmiştir. Vakumlu poşetlerde saklanmıştır.

Meyve örnekleri -40 °C’de bekletilerek dondurulmuştur. Dondurulmuş numuneler parçalanarak tanelenmiştir. Erlen ve cam beherlere alınarak liyofilizatörde 1 hafta bekletilmiştir, kuruması sağlanmıştır. İyice kurumuş nar numuneleri öğütücü ile öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir.

#### **3.2.1.2. Mikrodalga bozundurma ile yaş yakma**

İlgili miktarlarda numune 0,0001 g hassasiyetle teflon yaş yakma sisteminde tartılarak üzerine 7 ml nitrik asit (% 65) ve 1 ml hidrojen peroksit (% 30) ilave edilmiştir. 200 °C ve 45 bar basınç altında 15+15 dakika bozundurulmuştur. Soğuma işleminden sonra numune hacimli kaplara alınarak son hacim 15 ml’ ye tamamlanmıştır.

### 3.2.1.3. ICP-MS ile özütlenmiş numunelerin analizi

ICP-MS, tespit limitlerinin düşük olması ve geniş bir dinamik aralığa sahip olması ile eş zamanlı olarak bir çok elementin analizine imkân sağladığı için diğer cihazlara göre avantajlı özelliklere sahiptir. İzotop türlerinin kütlelerinin tespiti üzerinden çalışan bir dedektasyon sistemi vardır. Örneğin; kalsiyum elementinin  $^{40}\text{Ca}$  (% 96,941),  $^{42}\text{Ca}$  (% 0,647),  $^{43}\text{Ca}$  (% 0,135),  $^{44}\text{Ca}$  (% 2,086),  $^{46}\text{Ca}$  (% 0,004),  $^{48}\text{Ca}$  (% 0,187) şeklinde 6 izotopu bulunmaktadır. Normal koşullarda ICP-MS ile element derişimi ölçümlerinde bir elementin diğer element izotopları, argidler ve çoklu atomik türler ile girişim yapmayan ve en bol bulunan türü (örn.  $^{40}\text{Ca}$ ) kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle ICP-MS ile ilgili elementin teknik olarak en uygun izotopunun derişimi ölçülür ve toplam element derişimi bu izotopun bolluk oranının normalize edilmesi ile belirlenir. Bu yaklaşım analiz süresini hızlandırmakta ve maliyeti düşürmektedir. Thermo Scientific marka ICAP Q model ICP-MS cihazı ile gerçekleştirilen analizlerde oldukça düşük konsantrasyonlardan oldukça yüksek konsantrasyonlara çalışılmıştır. Bu analizlerin sonucunda, araştırma konusu olan materyallerde; Cr, Co, Ni, Pb, Cd elementlerinin miktarları tespit edilmiştir.

### 3.2.2. İstatistiksel analiz yöntemi

İstatistiksel analiz yöntemi olarak tek yönlü analizi kullanılmıştır (Yıldız ve Bircan, 2003). İstatistiksel modelin genel görünümü aşağıdaki şekildedir:

$$y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, p, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Burada,

$y_{ij}$  : i. muamele ve j. tekrürden elde edilen müşahede veya cevap değişkenidir.

$\mu$  : populasyon ortalaması,

$a_i$  : i. muamelenin etkisi,

$e_{ij}$  : i. muamele ve j. tekrüreye ait hata payıdır.

F testi sonucunda önemli çıkan muamele ortalamalarını karşılaştırmak için ( $\alpha=0.05$  önem seviyesinde) LSD testi uygulanmıştır. Veri analizinde IBM SPSS Version 2.0 istatistik paket programı kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Siirt ili Şirvan Bölgesi'nde yetiştirilen yöresel bir çeşit olan Zivzik narındaki ağır metallerin birikimlerinin araştırıldığı bu çalışmada, Şirvan ilçesinde seçilmiş iki köy olan Pirinçli ve Kapılı Köyleri'nden yola olan mesafesine (0 m, 50 m, 100 m) göre toplanan meyve ve yaprak örneklerinde belirlenen Co, Ni, Cd, Pb ve Cr miktarları arasında farkın tespiti için yapılan istatistiksel analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

### 4.1. Meyve örneklerinin analiz sonuçları

#### 4.1.1. Pirinçli köyü

Meyve örneklerinden elde edilen Co, Ni, Cd, Pb ve Cr miktarlarının yola olan mesafeye göre farklılık gösterip göstermediğine ilişkin hipotez testinin kontrolü için yapılan varyans analizi sonucu Tablo 4.1.'de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Pirinçli köyü meyve örneklerinden elde edilen varyans analizi sonuçları

Element	Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F değeri	p değeri
Co	Yola olan mesafe	2	0.019	8.784*	p=0.017
	Hata	6	0.002		
Ni	Yola olan mesafe	2	0.125	11.534**	p=0.009
	Hata	6	0.011		
Cd	Yola olan mesafe	2	0.007	0.529	p=0.614
	Hata	6	0.014		
Pb	Yola olan mesafe	2	0.013	0.619	p=0.570
	Hata	6	0.020		
Cr	Yola olan mesafe	2	0.152	19.842**	p=0.002
	Hata	6	0.008		

\*: p<0.05; \*\*: p<0.01

Tabloda görüldüğü gibi yola olan mesafe meyve örneklerindeki Ni, Cr (p<0.01) ve Co (p<0.05) elementlerinin istatistiksel olarak önemli değişkenlik göstermesine etki etmiştir. Cd ve Pb elementleri ise önemli farklılık göstermemiştir.

Elementlere ait tanımlayıcı istatistikler ve LSD testi sonuçları Tablo 4.2.'de verilmiştir.

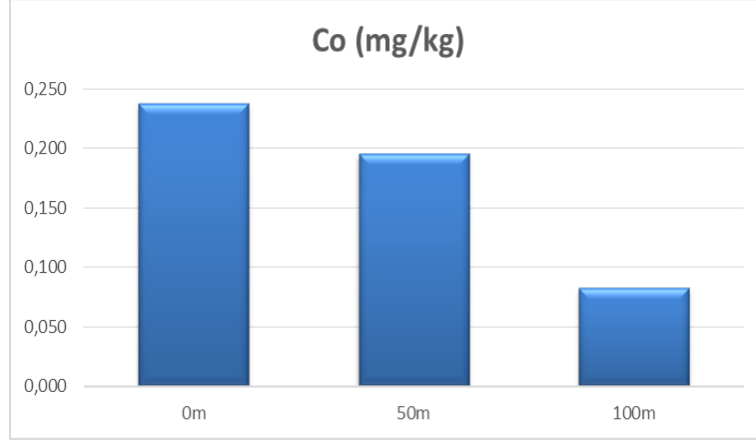
**Tablo 4.2.** Yola olan mesafeye göre meyvedeki elementlerin tanımlayıcı istatistikleri ( $\bar{X} \pm S$ )

Yola olan mesafe	Co*	Ni**	Cd	Pb	Cr**
0 m	0.238 ± 0.079 a	1.160 ± 0.068 b	0.102 ± 0.006	0.351 ± 0.019	1.054 ± 0.121 a
50 m	0.196 ± 0.021 a	1.285 ± 0.088 b	0.087 ± 0.008	0.449 ± 0.037	0.606 ± 0.031 c
100 m	0.082 ± 0.004 b	1.559 ± 0.142 a	0.179 ± 0.204	0.326 ± 0.244	0.796 ± 0.085 b
Genel Ortalama	0.172 ± 0.081	1.334 ± 0.198	0.123 ± 0.111	0.375 ± 0.136	0.819 ± 0.209



Pirinçli köyünde yola olan mesafeler dikkate alındığında, meyvelerin Co içeriğine ait genel ortalama değeri  $0,172 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Buna göre en düşük Co ortalama değeri 100 m mesafede  $0,082 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunurken, en yüksek Co ortalama değeri ise 0 m mesafede  $0,238 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiş olup, 50 m mesafedeki ortalama değer ile istatistiksel açıdan aynı grup içinde yer almaktadır (Tablo 4.2). Yoldan içeri doğru gidildikçe meyvelerdeki Co içeriğinin düştüğü görülmektedir (Şekil 4.1). Hayvanlar ve insanlar için belirli vitaminlerin yapısında mutlaka gerekli olan kobalt, baklagillerde  $\text{N}^2$  bağlamasında, bazı bakterilerin ve mavi yeşil alglerin benzer faaliyetlerinde de gereklidir. Ancak kobaltın zorunlu besin maddesi olarak diğer bitkilerde gerekliliği şimdiye kadar doğru olarak saptanamamıştır. Yer kabuğunun karalardan oluşan kısımlarında ortalama kobalt içeriği  $18 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiş olup, yüksek miktarda Fe ve Mn içeren kayalar yüksek miktarda Co da içermektedir. Genel olarak bitkilerdeki Co miktarı  $0,02-0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında tespit edilmiştir (Gültakti, 2006). Kobalt üzerine yapılmış çalışmalarda, topraktaki kobalt içerikleri ana materyalin bileşimine bağlı olarak  $1-40 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişkenlik göstermekle beraber, bu oran genelde  $5-15 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Scheffer ve Schachtshabel, 1989). Kayseri bölgesinde volkanik topraklarda yetiştirilen bitkilerle ilgili yapılan bir çalışmada alınmış armut meyvesi örneklerinde kobalt miktarları  $0-1,32 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir (Kaya, 2010). Doğu Anadolu Bölgesi'nde Levent ve ark., (2009) tarafından kuşburnu meyvesi üzerinde yapılan bir araştırmada ise bu meyvelerdeki kobalt miktarları  $0,033-0,083 \text{ mg kg}^{-1}$  aralığında tespit edilmiştir.

Pirinçli köyünde alınan meyve örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kobalt miktarları  $0,082-0,238 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında olup, toksik etki yaratmayacak düzeydedir. Ancak yola olan mesafe arttıkça kobalt miktarının azalması dikkat çekicidir. Bu sonuca göre Pirinçli köyünde araştırmanın yapıldığı bahçede trafik, ağaçlar üzerindeki kobalt elementi birikiminde etkili olmaktadır. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur (Tablo 4.2).



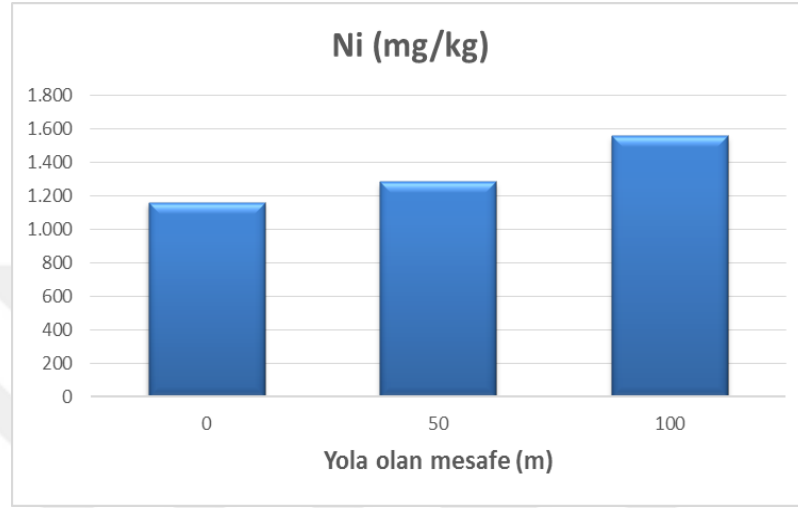
**Şekil 4.1:** Pirinçli Köyü meyve örneklerinde Co içeriği

Meyvelerin Ni içeriğine ait genel ortalama değeri ise  $1,334 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. En yüksek Ni ortalama değeri  $1,559 \text{ mg kg}^{-1}$  (100 m) bulunurken, en düşük değer  $1,160 \text{ mg kg}^{-1}$  (0 m) olup, 50 m mesafedeki değer ( $1,285 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ile istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almıştır. (Tablo 4.2). Yoldan uzaklaştıkça meyvelerdeki Ni içeriğinin arttığı görülmektedir. Nikel fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkarak havadan çevreye ve buradan da toprağa ve canlılara geçmektedir. Nikel bazı hayvanlar için mutlak gerekli bir iz element olarak görülmekte iken bitkiler ve mikroorganizmalar için de düşük oranlarda olumlu etkisinin olduğu kabul edilmektedir. Ancak, insanlar üzerinde olumlu etkisi henüz net bir şekilde belirlenebilmiş değildir (Özbek, 1993). Ağır metaller alınan organizmaya göre zararlı veya faydalı olarak sınıflandırılabilir. Bu durum nikel için bazı hayvalarda iz elementi olarak bulunması gerekirken, bitkilerde ise toksik etkilere yol açmaktadır (Kahvecioğlu ve ark.,2004a). Kaya'nın (2010) yaptığı çalışmada Kayseri'de volkanik topraklarda yetişen armut meyvesinde nikel konsantrasyonu  $5,46-16,56 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenirken yine aynı çalışmada nikel konsantrasyonu elma meyvesi için  $0,22-5,48 \text{ mg kg}^{-1}$  aralığında tespit edilmiştir. Özbek ve ark.'nın (1995) yaptığı çalışmada, nikel düzeyinin duyarlı bitkilerde  $10 \text{ mg kg}^{-1}$ 'den, kuru madde ve orta düzeyde duyarlı bitkilerde ise  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ 'den fazla olduğu durumlarda kritik toksik düzeyini aşmış olarak kabul edilmiştir.

Macaristan'da terk edilmiş ağır metal içeren bir maden sahasında çeşitli bitkilerdeki ağır metal kirlenmesini belirlemek amacıyla yapılmış çalışmada, *Rubus fruticosus* meyvesinin Ni birikimi  $4,041-4,657 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında olduğu rapor edilmiştir (Szentmihalyi ve ark., 2002).

Pirinçli köyünde alınan meyve örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen nikel miktarları  $1,559-1,160 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında belirlenmiş olup

bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafe arttıkça nikel miktarının da arttığı görülmektedir (Şekil 4.2). Bu sonuca göre Pirinçli köyünde araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki nikel birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı ifade edilebilir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Şekil 4.2. Pirinçli köyü meyve örneklerinde Ni içeriği

Yola mesafe açısından meyvelerdeki Cd genel ortalama değeri  $0,123 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bu ortalama değerler  $0,087$  ile  $0,179 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişkenlik gösterirken, istatistiksel olarak aralarındaki fark önemli bulunmamıştır. Çinko üretiminde ortaya çıkan kadmiyum (Cd) elementi, bu üretimde ortaya çıkarılana dek çevreye dikkate alınacak oranlarda karışmamıştır. Günümüzde ise bu element de çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yer almaktadır. Boya üretiminde, paslanmaya karşı dayanım özelliği sebebiyle gemi sanayinde kaplama maddesi olarak, pil imalatında ve elektronik endüstrisinde kullanılır. Fosfatlı gübrelerde, petrol türevlerinde ve deterjanlarda da bulunan kadmiyum, bu ürünlerin yoğun kullanımı ile çevre kirliliğinin artışına sebep olur (Kahvecioğlu ve ark., 2004a). Sanayi ve maden atıkları sebebi ile de sulara karışmaktadır. Kadmiyum ve çinko su içinde oksitlenmiş olarak bulunmaktadır. Bu iki metal özellikle sanayi kuruluşlarına yakın bulunan limanlarda yoğun olarak bulunmaktadır (Manahan, 2000). Endüstriyel faaliyetler, fosforlu gübreler, yağım atıkları ve atmosferik depositler kadmiyum elementinin tarım topraklarına yayılmasında önemli rol oynamaktadırlar (Haktanır, 1987). Kaya'nın (2010) Erciyes Strato volkanından püsküren ana materyaller üzerinde oluşmuş topraklarda yetiştirilen meyvelerin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada incelenen

elma meyvesi örneklerinde kadmiyum miktarları 0,17 ile 86,94 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişirken, aynı çalışmada incelenen armut meyvesi örneklerinde 0,18-31,66 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirilmiştir. Bitki kuru maddesinde 1 mg kg<sup>-1</sup>'dan fazla kadmiyum biriminin toksik etki yarattığı tespit edilmiştir (Özbek ve ark.,1995). Levent ve ark.'nın (2009) Doğu Anadolu Bölgesi'nde yapılan kuşburnu (*Rosa canina*) meyvelerinde mineral ve ağır metal içeriklerinin araştırıldığı çalışmada; *Rosa canina* meyvelerindeki kadmiyum (Cd) konsantrasyonları 0,0063 mg kg<sup>-1</sup> ile 0,025 mg kg<sup>-1</sup> arasında tespit edilirken, Şekeroğlu ve ark.'nın (2008) Güney Doğu Anadolu'da yaptıkları diğer bir çalışmada; *Rosa canina*'nın kadmiyum içeriği, 33 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir.

Pirinçli köyünde alınan meyve örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kadmiyum miktarları 0,087-1,179 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş olup, bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir (Tablo 4.2). Ancak yola olan mesafeye bağlı olarak doğrusal bir değişim tespit edilememiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki kadmiyum birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Pb genel ortalama değeri ise 0,375 mg kg<sup>-1</sup> şeklinde bulunurken, bu elemente ait ortalama değerler ise 0,326 ile 0,449 mg kg<sup>-1</sup> arasında farklılık göstermiştir ve istatistik açıdan aralarındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir. (Tablo 4.2). Vücutta hiçbir biyokimyasal reaksiyonda yeri olmayan ve toksik bir madde olan kurşun (Pb), yeryüzüne çıkartılıp kullanılmasıyla biyosfere yayılmış ve sanayileşmedeki artışla beraber gerekli önlemlerin aynı hızda alınmaması bu elementin insan vücudundaki miktarını da anlamlı bir şekilde arttırmıştır. Kurşunun toksik etkilerinin çok eski çağlarda bile bir sağlık sorunu olarak biliniyor olduğu gerçeği, Hipokrat'ın yazıtlarında da görülmektedir (Dündar ve Aslan, 2005). Sanayide ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan kurşuna, çevrede sıklıkla rastlamak mümkündür. Otomobil sanayi, pil ve batarya üretim ve benzin katkısı olarak kullanılmasının yanı sıra, kurşunun pestisitlerin kullanımıyla da topraklara yayılabildiği tespit edilmiştir. Bitkiler için temel besin elementi olmayan kurşunun, toprakta 15-40 ppm dozunda bulunması normal olarak kabul görür. Bu oranın 150 ppm'i aşmaması durumunda insan ve bitki sağlığını tehdit etmediği söylenebilir. Ancak 300 ppm'i aştığı hallerde insan sağlığı için risk faktörü oluşturmaktadır (Dürüst ve ark., 2004).

Bitkilerdeki normal aralıktaki kurşun birikim değerleri  $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$  -  $6,0 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Özbek ve ark., 1995). Doğu Anadolu Bölgesi'nde, kuşburnu (*Rosa canina*) meyvelerindeki mineral ve ağır metal konsantrasyonları üzerine yapılan çalışmada, *Rosa canina* meyvelerinin Pb konsantrasyonlarını  $0,111$ – $0,273 \text{ mg kg}^{-1}$  aralığında olduğu tespit edilmiştir (Levent ve ark.,2009). Erciyes Strato volkanından püsküren ana materyaller üzerinde oluşmuş topraklarda yetiştirilen meyvelerin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada incelenen elma meyvesi numunelerinde kurşun (Pb) miktarları  $0,22$ - $5,48 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişirken, armut bitkisinden alınan meyve numunelerinde  $0$ - $3,38 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak saptanmıştır (Kaya, 2010).

Pirinçli köyünde alınan meyve örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kurşun miktarları  $0,326$ - $0,449 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir (Tablo 4.2). Ancak yola olan mesafeye bağlı olarak doğrusal bir değişim tespit edilememiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki kurşun birikiminde herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Yapılan analizler sonucunda meyvelerdeki Cr elementi içeriğine bakıldığında ise, genel ortalama değer  $0,819 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu görülmektedir. Cr elementi için en düşük ortalama değer  $50 \text{ m}$  mesafede  $0,606 \text{ mg kg}^{-1}$  olurken, en yüksek ortalama değer  $1,054 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu görülmektedir. Tablo 4.2'den de anlaşıldığı gibi meyvelerdeki en yüksek Cr içeriği, yola  $0 \text{ m}$  uzaklıktaki ağaçlardan alınan örneklerde elde edilmiştir. Bu değeri  $100 \text{ m}$  mesafeden alınan meyve örneklerindeki  $0,796 \text{ mg kg}^{-1}$  Cr içeriği izlemiştir. Tıpkı kurşun gibi, krom da bitki bünyesine alındığı zaman, önemli bir kısmı kök veya kök yüzeyi tarafından dışarı verilirken, sadece az bir kısmı bitkinin üst organlarına taşınmaktadır. Bitki organlarındaki krom oranı ise, sırasıyla kökten yaprağa, yapraktan daneye, daneden de meyveye olarak azalmaktadır (Gültakti, 2006). Ayrıca kök hücrelerinin bölünme ve uzamasını engelleyerek, kök gelişimini olumsuz etkiler ve bu durum topraktan alınan besin maddelerini ve suyun emiliminin azalmasına sebep olarak bitki gelişimini azaltır (Jain ve ark., 2000, Özbek ve ark., 1995). Okside olmuş krom ekosistemdeki organik yapılarda, toprakta ve suda üç değerliliğe geri redüklenirken, havada ve saf suda nispeten daha karardır. Kromun doğada; kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa olmak üzere bir döngüsü

mevcuttur (Baldwin, 1999). Metalurji sanayinde, kimya ve boya sanayinde, cam ve seramik üretimi ile deri sanayinde kullanılan krom, toprakta doğal olarak bulunmaktadır. Toprakta 5-100 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunurken, bitkide kuru maddede ise 100 mg kg<sup>-1</sup> bulunması halinde bir çok bitki için toksik etkiler oluşturmaktadır (Özbek ve ark., 1995). Çilali'nin (2012) yaptığı çalışmada meyve örneklerinde Cr standart değerinin altında olduğu tespit edilirken, toprak, yaprak ve meyve örneklerinin her bir mesafedeki Cr içerikleri önemli bulunmuştur.

Pirinçli köyünde alınan meyve örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen krom miktarları 0,606-1,054 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyede olduğu görülmüştür (Tablo 4.2). Ancak yola olan mesafeye bağlı olarak yola en yakın 0 metre mesafesinden alınan örneklerde birikimin diğer mesafelerdeki birikimlere göre yoğunluğu dikkat çekmektedir. Araştırmanın yapıldığı bahçedeki ağaçlarda krom birikiminin artışında trafiğin etkili olduğu görülmüştür. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

#### 4.1.2. Kapılı köyü

Meyve örneklerinden elde edilen Co, Ni, Cd, Pb ve Cr miktarlarının yola olan mesafeye göre farklılık gösterip göstermediğine ilişkin hipotez testinin kontrolü için yapılan varyans analizi sonucu (Tablo 4.3.)'de verilmiştir.

**Tablo 4.3.** Kapılı köyü meyve örneklerinden elde edilen varyans analizi sonuçları

Element	Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F değeri	p değeri
Co	Yola olan mesafe	2	0.002	0.658	p=0.552
	Hata	6	0.003		
Ni	Yola olan mesafe	2	0.005	0.250	p=0.787
	Hata	6	0.021		
Cd	Yola olan mesafe	2	0.001	1.095	p=0.393
	Hata	6	0.001		
Pb	Yola olan mesafe	2	0.064	1.892	p=0.231
	Hata	6	0.034		
Cr	Yola olan mesafe	2	0.028	0.450	p=0.658
	Hata	6	0.063		

Tablodan görüldüğü üzere yola olan mesafe meyve örneklerindeki araştırılan element içeriği bakımından istatistiksel olarak önemli farklılık yaratmamıştır.

Elementlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.4.'te verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Yola olan mesafeye göre meyvedeki elementlerin tanımlayıcı istatistikleri ( $\bar{X} \pm S$ )

Yola olan mesafe	Co	Ni	Cd	Pb	Cr
0 m	0.137 $\pm$ 0.089	1.042 $\pm$ 0.163	0.068 $\pm$ 0.045	0.277 $\pm$ 0.192	0.762 $\pm$ 0.160
50 m	0.101 $\pm$ 0.033	1.094 $\pm$ 0.112	0.076 $\pm$ 0.030	0.520 $\pm$ 0.225	0.932 $\pm$ 0.398
100 m	0.085 $\pm$ 0.026	1.123 $\pm$ 0.151	0.037 $\pm$ 0.023	0.257 $\pm$ 0.121	0.765 $\pm$ 0.071
Genel ortalama	0.107 $\pm$ 0.054	0.094 $\pm$ 0.638	0.060 $\pm$ 0.034	0.351 $\pm$ 0.204	0.820 $\pm$ 0.233

Kapılı köyünde yola olan mesafeler dikkate alındığında, meyvelerin Co içeriğine ait genel ortalama değeri 0,107 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Buna göre en düşük Co ortalama değeri 100 m mesafede 0,085 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunurken, en yüksek Co ortalama değeri ise 0 m mesafede 0,137 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiş olup, 50 m mesafedeki ortalama değer ile istatistiksel açıdan aynı grup içinde yer almaktadır (Tablo 4.4). Yoldan içeri doğru gidildikçe meyvelerdeki Co içeriğinin düştüğü görülmektedir. Yapılan bir çalışmada ise bitkisel organizmalardaki Co değerinin normal sınırlarınının 0,1-0,6 mg kg<sup>-1</sup> aralığında olduğu ifade edilmiştir (Allen, 1989). Kobaltın topraklardaki normal değer aralığı ise 0,5–65 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir (Alloway, 1990). Kaya'nın (2010) Kayseri'de volkanik yapıdaki yetiştirme bölgelerinde yaptığı çalışmada, ayva meyvesinde Kobalt oranı 0,36-1,20 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Ülkemizde yapılan bir başka çalışmada, yerel aktarlar ve marketlerden alınan kuşburnu meyvesi örneklerindeki kobalt (Co) konsantrasyonu 0,40 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Başgel ve Erdemoğlu, 2006). Selçuklu, Belevi, Davutlar ve Kemalpaşa, Turgutlu, Salihli yörelerinde şeftali bitkisi için yapılan bir çalışmada meyvedeki kobalt (Co) yoğunluğu 3,2-9,6 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Gönülsüz, 2000). Kapılı köyünden alınan meyve örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kobalt miktarları 0,085-0,137 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafe arttıkça kobalt miktarının azalması dikkat çekicidir. Bu sonuca göre Kapılı köyünde araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki kobalt birikiminin artışında etkili olduğu görülmüştür. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Meyvelerin Ni içeriğine ait genel ortalama değeri ise 0,094 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. En yüksek Ni ortalama değeri 1.123 mg kg<sup>-1</sup> (100 m) bulunurken, en düşük değer 1,042 mg kg<sup>-1</sup> (0 m) olup, 50 m mesafedeki değer (1,094 mg kg<sup>-1</sup>) ile istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almıştır (Tablo 4.4). Yoldan uzaklaştıkça meyvelerdeki Ni içeriğinin arttığı görülmektedir. Bitki beslenmesinde gerekli olan nikel

elementinin tarım alanlarındaki yoğunluğu genelde çok azdır. Bununla beraber, serpantin gibi ultra bazik püskürük kayaların oluşturduğu topraklarda nikel oranı 100-5000 Ni/kg arasında değişkenlik göstermektedir. Nikel içeriği düşük olan bitkiler, üre şeklinde uygulanan azotlu gübrelere faydalanamadıkları gibi üre bu bitkilere toksik etki de yapabilmektedir (Kaçar ve Katkat, 2006). Nikel oranının toprakta  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  yi, duyarlı bitkilerde  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  yi, kuru madde ve orta düzeyde duyarlı bitkilerde ise  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  aştığı hallerde toksik etkiler göstermektedir (Özbek ve ark., 1995). Türkiye tarım topraklarındaki ağır metaller ile ilgili yapılan çalışmalarda  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ 'ye kadar olan topraktaki nikel yoğunluğunun kabul edilebilir olduğu ifade edilmiştir (Saatçi ve ark., 1988; Hakerler ve ark., 1994). Kayseri Strato volkanından püsküren ana materyaller üzerinde oluşmuş topraklarda yetiştirilen ayva meyvelerinde Nikel konsantrasyonu  $9,08-11,64 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir (Kaya, 2010). Gümüşdere ve Balçova'daki satsuma mandarin bahçelerinde yapılan çalışmada meyvelerdeki nikel miktarları  $0,1-0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir (Hakerler ve ark., 1994). Kapılı köyünde alınan meyve örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen nikel miktarları  $1,042-1,23 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında belirlenmiş olup, bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyededir. Ancak yola olan mesafe arttıkça nikel miktarının da arttığı görülmektedir. Bu sonuca göre Kapılı köyünde araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki nikel birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Yola mesafe açısından meyvelerdeki Cd genel ortalama değeri  $0,060 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bu ortalama değerler  $0,037$  ile  $0,068 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişkenlik gösterirken, istatistiksel olarak aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (Tablo 4.4). Kadmiyumun fosforlu gübrelere bulunabileceği üst limit miktarı her ülkede farklılık göstermektedir. Bu miktar İsviçre, Finlandiya ve Norveç'te  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ , Almanya ve Belçika'da  $200 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak kabul edilirken; Avrupa Birliği bu değerleri, 2010 yılı itibari ile  $40 \text{ mg kg}^{-1}$ , 2015 yılı itibari ile  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak kabul ettiğini bildirmiştir (Köleli ve Kantar, 2005). Ülkemizde fosforlu gübre üreten 6 farklı üretim tesisinde yapılan araştırmada; fosfat kayasının ( $358 \text{ mg kg}^{-1}$ ), fosforik asidin  $95-128 \text{ mg l}^{-1}$  kadmiyum içerdiği tespit edilmiştir (Köleli ve Kantar, 2005). Motorlu taşıtların akü veya karbüratörlerinde yanma ürünü olarak ortaya çıkan ağır metallerden biri de kadmiyumdur (Divrikli ve ark., 2006). Toprakta hareketli bir element olarak bulunan



kadmiyum bitkilerin bünyesine kolaylıkla alınabilmektedir. Bu emilimin ardından besin zincirine dahil olur. Toprakta yıkanarak sulara karışan kadmiyumun şelatlayıcı ajanlarla toprağın altına ilerleyişi hızlanır. Bu durum kadmiyumun yeraltı suyuna karışarak içme ve sulama sularına dahil olarak kirletmesine sebep olmaktadır (Köleli ve Kantar, 2005). Bitki de  $1 \text{ mg kg}^{-1}$ 'den, toprakta  $3 \text{ mg kg}^{-1}$ 'den fazla bulunan kadmiyum toksik etki göstermektedir (Özbek ve ark., 1995). Bitki ve topraklarda tespit edilen kadmiyumun büyük bir miktarı bu elementin bulunduğu toz zerreciklerinin havadan çökmesi neticesinde oluşmaktadır. Yoğun trafiğin bulunduğu bölgelerdeki yol kenarlarındaki topraklarda tozların çökmesi sonucu yıllık  $\text{m}^2$ 'ye  $0.2 \text{ mg}$  ile  $1.0 \text{ mg}$  arasında kadmiyum artışı belirlenmiştir (Haktanır, 1987). Çanakkale-Ayvacık'da organik ve geleneksel üretim yapılan alanlarda bulunan zeytin bahçelerinde alınabilir Cd miktarını iki yıl süreyle farklı derinlikteki toprak örneklerinde izlenmiş, kirlilik oluşturabilecek herhangi bir risk olmadığını bildirilmiştir (Zincircioğlu, 2010). Başgel ve Erdemoğlu (2006), Türkiye'deki yerel satıcılardan aldıkları *Rosa canina* örneklerindeki kadmiyum konsantrasyonunu  $0,07 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bildirilmişlerdir.

Kaya'nın (2010) Erciyes bölgesindeki volkanik topraklarda yetiştirilen meyvelerin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada incelenen ayva meyvesi örneklerinde kadmiyum miktarları  $0,37-38,54 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. Kemalpaşa yöresi organik ve entegre kiraz yetiştiriciliğinde Salihli çeşidinin beslenme ve ağır metal durumlarının incelenmesi konulu çalışmada organik bahçelerdeki kiraz bitkilerinin meyvelerindeki kadmiyum birikimi  $0,03-0,12 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenirken, bu oran entegre bahçelerde  $0,06-0,20 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak değiştiği rapor edilmiştir (Kulu, 2006). Kapılı köyünde alınan meyve örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kadmiyum miktarları  $0,037-0,076 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak düzeydedir (Tablo 4.4.) Ancak yola olan mesafeye bağlı olarak doğrusal bir değişim tespit edilememiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki kadmiyum birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Pb genel ortalama değeri ise  $0,351 \text{ mg kg}^{-1}$  şeklinde bulunurken, bu elemente ait ortalama değerler ise  $0,257$  ile  $0,520 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında farklılık göstermiştir ve istatistik açıdan aralarındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.4.). Doğaya karışan kurşunun büyük bir bölümü motorlu araçlarda yakıt olarak kullanılan benzinin yanması

sonucu ortaya çıkmaktadır. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayılır ve her şekilde toksiktir. Bu sebeple çevre kirliliği yaratan en önemli ağır metal olarak sınıflandırılabilir. Kurşun bileşiklerinden olan kurşuntetraetilin 1920' lerde benzine ilave edilmeye başlanması, bu zararlı metalin doğaya dahil olmasındaki en önemli etmenlerden biri olmuştur. Her ne kadar iddia edildiği gibi kurşunsuz olmasa da, günümüzde kullanılan ve kurşunsuz olarak adlandırılan yeni tip benzinin içindeki kurşun bileşenlerinin oranının azaltılması, egzoz yoluyla çevreye yayılan kurşun oranının azalmasına sebep olmuştur. Bunun dışında boya ürünleri de bu elementin yayılması için bir başka etmendir. Sanayi atıklarının sulara karışması sonucunda deniz ve deniz ürünlerinde de kurşuna rastlamak mümkündür. Kurşun yoğunluğunun araba kullanımı ve sanayileşme artışı ile doğrudan bir ilişkisinin olduğu net bir şekilde görülmektedir (Baş ve Demet, 1992; Kahvecioğlu ve ark., 2004a,b; Vural, 1984). Hücre turgoru ve hücre duvarının stabilitesini olumsuz etkileyen kurşun elementi, yaprak alanını ve stoma hareketlerini de azaltarak bitki su rejimini değiştirmektedir. Bunun dışında da kökler tarafından tutularak kök gelişimini azaltması sebebiyle bitkilerin anyon ve katyon alımını azaltarak bitkinin beslenmesini olumsuz etkilemektedir (Sharma ve Dubey, 2005). Kurşun elementinin sürgünlere kıyasla bitki köklerinde daha fazla biriktiği belirlenmiştir (Verma ve Dubey, 2003). Kurşun elementinin en önemli kaynakları arasında egzoz gazları gösterilmektedir. 2000 adet motorlu aracın oluşturduğu trafikte kilometre başına 40-60 g/h kurşun yoğunluğuna rastlanırken, kurşunun yol kenarından 50-100 m uzaklıktaki bitkilerin toprak üstü kısımlarında biriktiği tespit edilmiştir. Topraktaki normal aralığı 5-100 mg kg<sup>-1</sup> olan kurşunun, yoğun trafiğin bulunduğu yerlerde bu değer, Los Angeles bölgesindeki yol kenarlarında görüldüğü gibi 2400 mg kg<sup>-1</sup>'ye ulaşması da mümkündür (Lodenius, 1989; Haktanır, 1987). Çilali'nin (2012) Amasya-Tokat karayolu kenarında yetişen kuşburnu bitkisinde ağır metal birikimini incelediği çalışmada, toprak numunelerindeki kurşun konsantrasyonu mesafelere bağlı olarak kendi içerisinde değerlendirildiğinde ortalamalar arasındaki fark önemli bulunurken, yaprak ve meyve numunelerinde Pb içerikleri standart değerlerin altında bulunmuştur. Erciyes bölgesinde yetiştirilen meyvelerin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada incelenen ayva meyvesi numunelerinde kurşun (Pb) miktarları 0-2,82 mg kg<sup>-1</sup> arasında olarak saptanmıştır (Kaya, 2010). Kapılı köyünde alınan meyve örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kurşun miktarları 0,257-0,520 mg kg<sup>-1</sup> arasında

belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak düzeydedir (Tablo 4.4.) Ancak yola olan mesafeye bağlı olarak doğrusal bir değişim tespit edilememiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki kurşun birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı ifade edilebilir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Yapılan analizler sonucunda meyvelerdeki Cr elementi içeriğine bakıldığında ise, genel ortalama değer 0,820 mg kg<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Cr elementi için en düşük ortalama değer 0 m mesafede 0,762 mg kg<sup>-1</sup> olurken, en yüksek ortalama değer 0,932 mg kg<sup>-1</sup> (50 m) olduğu görülmektedir ve istatistik açıdan aralarındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Bitkide toksik seviyeye ulaşan krom ilk olarak tohum çimlenmesinde etkisini gösterir. Krom insan ve hayvanlar için zaruri bir element iken, bitkiler için gerekliliği sorgulanmaktadır. Havada 0.1 µg/m<sup>3</sup>den, kirlenmemiş suda ise ortalama 1 µg/l az bulunan krom, doğada her yerde bulunabilir. Genel olarak topraklarda krom 2-60 mg kg<sup>-1</sup> oranında bulunan Cr, kirlenmemiş bazı topraklarda 4 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir (Özbek, 1993). Uludağ Üniversitesi tarım arazilerinin ağır metal birikimlerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, alınabilir krom miktarının 0,02–0,60 (ortalama 0.25 mg kg<sup>-1</sup>) arasında değiştiği bildirilmiştir (Deveciler, 2005). Kaya'nın (2010) sırasıyla ayva, üzüm ve ceviz meyve örneklerinde yaptığı çalışmaya göre krom (Cr) miktarı sonuçları 13,16-20,32 mg kg<sup>-1</sup>, 13,76–27,60 mg kg<sup>-1</sup>, 20,13–34,60 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur. Kapılı köyünde alınan meyve örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen krom miktarları 0,762-0,932 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafeye bağlı olarak doğrusal bir değişim tespit edilememiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki krom birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Her iki köyden alınan meyve örneklerinden elde edilen Co, Ni, Cd, Pb ve Cr miktarları arasındaki ilişki Tablo 4.5'te verilmiştir.

**Tablo 4.5.** Meyve örneklerinden elde edilen element miktarları arasındaki korelasyon matrisi (n=18)

	<b>Ni</b>	<b>Cd</b>	<b>Pb</b>	<b>Cr</b>
Co	- 0.069	0.079	0.320	0.256
Ni		0.656**	0.023	0.059
Cd			-0.192	0.107
Pb				0.264

\*\* : p<0.01

Tablo 4.5'ten görüldüğü gibi Co ve Cd içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli (p<0.01) pozitif bir ilişki bulunmuştur (r=0.656).

Pirinçli ve Kapılı köylerindeki Nar bitkisinin yola mesafesine göre ağır metal birikimlerinin incelendiği bu çalışmada her iki köyde de yola olan mesafe azaldıkça, örnek olarak alınan meyvelerdeki kobalt elementinin birikiminin doğrusal olarak arttığı tespit edilmiştir. Çalışmadaki verilere göre Pirinçli köyünden alınan meyve örneklerindeki krom ve nikel değerleri dikkat çekici bulunurken, kapılı köyünden alınan meyve örneklerindeki Ni, Cd, Pb ve Cr değerleri ve değişkenliği önemsiz bulunmuştur.

## 4.2. Yaprak örneklerinin analiz sonuçları

### 4.2.1. Pirinçli köyü

Yaprak örneklerinden elde edilen Co, Ni, Cd, Pb ve Cr miktarlarının yola olan mesafeye göre farklılık gösterip göstermediğine ilişkin hipotez testinin kontrolü için yapılan varyans analizi sonucu (Tablo 4.6)'da verilmiştir.

**Tablo 4.6.** Pirinçli köyü yaprak örneklerinden elde edilen varyans analizi değerleri

<b>Element</b>	<b>Varyasyon Kaynağı</b>	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F değeri</b>	<b>p değeri</b>
Co	Yola olan mesafe	2	0.001	0.353	p=0.716
	Hata	6	0.003		
Ni	Yola olan mesafe	2	1,443	28.092**	p=0.001
	Hata	6	0.051		
Cd	Yola olan mesafe	2	0.002	1.140	p=0.381
	Hata	6	0.002		
Pb	Yola olan mesafe	2	0.042	3.358	p=0.105
	Hata	6	0.012		
Cr	Yola olan mesafe	2	0.247	0.869	p=0.466
	Hata	6	0.285		

\*\* : p<0.01

Tablodan 4.6.'da görüldüğü üzere yola olan mesafe yaprak örneklerindeki Ni (p<0.01) elementinin istatistiksel olarak önemli değişkenlik göstermesine etki etmiştir. Diğer elementler ise önemli farklılık göstermemiştir.

Elementlere ait tanımlayıcı istatistikler ve LSD testi sonuçları Tablo 4.7'de verilmiştir.

**Tablo 4.7.** Yola olan mesafeye göre yapraktaki elementlerin tanımlayıcı istatistikleri ( $\bar{X} \pm S$ )

Yola olan mesafe	Co	Ni**	Cd	Pb	Cr
0 m	0.227 ± 0.094	2.201 ± 0.297 b	0.051 ± 0.011	0.535 ± 0.166	1.444 ± 0.376
50 m	0.191 ± 0.020	2.582 ± 0.099 b	0.098 ± 0.058	0.557 ± 0.066	1.763 ± 0.818
100 m	0.225 ± 0.032	3.547 ± 0.237 a	0.085 ± 0.032	0.749 ± 0.073	2.017 ± 0.207
Genel ortalama	0.215 ± 0.054	2.777 ± 0.632	0.078 ± 0.040	0.614 ± 0.140	1.742 ± 0.525

Pirinçli Köyü'nde yola olan mesafeler dikkate alındığında, yaprakların Co içeriğine ait genel ortalama değeri 0,215 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur (Tablo 4.7.). Buna göre en düşük Co ortalama değeri 50 m mesafede 0,191 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunurken, en yüksek Co ortalama değeri ise 0 m mesafede 0,227 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiş olup, istatistiksel olarak aralarındaki fark önemli bulunmamıştır. Gönülsüz'ün (2000) şeftali bitkisinde Selçuklu-Belevi-Davutlar ve Kemalpaşa-Turgutlu-Salihli yörelerinde yaptığı çalışmada alınan şeftali yaprak numunelerinde Co miktarı 4,8-9,6 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Pirinçli köyünde alınan yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kobalt miktarları 0,191-0,227 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafeye bağlı olarak doğrusal değişim yok denecek kadar az olarak tespit edilmiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki krom birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı görülmekle birlikte, elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalarda değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Yaprakların Ni içeriğine ait genel ortalama değeri ise 2,777 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. En yüksek Ni ortalama değeri 3,547 mg kg<sup>-1</sup> (100 m) bulunurken, en düşük değer 2,201 mg kg<sup>-1</sup> (0 m) olup, 50 m mesafedeki değer (2,582 mg kg<sup>-1</sup>) ile istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almıştır (Tablo 4.7.) Yoldan uzaklaştıkça meyvelerdeki Ni içeriğinin arttığı görülmektedir. Hakerlerler'in, (1994), Gümüldür ve Balçova'daki satsuma mandarin bahçelerinde yaptıkları çalışmada yapraklardaki Ni değerlerini 2-5 mg kg<sup>-1</sup> arasında tespit edip, meyvedeki birikimi ise yine önemsiz olarak değerledirerek, çalışmanın yapıldığı bölgedeki topraklardaki yüksek nikel konsantrasyonuna rağmen bu durumun yaprak ve meyveye yansımamasının ağır metal alımındaki toprağın pH değeri, kil miktarı organik madde içeriği ve bitkinin çeşidi ile ilişkili olduğunu öne sürerek açıklamışlardır. Pirinçli köyünde alınan yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen nikel miktarları 2,201-3,542 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak

seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafe arttıkça nikel miktarının da arttığı rapor edilmiştir. Bu sonuca göre araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki nikel birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı ifade edilebilir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Yola mesafe açısından yapraklardaki Cd genel ortalama değeri  $0,078 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bu ortalama değerler  $0,051$  ile  $0,098 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişkenlik gösterirken, istatistiksel olarak aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (Tablo 4.7.). Kulu'nun (2006) Kemalpaşa yöresi organik ve entegre kiraz yetiştiriciliğinde Salihli çeşidinin beslenme ve ağır metal durumlarının incelenmesi konulu çalışmasında organik bahçelerdeki kiraz bitkilerinin yapraklarındaki kadmiyum birikimi  $0,06-0,32 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenirken, bu oran entegre bahçelerde  $0,09-0,21 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Selçuk-Belevi-Davutlar bölgesindeki şeftali bahçelerindeki ağır birikiminin incelediği çalışmada meyve örneklerinde  $0-0,4 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında kadmiyum belirlenmiş ve örneklerde kirlilik saptanmıştır (Gönülsüz, 2000). Pirinçli köyünde alınan yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kadmiyum miktarları  $0,051-0,098 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafeye bağlı olarak doğrusal bir değişim tespit edilememiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki kadmiyum birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmakla birlikte, elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Çalışmamızda Pb genel ortalama değeri ise  $0,614 \text{ mg kg}^{-1}$  şeklinde bulunurken, bu elemente ait ortalama değerler 0 metre mesafede  $0,535 \text{ mg kg}^{-1}$ , 50 metre mesafede  $0,557 \text{ mg kg}^{-1}$  ve 100 metre mesafede ise  $0,749 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.7.). İstatistik açıdan aralarındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir. Pirinçli köyünde alınan yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kurşun miktarları  $0,535-0,749 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafe arttıkça kurşun miktarının da arttığı rapor edilmiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisinin yaprağındaki kurşun birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı ifade edilebilir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Yapılan yaprak analizleri sonucunda yapraklardaki Cr elementi içeriğine bakıldığında ise, genel ortalama değerin 1,742 mg kg<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Cr elementi için en düşük ortalama değerin 0 m mesafede 1,444 mg kg<sup>-1</sup> olurken, en yüksek ortalama değerin 2,017 (100 m) mg kg<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir ve istatistik açıdan aralarındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7.). Krom için bitkilerdeki toksisite sınır değerinin 1-2 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirildiği çalışmanın (Sauerbeck, 1982) yanısıra Scheffer ve Schachtschabel (1989) yaptığı çalışmada krom konsantrasyonunun 0.1-1 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu tespit edilmiştir. Selçuk-Belevi-Davutlar bölgesinde yapılan çalışmada şeftali bitkilerinin yapraklarında 0,50-3,03 mg kg<sup>-1</sup> arasında krom bulunduğunu ve yapraklarda krom yönünden toksisite saptandığını bildirmiştir (Gönülsüz 2000). Pirinçli köyünde alınan yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen krom miktarları 1,444-2,017 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafe arttıkça krom miktarının da arttığı rapor edilmiştir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

#### 4.2.2. Kapılı köyü

Yaprak örneklerinden elde edilen Co, Ni, Cd, Pb ve Cr miktarlarının yola olan mesafeye göre farklılık gösterip göstermediğine ilişkin hipotez testinin kontrolü için yapılan varyans analizi sonucu (Tablo 4.8)'de verilmiştir.

**Tablo 4.8.** Kapılı köyü yaprak örneklerinden elde edilen varyans analizi sonuçları

Element	Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F değeri	p değeri
Co	Yola olan mesafe	2	0.000	0.009	p=0.991
	Hata	6	0.002		
Ni	Yola olan mesafe	2	0.094	1.015	p=0.417
	Hata	6	0.093		
Cd	Yola olan mesafe	2	0.002	1.278	p=0.345
	Hata	6	0.002		
Pb	Yola olan mesafe	2	0.007	0.840	p=0.477
	Hata	6	0.009		
Cr	Yola olan mesafe	2	0.001	0.021	p=0.979
	Hata	6	0.031		

Tablodan görüldüğü üzere yola olan mesafe yaprak örneklerindeki araştırılan element içeriği bakımından istatistiksel olarak önemli farklılık yaratmamıştır.

Elementlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.9.'da verilmiştir.

**Tablo 4.9.** Yola olan mesafeye göre yapraktaki elementlerin tanımlayıcı istatistikleri ( $\bar{X} \pm S$ )

Yola olan mesafe	Co	Ni	Cd	Pb	Cr
0 m	0.217 ± 0.034	2.160 ± 0.287	0.082 ± 0.051	0.579 ± 0.077	1.503 ± 0.109
50 m	0.217 ± 0.058	2.295 ± 0.407	0.058 ± 0.009	0.618 ± 0.064	1.518 ± 0.264
100 m	0.213 ± 0.024	2.511 ± 0.176	0.114 ± 0.053	0.676 ± 0.125	1.488 ± 0.107
Genel ortalama	0.216 ± 0.036	2.322 ± 0.305	0.085 ± 0.044	0.625 ± 0.090	1.503 ± 0.153

Kapılı Köyü'nde yola olan mesafeler dikkate alındığında, yaprakların Co içeriğine ait genel ortalama değeri 0,216 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Buna göre en düşük Co ortalama değeri 100 m mesafede 2,213 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunurken, en yüksek Co ortalama değeri ise 0 m ve 50 m mesafede 0,217 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiş olup, istatistiksel olarak aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (Tablo 4.9). Çilali'nin (2012) Amasya Tokat karayolu çevresinde doğal olarak yetişen kuşburnu bitkisi üzerinde yaptığı çalışmaya göre de yapraktaki kobalt konsantrasyonu miktarı önemsiz bulunmuştur. Kapılı köyünde alınan yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kobalt miktarları 0,217-0,213 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafeye bağlı olarak doğrusal bir değişim tespit edilememiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki krom birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Yaprakların Ni içeriğine ait genel ortalama değeri ise 2,322 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. En yüksek Ni ortalama değeri 2,511 mg kg<sup>-1</sup> (100 m) bulunurken, en düşük değer 2,160 mg kg<sup>-1</sup> (0 m) olup, 50 m mesafedeki değer (2,295 mg kg<sup>-1</sup>) ile istatistiksel olarak aynı grup içinde yer almıştır, istatistiksel olarak aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (Tablo 4.9). Yol kenarında mesafeye bağlı ağır metal birikiminin incelendiği çalışmada yapraklardaki nikel konsantrasyonunun mesafe artışına paralel olarak artmadığı, en fazla birikim 50 m'de 1,13 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilirken en az birikim 1000 m'de 0,40 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirilmiştir (Çilali, 2012). Kapılı köyünde alınan yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen nikel miktarları 2,160-2,511 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafe arttıkça nikel miktarının da arttığı rapor edilmiştir. Bu sonuca göre araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki nikel birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı ifade edilebilir. Elde edilen



değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Yola mesafe açısından yapraklardaki Cd genel ortalama değeri  $0,085 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bu ortalama değerler  $0,058$  ile  $0,114 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişkenlik gösterirken, istatistiksel olarak aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (Tablo 4.9). Selçuk-Belevi-Davutlar bölgesindeki şeftali bahçelerindeki ağır metal kirliliğinin incelediği çalışmada yapraklarda  $0,20-0,40 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında kadmiyum bulunduğu ve yapraklarda Cd yönünden kirlilik saptanmadığı bildirilmiştir (Gönülsüz,2000). Kapılı köyünde alınan yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kadmiyum miktarları  $0,058-0,114 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafeye bağlı olarak doğrusal bir değişim tespit edilememiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisindeki kadmiyum birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı ifade edilebilir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Çalışmamızda Pb genel ortalama değeri ise  $0,625 \text{ mg kg}^{-1}$  şeklinde bulunurken, bu elemente ait ortalama değerler 0 metre mesafede  $0,579 \text{ mg kg}^{-1}$ , 50 metre mesafede  $0,618 \text{ mg kg}^{-1}$  ve 100 metre mesafede ise  $0,676 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak bulunmuş olup, istatistik açıdan aralarındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Selçuk-Belevi-Davutlar bölgesindeki şeftali bahçelerindeki ağır metal birikiminin incelendiği çalışmada yaprakların  $6,0-10,1 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında kurşun biriktirdiği tespit edilmiş ve bu durumun numune alınan bitkilerde kurşun yönünden kirlilik olarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Gönülsüz, 2000). Çilali'nin (2012) kuşburnu-trafik-ağırmetal ilişkisini incelediği çalışmasında kuşburnu bitkisinin yaprak ve meyvelerinin, ne topraktaki ne de çevredeki kurşun kirliliğinden etkilenmediği tespit edilmiştir. Kapılı köyünde alınan yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen kurşun miktarları  $0,579-0,676 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında olup; bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafe arttıkça kurşun miktarının da arttığı rapor edilmiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisinin yaprağındaki kurşun birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı ifade edilebilir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Yapılan yaprak analizleri sonucunda yapraklardaki Cr elementi içeriğine bakıldığında ise, genel ortalama değerin 1,503 mg kg<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Cr elementi için en düşük ortalama değerin 100 m mesafede 0,488 mg kg<sup>-1</sup> olurken, en yüksek ortalama değerin 1,518 (50 m) mg kg<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir ve istatistik açıdan aralarındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Kiraz bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada organik bahçelerden toplanan yaprakların krom konsantrasyonları 0,002-0,20 mg kg<sup>-1</sup> arasında, entegre bahçelerden toplananların ise 0,002-0,80 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu tespit edilmiştir (Kulu 2006). Bodur'un(1999) yaptığı araştırmada şeftali meyvesinde krom yoğunluğunun iz miktarlarda olduğu belirlenmiştir. Kapılı köyünde alınan yaprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda, meyvelerde tespit edilen krom miktarları 1,488-1,518 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş olup bu miktarlar toksik etki yaratmayacak seviyelerdedir. Ancak yola olan mesafe arttıkça krom miktarındaki değişikliğin önemsiz olarak değerlendirildiği rapor edilmiştir. Araştırmanın yapıldığı bahçede trafiğin nar bitkisinin yaprağındaki krom birikiminin artışında herhangi bir etkisinin olmadığı ifade edilebilir. Elde edilen değerler genel olarak diğer çalışmalardaki değerlerin ve bildirilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.

Her iki köyden alınan yaprak örneklerinden elde edilen Co, Ni, Cd, Pb ve Cr miktarları arasındaki ilişki Tablo 4.10'da verilmiştir.

**Tablo 4.10.** Yaprak örneklerinden elde edilen element miktarları arasındaki korelasyon matrisi (n=18)

	<b>Ni</b>	<b>Cd</b>	<b>Pb</b>	<b>Cr</b>
Co	0.267	0.188	0.259	- 0.215
Ni		0.206	0.586*	0.541*
Cd			0.342	-0.194
Pb				0.413

\*: p<0.05

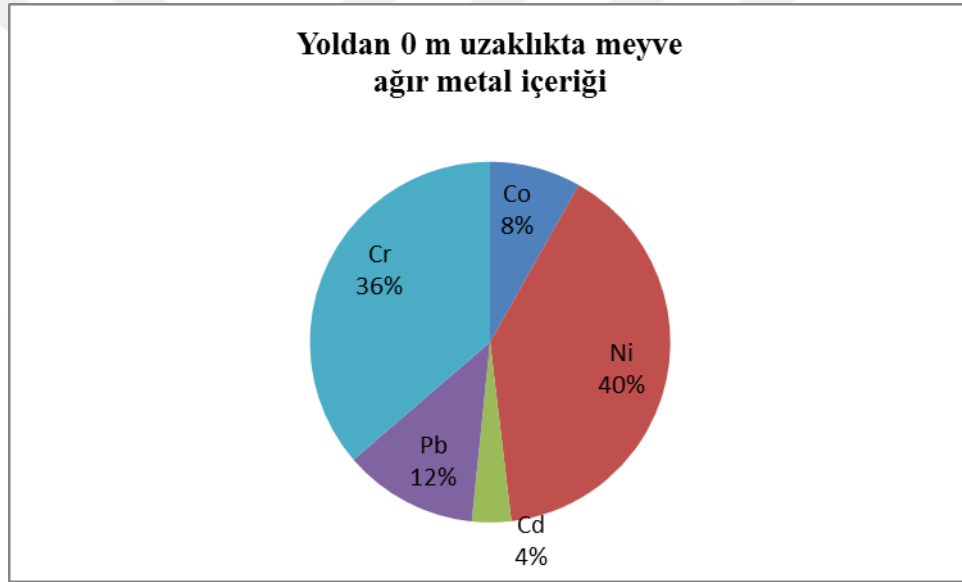
Tablo 4.10'dan görüldüğü üzere Ni ve Pb, aynı zamanda Ni ve Cr içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli (p<0.05) pozitif bir ilişki bulunmuştur (korelasyon katsayıları, uygun olarak, r=0.586 ve r=0.541).

Pirinçli ve Kapılı köylerindeki nar bitkisinin yola mesafesine göre ağır metal birikimlerinin incelendiği bu çalışmada meyvede önemli olarak ele alınan kobalt birikiminin yaprakta benzer bir birikim göstermediği tespit edilmiştir. Çalışmadaki verilere göre Pirinçli köyünden alınan meyve örneklerindeki nikel değerlerinin meyve analizlerindeki bulgulara paralellik gösterdiği tespit edilirken, Kapılı köyünden alınan meyve örneklerindeki Co, Ni, Cd, Pb ve Cr değerleri ve değişkenliği önemsiz bulunmuştur.

### 4.3. Yol kenarından 0, 50, 100 m mesafelerde alınan meyve ve yaprak örneklerinde ağır metal içeriği

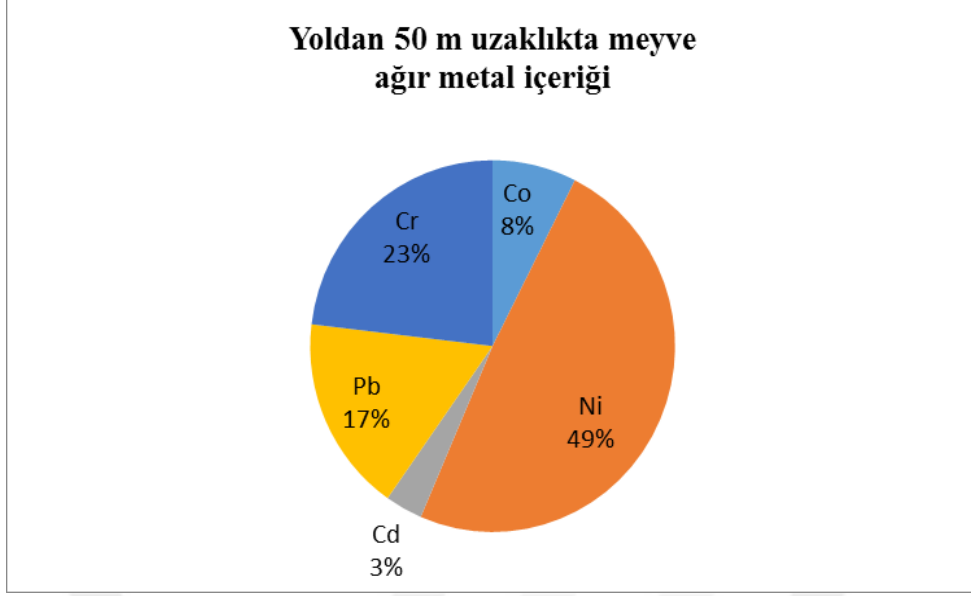
Kapılı ve Pirinçli Köyleri içinde bulunan iki nar bahçesinden yola 0, 50 ve 100 metre mesafelerden alınan meyve örneklerinin ağır metal içerikleri analiz edilerek, mesafelere göre dağılımları Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

Buna göre yol kenarındaki bahçelerde yola 0 m mesafeden alınan meyvelerde en yüksek ağır metal içeriği % 40 oranında Ni elementinde belirlenmiştir (Şekil 4.3). Yüzdelik dilimde nikel elementini % 36 ile krom, % 12 ile kurşun, % 8 ile kobalt ve % 4 ile kadmiyum elementleri izlemiştir. Elementlerin yüzde değerlerinde de görüldüğü gibi taşıt kirliliğinin sebep olduğu ağır metal birikimlerinde meyvede en çok Ni bulunmuştur.

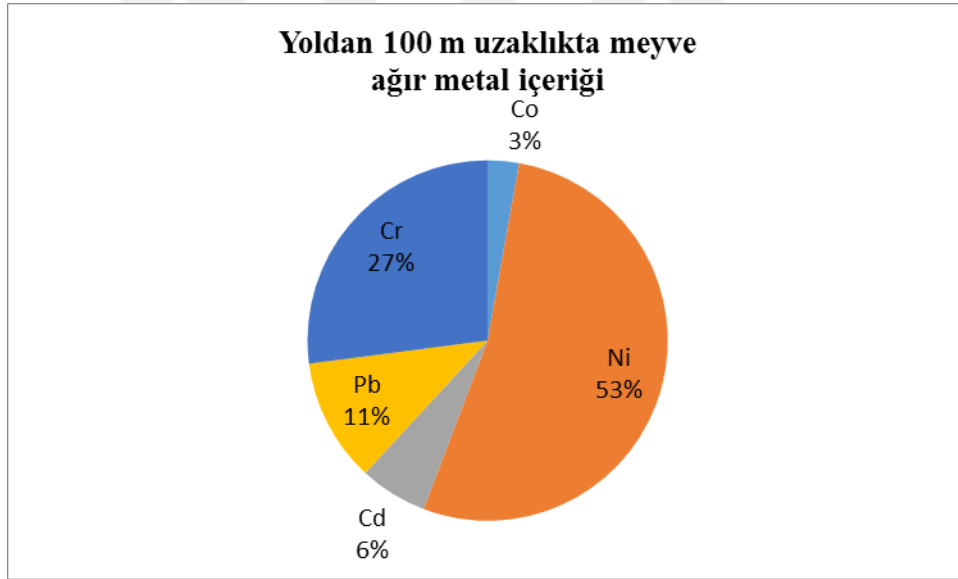


Şekil 4.3. Yol kenarına 0 m mesafeden alınan meyve örneklerinin ağır metal içerikleri (%)

Yol kenarından 50 metre uzaklıktaki sıradan alınan meyvelerde en yüksek ağır metal içeriği % 49 oranında Ni elementinde belirlenmiştir (Şekil 4.4). Nikelden sonra % 23 oranında krom, % 17 oranında kurşun, % 8 oranında kobalt ve % 3 oranında kadmiyum sıralamayı takip eden elementler olmuştur. Yola 0 m mesafeden alınan meyveler ile karşılaştırıldığında, yoldan uzaklaştıkça Ni ve Pb miktarlarında artış olurken; Cr ve Cd miktarlarında azalma görülmüştür. Co içeriğinin ise sabit kaldığı belirlenmiştir.



**Şekil 4.4.** Yol kenarına 50 metre mesafedeki sıradan alınan meyvelerin ağır metal içerikleri (%)

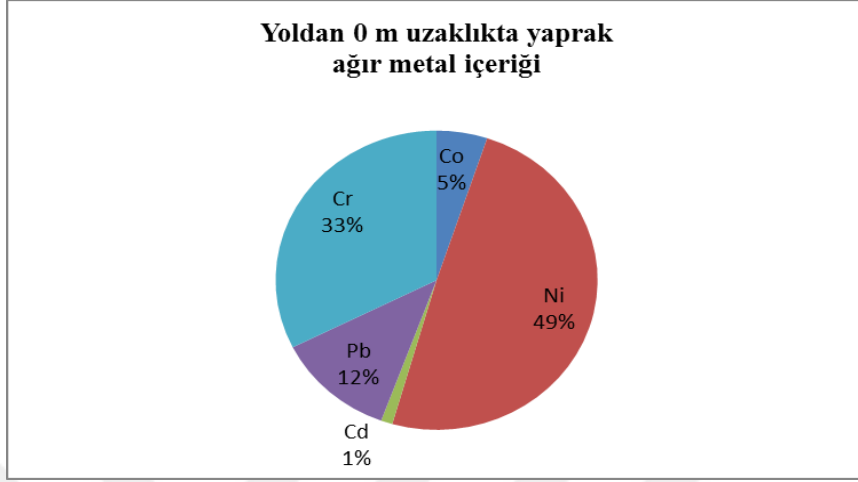


**Şekil 4.5.** Yol kenarına 100 metre mesafedeki sıradan alınan meyvelerin ağır metal içerikleri (%)

Yol kenarından 100 metre uzaklıktaki sıradan alınan meyvelerde en yüksek ağır metal içeriği % 53 oranında Ni elementinde belirlenmiştir (Şekil 4.5). Meyvelerde ikinci yüksek içerik % 27 ile Cr elementinde belirlenmiştir. Sıralamayı % 11 ile Pb, % 6 ile Cd ve % 3 ile Co takip etmiştir.

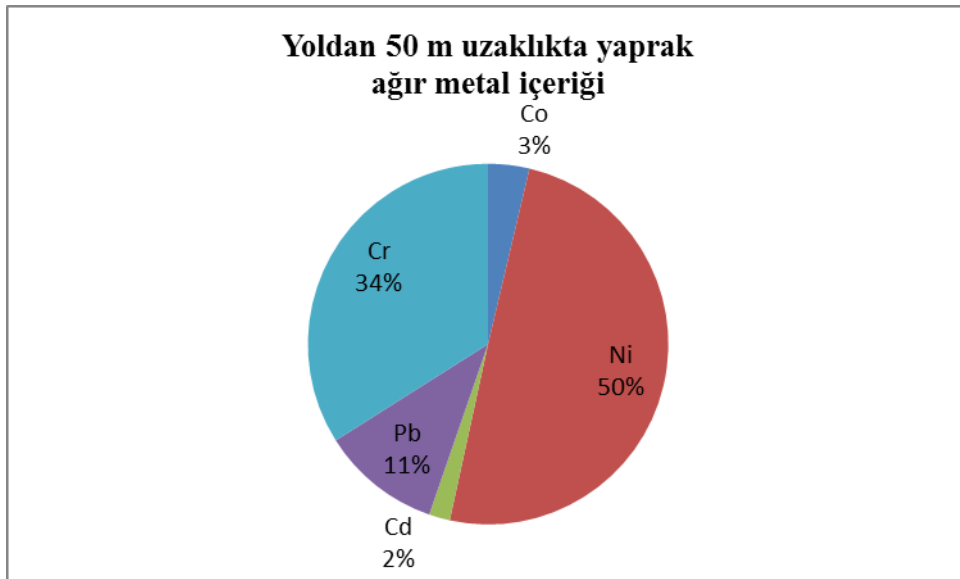
Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 ile karşılaştırıldığında Ni elementinin yoldan uzaklaşan mesafelerinden alınan meyvelerde sürekli artan oranı dikkat çekmektedir. Bu artışın

rüzgar etkisi ile olduğu düşünülmektedir. Ağır metallerin meyvelerdeki içerikleri her üç mesafede Ni, Cr ve Pb elementlerinde ilk üç sırayı aldıkları; Co elementinin 100 m mesafede azalmasıyla sıralamada Cr ile yer değiştirdiği görülmektedir.



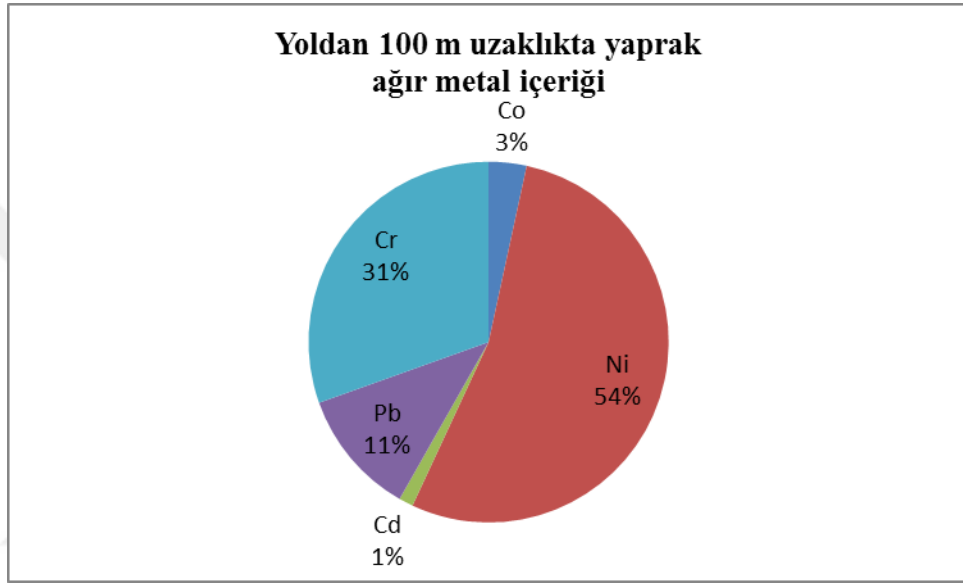
**Şekil 4.6.** Yol kenarına 0 m mesafede alınan yaprak örneklerinin ağır metal içerikleri (%)

Yol kenarına 0 m uzaklıktaki sıradan alınan nar yapraklarındaki ağır metal içerikleri karşılaştırıldığında Ni elementinin neredeyse % 50'ye varan miktarı (% 49) ile ilk sırayı aldığı görülmektedir. Cr (% 33), Pb (% 12), Co (% 5) ve Cd (% 1) sıralamayı takip eden elementler olmuştur (Şekil 4.6). Bu sıralamanın yol kenarındaki bahçelerden alınan nar meyvelerindeki ağır metal içerikleri ile aynı olduğu görülmektedir (Şekil 4.3). Meyve ve yapraklar elementlerden benzer şekilde etkilenmiştir.



**Şekil 4.7.** Yol kenarına 50 metre mesafedeki sıradan alınan yaprakların ağır metal içerikleri (%)

Yol kenarından 50 metre uzaklıktaki sıradan alınan nar yapraklarındaki ağır metal içerikleri karşılaştırıldığında Ni elementinin % 50'ye varan miktarı ile ilk sırayı aldığı görülmektedir. Cr (% 34), Pb (% 11), Co (% 3) ve Cd (% 2) sıralamayı takip eden elementler olmuştur (Şekil 4.7). Bu sıralamanın yol kenarından 0 m mesafede bulunan sıradan alınan yaprak örnekleri ile aynı olduğu görülmektedir. Yola olan mesafenin, meyvelerdeki ağır metal birikiminde, element tiplerine etkide bulunmadığı anlaşılmaktadır.



**Şekil 4.8.** Yol kenarına 100 metre mesafedeki sıradan alınan yaprakların ağır metal içerikleri (%)

Yol kenarından 100 metre uzaklıkta bulunan sıradan alınan nar yapraklarındaki ağır metal içerikleri karşılaştırıldığında; Ni (% 54), Cr (% 31), Pb (% 11), Co (% 3) ve Cd (% 1) sıralamasının yol kenarına 0 m ve yola 50 metre mesafedeki sıralardan alınan nar yapraklarının ağır metal içerik sıralamasıyla aynı olduğu görülmektedir (Şekil 4.8). Yoldan olan uzaklık, yapraklardaki ağır metallerin çokluk sıralamasına etki etmemiştir. Buna karşın 100 mesafede alınan yapraklardaki Co ve Cd sıralaması, meyvelerde olduğundan farklılık göstermektedir. Bu mesafedeki sıralardan alınan yaprak örneklerinde Co'nun Cd'dan fazla miktarda olduğu belirlenirken, meyvelerde tam tersi olarak Cd miktarının Co miktarından yüksek olduğu tespit edilmiştir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

Siirt ili Pirinçli ve Kapılı köylerinde yola 0, 50 ve 100 metre mesafelerdeki sıralarda yetişen nar ağaçlarının meyve ve yapraklarındaki ağır metal içeriğinin belirlenmesi için yapılan bu çalışmada Ni, Cr, Pb, Cr ve Cd elementleri analiz edilmiştir. İlde yapılan nar yetiştiriciliğinde, nar ağaçlarının ağır metalden etkilenme durumlarının ortaya koyulması bitkilerin bu elementleri kaldırma kapasitelerini belirlemek ve bu bağlamda insan sağlığına yapacağı etkileri saptamak açısından önemlidir. Köylerin konumlarının, rüzgar yönünün, toprak özelliklerinin, yol konumu ve araç trafiğinin farklı olması, yaprak ve meyvelerdeki ağır metallerin içeriklerinin de farklı olmasına neden olmaktadır. Pirinçli köyünden toplanan meyvelerde Co, Ni ve Cr elementlerinin ortalama değerleri arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Co ve Cr elementleri, yol kenarına 0 m mesafeden alınan meyvelerde en yüksek ortalama değerlere sahip olurken; Ni elementi 100 metre mesafeden alınan meyvelerde en yüksek değere sahip olmuştur. Kapılı köyünde her üç mesafedeki sıralardan alınan meyvelerdeki ağır metal içeriklerine ait ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunmuştur.

Pirinçli köyündeki bahçeden 0, 50 ve 100 metre mesafelerde alınan yapraklardaki ağır metal içeriklerine ait ortalamalar arasındaki fark sadece Ni elementi için önemli bulunmuştur. En yüksek Ni içeriği, 100 mesafeden alınan yapraklarda bulunmuştur. Kapılı köyünün her üç mesafedeki ağaçlarından alınan yapraklardaki ağır metal içeriklerine ait ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Bu durumda Pirinçli köyünün içindeki nar bahçesinin meyvelerinde Co, Ni ve Cr; yapraklarında ise sadece Ni elementlerinin içeriklerinin istatistik açıdan önemli bulunduğu söylenebilir.

Kapılı köyünden alınan meyve ve yaprak örnekleri analiz sonuçlarına göre elementlerin içeriklerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Köyler gözardı edilerek sadece mesafeler dikkate alındığında, meyvelerde en yüksek içeriğin Ni elementine ait olduğu belirlenmiştir. Bu sıralama 0 ve 50 metre mesafede büyükten küçüğe doğru Ni, Cr, Pb, Cd, Co şeklinde iken; 100 metre mesafeden alınan meyvelerde ise yine büyükten küçüğe doğru Ni, Cr, Pb, Co, Cd şeklinde olmuştur. Cd ve Co elementlerinin artan mesafelerdeki değişimi bu sıralamada görülmektedir.



Tüm mesafelerde alınan yapraklarda ise ağır metal içeriğinin sıralaması büyükten küçüğe doğru Ni, Cr, Pb, Co, Cd şeklindedir. 0 ve 50 metre mesafelerde alınan meyve ve yaprak örneklerindeki elementlerin içerikleri paralel olarak seyretmiştir. 100 metre mesafeden alınan yapraklarda tek değişen sıralama Co ve Cd arasında olmuştur. Cd elementi 100 metre mesafedeki yapraklarda en az içerik olarak belirlenirken, aynı mesafede alınan meyvelerde Co'tan önce yer almıştır.

Çalışmadan açıkça görüldüğü gibi Pirinçli köyünde yetişen nar ağaçlarının meyve ve yaprakları, Kapılı köyündeki ağaçların meyve ve yaprak örneklerine göre daha yüksek oranda ağır metal içeriğine sahiptir. Her iki köyde de meyve ve yapraklarda en fazla orana sahip elementler Ni, Cr ve Pb sıralamasında yer almıştır. Taşıt kirliliğinin etkisi en çok bu elementler bazında olmuştur.

## **5.2. Öneriler**

Çalışmanın, Siirt ilinde hem bitkilerde hem de yöre halkının önemli bir geçim kaynağı ürünü olan Zivzik narının ağır metal içeriğini belirleme yönünde ilk çalışma olduğu düşünülmektedir. Üreticilerin nar bahçesi tesis ederken yer belirleme konusunda fazla seçici olmadıkları ya da ana yollar üzerine kurulmuş bahçelerde taşıt kirliliğinin bilimsel olarak nasıl etkisi olacağını bilmedikleri görülmektedir. Nar ağaçlarının bitki besin elementlerince yeterli düzeyde beslenmesi gerekliliğinin yanı sıra, toksik etki yapabilecek elementlerin ve düzeylerinin de ortaya konması gerekmektedir. Ağır metal birikimi hem bitki, hem de bitkilerle beslenen tüm canlılar gibi insan sağlığını tehdit etmektedir. Çalışma sonucunda trafiğin bitkilerde ağır metal birikimini arttırdığı gözlenmiştir. Bu durumun doğuracağı olumsuz sonuçların önüne geçebilmek için öncelikle, yeni kurulacak bahçelerin yol kenarından 1-2 km içeride kurulmasına özen gösterilmelidir. Siirt ve çevresinde kara yolu üzerinde kurulmuş meyve bahçesi sayısının küçümsenmeyecek kadar fazla olduğu dikkate alınır, bu tez örneğindeki gibi çalışmaların sayısının artırılması yerinde olacaktır. Çalışmalardan çıkan sonuçlar doğrultusunda gerekli yasal ve idari düzenlemelerin yapılması, üreticilerin bu düzenlemelere uyumlu hareket edebilmesi için gerekli eğitimlerin verilmesi ve toplumun sağlıklı besin tüketimi konusunda bilinçlendirilmesi bu konuda akla gelen öneriler arasında yer almaktadır.

## KAYNAKLAR

- Aksoy, A., Duman, F., Demirezen, D., 2000. Atmosferdeki ağır metallerin tutulmasında bitki tüylerinin rolü ve ağır metal dağılımında rüzgârın etkisi. *Erc. Üniv. Fen Bil. Enst. Derg.*, 16(1-2): 31-37
- Allan, R., 1997. *Introduction: mining and metals in the environment*. J. Geochem. Expl. 58:95-100
- Allen, S.E., 1989. *Chemical Analyses of Ecological Material, second ed. Blackwell Scientific Publications*, London.
- Alloway, B. 1990. *Heavy Metals in Soils. Blackie and Sou Ltd.*, Glasgow and London.
- Alper, N., 2001. Nar suyu üretimi üzerine araştırmalar, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara, 172s.
- Anonim 2017, BÜGEM Faaliyet Raporu Erişim Tarihi: Mart 2017 <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>Baldwin, DR. and Marshall, WJ., 1999. Heavy metal poisoning and its laboratory investigation (review article). *Annals of Clinical Biochemistry* 1999; 36: 267-300.
- Başgel, S. and Erdemoğlu, S.B., 2006. Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey. *Science of the Total Environment* 359, 82-89.
- Çavuşoğlu, K., Çakır, Ş., Kırındı, T., 2008., Kırıkkale ilinin çeşitli bölgelerinde yol kenarlarından toplanan *Pinus nigra* (j.f. arnold) subsp. *Nigra var. Caramanica* (loudon) rehder türündeki kurşun (Pb) kirliliğinin araştırılması. *Dumlupınar Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. Sayı: 11 Eylül 2006. ISSN-1302-3055.
- Çilali, E., 2012. Amasya-Tokat Karayolu Çevresinde Doğal Olarak Yetişen Kuşburnunda (*Rosa Spp*) Mesafeye Bağlı Olarak Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, Tokat. 18-35s.
- Denizli, A., 2008. Ağır Metal Toksikolojisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları* No: 237.
- Deveciler, H. 2005. Uludağ Üniversitesi tarımsal uygulama ve araştırma merkezi tarım topraklarının ağır metal içeriklerinin incelenmesi. Y. Lisans Tezi, *UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı*, Bursa.
- Divrikli, G., Mendil, D., Tüzen, M., Soylak M., Elçi L., 2006. Trace metal pollution from traffic in Denizli-Turkey during dry season. *Biomedical and Environmental Sciences* 19: 254-261.
- Dündar, Y. ve Aslan, Y., 2005. Yaşamı kuşatan ağır metal kurşunun etkileri. *Kocatepe Tıp Dergisi*. 6: 1-5
- Dürüst, N., Dürüst, Y., Tuğrul, D., Zengin, M., 2004. Heavy metal contents of *Pinus radiata* trees of İzmit (Turkey). *Asian Journal of Chemistry*, Vol. 16, No. 2, 1129-1134.
- Fergusson, J., 1990. The heavy elements: Chemistry, Environmental Impact and Health effects. Reader in Chemistry. University of Canterbury. Pergamon Pres. New Zeland.

- Gönülsüz, E., 2000. Şeftali Bahçelerinin Beslenme Düzeyi ve Ağır Metal İçeriklerinin İncelenmesi, *Ege Üniversitesi Araştırma Fonu Proje Raporu*, Proje No:99/ZRF/034, Bornova-İzmir.
- Gülser, F., Çığ, A., Sönmez F., 2011. The Determination of Phytoremediation Levels of Ornamental Plants Used in Landscape. *J. Int. Environmental Application & Science*. Vol 6(5): 661-667.
- Gültakti, Y., 2006. Van Gölü Havzasında Yetiştirilen Bazı Tahıl ve Baklagillerin Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması, *Yüzcü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Van.
- Gündoğdu, M., Yılmaz H., Şensoy R., Gündoğdu Ö., 2010. Şirvan (Siirt) Yöresinde Yetiştirilen Narların Pomolojik Özellikleri. *YYÜ TAR. BİL. DERG.* 20(2): 138-143.
- Hakerlerler, H., Anaç, D., Okur, B., Saatçi, N., 1994. Gümüşdüz ve Balçova'daki Satsuma mandarin bahçelerinde ağır metal kirliliğinin araştırılması. *E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 92-ZRF-47*, Bornova-İzmir.
- Haktanır, K., 1987. Toprak Kirliliği ve Bu Konuda Hazırlanacak Yönetmelikler Üzerine Düşünceler, TÇSV. *Çalışma Grubu Raporu*, pp. 75.
- Hüseyinova, R., Kutbay, H. G., Bilgin, A., Kılıç, D., Horuz, A. ve Kırmancıoğlu, C., 2009. Ordu ilindeki corylus avellana (fındık) ve bazı yol kenarlarındaki doğal bitkilerin yapraklarındaki sülfür ve ağır metal içerikleri. *Ekoloji* 18, 70, 10-16.
- Jain, R., Srivastava, S., Madan, V.K., 2000. Influence of chromium on growth and cell division of sugarcane. *Indian J. Plant Physiol*, (5);228-31.
- Kaçar, B ve Katkat, V., 2006. *Bitki Besleme*. Nobel Yayın No:849.
- Kahvecioğlu, O., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2004. Metallerin Çevresel Etkileri-I, *Metalurji Dergisi*, s. 47-53, Sayı 136.
- Kaya, B.B., 2010. Erciyes Strato Volkanından Püsküren Ana Materyaller Üzerinde Oluşmuş Topraklarda Yetiştirilen Meyvelerin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü/Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı*, Tokat.
- Köleli, N. ve Kantar Ç., 2006. Fosfat kayası, fosforik asit ve fosforlu gübrelerdeki toksik ağır metal (Cd, Pb, Ni, As) konsantrasyonu. *Ekoloji Dergisi*, 14(55): 1-5.
- Kulkarni, A.P. and Aradhya, S.M., 2005, Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development, *Food Chemistry*, 93:319-324.
- Kulu, N.E., 2006. Kemalpaşa Yöresi Organik ve Entegre Kiraz Yetiştiriciliğinde Salihli Çeşidinin Beslenme ve Ağır Metal Durumlarının İncelenmesi. *E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, İzmir.
- Lansky, E.P. and Newman, R.A., 2007, Punica granatum (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer, *Journal of Ethnopharmacology*, 109: 177-206.
- Levent, A., Alp, Ş., Ekin S., Karagöz S., 2009. Trace heavy metal contents and mineral of Rosa canina fruits from Van region. *Eastern Anatolia, Turkey*.
- Manahan, S.E., 2000, "Environmental Chemistry 7th edition", *Lewis Publishers*, Boca Raton.

- Munzuroğlu, Ö. ve Gül, Ö., 2000. Ağır metallerin elma (*Malus sylvestris miller cv. golden*)' da polen çimlenmesi ve polen tüpü gelişimi üzerine etkileri . *Türk J Biol* 24 (2000) 677–684 © TÜBİTAK. *Sağlığımızın Yapıtaşları Sebze ve Meyveler Tanımları, Besin Değerleri, Yararlı Etkileri, Üretimleri ve Yetiştirilmeleri*, Remzi Kitabevi, s. 208, İstanbul.)
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1993. Toprak Bilimi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No:16*, Adana
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1995. Toprak Bilimi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları Yayın No:16*, Adana.
- Özgüven, A.I. and Yılmaz, C., 2000, *Pomegranate growing in Turkey, I. International Symposium on Pomegranate*, 15-17 October, Orihuela (Alicante) Spain, p:41-48.
- Öztürk, M., ve Kızıroğlu, İ., 1992. Ağır Metaller Canlılar İçin Yük mü, (Edit), *II. Uluslararası Ekoloji ve Çevre Sorunları Sempozyumu*, 5-7 Kasım 1992, Ankara, Türk Alman Kültür İşleri Kurulu, Yayın Dizisi, No:3-Ankara, p.134-140.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 1999. *Biology of plants 6th ed.* New york, USA.
- Saatçi, F., Hakerlerler, H., Tuncay, H., Okur, B., 1988. İzmir ili civarındaki bazı önemli endüstri kuruluşlarından tarım arazileri ve sulama sularında oluşturdukları çevre kirliliği sorunu üzerinde bir araştırma. *E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 127*, Bornova-İzmir.
- Sharma, P and Dubey, R.S., 2005. Lead toxicity in plants. *Braz. J. Plant Physiol.*, 17(1):35-52.
- Szentmihályi, K., Vinkler, P., Lakatos, B., Illes, V.M., 2002. Rose hip (*Rosa canina*L.) oil obtained from waste hip seeds by different extraction methods. *Bioresource Technology*, 82, 195–201.
- Şimşek M., ve Yücel B. 2015. Çevre Dostu Meyve Üretim Tekniği Açısından Güneydoğu Anadolu Bölgesi. *Güneydoğu Anadolu Bölgesi Çevre Sempozyumu*, 24-25 Mart 2015, 227-234, Diyarbakır.
- Şimşek, M., ve Gülsoy, E., 2017. GAB' nin Nar (*Punica Granatum* L.) Potansiyeli konusunda Bir araştırma. *İğdır*. S.38
- Şekeroğlu, N., Özkutlu, F., Kara, S.M., Özgüven, M., 2008. Determination of cadmium and selected micronutrients in commonly used and traded medicinal plants in Turkey *JSci Food Agric.*, 88, 86-90.
- Temiz, M. G., 2009. Effects on somatic embryogenesis of different growth regulators and different explant resources in pomegranate (*Punica granatum*).
- Topa, S., 1995. Ankara Cadde Ağaçlarından *Platanus orientalis* L. da Ağır Metal Birikimi. (Y. Lisans Tezi), *Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Truby, P. and Raba, A., 1991. Heavy Metal Uptake by Vegetables. *Angewvete Botanik*, 65: 3-4, 253-264.
- Vardin, H., 2000. A Study of User Facilities on Different Pomegranate Cultivars Grown in the Harran Plain in the Food Industry, *Çukurova University., Science Institute, Doctoral Thesis*, Adana.

- Verma, S and Dubey, RS., 2003. Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. *Plant Sci.* 164:645-655.
- Yıldız, N., 2003. Toprak Kirlenici Ağır Metaller ve Toprak Bitki İlişkileri. *I. Ulusal Çevre Sempozyumu*. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü Erzurum.
- Yıldız, N. ve Bircan, H. 2003. Araştırma ve Deneme Metodları. *Atatürk Üniversitesi Yayınları*. Erzurum.
- Yılmaz, C., 2005, Narda Derim Öncesi Meyve Çatlamaının Anatomisi ve Fizyolojisi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 250 s.
- Zarei, M., Azizi, M., Zeinolabedin, B. S., 2011. Evaluation of Physicochemical Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit during Ripening. *Fruits*, 66, 121-129.



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Şeyma DEMİRHAN AYDIN  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Siirt 08.10.1989  
**Telefon** : 05439749114  
**Faks** :  
**e-mail** : demirhanseyma@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Atatürk Anadolu Lisesi Siirt	2007
Üniversite	: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Adana	2011
Yüksek Lisans :		
Doktora :		

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013	Siirt Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi

### UZMANLIK ALANI

Bahçe Bitkileri

### YABANCI DİLLER

İngilizce

