

23092

ÇİNKÜR ÇEVRESİNDEKİ TOPRAKLARDA AĞIR METAL
KİRLİLİĞİNİN (Cu, Ni, Cd, Pb, Mn, Zn) ATOMİK ABSORPSİYON
SPEKTROMETRİ YÖNTEMİYLE TAYİNİ

Fevzi KILIÇEL

23092

Erciyes Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü'ne
Kimya Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi Olarak
Sunulmuştur.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Eylül - 1992

Erciyes Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından KİMYA Ana Bilim Dalı'nda
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

09 / 10 / 1992

BAŞKAN: Prof. Dr. Mehmet DOĞAN
UYE : Doç. Dr. Ahmet ÜLGEN
UYE : Doç. Dr. Senol KARTAL

ONAY

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim
üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

13 / 10 / 1992
Doç. Dr. Mehmet GÜNÖZ
Enstitü Müdürü

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Fevzi KILIÇEL

Baba Adı : Mustafa

Ana Adı : E. Fatma

Doğum Yeri : Ereğli/KONYA

Doğum Tarihi : 10/11/1955

İlk ve orta öğrenimini Konya'da tamamladı. 1978 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü'ne girdi. 1984 yılı Haziran döneminde mezun oldu. Sümerbank Ereğli Pamuklu Sanayii'nde, Elazığ Anadolu Lisesi'nde, Afyon Polis Koleji'nde çalıştı. Halen Kayseri Polis Koleji'nde Kimya öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın başından beri yakın ilgi ve desteğini gördüğüm, beni bu çalışmaya yönlendiren Sayın Hocam Doç.Dr. Şenol KARTAL'a ; yardımlarını esirgemeyen, her zaman ilgisini gördüğüm Sayın Doç.Dr. Latif ELÇİ'ye ve Sayın Prof.Dr. Mehmet DOĞAN'a en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmalarım esnasında bana yardımcı olan Analitik Kimya Araştırma Laboratuvarında çalışan araştırma görevlisi arkadaşlarıma, bana maddi ve manevi destek veren eşime teşekkür ederim.

ÖZET

Bu çalışma ile ÇINKUR çevresindeki topraklarda, canlılar üzerinde toksik etkisi olan bazı eser elementlerin (Cu, Ni, Cd, Pb, Mn, Zn) derişimleri alevli atomik absorpsiyon spektrometri yöntemi (FAAS) ile incelendi ve ÇINKUR'a uzak yerlerden alınan (Sivas yolu 20. km ve Ali Dağı) kontrol örnekleri ile karşılaştırıldı.

Toprak örneklerindeki eser elementlerin çözeltiye alınmasında çeşitli yöntemler denendi. Optimum sonuç elde edebilmek için aşağıdaki işlemler uygun bulundu.

0.5 g toprak örneğine 10 ml. Kral suyu eklenerek bir gün bekletildi ve 105°C deki kum banyosunda kuruluğa kadar buharlaştırıldı. Kuruyan örneğe 5 ml 2M HNO₃ çözeltisi ilave edilip hafif ısıtıldıktan sonra mavi band süzgeç kağıdından süzüldü. Süzüntü 3-4 ml kalıncaya kadar elektrikli ısıtıcıda, düşük sıcaklıkta buharlaştırıldı ve 5 ml' lik balon jojeye alındı. Çözelti çift distile su ile 5 ml' ye tamamlandı.

Eser elementlerden Cu, Ni ve Cd örnek çözeltilerden direkt olarak; Pb, Mn ve Zn ise örnek çözeltiler seyreltildikten sonra okundu. Seyreltme ile örnek derişimlerinin standartlardaki derişim aralığında kalması sağlandı.

Bu çalışmalar sonunda çalışılan örnekler ile kontrol örnekleri arasında karşılaştırma yapılarak, derişim farklılıkları ortaya çıkarıldı.

SUMMARY

In this study, the analysis of soil samples are taken for some trace toxic elements (Cu, Ni, Cd, Pb, Mn, Zn) at the around of ÇİNKÜR. Element concentrations in the samples are determined by using Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS). Results are compared with control samples that are taken Ali Dağı and 20th km of Sivas Roadway inside 2 km.

Different methods are tested for taking trace elements from the soil samples in the solution. For optimum result, below method is applied.

10 ml aqua regia is added to 0.5 g soil samples and is waited overnight. It is vaporized to dryness on a sand bath at 105°C. 5 ml 2 M HNO₃ solution is added to the residue and is filtered with blue band filtering paper. Result mixture is vaporized to 3-4 ml solution and diluting to 5 ml with double distilled water.

Cu, Ni and Cd are determined directly; Pb, Mn and Zn are determined with diluting by using FAAS from sample solutions.

After this study, concentrations of basic samples are compared with control samples. Results are showing that are difference between two values.



KISALTMALAR

AAS	: Atomik Absorpsiyon Spektrometri
FAAS	: Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometri
GFAAS	: Grafit Fırınlı Atomik Absorpsiyon Spektrometri
KS	: Kral Suyu (1:3, v/v, HNO ₃ : HCl)
AES	: Atomik Emisyon Spektrometri
AFS	: Atomik Floresans Spektrometri
Der.	: Derişik
E.100	: Doğu 100. metre
Std	: Standart
E	: Doğu
W	: Batı
S	: Güney
N	: Kuzey
SE	: Güneydoğu
SW	: Güneybatı
NE	: Kuzeydoğu
NW	: Kuzeybatı
ppm	: $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$
μg	: Mikrogram
g	: Gram
L	: Litre
ml	: Mililitre
Kg	: Kilogram

km : Kilometre
m : Metre
l : Uzaklık
C : Derişim
mg : Miligram
V : Hacim
nm : Nanometre
mA : Miliamper
s : Saniye
ABS : Absorbans



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZGEÇMİŞ	III
TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
SUMMARY	VII
KISALTMALAR	IX
İÇİNDEKİLER	XI
BÖLÜM I 1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Toprağın Yapısı ve Toprak Kirliliği.....	3
BÖLÜM II DENEL KISIM VE SONUÇLAR	
2.1. Örnek toplama	7
2.2. Örnek hazırlama	9
2.3. Çözünürleştirme tekniği	9
2.4. Toprak örneğinin çözelti haline getirilmesi	11
2.5. Standart çözeltilerin hazırlanması	12
2.6. Ölçüm yöntemi	18
2.6.1. Ölçümlerde kullanılan düzenekler	19
2.6.2. Ölçümlerle ilgili deneysel parametreler	19
2.6.3. AAS aleti	20
2.6.3.1. Işın kaynağı	22
2.6.3.2. Atomlaştırma sistemi	23

2.6.3.3. Monokromatör ve Dedektörler	25
2.6.3.4. Girişimler	25
2.7. Toprak örnekleri ile ilgili analizler	26
2.7.1. Bir örnek üzerinde deneme analizleri ...	26
2.7.2. Esas örneklerin analizleri	39
2.7.3. Kontrol örneği analizleri	40
2.7.4. Sonuçların karşılaştırılması	41
2.7.5. % Geri kazanma ve Tekrarlanabilirlik ...	43
BÖLÜM III SONUÇLARIN TARTIŞILMASI	45
KAYNAKLAR	55



BÖLÜM I

1.1 GİRİŞ ve ÇALIŞMANIN AMACI

Son zamanlarda üzerinde araştırma yapılan konuların en önemlilerinden birisi de çevre kirliliğidir. Çevre kirliliği denildiğinde hava, su ve toprak kirlenmesi akla gelir. Canlı hayatında çok önemli yer tutan bu üç unsurun tabii dengesi bozulduğunda canlılar üzerinde olumsuz etkiler yaptığı bilinen bir gerçektir.

Bilhassa kış günlerinde, büyük şehirlerin en büyük sorunu hava kirliliğidir. İnsan ve canlı hayatında toksik etki yapan gazların normalin üzerinde artış göstermesi kirlilik sayılmaktadır. İçme sularında ise zararlı organizmalar ve toksik etki yapan bileşiklerin suyun içerisinde bulunması kirlilik oluşturmaktadır. Bu tür kirliliklerin önlenmesi ve sağlıklı bir yaşama ortamının temin edilmesi için hükümetler, üniversiteler, çeşitli kuruluşlar ve yerel yönetimler sürekli çalışmakta, kirliliğin sebeplerini araştırmakta ve önlenmesi için büyük çabalar sarfetmektedirler.

Kirliliğin boyutlarının toprağa kadar uzandığı, canlı hayatını tehdit etmekte olduğu da bir gerçektir. Hava, toprak ve su arasında kurulmuş doğal bir denge bulunur. Herhangi birinde baş gösteren denge bozukluğu diğerlerini de etkiler, doğal dengenin tamamen bozulmasına sebep olur. Hava ve suda kirlilik varsa, toprakta da kirlilik olması çok kuvvetle muhtemeldir. Bu kirliliğin boyutunun ne olduğu, kirliliğin hangi kaynaklardan gelebileceği, ne gibi önlemler ile kirliliğin önlenebileceği ile ilgili olarak çok sayıda araştırmalar yapılmaktadır.

Bu çalışmada, ÇİNKÜR çevresindeki topraklarda altı elementin (Cu, Ni, Cd, Pb, Mn, Zn) alevli atomik absorpsiyon spektrometresi (FAAS) ile derişimleri tayin edildi. Çeşitli çözümlendirme yöntemleri denendi ve en uygun olarak kral suyu ile çözünürleştirme yöntemi seçildi.

Toprak örnekleri ÇİNKÜR çevresindeki geniş bir alandan alındı. Diğer taraftan alınan kontrol örnekleri ve bu elementlerin yer kabuğunda bulunabilecek miktarları ile karşılaştırılarak bu bölgede tesisten kaynaklanan ağır metal kirliliğinin olup olmadığı tesbit edilmeye çalışıldı.

İncelenen altı elementten (Cu, Ni, Cd, Pb, Mn, Zn) hemen hepsi normalin üzerinde derişime ulaştığında toksik etkisi göstermekte ve canlı vücudunda zehirlenme baş göstermektedir.

Bazı toprak eser elementlerinin kabul edilebilir sınıırı ve yer kabuğunda bulunma oranları şöyledir (Çizelge-1.1).

Çizelge-1.1 : Bazı toprak eser elementlerinin kabul edilebilme sınırı ve yer kabuğundaki oranları

	Kabul edilebilme sınırı	Yer kabuğundaki oranı
Cu	5-5.6 mg/Kg toprak [1,2]	2-100 mg/Kg [6,8]
Ni	10-50 " " [3]	10-1000 " [6,8]
Cd	-----	≤1 " [7]
Pb	2.06-13.4 " " [2,4]	2-200 " [6,8]
Mn	-----	100-4000 " [6,8]
Zn	60-780 " " [2,5]	10-300 " [6,8]

Bir sanayii tesisi civarında ağır metal kirliliğinin olup olmadığını tesbit edebilmek için, tesisten çıkan gaz ve partiküllerin ulaşamayacağı yerlerden kontrol örnekleri alınarak derişimine bakılması ve bu değerlerin karşılaştırılması gerekir. Böylece aynı bölgedeki ağır metal derişimlerindeki farklılıklar ortaya çıkar.

Bu çalışma ile ÇİNKUR'un dört ana ve dört ara yönünden 50, 100, 250, 500, 1000, 1500 ve 2000 metre uzaklıklarından örnekler alındı. incelemeler sonunda, aynı yönlerde tesise uzaklığa göre ağır metal derişimi farklılığı olduğu gibi, yönler arasında da farklılığın olduğu tesbit edildi. Bu farklılıkların, rüzgar yönüne, demiryolu ve karayoluna, yerleşim birimlerine [9] bağlı olduğu gözlenmektedir.

1.2. TOPRAĞIN YAPISI ve TOPRAK KİRLİLİĞİ

Toprak bileşenleri, organik ve inorganik maddeler olmak üzere başlıca iki grupta ele alınır. inorganik maddelerin kaynağı ana kayalar, organik maddelerin kaynağı ise üzerinde yaşa-

yan canlılardır. İnorganik ve organik maddeler toprağın katı kısmını oluşturur ve yaklaşık % 50' lik bir kısmını teşkil ederler. Kalan % 50' lik kısmı ise boşluklar olup değişik oranlarda hava ve su içerirler [10,11].

Toprağın bileşenleri aşağıda verilen fraksiyonlara ayrılabilir.

1- Kalın inorganik tanecikler: Çapları 0.002 mm' den büyük taneciklerdir. Ortalama yoğunlukları 2.7 dir. Toprak kuru ağırlığının % 5-90 'ını oluştururlar. Elekten geçirildiklerinde taş, çakıl, kum, mil gibi gruplara ayrılabilirler. Amerikan standartlarına göre çapları 2-0.05 mm olanlar kum, 0.05 - 0.002 mm olanlar mil ve 0.002 mm' den küçük olanlar ise kil olarak tanımlanmaktadır [11].

Partikül büyüklüklerine göre çapları $< 2 \mu\text{m}$ olanlar organik madde, balçık, kil, $2 - 20 \mu\text{m}$ olanlar çamur, $20 - 2000 \mu\text{m}$ olanlar ise kum olarak sınıflandırılmaktadır [12].

İnorganik taneciklerin %'leri kayanın saflığına, toprağın yaşına ve diğer bir çok etmene bağlı olarak farklılık taşır. Toprak eser element miktarları, bu mineraller içerdikleri eser element düzeyine göre değişir [8]. Yer kabuğundaki mineral maddelerin yaklaşık % 98'ini 8 element oluşturur. Bu elementler, Oksijen %46.6, Silisyum %27.2, Alüminyum %8.1, Demir %5.0, Kalsiyum %3.6, Sodyum %2.8, Potasyum %2.6, Magnezyum %2.1 olarak yer kabuğunda bulunur [13]. Diğer bütün elementler ise toplamın ancak %2' si kadardır.

2- Kolloidal inorganik tanecikler: Suda suspansiyon halinde dağılmaları sonucu ayrılabilirler. Yoğunlukları 2 olup, top-

rak kuru ağırlığının %10 - 80 arasını oluşturur. Toprağın yapısı, rengi ve birçok hallerde iyon değiştirme özelliklerinde etkindir.

3- Toprak çözeltisi: Toprak kapilerinde tutulan ve çözünmüş maddeler içeren sudur. Mikroorganizmalar ve bitki kökleri için önemlidir [8].

4- Toprak atmosferi: Toprak ile dengede bulunan gazdır. Vakum pompası ile alınabilir. Doğal topraklarda hacimce %50 'ye kadar çıkabilir [8].

5- Organik madde: Toprakların çoğunda kuru ağırlığın % 1 - 40 'ını oluştururlar. Toprağın renk, yapı ve iyon değiştirme özelliklerinde etkindir [8]. Bitki ve hayvan artıklarının toprakta birikmesinden meydana gelmiştir. Bunların bir kısmı ayrılmış, bir kısmı ise ayrışmanın çeşitli evrelerindedir [10,13].

6- Canlı organizmalar: Genellikle tek hücrelilerdir. Nicel olarak ayrılmaları mümkün değildir. Taze toprak ağırlığının en fazla %0.1 - 0.2'sini oluşturur. Toprak oluşumunu etkileyen oluşlar da, yükseltgenme potansiyeli ve toprak pH 'ının ayarlanmasında önemlidir [8].

Toprakta bulunan Cd, Pb, Ni ve Zn toksik elementleri oluştururlar. Cu, Mn ve Zn normal düzeyde olduğunda besleyici element olarak bilinirler [7].

Topraktaki bu eser element derişimlerinin artmasında bir çok etken vardır. Bunların en önemlileri; Hava kirliliği, inorganik gübre kullanımı, lağım atığı kullanımı, maden oca-

đı çalışmaları, çevreye koku yayan çalışmalar, araba egzozlarından çıkan gazlar, yerleşim alanları, demiryolu ve karayolları, sanayii tesisleridir [9,14,15]. Toprakta organik maddelerin artması da ağır metal kirliliğine sebep olabilir [6].



BÖLÜM II

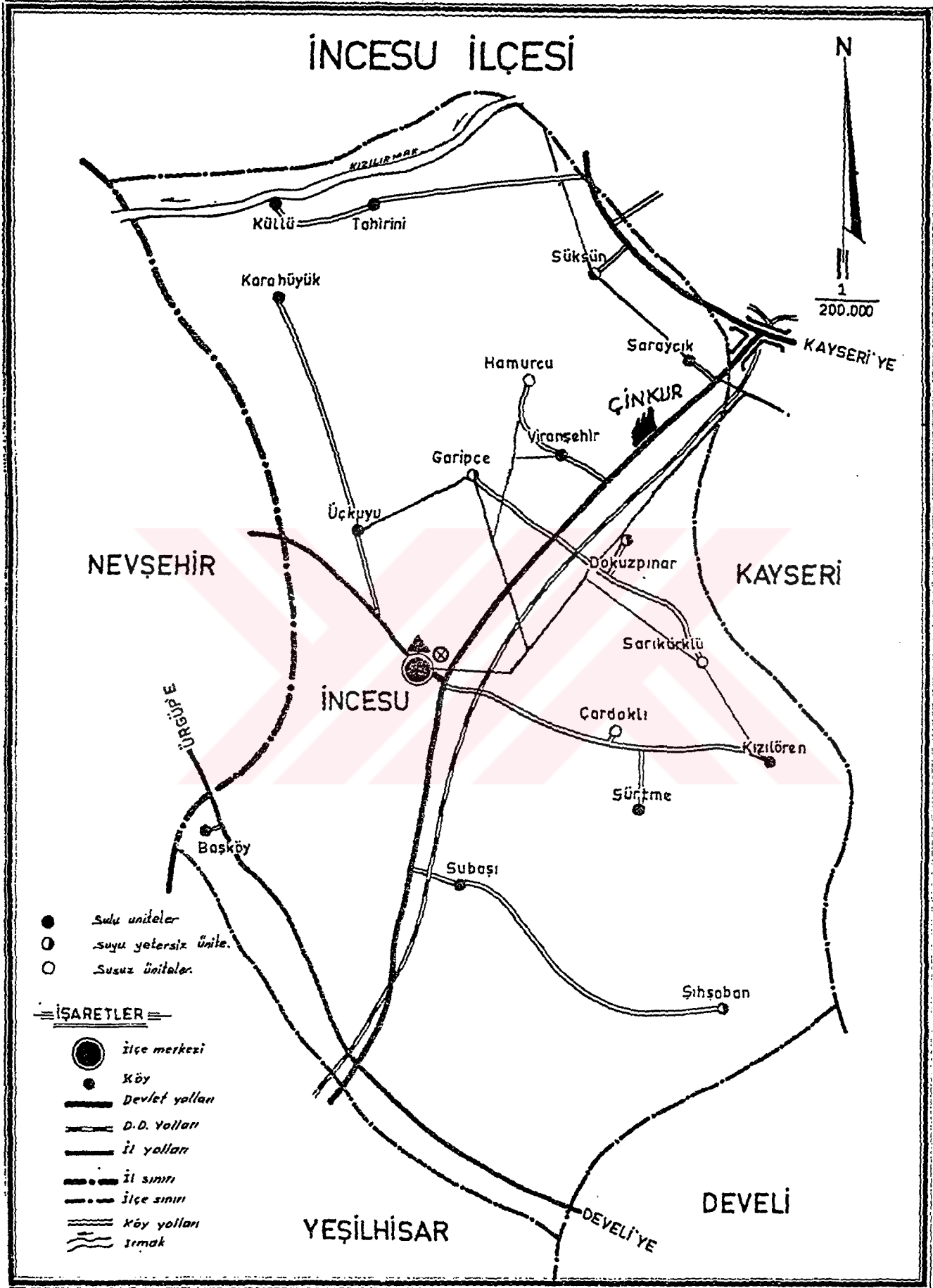
DENEL KISIM VE SONUÇLAR

2.1. ÖRNEK TOPLAMA

Analiz yapılacak toprağın alınacağı yerin, derinliğinin, yönünün ve alınacağı zamanın önemi büyüktür. Bu sebeplerden dolayı ÇINKUR çevresindeki araziden alınmış olan örneklerde şu özelliklere dikkat edildi;

- 1- Bütün örnekler 15 - 20 cm derinlikten alındı [7].
- 2- 1991 Haziran ayında ana ve ara yönlerden tesise uzaklık itibarı ile 50, 100, 250, 500 ve 1000 metrelerden olmak üzere toplam 40 örnek alındı (Şekil-2.1).
- 3- 1992 Nisan ayında ana yönlerden 100, 250, 500, 1000, 1500 ve 2000 metrelerden; ara yönlerden ise 500, 1000 ve 2000 metrelerden olmak üzere toplam 36 örnek alındı (Şekil-2.1).

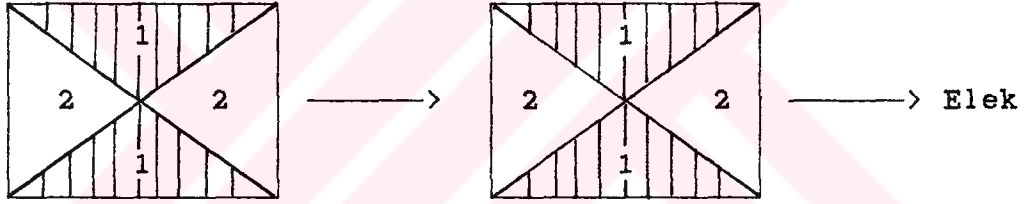
Numuneler Cr-Ni spatül ile alınarak HNO₃ ile temizlenmiş ve kurutulmuş olan naylon torbalara konuldu. Böylece dışarıdan eser element karışma ihtimali önlenmeğe çalışıldı.



Şekil-2.1: ÇINKUR ve çevresini gösterir kroki

2.2. ÖRNEK HAZIRLAMA

Naylon torbalar içerisinde bulunan örnekler temiz bir yerde süzgeç kağıdı üzerine dökülerek havada 30°C nin altında kurutuldu [20]. Kuruyan örnekler porselen havan içerisinde öğütmeye tabi tutuldu [16]. Öğütülen örnekler kare şeklinde hazırlanmış teksir kağıdı üzerine ince tabaka halinde serildi. Her taraf eşit kalınlığa gelinceye kadar serme işlemine devam edildi. Karenin köşelerinden geçecek şekilde çaprazlama ayırma yapıldı. Karşılıklı gelen kısımlar başka bir kare kağıt üzerine alınarak tekrar aynı işlem yapıldı. Elde edilen homojen örnek elenmeye hazır hale geldi.



Harmanlanan homojen örnekler 18-30-50 ve 60 mech 'lik eleklerden elendi. Elenen örnekler petri kaplarına alınarak etüvde 105°C de [16,17] iki saat süreyle kurutmaya alındı. Kuruyan örnekler HNO₃ ile yıkanmış ve kurutulmuş naylon torbalara konularak tartıma hazır hale getirildi.

2.3. ÇÖZÜNÜRLEŞTİRME TEKNİĞİ

Toprak örneklerindeki toplam element derişiminin tayini için toprağın tam olarak çözeltiye alınması gerekir. Bu ise, çözünürleştirme ile mümkündür. Çözünürleştirme iki grupta incelenir.

1- Asitlerde çözünürleştirme [9,12,15,16,18-23]

2- Eritişle çözünürleştirme

3- Süspansiyon hazırlama [17,24-26]

1- Asitlerde Çözünürleştirme

1- Yükseltgen asitlerde (HNO_3 , HClO_4 , der. H_2SO_4)

2- Yükseltgen olmayan asitlerde çözünürleştirme (HCl , HF , HBr , H_3PO_4 gibi) olmak üzere iki grupta incelenebilir.

Bazende asitlerin tek tek kullanılması yerine 2 veya daha fazla asit karışımı kullanılır (HF/HClO_4 , $\text{HClO}_4/\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$, HNO_3/HCl (kral suyu)).

Bu arada kral suyu ile çözünürleştirme üzerinde kısaca duralım.

HNO_3 - HCl (kral suyu) çözünürlestirmesi: Bu yöntemle toprak örneklerinin büyük bir kısmı çözünürleştirilebilir. Yöntemde dikkat edilmesi gereken en önemli husus, toprağın yeterince öğütülmüş olması ve buharlaştırma işleminin tam yapılmasıdır [9,12,20,21].

Bu çalışmada, 10 ml kral suyu kullanılarak çözünürleştirme yapıldı.

2- Eritişle Çözünürleştirme [6] :

iki grupta incelenir.

1. Asidik Eritiş : Eritiş maddesi olarak asidik karakterli bisülfat veya pirosülfat gibi bir bileşik kullanılır ve bazik karakterli maddenin çözünürleştirilmesinde etkindir.

2. Bazik Eritiş : Eritiş maddesi olarak bazik karakterli NaOH, KOH, Na₂O₂, Na₂CO₃, H₂BO₃ gibi bileşikler kullanılır ve asidik karakterli maddelerin çözünürleştirilmesinde etkindir.

Toprak örneklerinin çözünürleştirilmesinde yukarıda sayılan eritiş maddeleri tek olarak kullanılabileceği gibi ikili veya üçlü karışımları halinde de kullanılabilir. Eğer örnekte silis tayini yapılacaksa en etkili eritiş türlerinden biri sodyum karbonat eritişidir. Ancak sodyum veya potasyum tayini de yapılacaksa, lityum metaborat eritişi en uygundur. Eritişler içinde alkali peroksitlerle yapılanlar en etkili olanıdır. Eritişler, 1-Karbonat eritişi, 2-Alkali baz eritişi, 3-Persülfat eritişi olarak sınıflandırılabilir.

3-Süspansiyon Hazırlama :

20% v/v propan-2-ol/su içerisinde süspansiyon hazırlanır [16]. 45 mg toprağa 20 ml distile su ilave edilerek hazırlanabilir [17]. 5-20 gram toprağa 25 ml su ile karıştırılarak hazırlanır [26].

2.4. TOPRAK ÖRNEKLERİNİN ÇÖZELTİ HALİNE GETİRİLMESİ

0.5 gram toprak örnekleri [12] tartılarak 100 ml 'lik beherlere konuldu. Üzerlerine 10 ml KS ilave edilerek [9,12] üzerine saat camı kapatıldı. Bir gece bekletildikten sonra 105°C de kum banyosu üzerinde kuruluğa kadar buharlaştırıldı. Kuruyan numuneler üzerine 5 ml 2 M HNO₃ çözeltisi ilave edildi. Bir süre bekletildikten sonra, hafifçe ısıtılarak

mavi band süzgeç kağıdı ile analitik hunide süzüldü. Süzgeç kağıdı sıcak, çift distile su ile birkaç defa yıkandı. 30-40 ml civarında olan süzüntü elektrik ocağında buharlaştırılarak hacim 5 ml' nin altına indirildi. Çözelti 5 ml lik balon jojeye alındı. Yıkamalarla birlikte hacim 5 ml' ye tamamlandı.

Bazı elementlerin derişimlerinin fazla olması nedeniyle 10, 25, 50, 100, 250, 500 ve 1000 kat seyreltmeler yapıldı. Bütün basamaklarda çift distile su kullanıldı ve böylece FAAS 'de okunabilecek çözelti hazırlanmış oldu.

2.5. STANDART ÇÖZELTİLERİN HAZIRLANMASI

1. Standart stok çözeltilerin hazırlanması : Önce incelenecek herbir elementin 1000 ppm 'lik stok çözeltileri o elementin toz veya tuzlarından hazırlandı. Alınan toz veya tuz cinsi ve miktarları, çözücü asit türü Çizelge-2.1 de verilmektedir.

Çizelge-2.1: Stok Çözelti Hazırlanması

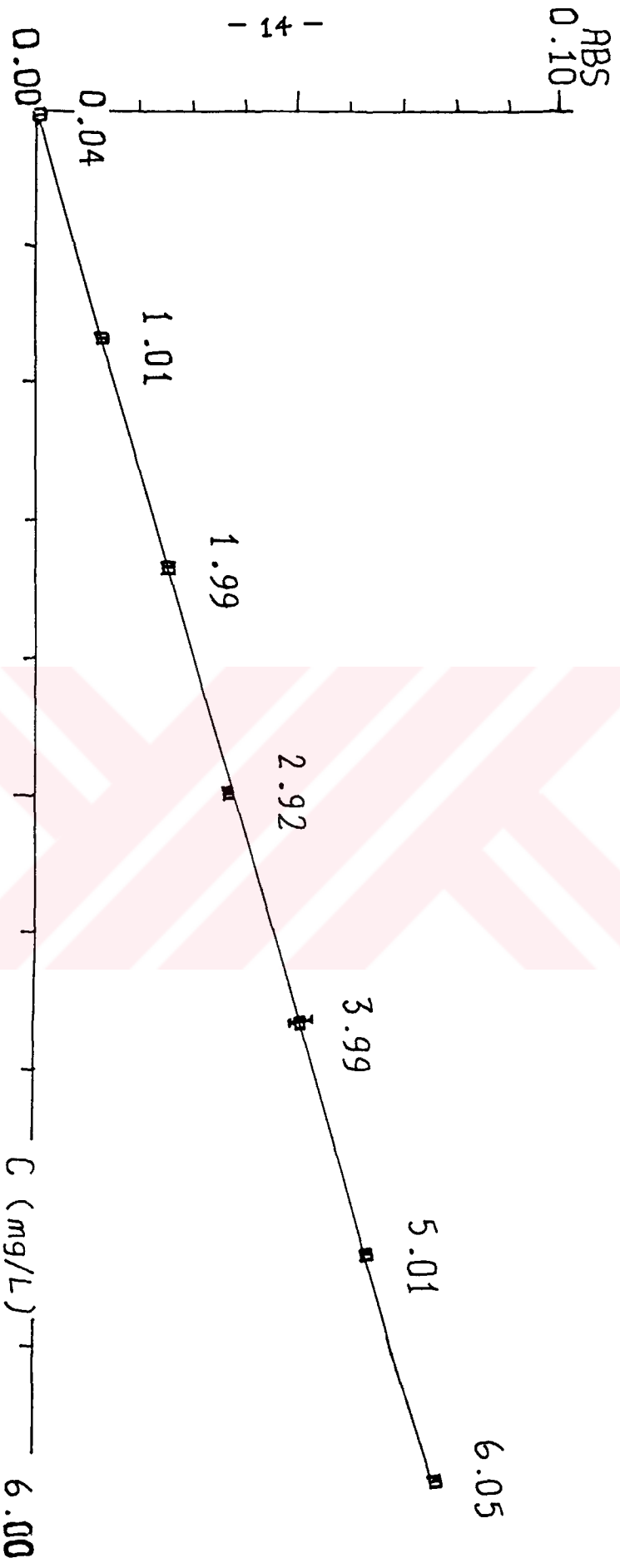
Element	Cinsi	Alınan Miktar (g)	Çözücü Asit Türü
Cu	Cu Tozu	1.0	0.5 M HNO ₃
Ni	Ni(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	4.9533	0.5 M HNO ₃
Cd	Cd(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	2.7444	1 M HCl
Pb	Pb(NO ₃) ₂	1.5986	0.5 M HNO ₃
Mn	Mn(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	4.5690	0.5 M HNO ₃
Zn	Zn Tozu	1.0	0.5 M HNO ₃

2. Standart çözeltilerin hazırlanması: Her bir elementin optimum çalışma aralığında olacak şekilde, 2 M HNO₃ ortamında 6 farklı elementi içeren 6 standart çözelti hazırlandı. Karışımın içerdiği elementler ve derişimleri Çizelge-2.2. de verilmektedir [6,7,15,18,19].

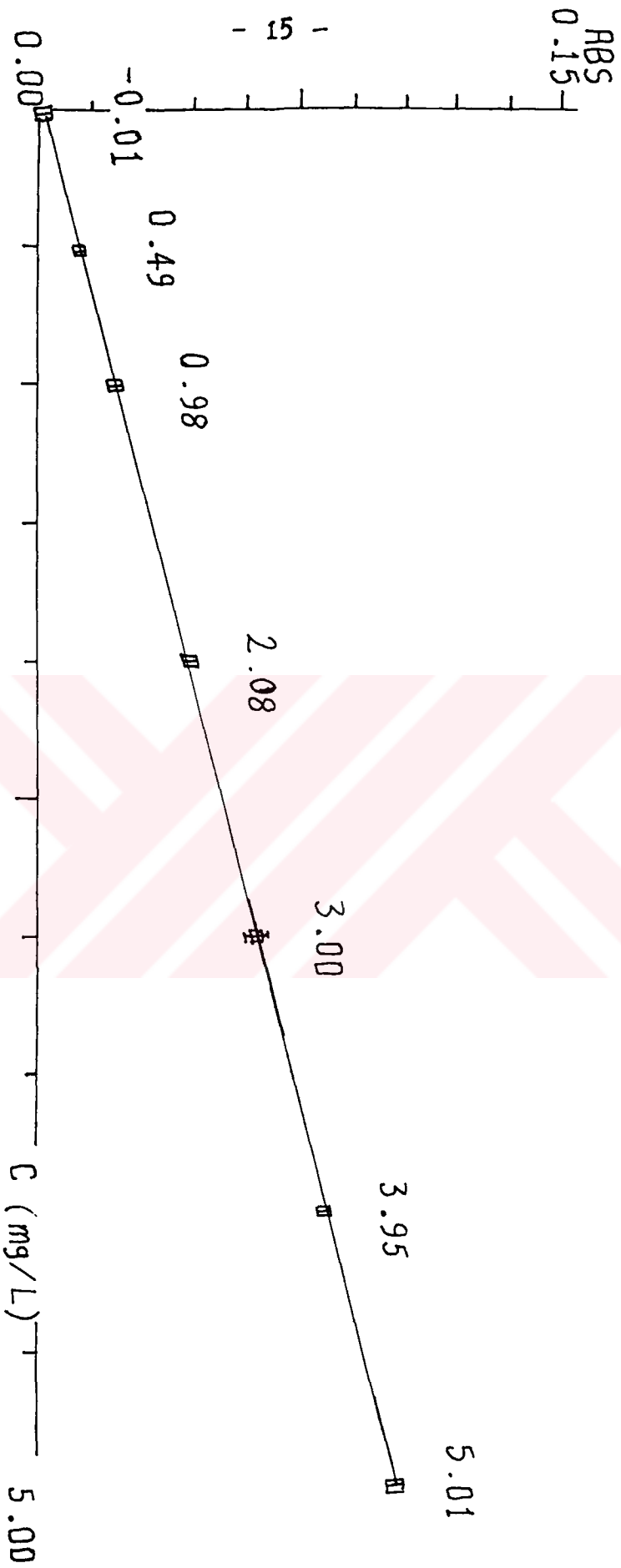
Çizelge-2.2. Kalibrasyon grafiği için hazırlanan standart karışım çözeltileri, 2 M HNO₃ ortamında, ppm.

Standart No Element	1	2	3	4	5	6
Cu	1	2	3	4	5	6
Ni	0.5	1	2	3	4	5
Cd	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6	2
Pb	2	4	8	12	16	20
Mn	0.5	1	2	3	4	5
Zn	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1

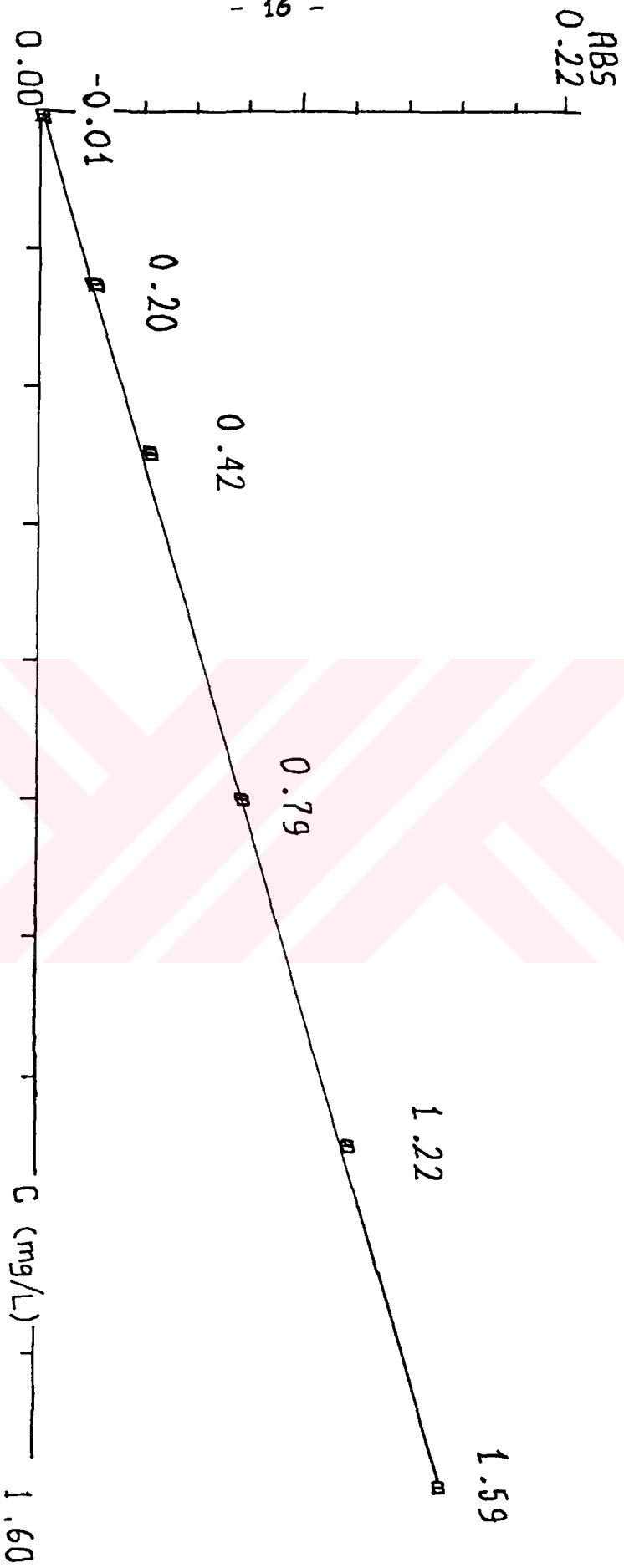
Bazı elementlerin standart çözeltilerdeki derişimlerine karşı okunan absorbands değerleri grafiğe geçirilerek kalibrasyon eğrileri elde edilmiştir. Bu kalibrasyon eğrilerinden Cu, Zn, Cd ve Ni için elde edilenler sırasıyla Şekil-2.2, -2.3, -2.4 ve -2.5' de verilmektedir.



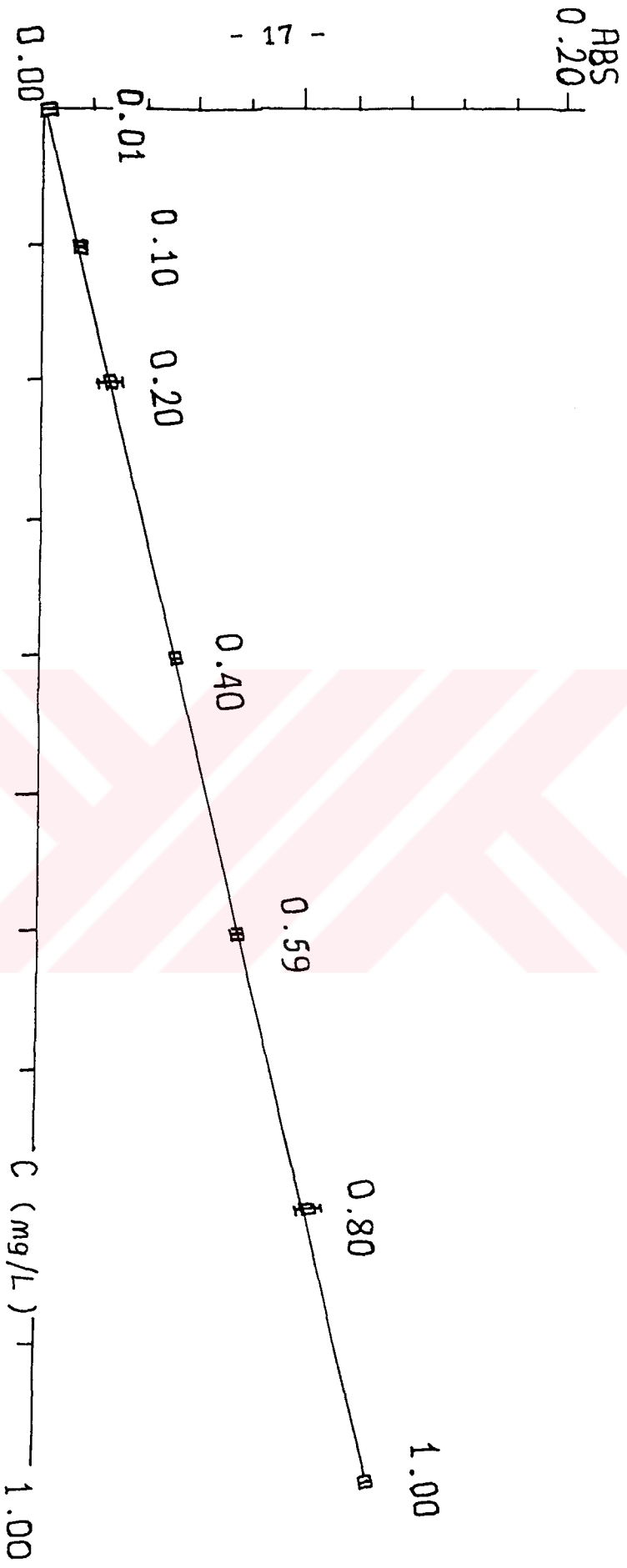
Şekil-2.2 : Cu kalibrasyon eğrisi (korelasyon katsayısı : 0.9997)



Sekil-2.3 : Ni kalibrasyon eğrisi (Korelasyon katsayısı : 0.9995)



Sekil-2.4 : Cd kalibrasyon eğrisi (korelasyon katsayısı : 0.9996)



Sekil-2.5 : Zn kalibrasyon eğrisi (korelasyon katsayısı : 0.99977)

2.6. ÖLÇÜM YÖNTEMİ

Elementlerin analizi için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Ancak her yöntemin kendine has belli özellikleri vardır. Her bir yöntemde numunenin analize hazırlanması veya yöntemin o elemente duyarlılığı farklıdır. Analiz tekniği açısından eser element, bir ortamda elementin ppm mertebesinde veya daha az oranda bulunması haline denir [6].

Eser element analizleri, örnek matriksinin inorganik veya organik oluşuna göre farklı şekillerde ele alınır. Bu iki örnek arasındaki en büyük fark, örnek maddesinin analize hazırlanması aşamasındadır.

Analitik kimyada eser element tayini yapılırken klasik ve aletli yöntemler kullanılır. Genellikle klasik yöntemler nitel analiz, aletli yöntemler de nicel analiz için kullanılmaktadır [6].

Aletli yöntemler ile element analizi, elementin çeşitli özelliklerinin ölçülmesi esasına dayanır. Aletli yöntemlerden eser element tayininde genellikle Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi (AAS) kullanılır [7,12,14-21,23-29] ve duyarlılığın diğerlerine göre daha yüksek ve fiyatının daha ucuz oluşu dolayısıyla yaygın bir kullanım alanı bulmuştur [24].

Toprağın, bitkinin ve gübrenin analizinde en iyi yöntem FAAS dir [30]. Daha sonra GFAAS gelir [14].

2.6.1. Ölçümlerde Kullanılan Düzenekler

- 1- AAS aleti
- 2- Elektronik terazi
- 3- Etüv
- 4- Hot-plate ısıtıcı
- 5- Mikropipetler (0-50 μ l, 50-200 μ l, 200-1000 μ l)
- 6- Analitik huni
- 7- Porselen havan
- 8- Kum banyosu
- 9- 100'lük beher
- 10- Saat camı
- 11- Balon jojeler (5,10,100 ml)
- 12- Mavi band süzgeç kağıdı
- 13- Petri kabı
- 14- Naylon torba
- 15- Puar
- 16- Spatül
- 17- Piset
- 18- Distile su aleti

2.6.2. Ölçümlerle ilgili Deneysel Parametreler

Bu çalışmada eser element derişimleri, Hitachi marka Z-8000 model Zeeman zemin düzelticili FAAS ile ölçüldü.

FAAS' de ışın kaynağı olarak oyuk katot lambaları kullanıldı. Her element için çalışma şartları Çizelge-2.3' te verilmektedir.

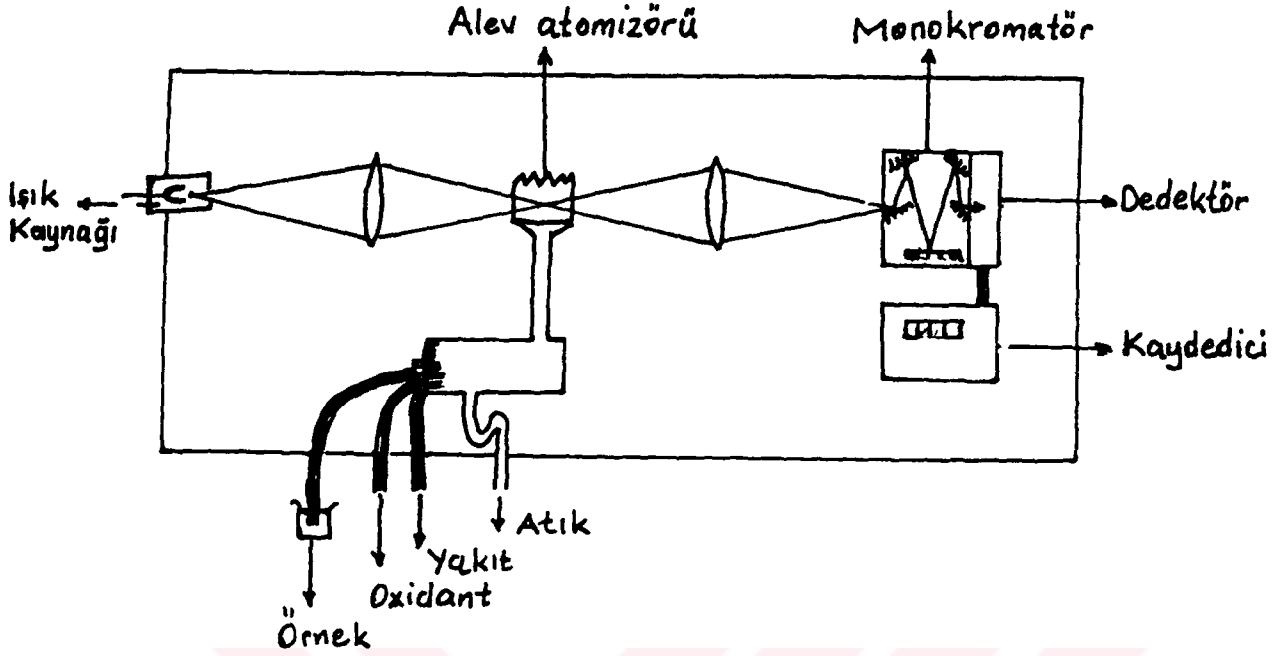
Çizelge-2.3 : FAAS ölçümleri ile ilgili parametreler

Element	Lamba modeli	Dalga boyu (nm)	Slit(nm)	Akım şiddeti (mA)
Cu	Hitachi	324.8	1.3	7.5
Ni	"	232.0	0.2	15.0
Cd	"	228.8	1.3	7.5
Pb	"	283.3	1.3	7.5
Mn	"	279.6	0.4	7.5
Zn	"	213.6	0.7	10.0

2.6.3. Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (FAAS)

İlk ticari AAS aleti 1960 yılında piyasaya çıkarılmış ve bugüne kadar değişik markalarda birçok modeller geliştirilmiştir. Bu alandaki gelişmeler iki yönde sürmektedir. Bir yandan daha duyarlı sonuçların alınmasını sağlayıcı yönde gelişmeler sürdürülürken, diğer yandan analiz sırasında karşılaşılan bir takım girişimleri veya zemin soğurumlarını giderici yönde veya otomasyonu sağlayıcı alet geliştirilmesine çalışılmaktadır [6]. Mesala normal alevli atomlaştırıcı sistemlerin yerine grafit fırın veya ark sistemlerinin kullanıldığı alevsiz atomlaştırıcılar [31] zemin soğurumlarını gideren çeşitli zemin düzeltme teknikleri, uçuculuğu yüksek arsenik, selen ve civa gibi elementlerin analizinde duyarlık artıran soğuk buhar ve hidrür sistemleri, örneğin doğrudan aleve verildiği platin halka teknikleri, AAS aleti üzerindeki gelişmelere örneklerdir [6,27,32].

AAS aletinin temel bölümleri Şekil-2.6' da gösterilmektedir.



Şekil-2.6 : Şematik olarak FAAS düzeneği

Ticari aletlerin çoğunda Rezonans ışımaya yapan ışın kaynağı olarak oyuk katot lambası kullanılır. Atomlaştırıcılar, yüksek sıcaklık veren alev sistemleri veya elektrik akımının kullanıldığı alevsiz sistemler olabilir. Atomik spektral hattı ayırıcı olarak monokromatörler kullanılır. Düzenekte, kaynaktan aldığı ışınları atomlaştırıcıya odaklayan ve buradan aldığı sinyalleri monokromatöre ileten 2 ayrı optik mercek bulunur [31,32].

FAAS' nin çalışma prensibi şu şekilde özetlenebilir:

Işın kaynağı (oyuk katot lambası), katot maddesine uygun olarak, genellikle tek dalga boyunda ışın yayar. Atomlaştırıcı ünitesinde analizlenecek elementin atomları oluştur-

lur. Normal şartlarda temel haldeki atomlar çoğunluktadır. Oyuk katot lambasından gelen rezonans ışınlar, temel haldeki atomları uyarırlar ve böylece şiddetleri azalır. Monokromatör çalışılan ışının dalga boyundaki ışını ayırır ve dedektöre verir. Burada ışın güçlendirilir ve elektrik sinyaline dönüştürülür. Bu sinyal, analog, dijital ve çizim olarak verilir.

Rezonans ışınının şiddeti, alevde örnek bulunduğu ve bulunmadığı durumda ölçülür. Her iki durumdaki okumaların oranı, absorpsiyonun, dolayısıyla istenen element derişiminin bir ölçüsüdür [31,32].

2.6.3.1. Işın Kaynakları

Oyuk katot lambaları, AAS' de en çok kullanılan ışın kaynağıdır. Bu lambalar çok dar çizgi genişliğinde (0.01 \AA) rezonans ışınlar yayarlar. Bu genişlik çoğu elementin AAS'de tayini için yeterlidir. Oyuk katot lambaları, bir metal anot ve silindir şeklinde bir katot içeren cam bir koruyucu içine alınmış lambalardır. İçleri 2 torr basınç altında argon veya neon gazı ile doldurulmuştur. Anot, titan, tantal veya tungsten gibi metallerden yapılmıştır. Katot ise tayini yapılacak elementin çok saf metali veya uygun alaşımından yapılmıştır [31].

Yeterli gerilim altında lamba 1 - 40 mA' lik akım aralığında çalışır. Anot ve katot arasında zayıf bir akım oluşur ve inert gazın iyonlaşmasını sağlar. Katot metalinin (analiz maddesi) atomları, bombardıman sonucu yüzeyden koparılırlar. Temel haldeki bu atomlar, elektronlar ile çarpışması sonucu uyarılırlar. Uyarılmış elektronlar tekrar geri dön-

düğünde karakteristik bir dalga boyunda ışın yayımlarlar. Oyuk katot lambaları çalışırken bakıldığında, çok çok sıcakmış gibi bir izlenim verir. Ancak katot sıcaklığı 300-400°C dolayındadır. Oyuk katot lambalarının ömürleri, katot elementinin türü, kullanım süresi, uygulanan akım şiddeti gibi faktörlere bağlı olarak 1 - 2 yıl arasında değişir [6,32].

Diğer ışın kaynakları arasında buhar boşalım lambaları ve elektrotsuz boşalım lambaları sayılabilir. Ancak bunların kullanım alanları daha azdır.

2.6.3.2. Atomlaştırma Sistemleri

Atomik absorpsiyonun olabilmesi için, araştırılan elementin serbest atomlarının oluşturulması gerekir. Bu ise atomlaştırıcılar vasıtasıyla gerçekleştirilir. Çeşitli atomlaştırıcı sistemleri mevcuttur. Bunlar alevli ve alevsiz sistemler olarak iki grupta incelenebilir. Burada alevli atomlaştırıcılar üzerinde durulacaktır.

Alevli atomlaştırıcılar, çözelti halindeki inorganik örneklerin serbest atomlarının oluşturulmasında oldukça başarılıdır. Örnek alevli aerosoller halinde verilebileceği gibi platin halka veya Delvas kabı gibi özel düzeneklerle de verilebilir. Örnekteki metalik iyonların tamamı veya bir kısmı serbest atomlarına dönüştükten sonra, bunların eser derişimleri bile atomik yayım (AES), atomik soğurum (AAS) veya atomik floresans (AFS) teknikleri ile nicel olarak tayin edilebilir [31,32].

Atomlaşmayı sağlayan alev, uygun yakıt/oksidant karışımı ile sağlanır. Bu karışımlarla 3500°K 'e varan sıcaklıklar elde edilebilmektedir. Yanıcı gaz olarak propan, hidrojen veya asetilen, oksidant olarak da hava veya nitrozoksit kullanılmaktadır. Saf oksijenin yanma hızı yüksek ve kontrolü güç olduğundan, çok nadir olarak kullanılmaktadır. Ancak argon veya helyum gibi bir inert gaz karışımı halinde kullanıldığında iyi netice vermektedir [6]. Hava/asetilen alevi, en çok kullanılan karışımdır ve genellikle refrakter oksit (kararlı oksit) oluşumuna neden olmaz. Bu alevle normal olarak tayin edilebilen metaller arasında Ca, Cr, Fe, Co, Ni, Mg, Sr, Mn, Cu, Zn, Cd, Pb gibi metaller sayılabilir. Ancak alevde kararlı metal oksit oluşturan Al, Be, Si, V, W, Ti, Tl, Zr, Se, Re gibi elementlerin atomlaşmalarını sağlayacak sıcaklığa hava/asetilen ile ulaşılamaz. Bu elementler için N₂O/asetilen alevi kullanılır. Hava/asetilen karışımından elde edilen sıcaklık 2125 - 2400°C civarındadır. N₂O/asetilen alevinden ise 2600 - 2800 °C civarında sıcaklık elde edilebilir [31].

Örnek çözeltisinin absorbans ölçümünün yapılacağı yerde, atomik buharlara dönüştürülmesi nebulizör sistemleri ile gerçekleştirilir. İşlem sıvı örneğin sis veya aerosollere dönüştürülmesi (nebulizasyon), uygun aerosol büyüklüğünün seçimi ve oluşan aerosollerin burnere verilmesi gibi işlemleri içerir. Alevli spektrometreler, sıvı örneğin pinometrik olarak, düzenli aerosoller halinde aleve verilmesi temeline dayanır [6].

Alevli AAS'de en iyi tekrarlanabilirlik ve atomlaşma verimi sağlayabilmek için, örneğin aleve verilmesinde nebulizasyon

sisteminden başka yollar da denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu çalışmalar şunlardır.

- 1- Uzun tüplü soğurum hücresi
- 2- Alev adaptörleri
- 3- Kap ve kayıkçık yöntemi
- 4- Halka tekniği

Alevsiz atomlaştırıcılar; Alevli sistemlerde, örnek çözeltinin çok azının aleve ulaşabilmesi, az örnekle çalışmanın güç oluşu, katı örneklerle uygulanabilirliğinin zor oluşu nedeni ile elektrotermal atomlaştırıcılar geliştirilmiştir.

Bugün en yaygın kullanılan elektrotermal atomlaştırıcı Massmann tipi grafit fırınlardır [27]. Ayrıca karbon çubuk ve flamanlar, örnek kayıkçıkları ve metal flamanlar kullanılmaktadır [32].

2.6.3.3. Monokromatör ve Dedektör

Monokromatörün görevi, soğuruma uğrayan ışını öteki ışınlardan ayırmaktır. Işık ayırıcı olarak prizma ve optik ağ (şebeke) kullanılabilir. Ayrılan ışın elektrik sinyaline dönüştürülmek üzere dedektöre (alıcıya) gönderilir. Fotoalıcılar yardımıyla elde edilen elektrik sinyalleri dijital, analog veya bir yazıcıdan absorbanans olarak verilir. Gerektiğinde bilgisayar bağlantısı ile doğrudan derişim olarak da okunabilir [6,31,32].

2.6.3.4. Girişimler [6,18,27,31,32]

AAS 'de ölçüm yapılırken çeşitli girişimlerle karşılaşılır. Bunun sebeplerini şu şekilde sıralayabiliriz. Alevdeki optik ışının yüksekliği, alev bileşimi, alevin yapısı, aleve

verilen analiz çözeltilisinin niteliği. Alevdeki soğurum yapabilecek atomların derişimini etkileyen en önemli faktör, alevde oluşan veya örnek çözeltilisinde bulunan kimyasal olaylar ve matrikslerdir. Numunenin tam olarak atomlaştırılması, saçılma, zemin soğurumu gibi faktörler de girişime sebep olabilir. Girişimler;

1-Spektral girişim

2- Fiziksel girişim

3- Kimyasal girişim

4- İyonlaşma girişimi gibi gruplara ayrılabilir.

2.7. TOPRAK ÖRNEKLERİ İLE İLGİLİ ANALİZLER

2.7.1. Bir Örnek Üzerinde Deneme Analizleri

Bu çalışmada ÇINKUR çevresinde 4 ana ve 4 ara yönün değişik metrelerinden ve değişik zamanlarda alınan 76 örnek üzerinde çalışılmış ve ayrıca bunlar ile karşılaştırılacak kontrol örnekleri (Ali Dağı ve Sivas yolu 20. km 'den) analiz yapılmıştır. Örnek alınması, torbalanması, kurutulması, elenmesi usulüne uygun olarak yapılmıştır. Ancak esas analizlere geçmeden bir örnek üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmış, en uygun çözücü ve yöntem tesbit edilerek esas çalışmalara geçilmiştir.

Çözünürleştirme işlemlerinde şu usüller denenmiştir.

1- 5, 10, 15, 20 ml der.HCl kullanılarak [20]

2- 5, 10, 15, 20 ml der.HNO3 kullanılarak [9,16,20]

3- 5, 10, 15, 20 ml Kral suyu kullanılarak [9,12,20-22]

E.100 noktasından alınan örnekten 36 adet 0.5 gram örnek tartılarak 100 ml 'lik beherler içerisine konuldu. Herbir hacimden 3' er paralel olacak şekilde yukarıda gösterilen

asitler ilave edildi. Böylece 12 HCl, 12 HNO₃ ve 12 Kral suyu ile çözülmüş örnek elde edilmiş oldu. Örnekler asit içerisinde bir gün bekletildikten sonra kum banyosu üzerinde 105°C sıcaklıkta kuruluğa kadar buharlaştırıldı [12,20]. Sıçramanın olmaması için beherler üzerine saat camı kapatıldı. Kuruluğa gelen örnek kum banyosundan alındı.

Kuruyan örnekler üzerine 5 ml 2M HNO₃ çözeltisi ilave edildi. Bir süre bekletildikten sonra hafifçe ısıtılarak sıcak olarak süzülme işlemine başlandı. Süzmede analitik huni ve mavi band süzgeç kağıdı kullanıldı. Süzgeç kağıdında kalan tortu birkaç defa sıcak çift distile su ile yıkandı. Böylece istenen elementlerin tamamının süzüntüye geçmesi sağlandı. 30-40 ml civarında olan süzüntü elektrik ocağında sıçramadan buharlaştırılarak hacim 5 ml 'nin altına indirildi. Bu çözelti 5 ml'lik balon jofeye alınarak yıkamalarla birlikte 5 ml'ye tamamlandı. Bazı element derişimlerinin yüksek olması nedeniyle 10, 25, 50, 100, 250, 500 ve 1000 kat seyreltme yapıldı. Atomik absorpsiyonda yapılan ölçümler neticesinde bulunan değerler Çizelge-2.4 'de verilmektedir.

Çizelge-2.4 : Değişik çözücüler kullanılarak topraktaki eser element derişimleri, µg/g

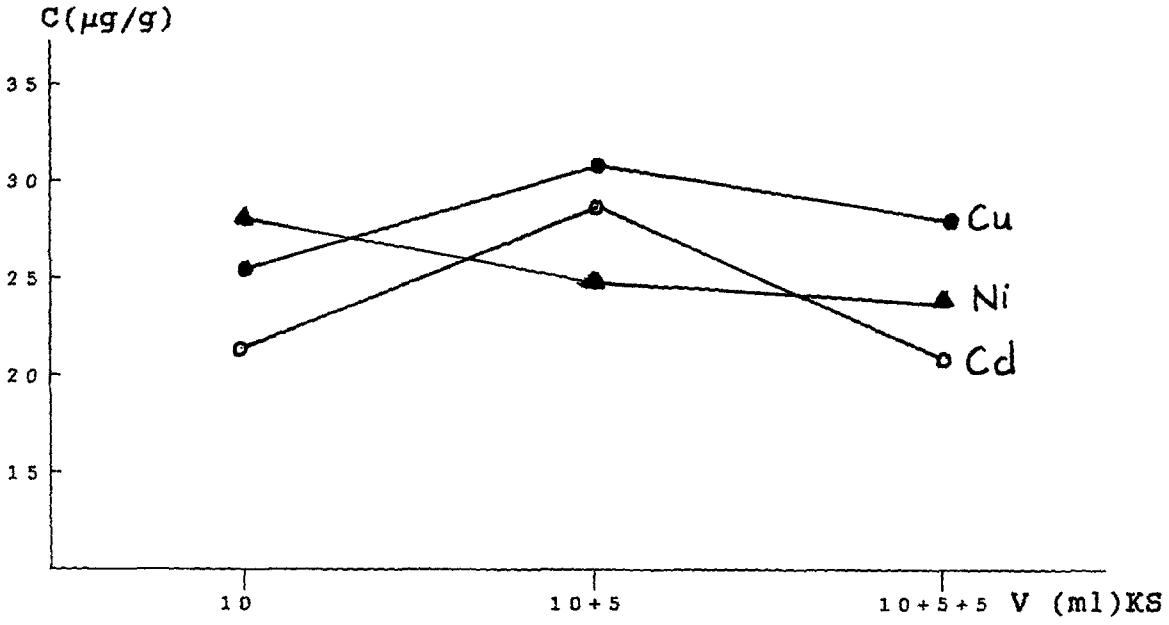
Çözücüler Element	Kral Suyu (ml)				Der. HNO ₃ (ml)				Der. HCl (ml)			
	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
Cu	25	26	26	27	25	18	29	23	18	20	23	22
Ni	21	21	23	22	21	21	21	21	28	27	22	22
Cd	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Pb	748	770	803	750	795	788	745	748	753	778	768	753
Mn	385	405	450	410	405	400	430	405	415	450	465	440
Zn	3050	3200	3000	3150	3350	3250	3400	3800	3450	3050	3350	3200

Yapılan değerlendirme sonunda KS ile yapılan çözümlendirme örneklerinin genellikle daha kararlı ve yakın değerler olduğu tesbit edildi. Diğerlerinde asit miktarları ile konsantrasyonlar arasında fazla değer oynaması olduğu ve HNO₃ ile yapılan çözümlendirmede buharlaştırma güçlüğü bulunduğu ve aşırı sıçrama olduğu için çözümlendirme işleminde KS kullanılmasına karar verildi. Ölçülen değerlerin uygunluğu, atılacak değerin olup olmadığı Q-testi ile test edildi.

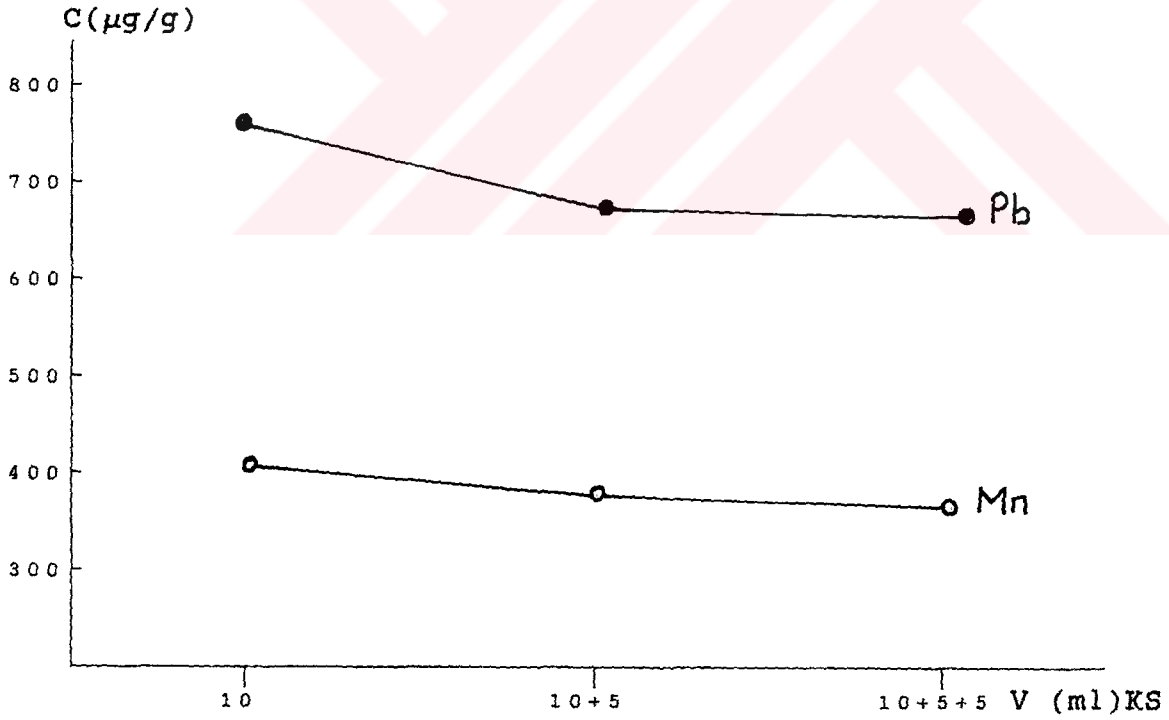
KS ile çözümlendirmeye karar verildikten sonra KS miktarı ile tekrar tekrar buharlaştırma yolları denendi [21]. Bunun için E.100 örneğinden 15 adet 0.5 g tartım yapıldı. Hepsisine 10 ml KS konularak buharlaştırıldı. Üç tanesi alınarak normal işlemlere tabi tutuldu. 12 tanesine 5'er ml KS ilave edilerek tekrar buharlaştırıldı. Kuruyan 6 numuneye tekrar 5'er ml KS ilave edilerek buharlaştırıldı. Sonra normal işlemler yapılarak çözelti hazırlandı. Seyreltmelerden sonra FAAS 'de ölçüm yapıldı. Bulunan değerler Çizelge-2.5' de verildi ve grafiğe geçirildi (Şekil-2.7, -2.8, -2.9).

Çizelge-2.5 : Kral suyu ile tekrar tekrar buharlaştırma sonucu gözlenen eser element derişimleri, µg/g

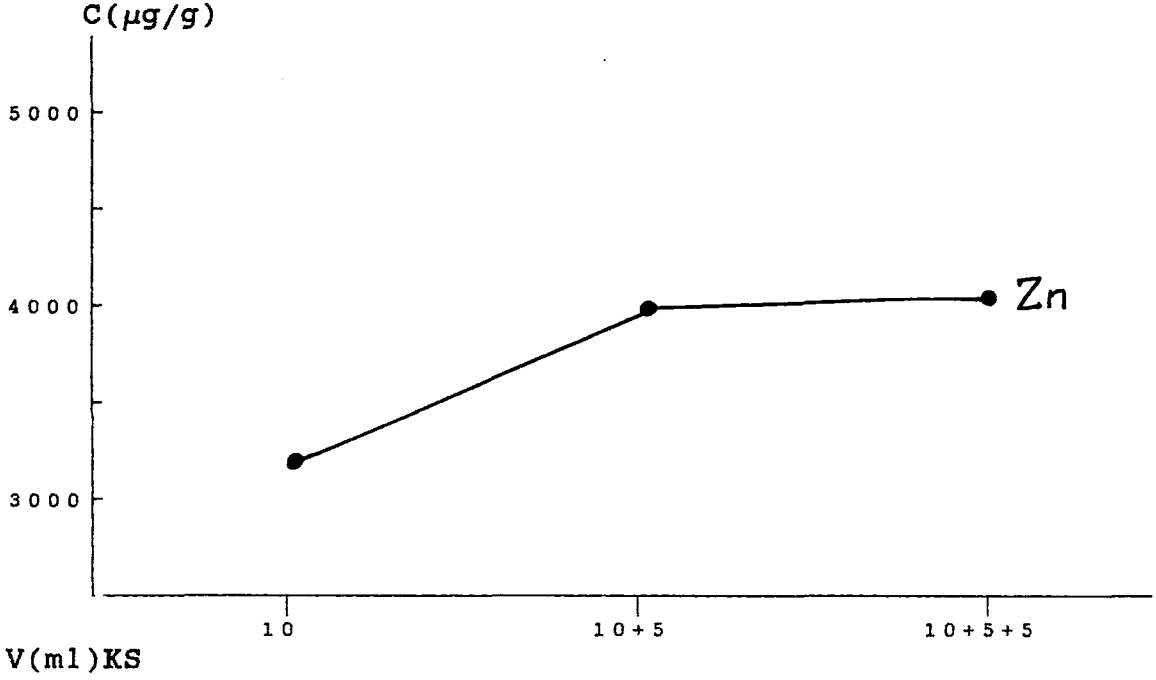
Cözücü Element	KRAL SUYU (ml)		
	10	10 + 5	10 + 5 + 5
Cu	26	31	28
Ni	21	29	21
Cd	28	25	24
Pb	770	678	675
Mn	405	393	383
Zn	3200	4050	4050



Şekil-2.7 : KS ile tekrar tekrar buharlaştırma sonucu gözlenen metal derişimleri, µg/g



Şekil-2.8 : KS ile tekrar tekrar buharlaştırma sonucu gözlenen metal derişimleri, µg/g



Şekil-2.9 : KS ile tekrar tekrar buharlaştırma sonucu gözlenen metal derişimleri, µg/g

Şekil-2.6, -2.7, -2.8' deki grafiklerin ve Çizelge-2.5'deki tablonun incelenmesi ile şu sonuca varıldı. Cd, Pb ve Mn elementlerinde 10 ml KS ile daha yüksek derişime ulaşıldı. Cu ise derişimlerde fazla bir fark yok. Ni' de 10 + 5 KS ile daha yüksek derişim elde edildi. Diğerleri ise aynı, Zn' de 10 + 5 ve 10 + 5 + 5 KS ile daha yüksek derişim elde edildi.

Sonuç olarak elementlerin çoğunun 10 ml KS' da daha iyi netice vermesi, 2. ve 3. buharlaştırma ile zaman kaybının olacağı ve asit kullanımının artacağı gözönüne alınarak 10 ml KS ile çözünürleştirme yapılmasına karar verildi.

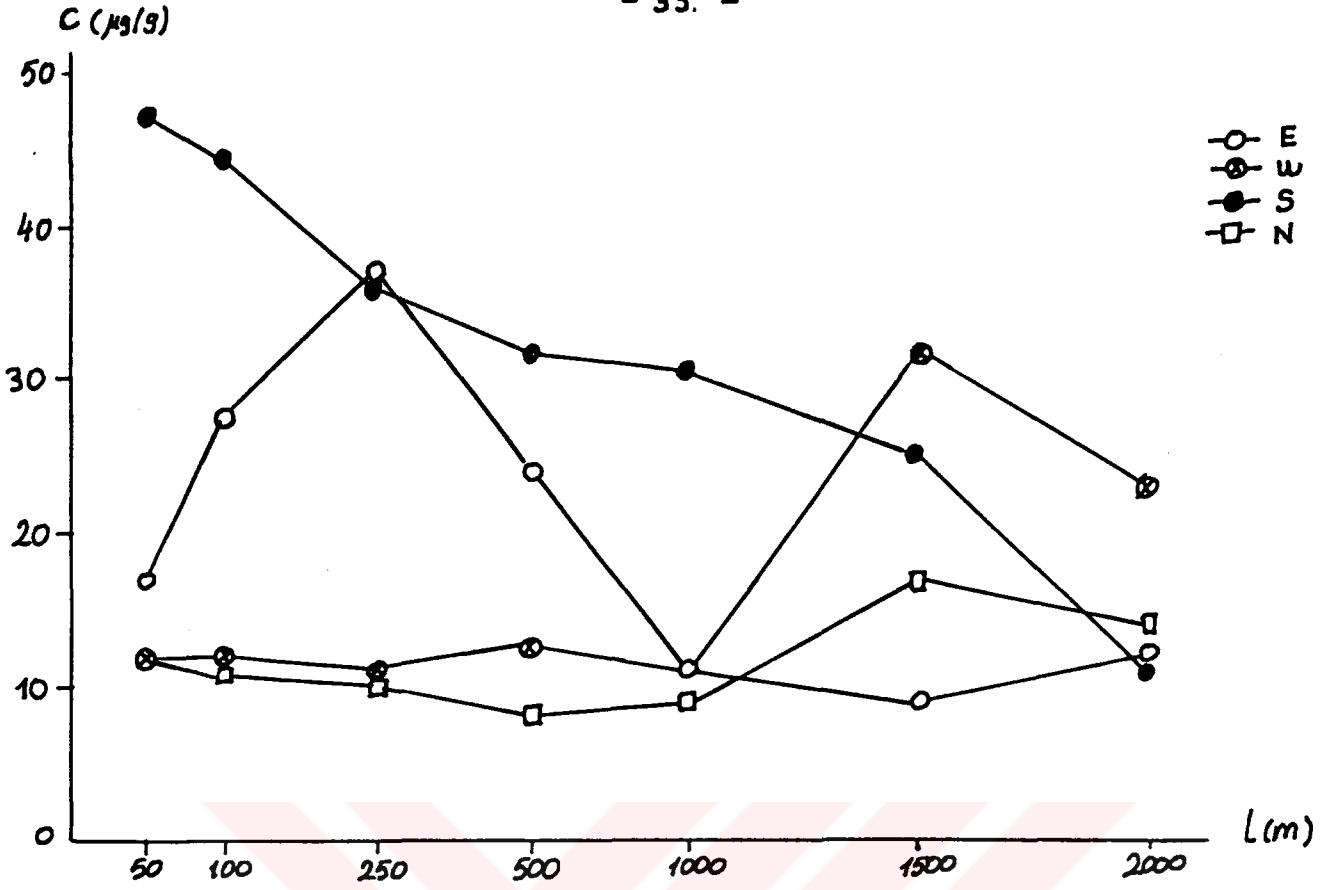
Yukarıda belirtilen üç sistemin hangisinin daha uygun olduğu T-testi ile test edildi. Bu test sonunda sistemler arası fark olmadığı tesbit edildi. Hem asit miktarının azlığı, hem de zamanın kısalığı nedeni ile 10 ml KS kullanılması ve tek buharlaştırılma yapılması uygun görüldü.

Çizelge-2.6 : Çeşitli yön ve uzaklıklardaki eser element derişimleri, µg/g
(* 1992 Nisan ayında alınan toprak örnekleri analiz sonuçları)
(Diğer değerler 1991 Haziran ayında alınan toprak örnekleri analiz sonuçlarıdır).

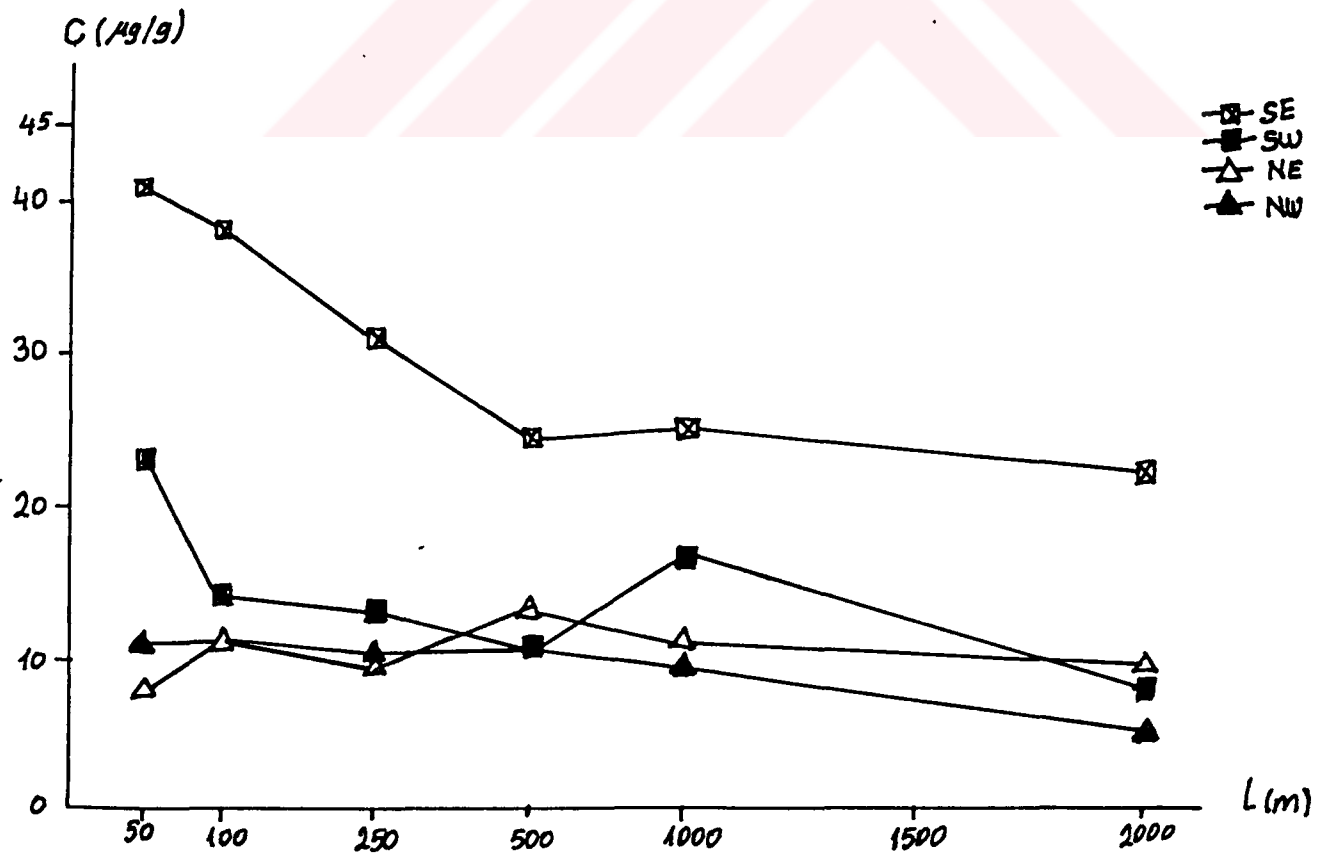
Uzaklık		50	100		250		500		1000		1500*	2000*
Element	Yön		1	2*	1	2*	1	2*	1	2*		
Cu	E	17	26	29	34	40	23	25	11	11	9	12
	W	12	12	11	12	10	12	13	11	12	32	23
	S	47	44	44	36	37	32	32	29	32	25	11
	N	12	10	11	10	9	7	9	9	9	17	14
	SE	41	38		31		23	26	25	25		22
	SW	23	14		13		11	10	18	16		8
	NE	8	11		9		13	12	10	13		9
	NW	11	11		10		11	10	11	9		5
Ni	E	19	21	27	21	24	27	35	24	24	15	25
	W	15	18	20	17	18	18	29	18	22	27	27
	S	57	46	46	41	36	34	36	31	35	32	25
	N	20	18	20	21	21	18	22	18	18	28	28
	SE	42	38		30		28	28	31	31		38
	SW	31	26		25		20	17	27	23		21
	NE	20	21		19		23	21	22	20		30
	NW	26	29		25		28	23	20	14		17
Cd	E	4.9	28	29	4.4	5.2	2.5	5.1	0.6	0.8	0.1	---
	W	1.2	0.4	0.5	0.4	--	2.6	3.2	2.2	2.8	1.7	---
	S	3.9	4.3	3.7	0.3	0.2	0.3	0.9	2.8	4.2	0.6	---
	N	2.6	1.8	2.4	0.6	1.2	--	--	0.5	0.1	4.5	4.5
	SE	4.6	2.0		2.1		1.6	2.0	0.5	0.5		0.6
	SW	1.5	2.0		3.0		3.2	0.2	3.4	2.9		0.7
	NE	0.7	0.7		0.4		1.3	1.6	0.7	1.1		1.0
	NW	1.5	0.7		0.7		--	0.3	--	0.1		1.5

Çizelge-2.6 devamı: Çeşitli yön ve uzaklıklardaki eser element derişimleri, $\mu\text{g/g}$ (* 1992 Nisan ayında alınan toprak örnekleri analiz sonuçları), (Diğer değerler 1991 Haziran ayında alınan toprak örnekleri analiz sonuçlarıdır).

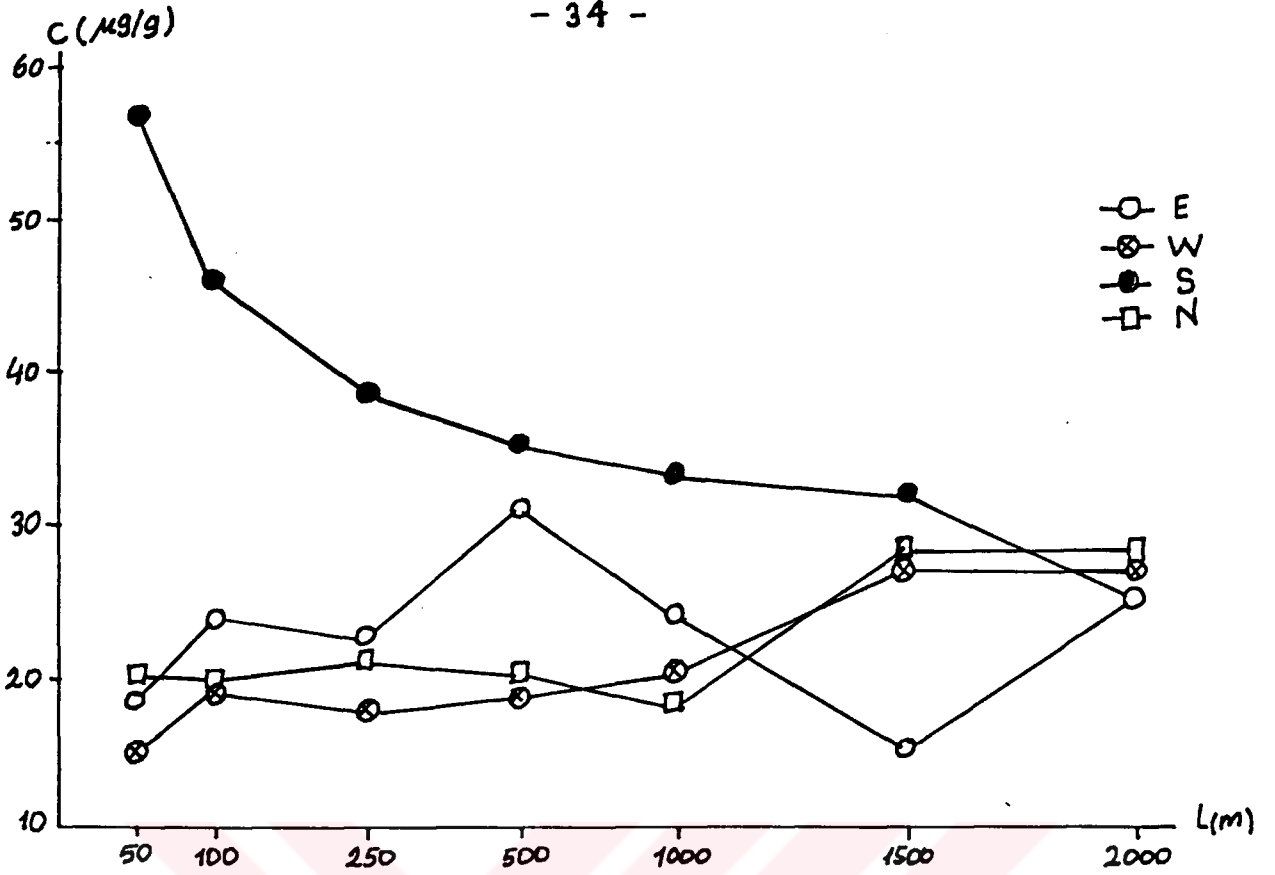
Uzaklık		50	100		250		500		1000		1500*	2000*
Element	Yön		1	2*	1	2*	1	2*	1	2*		
Pb	E	176	770	789	1648	2140	29	42	42	41	9	18
	W	76	57	42	8	5	88	90	121	152	73	33
	S	191	179	133	17	22	41	44	130	192	33	21
	N	121	77	78	46	53	4	5	0.5	9	241	158
	SE	213	121		95		89	79	23	31		54
	SW	61	67		88		13	17	89	113		39
	NE	98	37		21		48	47	33	59		51
	NW	58	6		32		11	8	6	11		62
Mn	E	331	405	420	316	380	546	605	225	217	212	540
	W	256	287	310	304	345	408	390	341	385	482	615
	S	730	698	645	640	625	555	550	558	521	506	315
	N	373	273	300	340	300	238	240	308	279	438	570
	SE	653	600		555		500	505	453	449		710
	SW	495	390		405		343	305	470	410		480
	NE	263	350		353		373	395	353	390		500
	NW	383	368		415		478	400	353	350		380
Zn	E	750	3200	4450	10500	13250	2500	4200	173	180	27	100
	W	400	170	170	27	35	425	625	388	495	295	170
	S	850	1375	750	82	115	170	220	1300	825	135	50
	N	375	325	430	150	250	150	35	80	37	800	1025
	SE	963	408		458		350	450	109	145		195
	SW	380	480		590		80	95	620	540		200
	NE	668	181		87		248	295	158	235		220
	NW	330	40		163		48	38	43	43		330



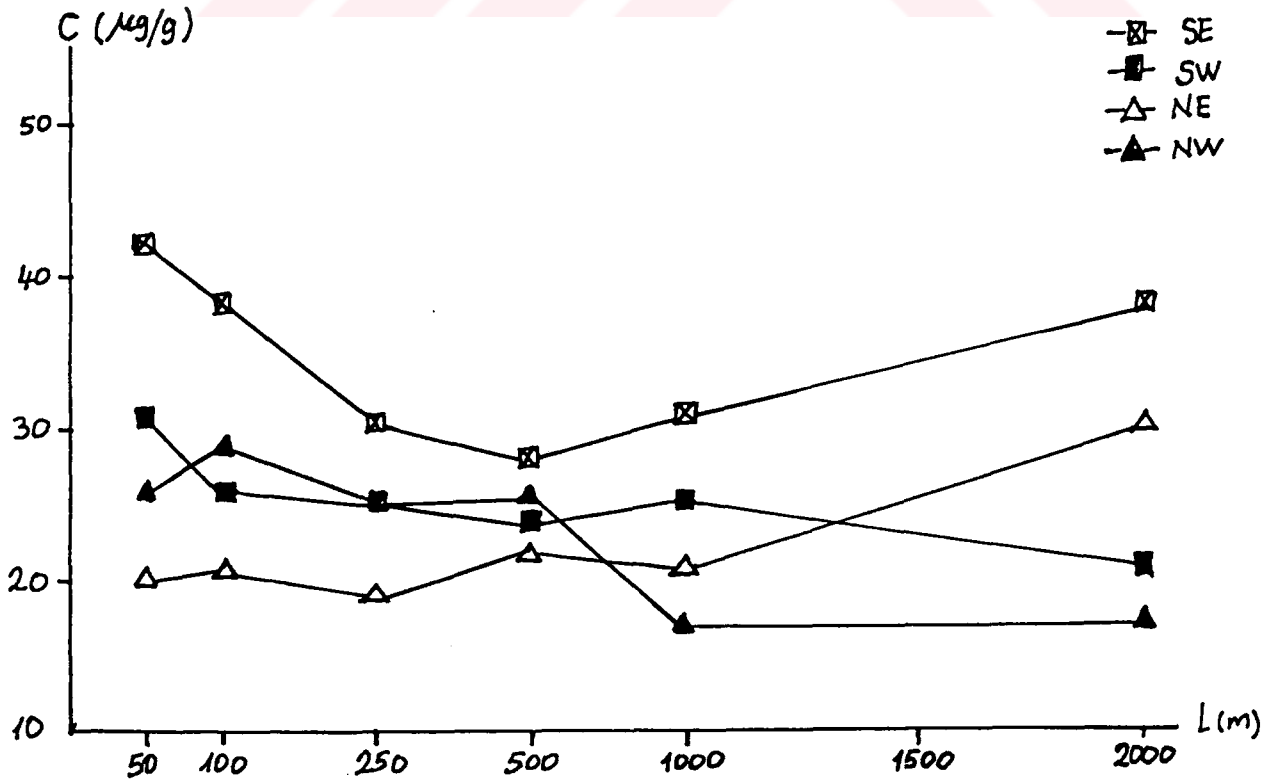
Şekil-2.10.A: ÇİNKÜR civarında ana yönlere ve uzaklıklara göre Cu derişimleri



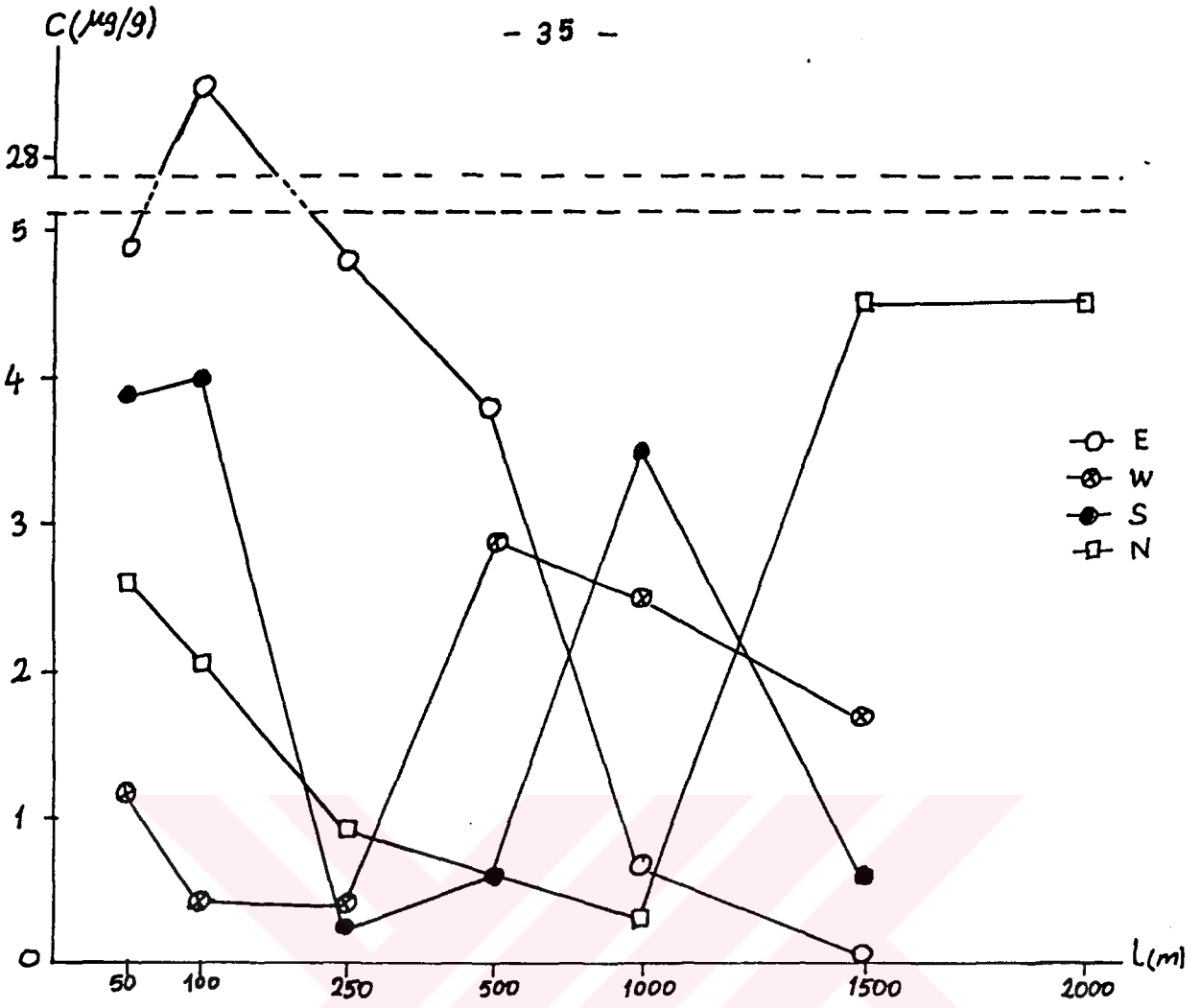
Şekil-2.10.B: ÇİNKÜR civarında, ara yönlere ve uzaklıklara göre Cu derişimleri



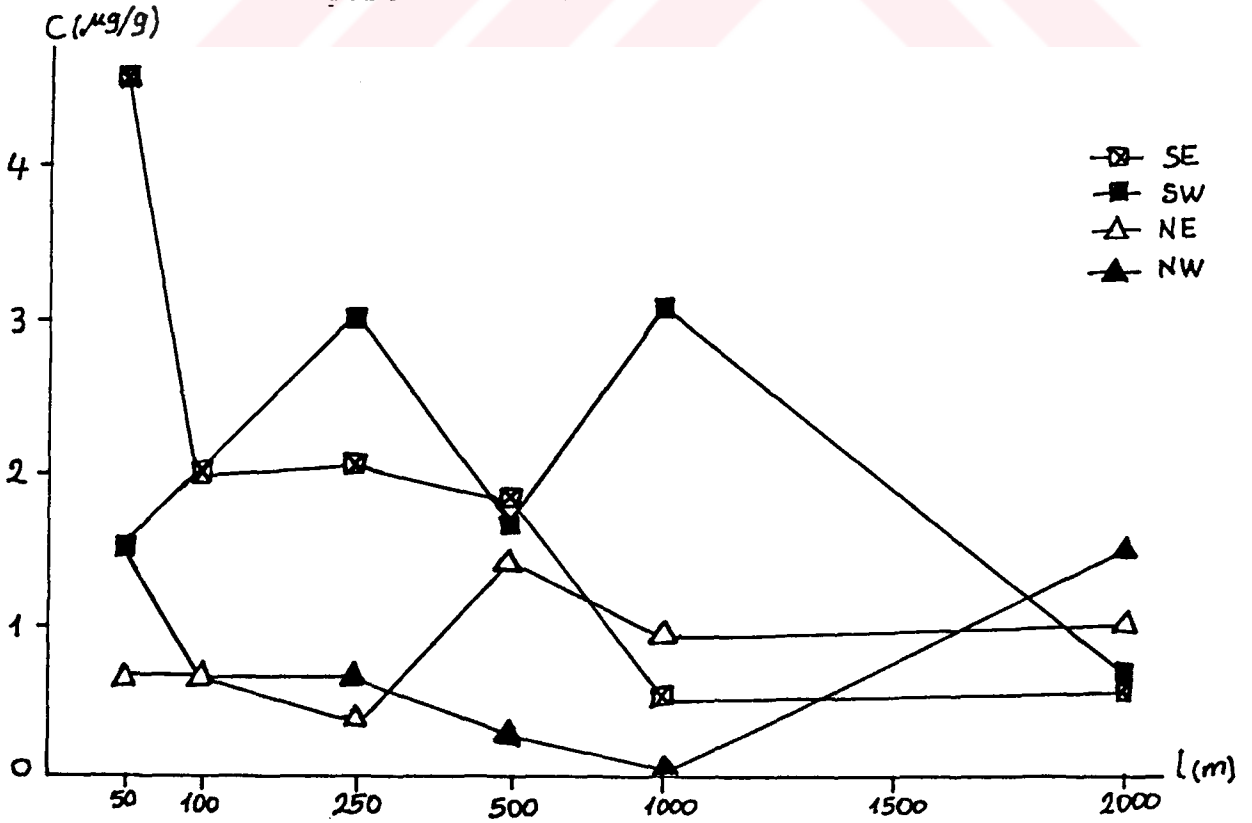
Şekil-2.11.A: ÇINKUR civarında, ana yönlere ve uzaklıklara göre Ni derişimleri



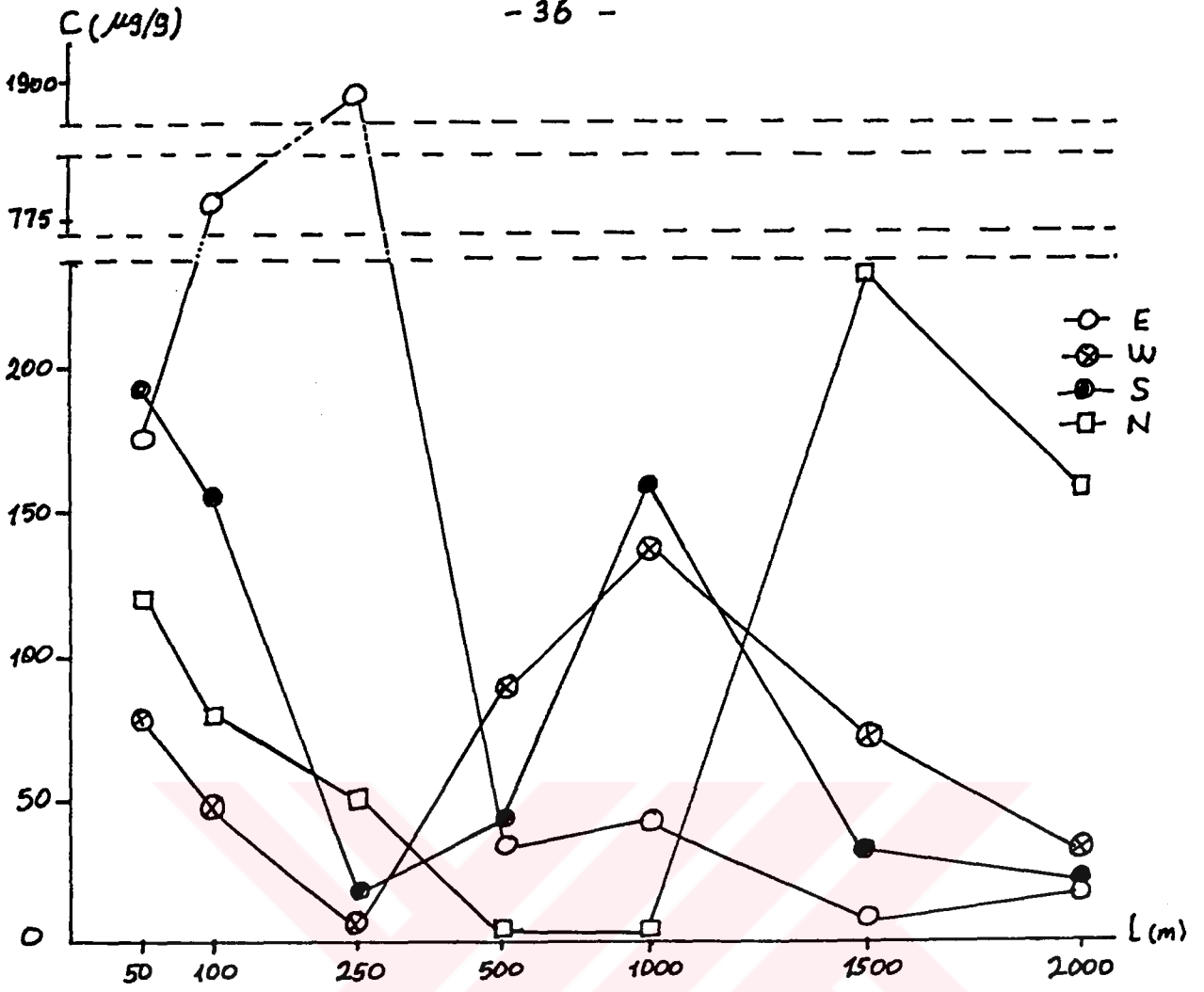
Şekil-2.11.B: ÇINKUR civarında, ara yönlere ve uzaklıklara göre Ni derişimleri



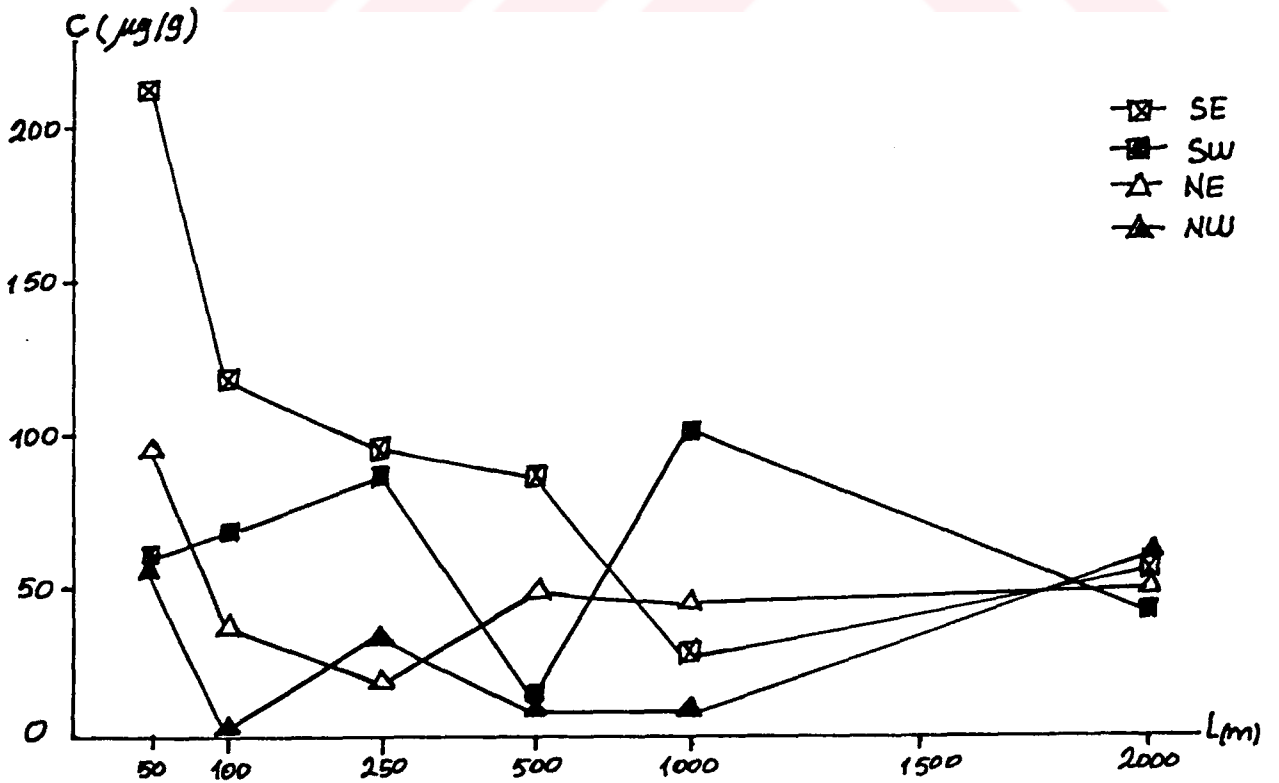
Şekil-2.12.A: ÇİNKÜR civarında, ana yönlere ve uzaklıklara göre Cd derişimleri



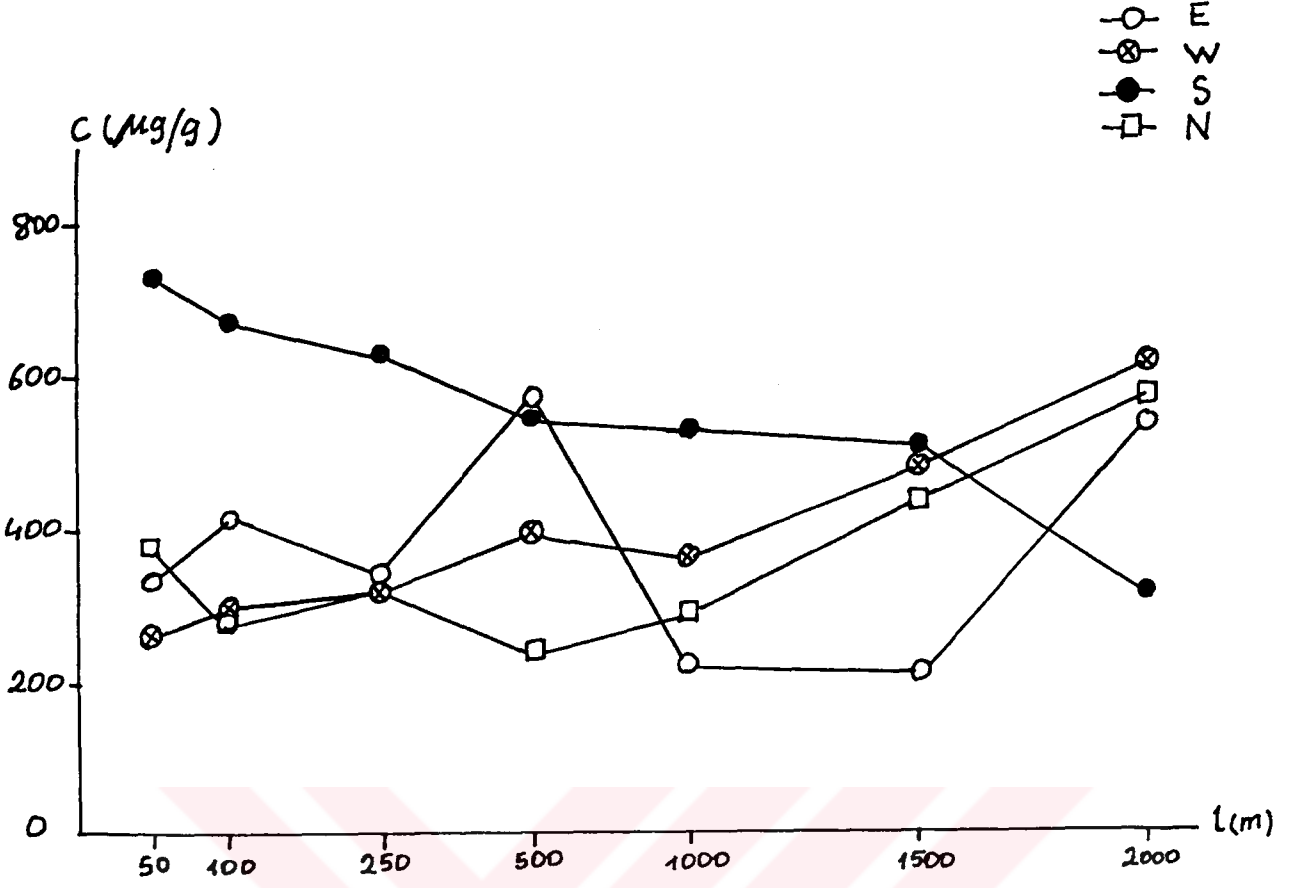
Şekil-2.12.B: ÇİNKÜR civarında, ara yönlere ve uzaklıklara göre Cd derişimleri



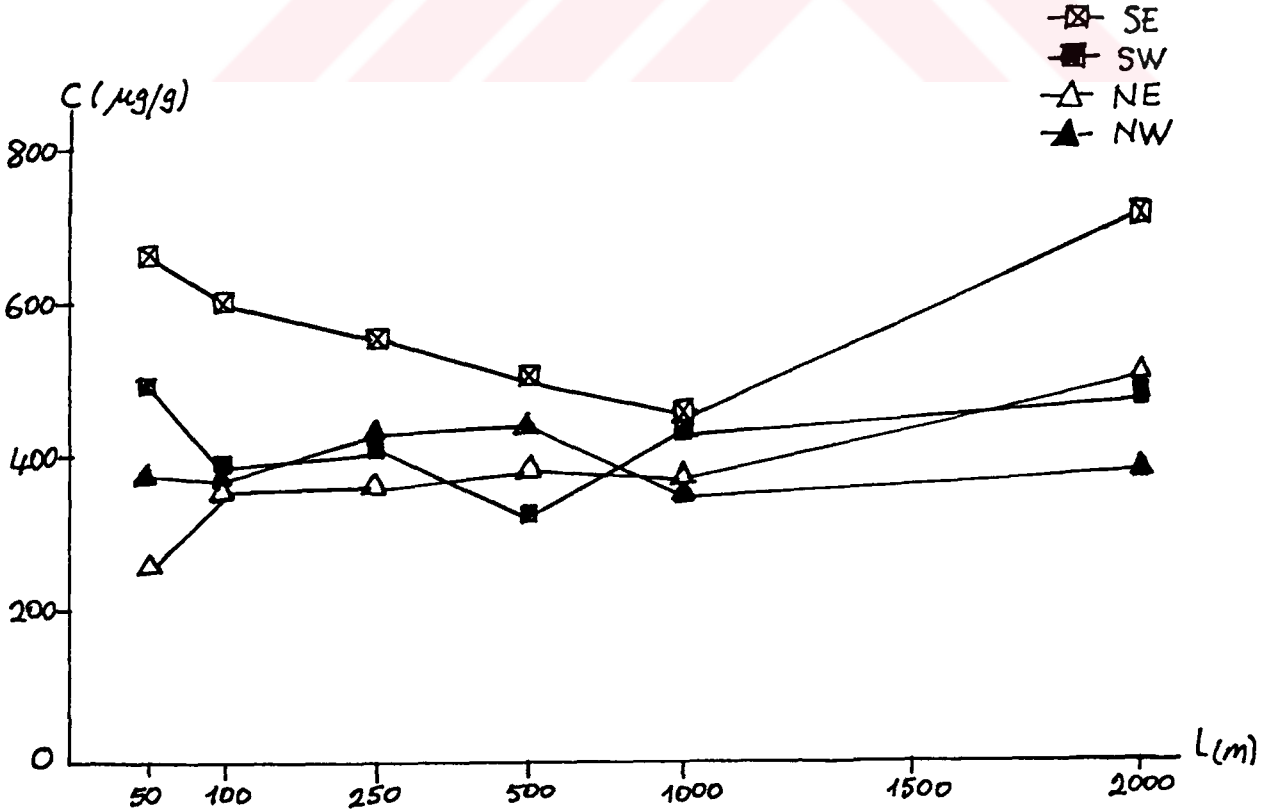
Sekil-2.13.A: ÇİNKÜR civarında, ana yönlere ve uzaklıklara göre Pb derişimleri



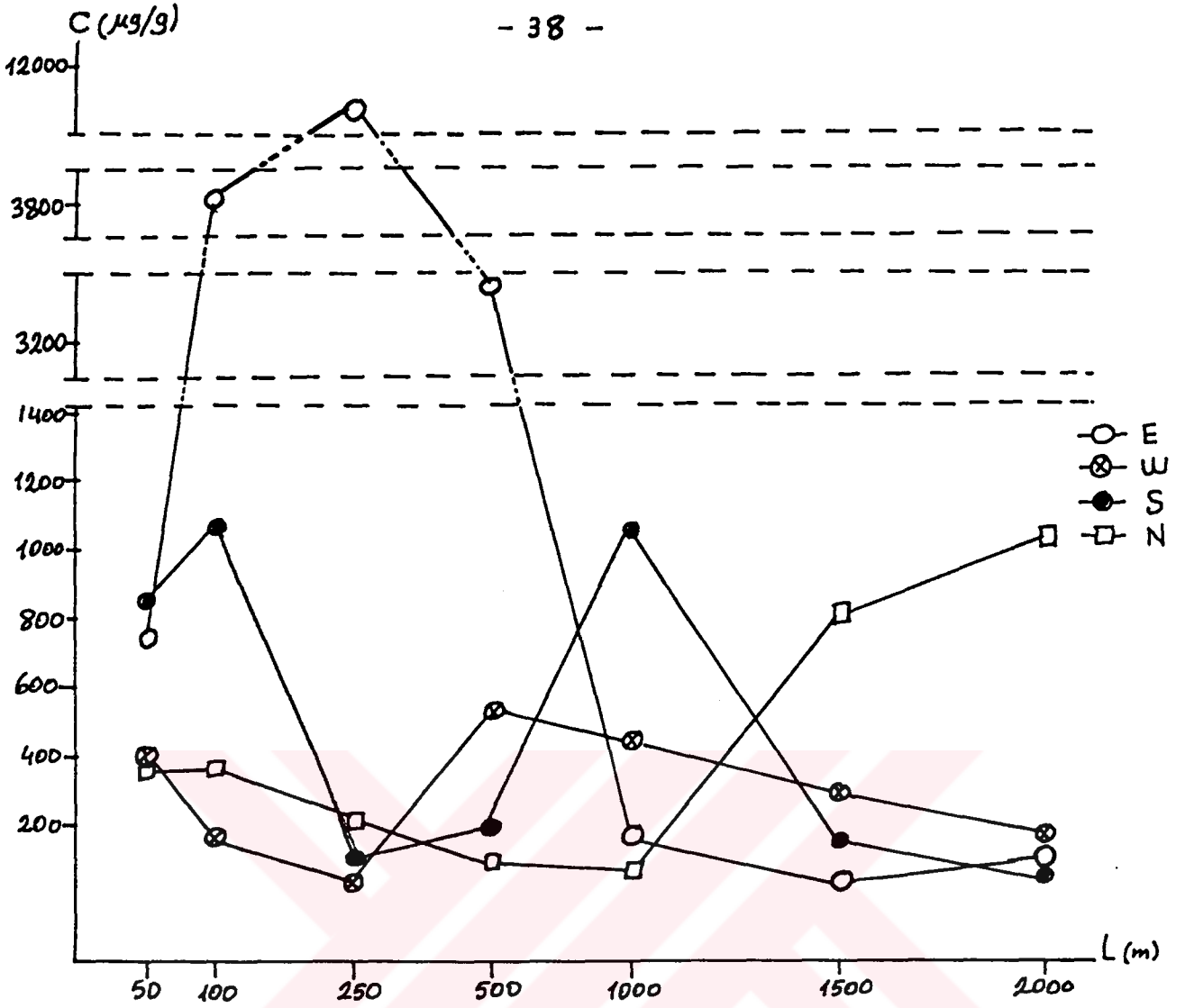
Sekil-2.13.B: ÇİNKÜR civarında, ara yönlere ve uzaklıklara göre Pb derişimleri



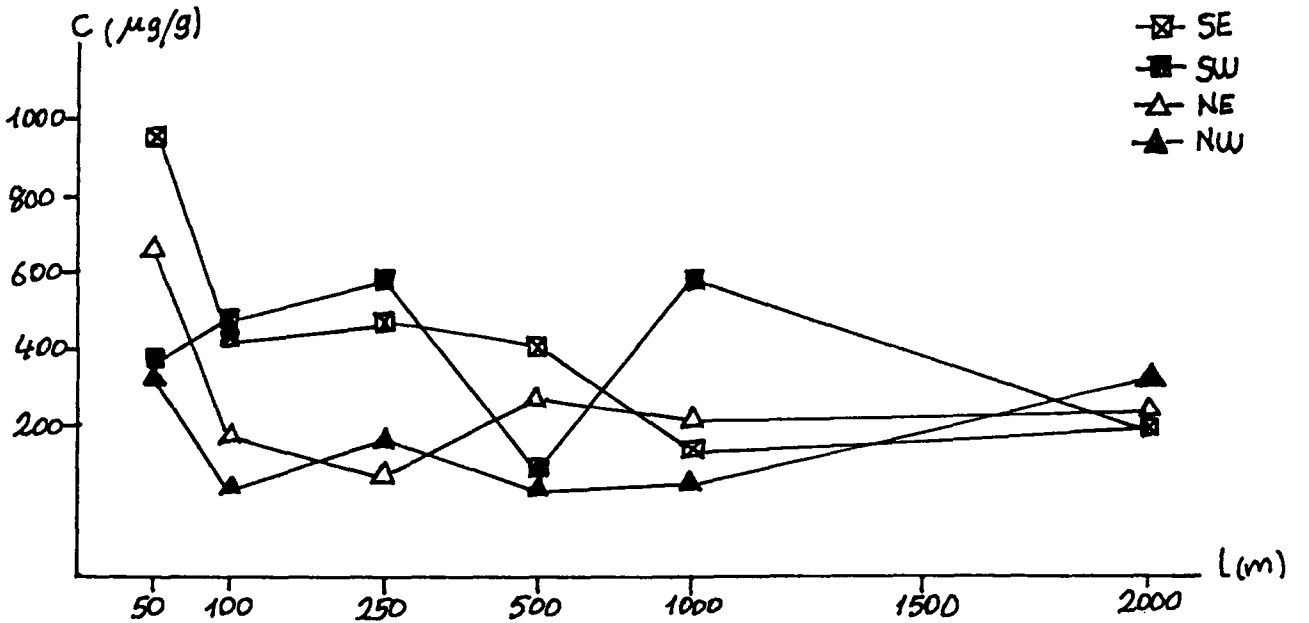
Şekil-2.14.A: ÇİNEUP civarında ana yönlerle ve uzaklıklara göre Mn derişimleri



Şekil-2.14.B: ÇİNEUR civarında ara yönlerle ve uzaklıklara göre Mn derişimleri



Sekil-2.15.A: ÇİNKÜR civarında ana yönlerle ve uzaklıklara göre Zn derişimleri



Sekil-2.15.B: ÇİNKÜR civarında, ara yönlerle ve uzaklıklara göre Zn derişimleri

2.7.2. Esas Örneklerin Analizleri

Çözünürleştirme ve sistem geliştirme üzerinde yapılan örnek çalışmalar sonunda tesbit edilen 10 ml KS ile çözünürleştirme yapılması sistemi ile esas toprak örnekleri üzerinde çalışılmaya başlandı. İlk önce 1991 yazında alınan örnekler incelendi. Daha sonra 1992 ilkbaharında alınan örnekler incelenerek bir tablo üzerinde, bütün yönlere numara verilerek $\mu\text{g/g}$ cinsinden gösterildi, (Çizelge-2.6).

Çizelge-2.6 ve bunlara ait (Şekil-2.10.A,B - 15.A,B) derişim-uzaklık grafiklerinin incelenmesi sonunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1- Cu için : Tesise uzaklık bakımından 50 ila 500 m arasında en yüksek metal derişiminin olduğu, Güney ve Güneydoğu yönlerinde derişimin en yüksek seviyeye çıktığı,

2- Ni için : Ni derişiminin 50 ve 100 m 'lerde en yüksek seviyeye ulaştığı. Tesisten uzaklaştıkça derişimin azaldığı, Güney ve Güneydoğu yönlerinde en yüksek derişime ulaştığı,

3- Cd için : Cd derişiminin genellikle çok küçük olduğu çok yerlerde okunamadığı, ancak Doğu 100 ve 250 m' lerde en yüksek derişimde olduğu,

4- Pb için : Pb derişimi Doğu, Güney ve Güneydoğu yönlerinde en yüksek olduğu, 50 - 250 m arasında en yüksek seviyeye ulaştığı, uzaklığın artması ile derişimin düştüğü Kuzey ve Batı yönlerinde yerleşim alanlarına rastlanması sebebiyle uzak mesafelerde derişimin bir miktar arttığı,

5- Mn için : Mn derişiminin bütün mesafelerde yüksek olduğu, 50 - 500 m 'ler arasında en yüksek seviyeye eriştiği, Güney ve Güneydoğu yönlerinde diğer yönlere göre derişimin fazla olduğu,

6- Zn için : Zn derişiminin tesisin 50 - 250 m'lerinde aşırı derecede yüksek olduğu, Doğu, Güney ve Güneydoğu yönlerinde derişimin çok fazla olduğu. Doğu yönünün 250 m' sinde atık kanalı geçtiği ve bu yüzden Zn derişiminin aşırı yüksek çıktığı. Kuzey yönünde 1500 ve 2000 m'ler yerleşim alanlarına ve tarlaya rastladığı için metal derişiminde artış görüldüğü sonuçları çıkarılmıştır.

Ayrıca 1991 yaz ayında alınan örnekler ile 1992 bahar ayında alınan örnekler arasında da bir karşılaştırma yapılarak şu sonuçlar elde edilmiştir.

1- Aradan bir yıl gibi uzun bir sürenin geçmesi ve yüzeyde bulunan eser elementlerin kar ve yağmur suları ile daha aşağılara kadar inmesi sonucu ağır metal derişimlerinde genellikle artma gözlenmiştir.

2- Artma miktarları Doğu, Güney ve Güneydoğu yönlerinde diğer yönlere göre daha fazla olmuştur.

3- 100 - 500 m' ler arasındaki artma miktarı en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

2.7.3. Kontrol Örneği Analizleri

Aynı deney yöntemi takip edilerek Ali Dağı'ndan ve Sivas yolundan (20. km) alınan kontrol örneklerinden 10'ar paralel hazırlanarak ölçüm yapıldı. Sonuçlar Çizelge-2.7 'de verilmektedir.

Çizelge-2.7 : Kontrol örnekleri eser element derişimi, µg/g

Element Yer	Cu	Ni	Cd	Pb	Mn	Zn
Ali Dağı	13	20	okunamadı	8	264	54
Sivas yolu 20.km	56	37	okunamadı	88	385	59

2.7.4. Sonuçların Karşılaştırılması

Kontrol örneği ile esas numunelerde bulunan eser element derişimleri karşılaştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır. Sivas yolu 20. km 'den alınan kontrol örneğindeki derişimlerin yüksek olması karayolunun ve demir yolunun o civardan geçmesine ve hava kirliliğinin rüzgar etkisi ile o tarafa kaymasına bağlanabilir.

1- Cu için : Doğu, Güney ve Güneydoğu yönlerinin 50 - 500 m' leri arasında yaklaşık derişim kontrol örneğinin iki katı civarında, diğer yönlerde ve uzaklıklarda ise yaklaşık kontrol örneği civarındadır.

2- Ni için : Güney ve Güneydoğu yönlerinin bütün mesafelerinde kontrol örneğinin yaklaşık 2 - 3 katı derişim, Güneybatı ve Kuzeybatı istikametinin 50 - 250 m' leri arası, Doğu yönünün 500 - 2000 m' leri arası metal derişimi kontrol örneğinden fazla, diğer yön ve mesafelerde ise kontrol örneği civarında metal derişimi mevcuttur.

3- Cd için : Doğu istikametinin 100 - 250 m' leri arası kontrol örneğinden çok fazla derişime sahip olduğu halde diğer yön ve metrelerde Cd derişimi azdır. Buna rağmen

kontrol örneğine göre fazla derişim çıkmıştır. Ancak kontrol örneğinde Cd derişiminin okunamadığı gözönüne alınırsa, bu derişimler bile yüksek sayılabilir.

4- Pb için : Doğu, Güney ve Güneydoğu yönlerinde çok aşırı fazlalıkla beraber çok yön ve metrelerde kontrol örneğindeki Pb derişimine göre aşırı fazlalık mevcuttur. W.250, SW.500, NW.100, 500, 1000, E.1500, N.500, 1000 mesafelerinde ise Pb derişimi kontrol örneği derişimi civarındadır.

5- Mn için : Güney ve Güneydoğu yönlerinde ve bütün metrelerinde kontrol örneğine göre 2 - 3 kat civarında Mn derişimi mevcuttur. Diğer yönlerde ve bütün metrelerinde ise 1.5 - 2 kat Mn derişimi fazlalığı vardır.

6- Zn için : E.1500; W.250; N.500 - 1000; NW.100, 500, 500, 1000 metrelerinde kontrol örneği civarında Zn derişimi mevcuttur. Ancak diğer yön ve metrelerde çok aşırı derecede Zn derişimi fazlalığı gözlenmiştir.

Normal değerler ile kontrol örneği değerlerinin karşılaştırılmasında F-testi uygulandı. Bulunan ağır metal derişimlerinin çoğu kontrol örneklerindeki derişimlere göre fazla olduğundan ÇINKUR civarında tesisten kaynaklanan ağır metal kirlenmesi olabileceği kanaatine varıldı. Karşılaştırmada kontrol örneği olarak Ali Dağı'ndan alınan örnek kullanıldı. Derişim aralıkları ve ortalama derişimleri Çizelge-2.8' de verilmektedir.

Çizelge-2.8 : ÇINKUR çevresi toprak örnekleri ile kontrol örneği derişim aralıkları ve ortalama derişimleri, µg/g

	ÇINKUR ÇEVRESİ			KONTROL ÖRNEĞİ (Ali Dağı)		
	Ölçüm Sayısı	Derişim Aralığı	Ortalama Derişim	Ölçüm Sayısı	Derişim Aralığı	Ortalama Derişim
Cu	228	5 - 47	18 ± 7.5	10	12 - 14	13 ± 0.4
Ni	228	14 - 57	26 ± 5	10	17 - 21	20 ± 1.1
Cd	204	0.1 - 29	3 ± 2.3	10	Okunamadı	Okunamadı
Pb	228	5 -2140	122 ± 99	10	6 - 9	8 ± 1.0
Mn	228	225 -730	424 ± 70	10	215 - 280	264 ± 15
Zn	228	27-13250	735 ± 710	10	48 - 58	54 ± 2.3

2.7.5. % Geri Kazanma ve Tekrarlanabilirlik

Eser element analizlerinde standart ilave yapılarak % geri kazanma ölçümleri çok uygulanır. Sistem hatası ve girişim olup olmadığı bu yolla anlaşılır [25]. Standart ilavesinin her hangi bir sınırı yoktur, ancak girişim yapabilecek düzeyde olmamalıdır.

Bu çalışmada % geri kazanma ve tekrarlanabilirlik için E.100 örneği kullanıldı. 60 mech 'lik elekten elenen örnek tekrar porselen havanda öğütülerek tekrar 200 mech' lik elekten elendi. Böylece toprak kısmının büyük oranda çözeltiye geçmesi kolaylaştırıldı. 20 adet 0.5 g 'lık örnek tartıldı. 10 tanesi normal işlemlere tabi tutulurken, diğer 10 tanesine 1000 ppm' lik stok çözeltilerden 124 µl Cu, 110 µl Ni, 95 µl Cd, 1133 µl Pb, 502 µl Mn ve 2667 µl Zn çözeltisi ilave edildi. Bu ilavelerden sonra diğer işlemler aynen uygulandı. Hazırlanan örnekler FAAS 'de okundu. Çıkan sonuçlar ve % geri kazanma miktarları Çizelge-2.9' da verildi. % 95

güven aralığında % geri kazanma değerleri kabul edilecek seviyede bulundu. Diğer 10 örnek ise normal değerlerde kullanıldı. Yapılan Q-testi ile atılacak değer olmadığı tesbit edildi. Böylece tekrarlanabilirlik iyi olarak bulundu.

Çizelge-2.9 : Bazı eser elementlerin geri kazanma %'leri, ($\mu\text{g/g}$)

Element	Normal	Std Eklemeli	Fark	Eklenen	% Geri Kazanma	Ölçüm Sayısı
Cu	68	192	124	124	100 \pm 5	10
Ni	32	139	107	110	97 \pm 12	8
Cd	31	123	92	95	97 \pm 7.2	10
Pb	822	1932	1110	1133	98 \pm 4	10
Mn	493	991	498	502	99 \pm 4	10
Zn	5063	7623	2560	2667	96 \pm 12	7

BÖLÜM III

SONUÇLARIN TARTIŞILMASI

Yapılan ön çalışmalar neticesinde (Çizelge-2.4), incelenen eser elementlerin (Cu, Ni, Cd, Pb, Mn, Zn) derişimleri FAAS ile okunabilecek düzeyde olduğu için zenginleştirme işlemine gerek görülmedi.

Çözünürleştirme işleminde çözücünün hacim etkisini belirlemek için üç ayrı asit denendi. Çözücü olarak Kral suyu, HCl ve HNO₃ kullanıldı. Elde edilen sonuçların incelenmesinden 5, 10, 15 ve 20 ml 'lik asit hacmi kullanılarak elde edilen eser element derişimleri arasında istatistiksel anlamda büyük bir fark olmadığı görüldü (Çizelge-2.4). Değerlendirmeler sonunda 10 ml Kral suyu ile çözünürleştirme yapılması uygun bulundu. Tekrar tekrar kuruluğa kadar buharlaştırma ile eser element derişimlerindeki değişme incelendi (Çizelge-2.5, Şekil-2.6,-2.7,-2.8). 10 ml, 10 + 5 ml ve 10 + 5 + 5 ml KS ile yapılan çalışmalarda element derişimleri arasında önemli bir fark olmadığı gözlemlendi. Sonuç olarak 10 ml KS kullanılarak tek buharlaştırma yapılması kararlaştırıldı.

Toprak eser element analizleri için çözücü olarak genellikle KS kullanılmaktadır [9,12,15,20,21,23]. KS ile toprak örneklerindeki eser elementlerin en az % 80 'i çözeltilmeye alınabilmektedir [22].

HCl ile hazırlanan örneklerde düşük eser element derişimleri elde edilmesi, HNO₃ ile hazırlanan örneklerin düşük sıcaklıkta çok yavaş buharlaşmaları, yüksek sıcaklıkta ise aşırı şıçrama ile madde kaybına sebep olmaları nedeniyle kullanımları uygun bulunmamaktadır. Asetik asit çözünürleştirmesinde [18,19] eser elementin çok az miktarının çözeltilmeye alınabilmesi ve bazı eser elementlerle (Cd gibi) sınırlı olması nedeniyle bu çalışmada kullanılması uygun bulunmadı.

Eritişle çözünürleştirme [6], asit bombası ile çözünürleştirme [20] yöntemlerinin kullanılmasına ihtiyaç duyulmamaktadır.

Toprak eser elementlerinden Cu, Ni, Cd, Pb, Mn ve Zn ' un çözeltilmeye alınmasında en uygun çözücünün KS olduğu kanaatine varıldı. Bu çalışmada 0.5 g toprak örneği için 10 ml KS kullanıldı [21].

Eser element derişimlerinin ölçümünde Zeeman zemin düzeltmeli FAAS kullanıldı. Oksidant olarak hava, yanıcı olarak da asetilen gazı tercih edildi. Işık kaynağı olarak oyuk katod lambalarından yararlanıldı. Paralel çalışmalar arasında, incelenen eser elementlerin analizi açısından tam bir uyum gözlemlendi. Geri kazanma yüzdeleri incelenen eser elementler açısından mükemmel bulundu (96 - 100 arası). Bu sonuçlar uygulanan yöntemin ve ölçüm tekniğinin güvenilirliğini belirledi.

Toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre oluşturulan çizelge ve şekillerin incelenmesi sonunda aşağıdaki neticeler çıkarılabilir.

ÇINKUR çevresindeki topraklarda, bu çalışmada incelenen elementler bakımından metal kirliliği gözlenmektedir.

1991 Haziran ayı ile 1992 Nisan ayında alınan toprak örneklerindeki eser element derişimlerinin incelenmesinde genellikle E, S ve SE yönlerinde 1992 yılında alınan toprak örneklerindeki eser element derişimleri biraz yüksek çıkmıştır. Diğer yönlerde ise önemli bir değişme gözlenmemiştir.

Karşılaştırma örneği olarak iki yerden toprak örneği alınmıştır. Sivas yolu 20. km' den alınan örnekteki eser element derişimleri, Ali Dağı'ndan alınan örnekteki eser element derişimlerinden yüksek çıkmıştır. Kayseri atmosferindeki kirliliğin rüzgar vasıtası ile o tarafa sürüklenebileceği ve yakından geçen karayolu ve demiryolunun kirliliğe sebep olabileceği ihtimali yüksektir. Bu nedenle karşılaştırmalarda Ali Dağı'ndan alınan kontrol örneği kullanılmıştır.

Toprakta ağır metal kirliliğinin olup olmadığına, toprakta kabul edilebilecek eser element derişimleri ile aynı çevrede, kirlenmeden uzak bir yerden alınacak toprak örneğindeki eser element derişimlerine bakılarak karar verilir. Toprağın yapısında bulunabilecek minimum ve maksimum eser element derişimleri de gözönünde bulundurulur (Çizelge-1.1).

Toprak kirlenmesine sebep olan bir çok faktör vardır. Bunlardan en önemlileri şunlardır [7,9,12,14,16,22,33,34].

Hava kirliliği : Topraktaki eser element derişimi artışının ana kaynaklarından biridir. O yerin atmosferinde oluşan kirlilik meteorolojik vasıtalar ile yeryüzüne iner. Yağmur suyu, sulama suyu ve toprağın sürülmesi ile toprağın içine karışır ve kirlilik oluşturur.

İnorganik gübre kullanımı : Toprağa verilen inorganik gübrelerin parçalanması sonucu topraktaki bazı eser elementlerin derişimi artar.

Lağım atıkları kullanımı : Gübrelemede lağım atıkları kullanılması veya lağım atıklarının bir yerden diğer bir yere akıtılması esnasında toprakta ağır metal kirliliği meydana gelir.

Demiryolu ve karayolu : Lokomotif ve kara yolu vasıtalarının egzozlarından çıkan duman ve partiküller etrafa yayılarak toprak üzerine iner. Çeşitli etkenler ile toprağa karışarak kirliliğe sebep olurlar.

Yerleşim yerleri : Kalorifer ve soba bacalarından çıkan duman ve partiküller yere inerek toprağa karışır ve kirlilik oluştururlar.

Maden ocakları, endüstri tesisleri ve etrafa koku yayan çalışmalar : Bu yerlerden çıkan duman ve partiküller toprağa karışarak toprakta ağır metal kirliliği oluşmasına sebep olurlar.

Aynı merkeze göre çeşitli yön ve uzaklıktaki yerlerde ağır metal derişimlerinin farklılık göstermesi bazı nedenlere bağlanabilir. Bunlar : Rüzgar yönü, zirai ekim alanları, arazi meyili, yakınlardan geçen karayolu ve demiryolu, yerleşim

alanı olarak sayılabilir.

Rüzgar yönü : Bir tesisten çıkan duman ve partiküller, o civarda esen rüzgarların yönüne göre sürüklenir ve gittikleri yerde kirliliğin artmasına sebep olurlar.

Zirai ekim alanları : Ekim esnasında tarlanın sürülmesi ile yüzeyde bulunan kirlilik toprağın içlerine doğru yayılır. Tarlanın gübrenmesi ile de kirlilik artışı gözlenir.

Arazi meyili : Meyilli araziler üzerine konan toz ve partiküllerin çok az kısmı yağmur suları ile toprağa karışır. Büyük bir kısmı sular ile sürüklenerek düzgün yerlere giderler ve orada kirlilik oluştururlar.

Demiryolu ve karayolu : Bu yolların geçtiği yerlerin civarında bazı ağır metal kirliliğinde artış gözlenir.

Yerleşim alanı : Yerleşim alanı civarında da kirlilik artışı gözlenmektedir.

Cu Derişimlerinin Karşılaştırılması (Çizelge-2.6, -2.7, -2.8)

En yüksek Cu derişimi S ve SE yönlerinin tesise göre 0-100 metreleri arasında tesbit edildi. Tesisten uzaklaştıkça azalma gözlemlendi. W yönü 1500 ve 2000 metrelerinde artma oldu. Bunun sebebi ise 2000 m' de yerleşim alanı ve ileride TAKSAN tesislerinin bulunması ile ilgili olabilir. N, NE, NW yönlerinde ise en az derişim gözlenmiştir. Değerler genellikle kontrol örneğinden çok fazla gözükmektedir.

ÇINKUR civarı genel ortalama : 18 ± 7.5 ,

Kontrol örneği : 13 ± 0.4

Ni Derişimlerinin Karşılaştırılması (Çizelge-2.6,-2.7,-2.8)

S ve SE yönlerinde tesisten 0 - 100 metreleri arası uzaklıkta en yüksek Ni derişimi elde edilmiştir. Diğer yön ve uzaklıklardaki derişimler yaklaşık birbirlerine yakındır. Kontrol örneğine göre genellikle yüksek derişim bulunmuştur.

ÇINKUR civarı genel ortalama : 26 ± 5 ,

Kontrol örneği : 20 ± 1.1

Cd Derişimlerinin Karşılaştırılması (Çizelge-2.6,-2.7,-2.8)

E, S ve SE yönlerinde tesise göre 0 - 250 metreler arası uzaklıkta en yüksek Cd derişimi bulunmuştur. W yönü 1500 ve 2000 metrelerde artma olmuştur. Bu ise bu civarda bulunan yerleşim alanına ve arazinin düz olmasına bağlanabilir. SW yönünün 250 - 1000 metreleri arası bir miktar artış gözlenmektedir. Bu ise buradan geçen demiryolu ve karayolundan kaynaklanabilir. Genellikle Cd değerlerinin kontrol örneğine göre yüksek olduğu gözlenmektedir. Normal olarak ≤ 1 ppm derişimde olması gerekirken çoğunlukla 1 ppm 'in üzerine çıkmıştır. Cd kirliliği kesin olarak gözükmemektedir.

ÇINKUR civarı genel ortalama: 3 ± 2.3 ,

Kontrol örneği : okunamadı (E.2000; W.250, 2000; S.2000; N.500; NW.500, 1000 ve kontrol örneğinde derişim 15 kat arttırıldığı halde Cd değerleri okunamamıştır).

Pb Derişimlerinin Karşılaştırılması (Çizelge-2.6,-2.7,-2.8)

E, S ve SE yönlerinde tesise göre 0 - 250 metreleri arası uzaklıklarda Pb derişimi en üst seviyeye ulaşmıştır. Değerler kontrol örneğinden çok yüksek olduğu gibi yerkabuğunda bulunan 2 - 200 $\mu\text{g/g}$ aralığından da çok yüksektir (Çizelge-1.1).

Ayrıca N yönü 1500 ve 2000 metrelerde yükselme olmuştur. Bu ise buradaki yerleşim alanına ve arazinin düzelmesine bağlı olabilir. Diğer yön ve uzaklıktaki Pb derişimleri birbirine yakındır. Bütün değerler kontrol örneğine göre çok yüksek çıkmıştır.

ÇINKUR civarı genel ortalama : 122 ± 99 ,

Kontrol örneği : 8 ± 1.0

Mn derişimlerinin karşılaştırılması (Çizelge-2.6,-2.7,-2.8)

S ve SE yönlerinin 0 - 250 metrelerinde yüksek derişim gözlenmiştir. Ayrıca SE.2000 metre, W.2000 metre ve N.2000 metrelerde artış olmuştur. W ve N.2000 metrelerinde yerleşim alanlarının oluşuna ve SE.2000 ve N.2000 metrelerinde arazinin düz olmasına bağlı artışlar olabilir. Kontrol örneğine göre genellikle yüksek Mn derişimi ölçülmüştür.

ÇINKUR çevresi genel ortalama: 424 ± 70 ,

Kontrol örneği : 264 ± 15

Zn derişimlerinin karşılaştırılması (Çizelge-2.6,-2.7,-2.8)

E, S ve SE yönlerinde tesisten 0 - 500 metre uzaklıklar arasında en yüksek Zn derişimleri bulunmuştur. Bu değerler topraktaki Zn derişiminin kat kat üstündedir. Kontrol örneğine göre de çok yüksektir. S.1000 metrede tekrar yükselme olmuştur. Bunun sebebi ise bu civardan geçen ÇINKUR'un çuruf tahliye kanalı olarak düşünülebilir. W.1500 ve W.2000 metrelerindeki artış ise arazinin düzelmesine ve yerleşim alanının bulunuşuna bağlı olabilir. Diğer yön ve metrelerde pek fazla derişim farklılığı olmamasına rağmen kontrol örneğine göre

yüksek değerler bulunmuştur.

ÇİNKÜR civarı genel ortalama: 735 ± 710,

Kontrol örneği : 54 ± 2.3

Altı elementin (Cu, Ni, Cd, Pb, Mn, Zn) yönlere ve uzaklıklara göre derişimlerinin incelenmesinde E, S ve SE yönlerinin 0 - 500 metreleri arasında en yüksek metal derişiminin olduğu gözlemlendi. Bunun sebeplerinin neler olabileceği hakkında şu ihtimaller üzerinde durulabilir.

Diğer yönlerin, bilhassa N, NW ve W yönlerinin meyilli yerler olması ve fazla yüksek olmayan dağlar ile çevrili bulunması sebebiyle bu yerlerde ağır metal derişimlerinin az olmasına neden olabilir. Ayrıca bu yönler karayolundan ve demiryolundan uzak mesafede bulunmaktadır.

Kayseri Meteoroloji Müdürlüğünden alınan hâkim ve en kuvvetli rüzgâr yönüne ve aylık ortalama rüzgar hızlarına bakıldığında (Çizelge-3.1,-3.2), 1990 yılında rüzgarların genellikle S, N, NW ve W yönlerinden estiği, 1991 yılında rüzgarların genellikle S, SE, N ve W yönlerinden estiği, 1992 yılının ilk yedi ayında rüzgarlar genellikle S, W, SW ve NW yönlerinden estiği gözlenmektedir. Bu değerlendirmelere göre N ve W istikametinde de ağır metal derişiminin fazla olması gerekirdi. Ancak N ve W 'nin dağlık oluşu ve SE 'de yüksek Erciyes Dağı'nın uzantısı olan Yılanlı Dağ'ın bulunuşu ; NE, E, S ve SW yönlerinin açık olması rüzgar akışının bu yönlere çevrilmesine sebep olmaktadır. Ayrıca rüzgarsız havalarda hava akımı genellikle dağlardan ovalara doğru olduğundan kirlenmenin E, S, SE ve SW yönlerinde daha fazla olması muhtemeldir. Diğer bir faktör ise bu yerlerin düz oluşu sebebiyle toprakta biri-

ken toz parçacıkları ve partüküllerin yağmur ve kar sularıyla çözünerek toprağın derinliklerine inmesi olabilir. Böylece toprakta eser element derişimi artabilir. ÇİNKUR artıklarının bir kanal ile S ve E istikametinde akıtılması bu bölgelerde eser element derişimi artışına sebep olması muhtemeldir.

Toprakta eser element derişimlerinin artması o civarda yaşayan canlılar üzerinde olumsuz etkiler göstermektedir. Pb, Ni ve Cd canlılar üzerinde doğrudan toksik etki gösterir. Cu, Mn ve Zn ise nutrient olmalarına rağmen derişimlerinde artma olduğu taktirde toksik etki gösterirler. Toksik etki gösteren metaller, insanlar ve hayvanlar tarafından ya topraktan doğrudan doğruya alınır ya da bitkiler tarafından alınarak gıda zinciriyle insan ve hayvanlara ulaşırlar [15].

Bunun sonucu olarak zehirlenmeler baş gösterir, çeşitli hastalıklar ortaya çıkar ve canlı hayatı tehlikeye düşer. Bu nedenle bu tür metal kirlenmesine sebebiyet veren kaynaklarda gerekli tedbirler alınmalı ve canlı hayatı tehlikeye sokulmamalıdır.

Sonuç olarak, ÇİNKUR civarında, tesisten kaynaklanan Cd, Pb ve Zn kirlenmesi açık olarak gözlenmektedir. Cu, Ni ve Mn derişimleri de kabul edilebilir değerlerin üzerinde bulunmuştur (Çizelge-1.1).

Çizelge-3.1 : Kayseri civarındaki hakim rüzgar yönü ve aylık ortalama rüzgar hızı (m/s)

YILLAR	A Y L A R											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990	ENE 1.2	SE 2.2	S 2.0	S 2.3	S 1.9	S 2.2	S 2.0	NW 2.1	S 1.8	S 1.7	S 1.3	S 1.6
1991	S 1.0	SW 1.6	S 1.7	WNW 2.3	WNW 2.3	SSW 1.7	S 2.1	NW 2.0	SSW 1.7	SSW 1.8	N 1.1	E 1.8
1992	E 1.3	SE 1.2	S 2.5	S 2.4	S 2.0	SSE 1.8	SW 2.1					

Çizelge-3.2 : Kayseri civarındaki en kuvvetli rüzgar yönü ve aylık ortalama rüzgar hızı (m/s)

YILLAR	A Y L A R											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1990	S 11.4	SSE 33.4	NE 13.8	SSE 27.3	W 15.0	SSE 18.5	SE 21.8	SSE 12.0	WSW 17.7	WNW 14.3	SE 20.6	SSE 24.0
1991	NE 5.7	SSE 35.0	SSW 17.2	SSE 22.1	WNW 23.0	NW 17.4	ESE 18.3	SW 10.2	W 12.0	SSW 23.5	SW 18.0	W 24.9
1992	ESE 17.2	W 13.0	SSE 27.1	E 22.8	WSW 17.8	SW 16.0	NW 23.2					

KAYNAKLAR

- [1]. Zwozdziak, Anna, Zwozdziak, Terzy; "Effect of dusts containing Copper compounds on pollution of soil and surfaces waters ", Woda Tech. Sarit 1979,53,176-8
- [2]. Herrick, Graham T; Friedland, Andrew J, " Patterns of trace metal concentration and acidity in montain forest soils of northeastern U.S.", Water, air, soil pollution 1990,53,151-7
- [3]. Abdel, Sabour M.F., "Nickel accumulation paramaters, Coefficients of transfertolerans index and nutrient uptake by red clover grown on nickel-pollution soil", Int. J. Environ. Stud. 1991,37,25-34
- [4]. Milberg, Ronald P; Logerwerff, John V; Browes, Donald L; Biersdorf, George T, " Soil Lead accumulation alongside a newly constructed roadway", J. Environ. Qual.1980,9,6-8
- [5]. Jornat, Oskar, Trank, Stranice, N.P., Cesky Tesin, " Zinc emission and their unfavorable effect on plant production and crop quality ",Cistota Ourdusia 1977,3,10
- [6]. Mustafa Demir, " Toprak örneklerinde bazı eser elementlerin AAS ile tayininde halka tekniğinin yeri, (Doktora Tezi) Malatya 1986
- [7]. M. Baucells, G. Lazort and M. Raura; " Determination of Cadmium and Molybdenum in soil extracts by Graphite Furnace AAS and Introductively Coupled Plasma Spectrometry ",Analyst 1985,110,1423-29
- [8]. S. Güçer; " Atomik soğurma spektroskopisinin çevre kimyasındaki önemi ve sorunları", Profösörlük tezi, izmir, 1981
- [9]. K.D. Khan and B. Frankland ;" Chimical forms of Cd and Pb in some contaminated soils" Environment pollution 1983,(B)6,15-31

- [10]. A. Ergene ; " Toprak ilminin Esasları ", Atatürk Üniversitesi yayınları, Erzurum, 1982
- [11]. L.M. Thomson; " Soil and soil fertility", McGraw-Hill, New York, 1973
- [12]. Ş. Kartal, L. Elçi, M. Doğan ; " Investigation of Lead, Nickel, Cadmium and Zinc pollution of Traffic in KAYSERİ", Fresenius Environment Bul. 1992,1,28-33
- [13]. M. Sillanpää; " Trace elements in soils and Agriculture FAO", Rome, 1972
- [14]. M. Baucells and M.T. Kelipo; " Kadmiyum Determination in soil extracts by furnace AAS" Anal. Chem. 1985, 22, 61-70
- [15]. Michael W. Hinds, Kenneth W. Jackson, Alan P. Newman " Electrothermal Atomisation AAS with the Direct Introduction of Slurries. Determination of Trace Metals in soil", Analyst 1985,110,947-50
- [16]. Kenneth W. Jackson, Alan P. Newman;" Determination of Lead in soil by graphite furnace AAS with the Direct introduction of Slurries", Analyst 1983,108,261-64
- [17]. J. Stupar and R. Ajlec ; " Study of the use of soil suspension in the Determination of Fe, Mn, Mg and Cu in soils by Flame AAS", Analyst 1982,107,144-156
- [18]. A.M. Ure and M.C. Mitchell ;" The Determination of Cadmium in Plant material and soil extracts by Solvent extraction and AAS with a Carbon - Rod", Analytica Chimica Acta 1976,87,283-290
- [19]. A.M. Ure, M.P. Hernandez-Artiga and M.C. Mitchell " A Carbon-Rod Atomizer for the determination of Cadmium and Lead in plant materials and soil extracts", Analytica Chimica Acta 1978,96,37-43
- [20]. Michael L. Berrow and Winnie M. Stein; " Extaction of metals from soils and Swage Sludges by Refluxing with Aqua Regia", Analyst 1983,108,277-285
- [21]. C.M. Lau, A.M. Ure and T.S. West ;" Determination of Lead and Cadmium in soils by Atom- Trapping AAS", Analytica Chimica Acta 1983,146,171-9
- [22]. Ian W. Eastwood and Kenneth W. Jackson; "Interlaboratory Comparison of soil Lead Determination" Environment Pollution 1984,8(b),231-243
- [23]. L.L. Jackson, T.L. Fries, J.N. Grossman, M.S.W. King and P.J. Lamothe;" Geological and Inorganic Material" Anal. Chem. 1991,63,33R-35R
- [24]. Michael W. Hinds and Kenneth W. Jackson " Determination of Lead in soil by Vortex Mixing Slurry_Graphite Furnace AAS", 1991

- [25]. Donnan Equilibrium, " Graphite Furnace AAS Estimates of soil extracts complexation capacities", Anal. Chem. 1989, 61, 1295-8
- [26]. Kenneth W. Jackson, Alan P. Newman; " Determination of Lead in soil by GFAAS with the Direct introduction of Slurries", Analyst 1983, 108, 261-264
- [27]. J.J. Van der Lee, E. Temminghoff, V.J.G. Houba and Novozamsky " Background Correction in the Determination of Cd and Pb by flame AAS in plant and soil samples with high Fe levels", Applied Spectroscopy 1987, 41(3), 388-390
- [28]. Ralph E. Sturgeon; " Atomic Abs. Spect. Present and Future Aspects", Analyst 1992, 117, 233-237
- [29]. Bernhard Welz; "Abuse of the analyte addition technique in AAS.", Fresenius Z. Anal. Chem. 1986, 325, 95-101
- [30]. Malcolm S. Cresser, Les C. Ebdon, Cameron W. McLead, John C. Burrige; " Atomic Spectrometry Update- Environment Analysis", Journal of Anal. At. Spect. 1986, 1, 10R-17R
- [31]. Richard D. Beaty; " Concept Instrumentation and Techniques in AAS ", 1988
- [32]. " Spektroskopi 88 ", Yaz Okulu Seminerri, 1988 Trabzon
- [33]. R.M. Harrison, D.P.H. Laxen " Lead Pollution Causes and Control ", 1981 Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge
- [34]. Jerome O. Nriagu, " Zinc in the Environment ", Canada 1979, 39-71