

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AFŞİN-ELBİSTAN TERMİK SANTRALİ EMİSYONLARININ YÖRE
TOPRAKLARINA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Gül AYDEMİR

TOPRAK ANABİLİM DALI

**ANKARA
2008**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AFŞİN-ELBİSTAN TERMİK SANTRALİ EMİSYONLARININ YÖRE TOPRAKLARINA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Gül AYDEMİR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak AnaBilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayten KARACA

Bu araştırmada Afşin-Elbistan Termik Santrali emisyonlarının yöre topraklarına olan etkileri ortaya konulmuştur. Bu amaçla hakim rüzgar yönü dikkate alınarak santrale 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 6, 9, 12, 15, 30 km uzaklıkta olan yerlerden toprak örnekleri alınmıştır. Alemdar, Balıkçıl, Güvercinlik, Hasankendi, Izgın, Kanlıkavak (Göksun yolu), Kapılı, Karaelbistan, Karahöyük, Kışla, Küçük Kışla köylerinin birer noktasından da toprak örnekleri alınmıştır. Her bir örnek 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örneklerinde bünye, toprak reaksiyonu, organik madde toplam ve ekstrakte edilebilir Zn, Cu, Pb, Cd ve Ni tayinleri yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, genel olarak hakim rüzgar yönünden alınan örneklerin ağır metal içerikleri, çevre köylerden alınan örneklere kıyasla yüksek bulunmuştur.

Haziran 2008, 112 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kömürle çalışan termik santral, emisyon, uçucu kül, ağır metal, toprak

ABSTRACT

Master Thesis

THE DETERMINATION OF THE EFFECTS OF AFŞİN-ELBİSTAN POWER PLANT EMISSIONS ON REGIONAL SOILS

Gül AYDEMİR

Ankara University
Graduate School of Naturel and Applied Sciences
Department of Soil Sciences

Supervisor: Prof. Dr. Ayten KARACA

The effects of emissions of the Afsin-Elbistan Thermic Plant against the local land were observed. For this purpose samples were taken from some areas, which are 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 6, 9, 12, 15, 30 km far away from the powerhouse, regarding the wind direction. Each sample was taken from 0-30 cm deep from Alemdar, Balıkçıl, Güvercinlik, Hasankendi, İzgın, Kanlıkavak (Göksun yolu), Kapılı, Karaelbistan, Karahöyük, Kışla, Küçük Kışla. In these soil samples the physical and chemical properties of the soil total and available Cu, Zn, Cd, Ni and Pb evaluation quantities were determined. The heavy metal contents of the samples which were taken regarding the wind direction, are higher than the surrounding of those villages.

June 2008, 112 pages

Key Words: Coal-fired power plant, emission, fly ash, heavy metal, soil

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

İnsan, yaratıldığı günden itibaren doğayla iç içe yaşamaya başlamış ve bir süre onun verdikleriyle yetinmiştir. İnsan dışındaki diğer canlılar, mevcut doğa koşullarına uyum sağlamaya çalışırken insan, geliştikçe elindeki teknolojiye de faydalanmak suretiyle doğal çevre koşullarını değiştirerek doğayı kendi denetimi altına almak istemiştir. Bunu yaparken de doğanın canlı ve cansız kaynaklarını kendi çıkarlarına göre, bilinçsizce ve cömertçe kullanmış, dünyanın ekolojik dengesinin bozulmasına neden olmuştur. Bu arada doğa da, kendi yasaları içinde oluşturduğu olumsuzluklarla ekolojik dengenin bozulmasına az da olsa katkıda bulunmaktadır.

İnsanların doğaya hakim olma çabaları arttıkça doğa, her geçen gün daha tahrip olmuştur. Dünya'mızı oluşturan atmosfer, hidrosfer ve litosferin doğal yapıları bozulmuş ve buralar yaşam ortamı olmaktan çıkmaya başlamıştır. Böylece ekosistemi oluşturan canlı ve cansız unsurlar arasındaki ilişkilerin bozulmasıyla ortaya çıkan ve insanlığın ekolojik sorunları adı verilen ekonomik, sosyal ve çevresel sorunlar doğmuştur.

Çevre kirlenmesi ülkemizde son yıllarda en aktüel konu haline gelmiştir. Çevre kirlenmesine yol açan kaynaklardan biriside termik santrallerdir. Canlıların yaşam fonksiyonlarını yerine getirebilmesini sağlayan en önemli etkenlerin başında enerji gelir. Çünkü enerji “iş yapabilme gücü” dür ve canlıların mutlaka enerjiye ihtiyacı vardır. Enerjinin sağlanması ve kullanılması bakımından insan ile diğer canlılar arasında büyük farklar vardır. Bitkiler ve hayvanlar için enerji, doğal yollarla sağlanan yaşamsal bir araçtır. İnsanlar ise enerjiyi sadece fizyolojik etkinliklerini sürdürmek için değil, ısıtma, aydınlatma ve endüstriyel araç ve gereçlerin çalıştırılmasında da kullanmaktadır. Enerji kaynakları çok değişik şekilde sınıflandırılmaktadır. Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır. Yenilenemeyen Enerji Kaynaklarından biride linyittir. Türkiye kurulu gücünün yakıt cinslerine göre dağılımın da linyit %28,58'lik bir pay ile 6048MV'lık güç üretmektedir. Termik santrallerin özellikle yerleşim yerlerinden uzak ve tarımsal alanlara zarar vermeyecek yörelerde kurulması gerekirken, ülkemizde bu durum tersine işlemektedir. Santraller yurda geliş güzel yayılmaktadır. Birçok kent ve yerleşim bölgesinde, doğal ve turizm değeri olan alanlarda termik santraller inşa edilmiştir. Bu termik santrallerden biriside Afşin-Elbistan Termik santralidir.

Afşin Elbistan Termik Santrali, Ülkemizin en verimli ovalarından olan Afşin Elbistan ovasında 1. sınıf tarım arazisi üzerine kurulmuştur. Santralin işletmeye açılması ile santrale 0.5 km uzaklıkta olan Çoğulhan ilçesi halkı şikayetlere başlamış özellikle çiftçilerin en değerli ürünleri olan şeker pancarı ve sebze meyve tarımında zararlanmalar ve ürün kalite düşüklüğü meydana gelmiştir. Santralin zararlı boyutlarının giderek artması ve yetkililerinde “bilimsel kanıtlar olmadıkça bir şey yapılamaz” görüşlerinin ışığında bu çalışma yürütülmüştür.

Ülkemizde çevre kirliliğine neden olan etkenler ile etkilenen alanlar arasındaki ilişkilerin araştırılmasında en büyük yoksunluk bu çalışmaları destekleyecek veri tabanının bulunmamasıdır. Doğal kaynakların niteliklerini belirleyici parametreler ülke ölçeğinde detayları ile bulunmamaktadır.

Danışman Hocam Prof. Dr. Ayten Karaca'nın 1997 yılında doktora tezinde yapmış olduğu araştırmada Afşin Elbistan Termik Santralinin çevreye olan olumsuz etkilerini ortaya koymuştur. Bu araştırmadan yola çıkılarak yüksek lisans tezimde yaklaşık 10 yıllık süre içerisindeki değişiklikleri saptamayı amaçlıyorum.

Bu tezin konu seçiminden, hazırlık aşamasındaki çalışmalara ve bitirilmesine kadarki bütün yardımlarından dolayı tez danışman hocam Prof. Dr. Ayten KARACA'ya, toprak örneklerinin alınmasında yardımcı olan Sayın Yaşar ÇELİK'e, Afşin İlçe Tarım müdürlüğü çalışanlarına ve Afşin Kaymakamlık personeline, ağır metallerin toplam ve yarıyışlılık analizinin yapılmasını sağlayan Babam Sayın Hüseyin AYDEMİR ve Tarım ve Köy İşleri Toprak Analiz laboratuvarı çalışanlarına, Sayın Kimya Mühendisi Mehmet ÇÖTELİ'ye, haritalama ve koordinat işlemlerimde yardımlarını esirgemeyen sayın Yrd. Doç. Dr. İlhami BAYRAMİN'e, yoğun tez çalışması sırasında destek ve anlayışını hiç kaybetmeyen sevgili eşim Sayın Volkan YENİYURT, Annem Sayın Perihan AYDEMİR ve Sayın Fırat AYDEMİR'e çok teşekkür ederim.

Gül AYDEMİR
Ankara, Haziran 2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜRLER.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
1. TERMİK SANTRALLER VE ÇEVRE	4
2.1 Termik Santraller.....	4
2.2 Termik Santrallerin Çevreye Etkisi.....	11
2.3 Afşin-Elbistan Termik Santrali	14
3. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	18
4. MATERYAL ve METOD	25
4.1 Materyal.....	25
4.1.1 Afşin Elbistan Termik Santralinin coğrafik yeri ve tarımsal durumu.....	25
4.1.2 Jeolojik durum.....	25
4.1.3 İklim.....	26
4.1.4 Toprak özellikleri	27
4.2 Metod.....	28
4.2.1 Toprak örneklerinin alınma metodu.....	28
4.2.2 Toprak örneklerinin analize hazırlanması.....	32
4.2.3 Toprak örneklerinin fiziksel , kimyasal ve ağır metal analiz metodları.....	32
5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	34
5.1 Toprak örneklerinin CaCO_3 ve Organik Madde değerlendirmesi.....	34
5.2 Toprak örneklerinin EC ve pH değerlendirmesi	37
5.3 Toprak örneklerinin tekstür değerlendirilmesi	37
5.4 Toprak örneklerinin katyon değişim kapasitelerinin değerlendirilmesi.....	38
5.5 Toprak örneklerinin toplam ağır metal (Ni, Pb, Cu, Zn ve Cd) değerlendirmesi.....	38
5.5.1 Toplam Nikel (Ni).....	38

5.5.2 Toplam Kurşun (Pb).....	45
5.5.3 Toplam Bakır (Cu).....	50
5.5.4 Toplam Çinko (Zn).....	55
5.5.5 Toplam Kadmiyum (Cd).....	59
5.6 Toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir ağır metal (Ni, Pb, Cu, Zn ve Cd) değerlendirmesi.....	66
5.6.1 Ekstrakte edilebilir Nikel.....	66
5.6.2 Ekstrakte edilebilir Kurşun	70
5.6.3 Ekstrakte edilebilir Bakır.....	73
5.6.4 Ekstrakte edilebilir Çinko.....	77
5.6.5 Ekstrakte edilebilir Kadmiyum.....	80
5.7 Özelliklere ait ikili korelasyonlar.....	83
5.8 Değerlendirme ve öneriler.....	88
KAYNAKLAR.....	91
EKLER.....	97
Ek 1 Köylerden alınan toprak örneklerine ait % nem'e ilişkin varyans analiz tablosu.....	97
Ek 2 Köylerden alınan toprak örneklerine ait % CaCO ₃ 'e ilişkin varyans analiz tablosu.....	97
Ek 3 Köylerden alınan toprak örneklerine ait % pH'e ilişkin varyans analiz tablosu.....	97
Ek 4 Köylerden alınan toprak örneklerine ait % EC'e ilişkin varyans analiz tablosu.....	97
Ek 5 Köylerden alınan toprak örneklerine ait % Organik Madde'ye ilişkin varyans analiz tablosu.....	98
Ek 6 Köylerden alınan toprak örneklerine ait % kil'e ilişkin varyans analiz tablosu.....	98
Ek 7 Köylerden alınan toprak örneklerine ait % silt'e ilişkin varyans analiz tablosu.....	98
Ek 8 Köylerden alınan toprak örneklerine ait % kum'e ilişkin varyans analiz tablosu.....	98
Ek 9 Köylerden alınan toprak örneklerine ait KDK ilişkin varyans analiz	

tablosu.....	99
Ek 10 Köylerden alınan toprak örneklerine ait toplam Ni ilişkin varyans analiz tablosu.....	99
Ek 11 Köylerden alınan toprak örneklerine ait toplam Pb ilişkin varyans analiz tablosu.....	99
Ek 12 Köylerden alınan toprak örneklerine ait toplam Cu ilişkin varyans analiz tablosu.....	99
Ek 13 Köylerden alınan toprak örneklerine ait toplam Zn ilişkin varyans analiz tablosu.....	100
Ek 14 Köylerden alınan toprak örneklerine ait toplam Cd ilişkin varyans analiz tablosu.....	100
Ek 15 Köylerden alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Ni ilişkin varyans analiz tablosu.....	100
Ek 16 Köylerden alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Pb ilişkin varyans analiz tablosu.....	100
Ek 17 Köylerden alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Cu ilişkin varyans analiz tablosu.....	101
Ek 18 Köylerden alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Zn ilişkin varyans analiz tablosu.....	101
Ek 19 Köylerden alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Cd ilişkin varyans analiz tablosu.....	101
Ek 20 Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %nem'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	101
Ek 21 Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait CaCO₃'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	102
Ek 22 Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait pH'sına ilişkin varyans analiz tablosu.....	102
Ek 23 Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait EC'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	102
Ek 24 Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait Organik Madde'sine ilişkin varyans analiz tablosu.....	102

Ek 25	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait % kil'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	103
Ek 26	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %silt'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	103
Ek 27	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %kum'una ilişkin varyans analiz tablosu.....	104
Ek 28	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait KDK'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	103
Ek 29	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Ni'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	104
Ek 30	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Pb'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	104
Ek 31	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Cu'suna ilişkin varyans analiz tablosu.....	104
Ek 32	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Zn'sine ilişkin varyans analiz tablosu.....	104
Ek 33	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Cd'sine ilişkin varyans analiz tablosu.....	105
Ek 34	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Ni'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	105
Ek 35	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Pb'sine ilişkin varyans analiz tablosu.....	105
Ek 36	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Cu'suna ilişkin varyans analiz tablosu.....	105
Ek 37	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Zn'sine ilişkin varyans analiz tablosu.....	106
Ek 38	Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Cd'sine ilişkin varyans analiz tablosu.....	106
Ek 39	Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %nem'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	106
Ek 40	Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %CaCO ₃ 'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	106

Ek 41 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %pH'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	107
Ek 42 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %EC'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	107
Ek 43 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %Organik Madde'sine ilişkin varyans analiz tablosu.....	107
Ek 44 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %kil'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	107
Ek 45 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %silt'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	108
Ek 46 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %kum'una ilişkin varyans analiz tablosu.....	108
Ek 47 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait KDK'sına ilişkin varyans analiz tablosu.....	108
Ek 48 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Ni'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	108
Ek 49 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Pb'e ilişkin varyans analiz tablosu.....	109
Ek 50 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Cu'a ilişkin varyans analiz tablosu.....	109
Ek 51 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Zn'e ilişkin varyans analiz tablosu.....	109
Ek 52 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Cd'a ilişkin varyans analiz tablosu.....	109
Ek 53 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Ni'ine ilişkin varyans analiz tablosu.....	110
Ek 54 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Pb'e ilişkin varyans analiz tablosu.....	110
Ek 55 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Cu'a ilişkin varyans analiz tablosu.....	110
Ek 56 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Zn'e ilişkin varyans analiz tablosu.....	110

Ek 57 Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir

Cd'a ilişkin varyans analiz tablosu.....111

ÖZGEÇMİŞ.....112

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Termik Santral bacalarından çıkan kirleticiler.....	9
Şekil 2.2 Atmosferik yapıya bağlı olarak santralden bırakılan emisyon hareketleri.....	11
Şekil 2.3 Türkiye’deki Termik Santrallerin her birinin toplamda oluşturduğu kapasite oranı.....	12
Şekil 4.1 Toprak örneklerinin alındığı yerler.....	31
Şekil 5.1 Çoğulhan’dan alınan örnekteki toplam Ni konsantrasyonu.....	41
Şekil 5.2 Elbistan’dan alınan örnekteki toplam Ni konsantrasyonu.....	41
Şekil 5.3 Çoğulhan’dan alınan örnekteki toplam Pb konsantrasyonu.....	47
Şekil 5.4 Elbistan’dan alınan örnekteki toplam Pb konsantrasyonu.....	48
Şekil 5.5 Çoğulhan’dan alınan örnekteki toplam Cu konsantrasyonu.....	53
Şekil 5.6 Elbistan’dan alınan örnekteki toplam Cu konsantrasyonu.....	53
Şekil 5.7 Çoğulhan’dan alınan örnekteki toplam Zn konsantrasyonu.....	57
Şekil 5.8 Elbistan’dan alınan örnekteki toplam Zn konsantrasyonu.....	57
Şekil 5.9 Çoğulhan’dan alınan örnekteki toplam Cd konsantrasyonu.....	62
Şekil 5.10 Elbistan’dan alınan örnekteki toplam Cd konsantrasyonu.....	62
Şekil 5.11 Çoğulhan örneklerinin ekstrakte edilebilir Ni konsantrasyonu.....	69
Şekil 5.12 Elbistan’dan alınan örnekteki ekstrakte edilebilir Ni konsantrasyonu.....	69
Şekil 5.13 Çoğulhan örneklerinin ekstrakte edilebilir Pb konsantrasyonu.....	73
Şekil 5.14 Elbistan’dan alınan örnekteki ekstrakte edilebilir Pb konsantrasyonu.....	73
Şekil 5.15 Çoğulhan örneklerinin ekstrakte edilebilir Cu konsantrasyonu.....	76
Şekil 5.16 Elbistan’dan alınan örnekteki ekstrakte edilebilir Cu konsantrasyonu.....	76
Şekil 5.17 Çoğulhan örneklerinin ekstrakte edilebilir Zn konsantrasyonu.....	79
Şekil 5.18 Elbistan’dan alınan örnekteki ekstrakte edilebilir Zn konsantrasyonu.....	79
Şekil 5.19 Çoğulhan örneklerinin ekstrakte edilebilir Cd konsantrasyonu.....	82
Şekil 5.20 Elbistan’dan alınan örnekteki ekstrakte edilebilir Cd konsantrasyonu.....	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Türkiye’de mevcut termik santraller.....	6
Çizelge 2.2 Türkiye’de kömürle çalışan termik santrallerin güçleri ve yıllık kömür tüketim miktarlar.....	10
Çizelge 2.3 100 megawatt gücünde bir filtre kullanıldığı taktirde kömürle çalışan bir termik santralin etkileri	13
Çizelge 2.4 Santral Bilgisi	15
Çizelge 2.5 Elbistan havzasının ortalama değerleri	17
Çizelge 4.1 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin alındığı koordinatlar.....	29
Çizelge 4.2 Hakim rüzgar yönüne bağlı olarak toprak örneklerinin alındığı koordinatlar.....	30
Çizelge 5.1 Köy topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	35
Çizelge 5.2 Çoğulhan ve Elbistan tarafından alınan toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	36
Çizelge 5.3 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin toplam Ni analiz sonuçları.....	39
Çizelge 5.4 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin toplam Ni analiz sonuçları.....	40
Çizelge 5.5 Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri.....	42
Çizelge 5.6 Yer kabuğunda varolan bazı elementlerin konsantrasyonları.....	43
Çizelge 5.7 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Ni için EF hesabı.....	44
Çizelge 5.8 Termik santralden çeşitli mesafelerdeki Ni için EF hesabı.....	44
Çizelge 5.9 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin toplam Pb analiz sonuçları.....	45
Çizelge 5.10 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin toplam Pb analiz sonuçları.....	46
Çizelge 5.11 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Pb için EF hesabı.....	48
Çizelge 5.12 Termik santralden çeşitli mesafelerdeki Pb için EF hesabı.....	49
Çizelge 5.13 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin toplam Cu analiz sonuçları.....	51

Çizelge 5.14 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin toplam Cu analiz sonuçları.....	52
Çizelge 5.15 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Cu için EF hesabı.....	54
Çizelge 5.16 Termik santralden çeşitli mesafelerdeki Cu için EF hesabı.....	54
Çizelge 5.17 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin toplam Zn analiz sonuçları.....	55
Çizelge 5.18 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin toplam Zn analiz sonuçları.....	56
Çizelge 5.19 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Zn için EF hesabı.....	58
Çizelge 5.20 Termik santralden çeşitli mesafelerdeki Zn için EF hesabı.....	58
Çizelge 5.21 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin toplam Cd analiz sonuçları.....	60
Çizelge 5.22 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin toplam Cd analiz sonuçları.....	61
Çizelge 5.23 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Zn/Cd oranı.....	63
Çizelge 5.24 Çoğulhan ve Elbistan tarafından alınan toprak örneklerine ait Zn/Cd oranı.....	64
Çizelge 5.25 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Cd için EF hesabı.....	65
Çizelge 5.26 Termik santralden çeşitli mesafelerdeki Cd için EF hesabı.....	65
Çizelge 5.27 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Ni analiz sonuçları.....	67
Çizelge 5.28 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Ni analiz sonuçları.....	68
Çizelge 5.29 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Pb analiz sonuçları.....	70
Çizelge 5.30 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Pb analiz sonuçları.....	71
Çizelge 5.31 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Cu analiz sonuçları.....	74
Çizelge 5.32 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Cu analiz sonuçları.....	75

Çizelge 5.33 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Zn analiz sonuçları.....	77
Çizelge 5.34 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Zn analiz sonuçları.....	78
Çizelge 5.35 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Cd analiz sonuçları.....	80
Çizelge 5.36 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Cd analiz sonuçları.....	81
Çizelge 5.37 Köylerden alınan toprak örneklerine ait ağır metal kapsamlarının toprak özellikleri ile arasındaki korelasyonlar.....	84
Çizelge 5.38 Çoğulhan tarafından alınan toprak örneklerine ait ağır metal kapsamlarının toprak özellikleri ile arasındaki korelasyonlar.....	85
Çizelge 5.39 Elbistan tarafından alınan toprak örneklerine ait ağır metal kapsamlarının toprak özellikleri ile arasındaki korelasyonlar.....	86

1. GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı ile birlikte, kentleşme ve sanayileşme sürecinde yüzyılın son çeyreği içinde bölgesel düzeyde başlayan çevre sorunları giderek global anlamda yer kürenin de sorunu olmuştur. Hızla artan dünya nüfusu ve azalan doğal kaynaklar karşısında insanoğlu bir taraftan doğal kaynaklardan kendi refahı doğrultusunda kontrollü bir şekilde yararlanırken, diğer taraftan da içinde yaşadığı çevrenin kısa ve uzun süreli “kalitesinin” korunmasını da gözetmek durumundadır. Nüfus artışı ve sanayinin gelişmesine paralel olarak kurulan büyük ölçekli enerji üretim ve çevrim sistemleri ekolojik dengeyi büyük ölçüde etkiledikleri gibi sınırlar ötesi etkileri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle çevre sorunları ulusal olduğu gibi uluslararası nitelikler de taşımaktadır. Yine bu nedenle çevre sorunlarını gidermek için gerekli tedbirlerin alınmasında, uluslararası işbirliğinin rolü önem kazanmaktadır.

Son yıllarda gelişme yolundaki ülkeler hızlı bir ekonomik büyüme göstermişler ve enerji tüketimini yaklaşık iki katına çıkarmışlardır. Ülkeler, artan enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kaynakların elverdiği ölçüde değişik üretim tekniklerine başvurmuşlardır. Dünya enerji ihtiyacının %90’ına yakın bir bölümü fosil yakıt kaynaklarından karşılanmaktadır. Bu kaynakların özellikle petrolün geleceğine ilişkin tahminler, ülkeleri bir yandan yeni kaynakların geliştirilmesine yöneltirken, diğer yandan enerjinin korunması ve israf edilmeden kullanılmasını sağlayacak önlemlerin alınmasına neden olmuştur. Enerji tasarruf tedbirlerinin uygulanabileceği bazı önemli sektör ve alanlar aşağıda verilmiştir;

- a. Ulaştırma Sektörü,
- b. Sanayi Sektörü,
- c. Tarım Sektörü,
- d. Binalar, Konutlar
- e. Elektrik İletim Hatları,
- f. Kaçak Kullanımın Engellenmesi vs.

Petrolün sınırlı rezerve sahip olması, petrol üretiminin 21. yüzyılın ilk çeyreğinden sonra azalan üretim ve artan fiyat nedeniyle düşüş göstereceği, doğal

gazın 200 yıl kadar, kömürün ise 3000 yıl kadar yetebileceği dikkate alınır, kömür en kirletici enerji kaynağı olmasına rağmen yine de en çok ve en uzun kullanılacak bir kaynak olduğu görülmektedir.

Ülkemizin Temel Enerji Politikası; Ekonomik gelişmeyi engellemeden, sosyal kalkınmayı destekleyecek ve yönlendirecek yeterli ve güvenilir enerji temini sağlamak olmalıdır. Ancak bu amacı gerçekleştirmek için ulusal enerji yönetimi açısından yurtiçi kaynaklarının düzenlenmesi, enerjinin üretimi, dağıtımı ve rasyonel kullanımı çevre değerleri korunarak yapılmalıdır.

İnsanların ihtiyaçlarının karşılanmasında ve gelişmenin sağlıklı olarak sürdürülebilmesinde gerekli olan enerji özellikle sanayi, konut ve ulaştırma sektörlerinde kullanılmaktadır. Ancak enerjinin yaşamımızdaki vazgeçilmez yararlarının yanı sıra üretim, çevrim, taşınım ve tüketimi esnasında çevreye büyük zararlar vermektedir.

Uzun vadede artan enerji ihtiyacının güvenilir kaynaklardan sağlanması, tükenen kaynaklar ve hassas ekolojik denge yönünden büyük önem kazanmıştır. Halen bu ihtiyacı karşılamak üzere güvenli ve etkili bir kaynak veya kaynak bütünü mevcut değildir. Bu nedenle dünyanın her ülkesinde enerjiye bağlı olarak meydana gelen çevre kirliliği artmaktadır. Enerjinin sürdürülebilir bir kalkınma için sürekli ve emniyetli olarak sağlanması ve konuya bir bütün olarak bakılması gerekmektedir.

Yukarıda da bahsettiğimiz gibi dünyada büyük bir enerji talebi mevcuttur. Gerekli olan enerjinin temini için uygulanan yöntemlerden biri de termik santrallerdir. Termik santrallerde kullanılan bazı linyitlerin düşük ısı değere sahip olmasının sonucu olarak yüksek kül ve kükürt miktarları nedeniyle çevre sorunlarına neden olmaktadır.

Termik santrallerden atmosfere salınan SO₂, NO_x, karbon monoksit (CO), hidrokarbon, partikül madde (PM) ve kül gibi maddeler bakı, yükseklik ve hakim rüzgar yönüne bağlı olarak çevrede yer alan toprağa, bitki örtüsüne ve sulara zarar vermektedir.

SO₂ ve NO_x gazları asit yaşmurlarının oluşumunda temel sorumlu gazlardır. Bu tür kirletici gazların meydana getirdiği asit yaşmurları yapraklar üzerinde bulunan ve stoma denilen açıklıklardan girerek, yaprağın su dengesini kontrol eden stoplazmanın asileşmesine neden olurlar. Sonuç olarak sıvı kaybeden yaprak, kısa bir süre sonra yaşamını yitirir. Bu sonuçların ardından ağaçlar ve bitkilerin hastalıklara dayanımı azaldığı için zararlı mikroorganizmaların ve böceklerin istilasına karşı dayanım gösteremeyerek hızlı bir şekilde ölür. Özellikle bitkilerde bu çıplak gözle görülürken topraktaki etkilerini anlayabilmek için bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik analizler yardımıyla bunlar ortaya konulmalıdır.

Bu çalışmanın amacı Afşin-Elbistan Termik Santrali emisyonlarının evre topraklarına yapmış olduğu etkilerin ortaya konulmasıdır.

2. TERMİK SANTRALLER VE ÇEVRE

2.1 Termik Santraller

Günümüzde artan nüfus ve gelişen teknolojiyle beraber enerji gereksimi de artmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'ndan elde edilen bilgilere göre ülkemizde elektrik enerjisine olan talep her yıl yaklaşık olarak % 5.3 düzeyinde artmaktadır. Bunu karşılamak için kurulumu kolay ve yüksek enerji elde edilen santrallere yönelinmektedir. Bunlardan birisi de termik santrallerdir.

Termik santraller; çabuk yapılabilirliği, ucuza mal edilmesi, düşük kaliteli kömürlerin değerlendirilmesi gibi getirdiği avantajlar nedeniyle elektrik üretiminde tercih nedenidir.

Yanmayla ortaya çıkan ısı enerjisinden elektrik enerjisi üreten merkezdir. Yanma, bir kazan yada buhar üreticinde gerçekleştirilir ve suyun buhara dönüştürülmesini, daha sonrada bunun yüksek basınç altında (160 bar), yüksek sıcaklıkta (550°C) çok ısıtılmasını sağlar. Buhar önce türbinin yüksek basınçlı bölümünde ve daha sonra yeniden çok ısıtıldıktan sonra orta ve alçak basınçlı bölümlerde genişler. Birbirini izleyen bu genişlemeler sırasında ısı enerjisi mekanik enerjiye dönüşür. Kondansatörde soğutulunca su yeniden eski haline geçer; türbinden çektiği buharla çalışan bir yeniden ısıtma bölümüyse suyun ısını yükseltip kazana gönderir. Buhar ve su bir kapalı devre halinde dolaştıkları için, bu çevrim sonsuza kadar yenilenir. Duman kazan çıkışında büyük oranda ısı yitirir ve havaya verilir; Böylece yanma olayı gerçekleşir. Kömürle çalışan santrallerde dumanın daha sonra elektrostatik düzenekler yardımıyla tozu alınır ve bacadan dışarı atılır. Bu arada türbinde yaratılan mekanik enerji bir alternatöre iletilir ve burada elektrik enerjisine dönüştürülür. Turbo-alternatör grubunun uzunluğu 600 mega voltluk bir güç için bazen 50m'aşar; verilen elektrik akımıysa 20.000 voltluk bir gerilim altında 19.200 ampere ulaşır. Modern bir termik santralın verimi %40 dolayındadır.

Bir termik santralin kurulacağı yerin seçimi birçok etkene bağlıdır. Bunlardan başlıcaları; enerji kaynağının yakınlığı (maden ocakları, limanlar, rafineriler, vb.), yakıtın santrale getirilme yöntemleri (demiryolu, denizyolu, vb.) ve özellikle soğuk bir kaynağın varlığıdır. Bir termik santralin bilançosu incelendiğinde, üretilen bir kilowatt için 4000 kilojoule'dan fazla bir enerjinin soğutma suyuna harcandığı görülmektedir. Su bir akarsudan alınırsa, bu suyun günümüzde en çok 7-10 °C arasında ısıtılmasına izin verilmektedir; bu da büyük bir debi gerektirir. Sözelimi, 600 megawattlık bir enerji grubunda soğutma için saniyede 22 metreküp su gerekir. Bu nedenlerden ötürü, büyük santraller ancak büyük akarsuların üzerinde ya da deniz kıyısında kurulur. Bununla birlikte, termik santrallerin yol açtığı ısı artışı, su bitkileri ve hayvanları için ciddi sorunlar yaratır. Suyun az, santrallerin çok sayıda bulunduğu bölgelerde, genellikle hiperbol biçiminde büyük kulelerden oluşan havalı (atmosferik) soğutma sistemlerinden yararlanılır.

Termik santrallerde kullanılan yakıtlar mazot, gaz ve kömürdür. Termik santrallerde kömür kullanımı daha önemli ve büyüktür. Burada özellikle kömürün demiryolu, akarsu ya da deniz yoluyla santrale getirilmesi, boşaltılması, depolanması, santral alanı içinde dolaştırılması ve kazana verilmesi için gerekli tesisler yapılmalıdır. Kömür önce toz haline getirildikten sonra, önceden mazotla 500 °C'e kadar ısıtılmış olan yanma odalarının brülörlerine kuvvetli bir hava akımıyla gönderilir. Bu odaların birkaç yüz metreküp'ü bulan bir hacmi ve birkaç bin metrekare büyüklüğünde bir ısıtma alanı vardır. Bu santraller, günde yaklaşık olarak 10-15 bin ton kömür yakılarak çalıştırılmaktadır. Bu işlem esnasında da günde 2500-3000 ton kül atığı oluşmakta ve bu atığın yaklaşık 50 tonu her gün termik santral bacalarından atmosfere bırakılmaktadır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Türkiye’de mevcut termik santraller

Sıra No	Santralin Adı	Yakıt Cinsi	Bulunduğu İl	Toplam Kurulu Güç (MW)	Proje Üretimi (GWh)	Ortalama Termik Verimi (%)	Elektro filtre	BGD Tes.	Son Durum
1	Afşin Elbistan A	Linyit	K. Maraş	1360	8840	30.06	Var	Yok	İşletmede
2	Aliağa GT+TÇ	Motorin	İzmir	180	540	33.78	...	Yok	İşletmede
3	Ambarlı	Fuel Oil	İstanbul	630	4100	37.25	...	Yok	İşletmede
4	Ambarlı KÇ*	Doğal gaz	İstanbul	1350.9	8780	48.57	...	Yok	İşletmede
5	Bursa	Doğalgaz	Bursa	1432	10024	54.40	...	Yok	İşletmede
6	Çatalağzı B	Taşkömürü	Zonguldak	300	1950	33.57	Var	Yok	İşletmede
7	Çayırhan 2	Linyit	Ankara	320	2080	34.54	Var	Var	İşletmede
8	Denizli	Tabii Buhar	Denizli	17.5	105	11.57	...	Yok	İşletmede
9	Esenyurt I-IV	Doğalgaz	İstanbul	188.5	1413.8	45.00	...		İşletmede
10	Enron (Trakya Elek)	Doğalgaz	Tekirdağ	498.7	3740.3	47.00	...	...	İşletmede
11	Engil GT	Motorin	Van	15	90	21.27	...	Yok	İşletmede
12	Hakkari	Fuel-Oil	Hakkari	11.1	83.3	35.03	...	...	İşletmede
13	Hamitabat KÇ	Doğalgaz	Kırklareli	1200	7800	45.81	...	Yok	İşletmede
14	Hopa	Fuel-Oil	Artvin	50	200	26.27	...	Yok	İşletmede
15	Kangal 1, 2, 3**	Linyit	Sivas	457	2970.5	29.76	Var	Var	İşletmede
16	Kemerköy 1, 2, 3	Linyit	Muğla	630	409.5	33.21	Var	İnşa Aşaması	İşletmede
17	Orhaneli	Linyit	Bursa	210	1365	36.18	Var	Var	İşletmede
18	Ovaelektrik	Doğalgaz	Kocaeli	258.4	1938	44.00	...	...	İşletmede
19	Parktermik	Linyit	Ankara	300	1072.9	34.71	Var	Var	İşletmede
20	PS3-Silopi	Fuel-Oil	Urfa	44.1	330.8	37.36	...	...	İşletmede
21	PS3 A-İdil	Fuel-Oil	Mardin	11.4	85.5	35.19	...	...	İşletmede
22	Seyitömer	Linyit	Kütahya	600	3900	32.97	Var	Yok	İşletmede
23	Soma A	Linyit	Manisa	44	290	30.31	Var	Yok	İşletmede
24	Soma B	Linyit	Manisa	990	6435	32.45	Var	Yok	İşletmede
25	Tunçbilek A+B	Linyit	Kütahya	429	2790	31.45	Var	Yok	İşletmede
26	Unimar	Doğalgaz	Tekirdağ	504	3780	37.00	...	...	İşletmede
27	Van	Fuel-Oil	Van	24	180	39.33	...	Yok	İşletmede
28	Yatağan	Linyit	Muğla	630	4100	32.67	Var	İnşaa aşaması	İşletmede
29	Yeniköy	Linyit	Muğla	420	2730	34.82	Var	İnşa Aşaması	İşletmede

* Santral fuel oil ile çalışacak şekilde dizayn ve tesis edilmiştir.

** Bacagazi tesisi 1. ve 2. ünitelerde yoktur, yalnızca 3. üniteye bulunmaktadır. (Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye Çevre Atlası).

Termik santraller büyük debili akarsu yakınında veya deniz kıyısına kurulmalıdır; böylece santralde üretilen ısının yarısını boşaltan kondansatörün suyla beslenmesi sağlanmış olunur. Sıcak su ırmağa doğrudan boşaltıldığı gibi (açık devre soğutma) büyük soğutma kulelerine yollanabilir; burada havayla temas ederek kısmen buharlaştıktan sonra kondansatöre basılır (kapalı devre soğutma). Bu son çözüm daha pahalıdır, ama su alma işlemini ve ırmak sularının ısınmasına bağlı çevre sorunlarını azaltma olanağı sağlar.

Daha mütevazı güçteki termik santraller, su buharı çevriminden geçmeden elektrik üretir. Bunlar uçak motorlarının çalışma ilkesine dayanan gaz türbinleridir ve doğrudan doğruya bir alternatörü veya elektrojen dizel gruplarını çalıştırır. Bu türbinler belirli zamanlarında devreye sokulmak üzere tasarlanmıştır ve güçleri 100 MW geçmez; ama oldukça basit olmaları (görece küçük boyut, su buhar devresinin olmaması, havayla soğutma) nedeniyle birkaç dakikada devreye alınabilirler. Bu termik tesisler pratik olarak her yerde kurulabilir.

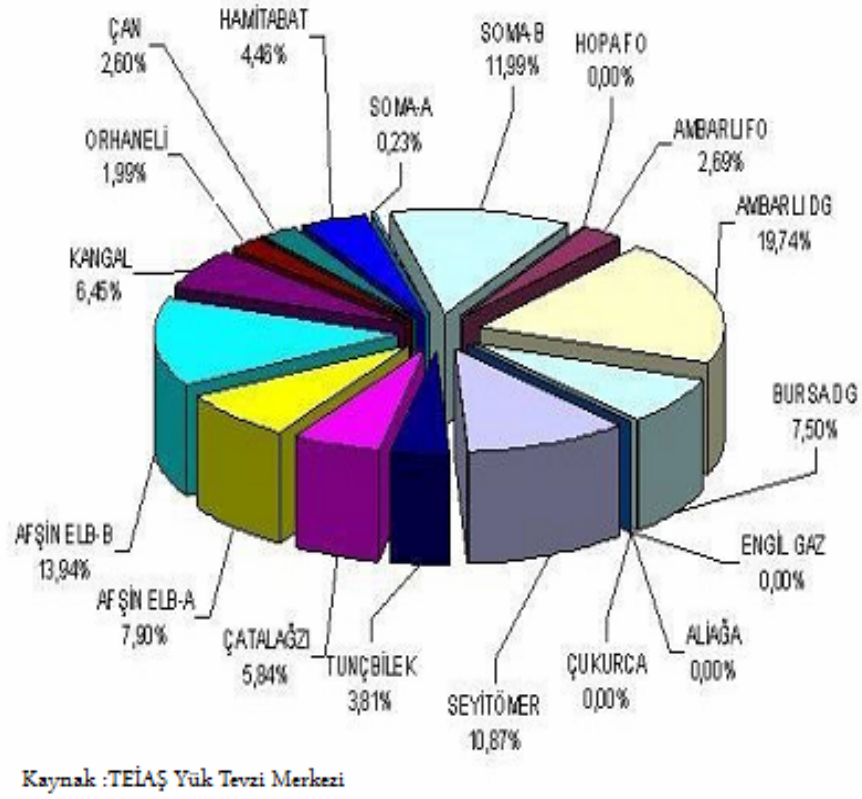
Ülkemizin enerji gereksiniminin önemli bir bölümünü karşılayan ve Türkiye Elektrik Üretim A.Ş. (TEAŞ) tarafından işletilen termik santraller, fuel-oil, taşkömürü linyit, motorin, jeotermal ve doğal gaz türünde enerji kaynağı kullanmaktadır. Kömür yakıtlı termik santraller Türkiye’de ağırlıklı bir elektrik enerjisi üretim biçimi olarak seçilmiştir. Bunun başlıca nedeni, kömürün fuel-oil veya doğalgaz gibi ülkemizde pahalı ya da kıt olan yakıtlara göre daha ucuz olarak kabul edilmesidir. Ancak, bir enerji cinsinin “Fizibilite Raporu” hazırlanırken, çevreye verebilecek zararların ve bu zararların en aza indirilebilmesi için gerekli önlemlerin maliyetleri de dikkate alınmalıdır. Toplam elektrik üretiminde linyitin payı % 45, linyit kullanımında termik santrallerin payı % 60’dır. Bir başka deyişle linyitlerimizin büyük bir kısmı termik santrallerde tüketilmektedir. Mevcut santrallerimizde ortalama 2000 kcal/kg düşük ısı değerli kömürler kullanılmaktadır.

Termik santraller içinde linyitli olanlar diğerlerinden çok daha önemli olup, ülkemizin toplam elektrik üretimi içinde linyite dayalı termik santrallerin payı giderek artmaktadır. Yerli enerji kaynaklarımız içinde günümüzde de önemini koruyan linyit yatakları, ülkemizin hemen her yerinde bulunmaktadır. En büyük linyit yatakları, Afşin-Elbistan,

Muğla, Soma, Tunçbilek, Seyitömer, Konya, Beypezarı, Adana, Tufanbeyli ve Sivas havzalarında bulunmakta olup, kurulu termik santraller de bu bölgelerde yer almaktadır. Ülkemizde 177 adet sahada görünür 7,3 milyar ton linyit rezervinin 3,4 milyarını 1100 kcal/kg civarında ısı değere sahip olan Afşin-Elbistan linyitleri oluşturmaktadır. Linyit, konut sektöründe, termik santrallerde ve sanayi sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Kaliteli olanlar konut ve sanayi sektörlerinde düşük ısı değeri olanlar ise termik santrallerde tüketilmektedir. Linyitlerin büyük kısmı düşük kaliteli olduğundan %77 'den fazlası termik santrallerde kullanılmaktadır.

Ülkemizdeki linyit kullanan termik santrallerin teknik özellikleri ile kullanılan linyit özelliklerine bakıldığında; kurulu gücü 5700 MW'yı aşan bu santrallerin kullanılan linyitlerin ısı değeri 1300-3900 kcal/kg; kül oranının %15.3-42.4; kükürt oranının ise 1.4-4.65 arasında değiştiği görülmektedir (TEAŞ,1994). Bu değişimler, termik santrallerin bulundukları yerlerin ve linyit yataklarının farklı oluşlarından kaynaklanmaktadır.

Ülkemizdeki termik santrallerin kurulu gücü yaklaşık 11220 MW olup, bunlardaki ana yakıt linyittir. Kömür dışında ham enerji kaynağı kullanan termik santrallerin sayısı 24 olup dağılımı: Fuel-oil: 2 adet, Motorin: 14 adet, Doğalgaz: 4 adet, Jeotermal: 1 adet, Atık ısı: 3 adet şeklindedir.



Şekil 2.1 Türkiye’deki Termik Santrallerin her birinin toplamda oluşturduğu kapasite oranı

Çizelge 2.2 Türkiye’deki kömürle çalışan termik santrallerin güçleri ve yıllık kömür tüketim miktarları (Ercan,1996)

	Ünite Sayısı	Kurulu Güç(MW)	Proej Üretimi (GWh)	Kapasite Kullanımı(%)	Kömür Tüketimi(t/h)	Yıllık kömür tüketimi (ton)
Çatalağzı	2	300	1950	68.1		1.750.000
Çayırhan	2	300	1950	65	127	2.100.000
Seyitömer	4	600	3900	90.2	466	6.600.000
Tunçbilek- A	3	129	840		80	
Tunçbilek- B	2	300	1950	77	175	2.400.000
Orhaneli	1	210	1365		200	1.200.000
Soma-A	2	44	290	110.3	44	
Soma-B	6	990	6435	71.6	604	8.700.000
Yatağan	3	630	4100	64.6	230	4.170.000
Yeniköy	2	420	2730	83.1	280	2.500.000
Afşin- Elbistan	4	1360	8840	47.7	800	11.000.000
Kangal	2	300	1950	61.5	277	3.710.000

2.2 Termik Santrallerin Çevreye Etkisi

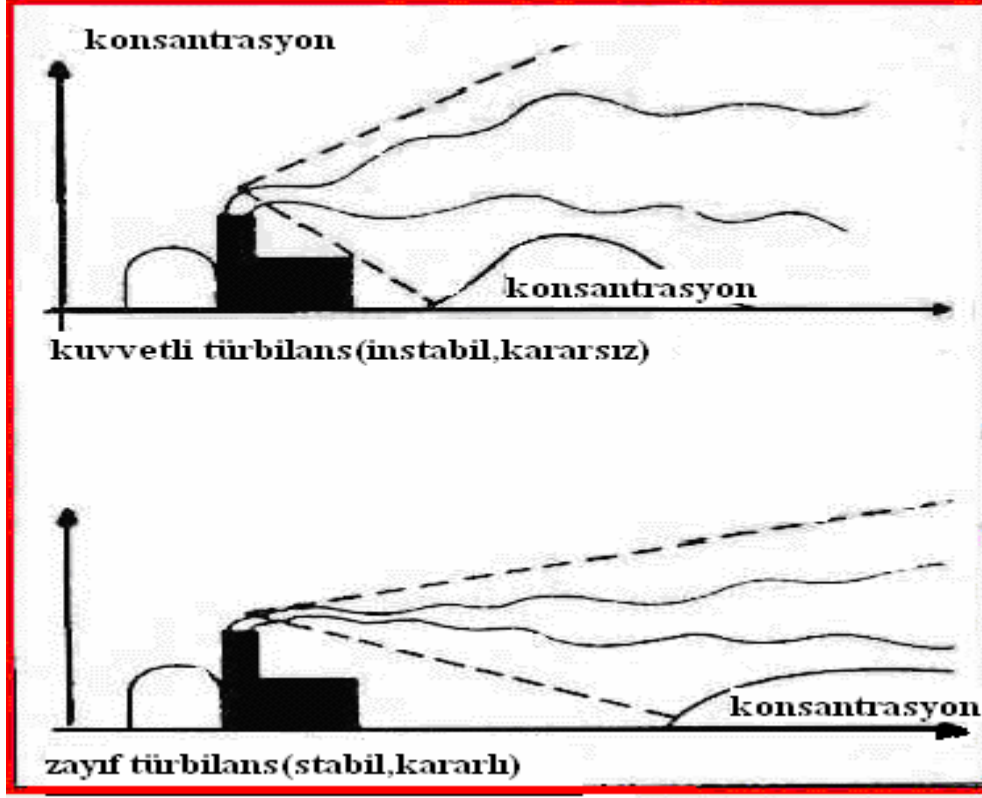
Termik santrallerin havaya verdiği en önemli atıklar baca gazları ve ısıdır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Termik Santral bacalarından çıkan kirleticiler (Afşin-Elbistan Termik Santral A Ünitesi)

Yanma gazları, karbondioksit (CO_2), karbonmonoksit (CO), azot oksitler (NO_x), uçucu organik bileşikler (VOC), kükürt dioksit (SO_2), metan (CH_4) v.b. gazlar ile tanesal madde içermektedir. Termik santrallerin bacalarından çıkan kükürt, azot ve karbon oksitler havada su buharı ile birleşerek asit yağmurlarını oluştururlar. Asit yağmurları yapraklar üzerinde bulunan ve stoma denilen açıklıklardan girerek, yaprağın su dengesini kontrol eden stoplazmanın asileşmesine neden olurlar. Sonuç olarak sıvı kaybeden yaprak, kısa bir süre sonra yaşamını yitirir. Bu sonuçların ardından ağaçlar ve bitkilerin hastalıklara dayanımı azaldığı için zararlı mikroorganizmaların ve böceklerin istilasına karşı dayanım gösteremeyerek hızlı bir şekilde ölür.

Ülkemizde linyit ile çalışan termik santrallerin emisyon debileri oldukça yüksektir. Bu santrallerin toplam toz emisyonları 7,7 ton/sa, kükürt dioksit 213,8 ton/sa, azot oksitler 48,5 ton/sa, karbon monoksit 2,4 ton/sa, uçucu hidorkarbon bileşikleri 0,3 ton/sa ve metan emisyonları ise 0,12 ton/sa olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.3 Atmosferik yapıya bağlı olarak santralden bırakılan emisyon hareketleri

Şekil 2.3’de sunulan grafikler atmosferik yapıya bağlı olarak santralden bırakılacak olan emisyonların nasıl bir hareket izleyeceğini göstermektedir. Grafiklerden de rahatlıkla görüleceği gibi; santral alanını etkileyen bir türbülans olması halinde emisyonların dağılımı son derece düzensiz olacaktır. Atmosferdeki dağılım tamamen rüzgar hızına ve yönüne ve atmosferin kararlılığına bağlı olarak değişir. Havada bulunan gazlar ve aerosol olarak tanımladığımız yüzen toz taneleri kuru hava şartlarında (fallout) veya yağışlarla (washout) yer yüzeyine ulaşırlar. Günümüzde güvenilirliği deneylerle kanıtlanmış olan çeşitli metotlar ile yaklaşık 20 km yarıçaplı bir alan içindeki havada veya topraktaki konsantrasyonu hesaplamak mümkündür. Daha uzak alanlar için ise

meteorolojik veri sağlayan meteorolojik şebeke ile fiziksel ve matematiksel modellemelere ihtiyaç vardır.

Çizelge 2.3 Yüz megawatt gücünde bir filtre kullanıldığı taktirde kömürle çalışan bir termik santralin etkileri (Türkiye Çevre Sorunları Vakfı 1999)

Madde	Miktar
Kükürt dioksit(SO ₂)	45000 ton/yıl
Azot oksitler (NO _x)	26000 ton/yıl
Karbon monoksit(CO)	750 ton/yıl
Katı partiküller(PM)	32500 ton/yıl
Hidrokarbonlar	250 ton/yıl
Kül	5660 ton/yıl

Yeni yapılan termik santrallere baca gazı arıtım tesisleri kurulması zorunluluk haline getirilmiştir (Çizelge 2.3). Bu şekilde termik santrallerin baca gazı etkileri azaltılabilmektedir. Fosil yakıta dayalı bir termik santralin çevreye vereceği zararın en aza indirilebilmesi için öncelikle yer seçimi aşamasında ekolojik faktörler dikkate alınmalı ve Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) çalışması yapılmalıdır. Önceki yıllarda, yerel meteorolojik koşullar ve santralin tasarım parametreleri göz önüne alınarak yöredeki hava kalitesi değerlerinin belirlenen standart değerlerin altında kalmasını sağlayacak yükseklikte baca inşa edilerek önlenmeye çalışılan çevresel etkiler; son yıllarda sınır ötesi taşınım ve asit yağmurları nedeniyle, kaynakta kirletici gazların tutulması yolu ile önlenilmeye çalışılmaktadır. Afşin-Elbistan Termik Santralin Rehabilitasyonu ve BGD ünitesinin teslim edilmesinde hazırlanan ÇED raporuna göre santralde yakılan linyitten elde edilen buharın sıcaklığı 535 °C ve basıncı 197,5 kg/cm² olup her kazanda saatte 1020 ton buhar elde edilmektedir. Bu buharla çalıştırılan buhar türbinine akupile jeneratörlerde enerji üretilmekte, jeneratör çıkışında 21 KW olan gerilim transformatörle 380 KW'a volta yükseltilerek enterkonnekte sisteme verilmektedir.

Ülkemizdeki linyitlerin yüksek kükürt içeriği ve düşük kalori nedeniyle linyite dayalı termik santrallerinin hemen hemen tümünde baca gazlarındaki kükürt oksitleri Hava

Kalitesinin Korunması Yönetmeliği Sınır Değeri olan 1000 mg'ın üzerindedir (Hava Kalitesi Korunması Yönetmeliği 1986).

Termik Santrallerden çevreye verilen sıvı atıklar, kül curüf sevkinden ortaya çıkan küllü su, arıtma tesisi atıklarıdır. Termik santrallerden çıkan bu kirletici sular akarsulara ulaşmakta ve akarsuların tarım topraklarının sulanmasında kullanılması ile bu kirlilik topraklara bulaşmaktadır.

2.3 Afşin-Elbistan Termik Santrali

Toplam kurulu gücü 1376 MW olup, yıllık üretim kapasitesi 8,1 Milyar kwh'dir. Bu üretimi gerçekleştirmek için yılda yaklaşık 18 Milyon ton linyit kömürü tüketimi gerekmektedir. TEAŞ 'a bağlı termik santralının kurulu gücüne göre Afşin-Elbistan Termik Santralının payı %21,57; TEAŞ 'a bağlı tüm santrallerin kurulu gücüne göre %8,6; Türkiye toplam kurulu gücüne göre ise 6,2'dir (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4 Santral Bilgisi (EÜAŞ Afşin Elbistan (A) Termik Santrali İşletme Müdürlüğü 2007)

Santral Bilgisi

Santral Adı:	Afşin Elbistan-A TS
Santral Tipi:	
Mülkiyeti:	EÜAŞ
Bulunduğu Yer İlçe/İl:	Afşin/Kahramanmaraş
İşletmeye Giriş Tarihi:	07.07.1984
Toplam Kurulu Güç (MW):	1355,00
Toplam Teorik Üretim (kWh):	5956800000
Ünite Sayısı:	4
Ana Yakıt cinsi/Günlük İhtiyaç (Ton):	Linyit/ 28



Santral Bilgisi

Santral Adı:	Afşin Elbistan-B TS
Bulunduğu Yer İlçe/İl:	Afşin/Kahramanmaraş
İşletmeye Giriş Tarihi:	22.12.2004
Toplam Kurulu Güç (MW):	1440,00
Toplam Teorik Üretim (kWh):	1000000000
Ünite Sayısı:	4
Ana Yakıt cinsi/Günlük İhtiyaç (Ton):	Linyit/ 10000
Yardımcı Yakıt cinsi/Günlük İhtiyaç:	Fuel Oil - Motorin/ 10000

Santralde bulunan mevcut 4 ünite, havzada bulunan 3,4 milyar ton kömürün Kışlaköy sektöründeki 440 milyon tonluk kısmını kullanmaktadır.

1967 yılında linyit havzasında araştırmalara başlanmış, 1974 yılında saha, tanzim çalışmaları tamamlanmış ve 1975 yılında santral temeli atılmıştır. Santralin üniteleri aşağıda belirtilen tarihlerde enerji üretimine başlamıştır.

1- Ünite 07.07.1984

2- Ünite	03.05.1985
3- Ünite	25.01.1986
4- Ünite	21.11.1987

Santral işletmeye alındığından, 2000 yılı Aralık ayı sonuna kadar 172 milyon ton kömür tüketilerek 74milyar KWh elektrik enerjisi üretilmiştir. KWh başına ortalama kömür tüketimi 2,35 kg olmuştur. Santral kurulduğundan buyana en yüksek elektrik enerjisi üretimi 1999 yılı içinde 7,2 Milyar KWh dır.

Santral su ihtiyacı Elbistan da bulunan Ceyhan Nehri kaynağından her biri 1m çapında ve 30 km uzunluğunda iki çelik boru hattı ile karşılanmakta olup, MWh başına 4 m³'tür. Santralde üretilen enerji 380 kV ve 31,5 kV şait sahası enterkonnekte sisteme, linyit işletmelerine ve santral yardımcı sistemlerine gerekli enerjiyi verecek şekilde tesis edilmiştir.

Santralin en önemli özelliği düşük kaliteli, yüksek nem ihtiva eden linyiti yakabilmek için projelendirilmiş oluşudur. Bunkerler'den değirmenlere alınan kömür burada öğütülerek baca gazı ile kurutulmaktadır. Kömür tozu karışımının bir bölümü direk kazana verilirken bir bölümü de elektrostatik filtrelerle (Brüden Filitreleri) gönderilmektedir. Bu filtrelerde kuru kömür tozu tutulmakta, gaz ve buhar karışımı atılmaktadır. Filtrelerden çıkan kuru toz kömür ısı değeri yükseltilmiş yakıt olarak kazana verilmektedir. Bu yakıt toplam miktarın yaklaşık %30'u kadardır.

Santralin tam yükte kömür ihtiyacı saatte 3000 ton' dur. Bu miktar kömürün yakılmasıyla saatte oluşan 400-600 ton arasındaki kül, %99 verimli elektrofiltrelerde tutulmakta ve bant sistemiyle kömürün alınmasıyla oluşan boşluğa sevk edilmektedir. İşletmenin sıvı atıkları da maksimum pis su arıtma, küllü su arıtma ve nötralizasyon havuzlarında gerekli fiziksel ve kimyasal işlemlere tabi tutulmaktadır. İşletmede bulunan hava kalitesi ölçüm cihazları ve baca gazı analizörleri ile sürekli olarak ölçümler yapılmaktadır.

Filtrelerinden çıkan partikül maddeler 1200-8000 mg/Nm³ aralığındadır (kuru bazda, 6% O₂ için), kazanın elektro filtreleri de benzer performans göstermektedir (420 mg/Nm³ – 6000 mg/Nm³). Filtreleri 300 mg/Nm³ ve elektro filtreler ise 423 mg/Nm³ değerlerinde dizayn edilmişlerdir.

Elbistan havzası rezervinin büyüklüğüne rağmen sondaj bazındaki AID, kül, nem oranı ve örtü/kömür değerleri bakımından rezervinin büyük bölümü üretilebilir niteliktedir (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5 Elbistan havzasının ortalama değerleri (A Sektörü hariç) (Koçak vd. 2000)

Elbistanın bölümleri	Üretilebilir Rezerv (Milyon ton)	Damar Kalınlığı (m)	AID (kcal/kg)	Kül (%)	Nem (%)	Şev Dekapajı milyon m ³	Toplam Dekapaj milyon m ³	Örtü/ Kömür (ton/m ³)
A (İlave)	135	34,87	1101	19,5	52,5		343	2,54*
B1	1089	46,93	1148	20,7	50,2	350	3059	2,81
B2	1120	48,04	1120	21,5	51	208	2085	1,87
C1	1100	28,48	1120	21	52,2	179	2720	2,47
TOPLA M	3444	40,92	1128	21	51,18	737	8207	2,38

* şev dekapajı dahil edilmemiştir.

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Anderson *et al.* (1975), araştırma yaptıkları termik santral yakınlarındaki toprak ve bitki örneklerinde, rüzgar yönü doğrultusunda, çok yüksek miktarda iz element ve ağır metal konsantrasyonu saptadıklarını, toprak ve bitkide Co, F, Se, Cd, Sr, U ve V miktarlarının santralden uzaklaştıkça azaldığını belirtmişlerdir.

Adriano *et al.* (1980), termik santrallerde kullanılan kömür artığı olan ve bacalardan salınan uçucu küllerin asit veya alkali karakterde olduğunu ve önemli miktarda Cd, Co, Cu, Fe, Al, Mn, Mo, Ni ve Zn içerdiğini belirlemiştir. Araştırmacılar, ayrıca söz konusu metalleri içeren uçucu küllerin, toprağın kimyasal özellikleri ile mikrobiyal aktivite üzerine de olumsuz etkiler yapıp yapmadığını incelemişler ve uçucu kül ilavesiyle toprakta nitrifikasyonun azaldığını bulmuşlardır.

Bunzl *et al.* (1983), Leinigerwerk termik santralinde yaptıkları araştırmada 0.4, 0.8, 1.4, 2.7 ve 5.2 km mesafelerden toprak örnekleri ve 2 yıl süresince de 4 ayrı zamanda elektrostatik toplayıcılardan uçucu kül örnekleri alıp analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre kül örneklerinin Pb içeriği 3680 mgkg^{-1} , Co içeriği 122 mgkg^{-1} ve Ni içeriği 325 mgkg^{-1} olarak saptanmıştır. Araştırmacılar sonuç olarak bu üç elementin santral etrafındaki dağılımının uzaklıkla ilişkisi olmadığını belirtmişlerdir.

Ajmal and Khan (1986), 530 MW gücünde olan Karimpur Termik Santralinde yaptıkları araştırmalarında, santral yakınlarından aldıkları toprak örneklerinde pH, EC, suda çözülebilir tuzlar, KDK, organik madde, kireç N, P, Zn, K ve Pb miktarlarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca santral yakınlarından geçen kanal suyunun analizini yapmışlar ve bu suda iki farklı ürün yetiştirmişlerdir. Denemenin sonunda yüksek alkalinite gösteren ve yüksek miktarda ağır metal içeren kül atığı bulaşmış ve santral suyunun deşarş edildiği kanal suyu ile sulanmış olan topraklarda yetiştirilmiş bitkilerin çimlenmesinin ve gelişiminin olumsuz olarak etkilendiğini gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, bitki büyümesine engel olarak toprağın fazla Na, Zn ve Pb içermesini ve bitkinin bu metalleri almasının sebep olabileceğini vurgulamışlardır. Son olarak ta termik santralin yakınındaki kanalı önemli ölçüde kirlettiği ve buna bağlı olarak yapılan

tarımsal faaliyetlerin olumsuz olarak etkileneceği, bu amaçla termik santral atıklarının kanal ve göle verilmeden mutlaka muamele edilmeleri gerektiğini belirtmişlerdir.

Gupta and Ghouse (1986), yaptıkları araştırma sonucunda göre termik santrallerde, sanayi tesislerinde, toplu konut alanlarında linyit kömürü ve fuel oil yakılması sonucu baca dumanında oluşan kükürt dioksit, azot oksitleri, karbon monoksit, karbon dioksit, yanmamış hidrokarbonlar, uçucu kül ve partikül maddeler atmosfere yayılarak bu kuruluşların çevresinde yaşayan canlı öğelere ve toprağa zarar verdiğini ortaya koymuşlardır.

Pacyna (1987), Avrupa ülkelerinde kömürle çalışan termik santrallerin atmosfere verdiği ağır metal ve iz element miktarlarını, ülkelerin santrallerinde kullanmış oldukları linyitin içerdiği uçucu kül yüzdesine bağlı olarak emisyon faktörü ile hesaplamıştır. Bu hesaplama sonucunda Romanya, Türkiye ve Yugoslavya'nın diğer Avrupa ülkelerine göre en yüksek değerleri içerdiği belirlenmiş ve bunun da Romanya, Türkiye ve Yugoslavya'da bulunan termik santrallerde kullanılan linyitin çok fazla miktarda kül içermesine bağlı olduğunu açıklamıştır.

Mejsrik and Suacha (1988), Çekoslovakya'da bulunan 3 ayrı termik santralden 1, 5, 10, ve 15 km uzaklıklardan 7 yıl boyunca toprak ve bitki örnekleri almışlar ve örneklerde Co, Cd, Ni ve Zn dağılımlarını araştırmışlardır. Araştırmacılar ele alınan 3 termik santral etrafındaki topraklarda ve bitkilerde belirli miktarlarda ağır metal birikiminin saptandığını ancak 7 yıllık izleme periyoduyla bu metal yığılmasının kaynağının saptanamayacağını, bunun emisyonlardan olup olmadığını belirlemek için daha uzun süreler incelenme yapılması gerektiğini belirlemişlerdir.

Zabunoğlu vd. (1989), Samsun azot sanayi ve Karadeniz Bakır İşletmeleri baca emisyonlarının çevredeki tarım alanlarına ve bitkisel ürüne etkilerinin araştırdıkları bir çalışmada fabrikalara yakın bölgelerde ve hakim rüzgar yönlerinde tipik SO₂ zararı ve buna bağlı nekrozlar belirlemişlerdir. Zararlanmanın kimyasal tespiti amacıyla alınan bitki örneklerinde S ve öteki kirleticilerden F, Fe, Cu, Mn ve Zn kapsamlarının oldukça yüksek düzeylerde bulunduğu anlaşılmıştır. Kalıcı kirlenmenin etkisini araştırmak

amacıyla da emisyon kaynaklarından 3 ayrı yöndeki toprak profilleri incelenmiş ve fabrikalardan 3-6 km uzaklıklarda toprak yüzeyinde aşırı Fe ve Cu bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca hakim rüzgar yönünde toprak pH'sında düşüş tespit edilmiştir. Bu düzeyde kirlenmeden toprak mikroflorasının henüz olumsuz etkilenmediği tespit edilmiştir.

Alpacar (1989), termik santrallerin bacalarından karbonmonoksit, azotoksit ve kükürtdioksit gibi gazların çevreye yayıldığını ve bu gazlardan kükürtdioksit ve azotdioksitin asit yağmurlarının oluşumunda birinci kaynak olduğunu açıklamıştır. Fabrika bacalarından çıkan kükürt ve azot oksitlerin hakim rüzgarla ortalama 2-7 gün arasında atmosfere taşınarak bu zaman süresi içerisinde atmosferde bulunan su partükülleri ve diğer bileşenlerle tepkimeye girerek sülfüroz asit, sülfirik asit ve nitrik asiti oluşturduğunu; aynı şekilde toprağa inen ve taban suyu ile birleşerek sülfirik asit ve nitrat asiti şekline dönüşen kükürtdioksit ve azotoksitlerin bitki köklerini tahrip ederek besin ve su iletimi sistemlerini görevlerini yapamaz duruma getirmeleri sonucu kitlesel şoklu orman ölümlerinin meydana geldiğini belirtmiştir.

Mattigod *et al.* (1990), fosil yakıtların yanma sonucu oluşan katı atıklarındaki major elementlerin hareketliliğini kontrol eden jeokimyasal faktörleri incelemiştir. Araştırmacıların yaptığı çalışma sonuçlarına göre yakıt katı atıklarındaki Al, Ca, Fe, S ve Si'un bozulması sonucu sulu konsantrasyonlarından itibaren hızlı bir şekilde ikincil katı fazlar oluşmaktadır.

Carlson and Adriano (1993), yaptıkları çalışma sonucunda kömürlerin yanması sonucu oluşan atıkların çevresel etkilerini ortaya koymuşlardır. Araştırmada uçucu taban küllerinin karakteristikleri verilmiş ve bunların kara ve su ortamlarındaki durumları ile bitki ve besin zincirlerine olan etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar termik santral katı atıklarının başlıca etkisini, atıkların bünyesinde bulundurduğu potansiyel kirleticilerin çözünerek toprak ve yeraltısuyunu kirletmesi olduğu görüşünü bildirmişler ve ana kirletici elementlerin As, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg ve Se olduğunu belirtmişlerdir.

Nuhoğlu (1993), Muğla-Kemerköy termik santralinde yapmış olduğu çalışmanın pH analiz sonuçlarıyla topraktaki asitliğin termik santrallerin oluşturduğu hava kirliliği ile fazla ilgisi olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca yöre topraklarının kalsiyum karbonatça zengin olması termik santrallerin oluşturduğu asit yağmurları tamponlamaktadır.

Sikka and Kansal (1994), Hindistan'da termik santrallerin yoğun olduğu bir bölgede ortaya çıkan emisyonun toprağın bazı önemli fiziksel ve kimyasal özelliklerini nasıl etkilediğine yönelik bir çalışma düzenlemişlerdir. Araştırmada elde edilen bulgular kirlilikten etkilenen santral çevresi topraklarının porozite özelliğinin olumsuz etkilediğini, toprak pH'sı ve toprak organik karbon kapsamının yükselme eğilimine girdiğini göstermektedir. Toprakların SO_4^{-2} ve değişebilir Ca^{+2} içerikleri yüksek, total N içerikleri ise düşük bulunmuştur. Termik santral yakınındaki toprakların Mn, Fe, Cd Cu, Pb ve Ni içerikleri de oldukça yüksek sınırlarda bulunmuştur. Santralden kaynaklanan toplam toz emisyon oranı ile toprakların SO_4^{-2} içerikleri, havadaki SO_2 oranı ile toprakların değişebilir Ca ve K kapsamı arasında da pozitif ilişkiler saptanmıştır. Bulgular, termik santrallerden kaynaklanan kirliliğin toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumsuz etkilediği yönündedir (Tuna 2005).

Crowley *et al.* (1995), Kentucky termik santralinde kömür, taban ve uçucu küllerinde 11 potansiyel tehlikeli iz element (As, Be, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, U) analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri analiz sonuçları ile kütle denge hesapları yapmışlardır. Araştırmacılar Selenyum haricinde inceledikleri diğer elementlerin büyük kısmının katı atıklarda kaldığını tespit etmişlerdir. Se'un yüksek uçucu özelliği nedeni ile önemli bir kısmının bacadan uzaklaştığı sonucuna varmışlardır. Kütle denge hesapları ve uçucu/tabana küllü oranları değerlendirme sonuçlarına göre Ni, Cr ve Co'nun uçucu küller üzerinde yoğunlaştığını tespit etmişlerdir.

Martinez-Tarazona and Spears (1996), Yorkshire Termik Santralinden aldıkları kömür, uçucu ve taban külü örnekleri üzerinde 15 iz element (As, Ba, Cr, Cu, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, V, Y, Zn, Zr) ve 10 major element (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S, Si, Ti) için AAS ve XRF'de analizleri yapmışlardır. Araştırmacılar her element için zenginleşme

faktörünü hesaplamışlar ve As, Cu, Mo, Pb ve Zn'nun uçucu küllerde zenginleştiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca uçucu küllerin tane boyutunun düşmesi ile As, Cu, Mo, Pb ve Zn'nin konsantrasyonun arttığını bulmuşlardır.

Önder (1996), termik santral üretimlerinin artması, santrallerde düşük kaliteli yakıtların kullanılması ve emisyonların kontrolü için yeterli önlemlerin alınmaması gibi nedenlerle birçok santralda emisyon limitleri aşılmakta, çevreye büyük boyutlarda zarar verilmektedir.

Önertoy (1996), Bandırma ilçesi Edincik Bucağı ve çevresindeki zeytin tarımı yapılan alanlarda toprakta ve bitkideki S, F, Fe, Cu, Zn ve Mn dağılımlarını belirlemek amacıyla yaptığı araştırma sonucunda, emisyon kaynağı olan BAGFAŞ ve ETİBANK tesisi yakınlarında bu element konsantrasyonlarının önemli ölçüde artış gösterdiğini saptamıştır.

Karaca (1997), Afşin-Elbistan Termik santralinde yapmış olduğu çalışmada genel olarak hakim rüzgar yönünde alınan örneklerin iz element ve ağır metal içeriklerini, çevre köylerden alınan örneklerle kıyasla yüksek bulmuş, özellikle santrale yakın mesafelerde konsantrasyonlar oldukça artış göstermiştir. Yapılan analizlere göre, hakim rüzgar yönünde alınan toprakların üreaz, asit ve alkali fosfataz aktiviteleri ile Fe hariç diğer bütün iz elementlerin ve ağır metal, azot, KDK arasında önemli negatif, organik madde ve pH ile de pozitif korelasyon belirlenmiştir. Çevre köylerden alınan toprakların üreaz, asit ve alkali fosfat aktiviteleri ile KDK ve azot arasında önemli negatif, pH ve kireç ile de pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Hemida *et al.* (1997), ağır metallerin toprak mikrobiyal popülasyonu üzerine etkilerinin araştırdıkları bir çalışmada 200 – 2000 µg/g dozlarında toprağa ilave edilen Cu ve Zn elementlerinin toprak üreaz, redüktaz ve amidaz aktivitelerini olumsuz etkilediğini saptamışlardır.

Çancı (1998), Seyitömer termik santralı uçucu kül ve taban külü örnekleri ile santral civarındaki toprak örneklerinde AAS kullanarak major elementler ve Pb, Zn, Cd, Cu,

Co analizleri gerçekleştirmiş ve uçucu küllerin çevreyi kirletme eğilimini değerlendirmiştir. Araştırmacı toprak örneklerinin derişimlerini farklı ülkelerin tarım amaçlı olarak belirlenen üst limitleri ile karşılaştırmış, Cd, Cu ve Zn derişimlerinin verilen değerlerin altında kaldığını, Co ve Pb derişimlerinin ise üst limit değerlerini aştığını tespit etmiştir.

Onacak (1999), Türkiyede'ki 10 termik santralin 13 ünitesinde kömürlerin yanması sonucu oluşan katı atıkların çevreye etkilerini incelemiş ve 39 adet örneğin (beslenen kömür, uçucu kül ve taban külü) major ve iz element analizlerini XRF, ICP-AES ve ICP-MS kullanarak yapmıştır. Bu çalışmanın sonucunda termik santralin kömür örneklerinde Cr, Cs, Mn, Mo, Ni, Rb, Th, U ve V içeriklerinin Swaine (1990) tarafından verilen dünya kömürlerinin çoğuna ait maksimum sınır değerleri aştığını tespit etmiştir. Termik santrallerin kömür, uçucu kül ve taban külü element analiz sonuçlarına göre hesaplanan kütle-denge değerleri ve uçucu kül / taban külü konsantrasyon oranlarına göre çoğu santralde Zn, Sn, Pb, As, Mo, Tl ve Ge elementlerinin uçucu karakter gösterdikleri ve uçucu kül taneleri üzerinde önemli zenginleşme gösterdiklerini saptamıştır.

Baba ve Kaya (2003), Soma ve Tunçbilek termik santrallerinden kaynaklanan uçucu küllerin bazı özellikleri ve ağır metal içeriklerinin tespiti amacıyla düzenlendiklerini bir çalışmada, termik santrallerde yakıt olarak linyit kullanılmasından kaynaklanan çevresel problemlerin yalnız gaz emisyonlarından değil uçucu küllerin depolanmalarındaki problemlerden de kaynaklanabileceğini bildirilmişlerdir. Uçucu küllerle ilgili ana problem depolanan uçucu küllerin içerdiği ağır metal kalıntılarından kaynaklanmaktadır. Çalışmada değinilen önemli bir nokta da, atmosfere yayılan uçucu küllerin su ile teması halinde toksik ağır metallerin çözünebilir hale gelebileceği ve bu durumun da toprakların kirlenmesine yol açabileceği yönündedir.

Haktanır vd. (2006), Yatağan termik santrali çevresinden değişik mesafelerde tarım ve orman alanlarından (orman, 2 zeytinlik ve 17 tarım alanı) hem toprak hem de bitki örnekleri alıp ağır metal analizleri yapmışlardır. Araştırmacılar genelde santralin güney, güney batısı ve kuzeybatısındaki topraklarda ağır metal içeriğinin yüksek bulunduğunu

ve bu değerlerin santrale uzaklığa değil hakim rüzgar yönlerine bağlı olduğunu belirlemişlerdir.

Karaca vd. (2007), Seyitömer termik santrali çevresi topraklarında yapmış oldukları çalışmada, araştırma topraklarının sadece % 0.25'inde Ni ve %13.68'inde Cr'un TKKY sınır değerlerinin altında olduğunu, toprakların çoğunluğunun Ni ve Cr'ca yüksek değerler içediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, santralin yakınında ve uzağında özellikle Batı yönünden alınan toprakların genel olarak düşük Ni içermeleri, ara noktalardan alınan topraklarda ise santralden uzaklaştıkça Ni değerlerinin artmasının, nikelin net bir şekilde santral baca gazının yayıldığı hakim rüzgar yönüne bağlı hareket etmediğini göstermektedir demişlerdir. Bu durumda toprakta mevcut yüksek Cr ve Nikelin kaynağının jeolojik araştırma yapılmadan santral emisyonlarından mı yoksa toprağı oluşturan ana materyalden mi olduğu noktasında kesin bir ayrıma gitmenin mümkün olmadığını vurgulamışlardır.

4. MATERİYAL ve METOD

4.1 Materyal

4.1.1 Afşin Elbistan Termik Santralinin coğrafik yeri ve tarımsal durumu

Afşin; Türkiye'nin yedi coğrafya bölgesinden; Orta Anadolu Bölgesinin Yukarı Kızılırmak, Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Orta Fırat Bölümleriyle, Akdeniz Bölgesinin Adana bölümünün birbirlerine yaklaştığı yerde, Kahramanmaraş İl merkezinin kuzeyinde, Elbistan ovasının batısındaki Doğu Toroslar'ın kuzeye uzandığı Binboğa Dağları'nın doğu eteklerinde yer alır.

Afşin-Elbistan Termik Santrali, Afşin-Elbistan ovasında 228.982 m² alanda yer almaktadır. Denizden ortalama 1100-1300 m yükseklikte olan santral bölgesine ulaşım oldukça iyidir. Bölge topraklarında en çok yetiştirilen ürünler hububat, mısır, fasulye pancardır. Ovada kuru tarım hakimdir.

4.1.2 Jeolojik durum

Sahanın Jeolojik yapısı, III. Jeolojik zamanın Neogen döneminde oluşmaya başlamıştır. Anadolu'nun iç kısımlarındaki çukur alanlar, göller tarafından kaplanmış ve bu göllerde killi, kireçli ve kumlu malzemeler çökelmiştir. Bu dönemde Anadolu'da hüküm süren yarı tropikal ve tropikal iklim şartlarında oluşun gür ormanlar, Afşin Elbistan havzasında zengin linyit yataklarının oluşmasını sağlamıştır.

Afşin ve çevresinin Alp Orojenezi sonunda, Toros dağlarının yükselmesi sırasında oluştuğu görülür. Toros Dağlarının yükselmesi ve havzanın çökmesi ile Pliosen'de söz konusu göl oluşmuştur. Gidya denilen ve bol gastropot fosilleri, bitki atıkları ve humuslu oluşukları ile karakterize edilen bu formasyon, gölün büyük bir kısmına çökelmiş, havzanın büyük bir bölümünde yukarıda belirtilen ve bugün işletmeye açılan kömürün oluşmasına neden olmuştur.

Afşin ve çevresi III. Derece deprem kuşağı üstünde gösterilmektedir. Yörenin, Güneyde birinci derece deprem kuşağı olan Amik ve Kahramanmaraş arasındaki oluğa yakın olması, yakın çevresinde meydana gelen şiddetli depremlerden etkilenme ihtimalini artırmaktadır.

Jeolojik yapı yönünden Afşin'de yer altı suyu, heyelan kaya düşmesi gibi doğal afetler yönünden sakıncalı alanlar yoktur. Deprem anında, deprem şiddeti etkisiyle yer kayması, kaya düşmesi ve zemin sıvılaşması olayları bu güne kadar meydana gelmemiştir. Deprem anında bu tür olayların meydana gelebileceği alanlara da rastlanmamıştır. Bu veriler Afşin kentinin yerleşim alanının yerleşmeye çok uygun olduğu anlaşılmaktadır.

4.1.3. İklim

Büyük bir kısmı Akdeniz Bölgesi içerisinde yer alan, Kahramanmaraş iline bağlı Afşin ilçesi, coğrafi alan olarak Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat bölümünün en batı kısmında yer almaktadır. Afşin-Elbistan Akdeniz Bölgesi, Orta Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinin bir birine en çok yaklaştığı, dolayısıyla değişik iklim özelliklerine sahip bölgelerinin kesiştiği ve 1230m yüksekliği olan bir alandır.

Toros sıradağlarının kuzey doğuya doğru uzanan kollarından Binboğa dağlarının doğu eteklerinde bulunan ilçe toprakları, deniz etkisinden çok uzakta bulunması sebebiyle karasal iklim şartlarının hüküm sürdüğü bir yöre durumundadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları nispeten soğuk ve kar yağışlıdır. Bu konumu nedeni ile Afşin'in iklim karakterini yukarıdaki bilgiler çerçevesinde değerlendirdiğimizde; daha çok coğrafi faktörlerin etkili olduğu görülmektedir. Hakim rüzgar yönü Güneybatı'dır.

Afşin şehrinin üç tarafının tepelerle çevrili olması, yörede karasal iklimin şiddetini çevresindeki diğer merkezlere göre biraz daha düşürmektedir. Örneğin, Afşin de en düşük sıcaklık -26.8°C iken Elbistan da $-31,5^{\circ}\text{C}$ 'dir. Yine en yüksek sıcaklık Afşin de 37.5°C iken Elbistan'da 40°C , Kahramanmaraş'ta 42.6°C 'dir. Afşin ilçesi ve çevresini, ne, Akdeniz Bölgesi kadar sıcak, ne de Doğu Anadolu Bölgesi kadar soğuk olmayıp,

şiddetli olmayan bir kara iklimine sahiptir.

Orta ve Doğu Anadolu Bölgeleri karasal iklimi ile Akdeniz Bölgesi ılıman ikliminin geçiş bölgesi üzerinde yer alan Afşin'de yağışlar ekim ayı sonundan mart ayı ortalarına kadar kar şeklinde, mart ayı ortalarından ekim ayı sonuna kadar yer yer yağmur şeklindedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre Afşin'de ortalama yıllık yağış miktarı 419,2 mm'dir. Bu değerler Kahramanmaraş'ta, 708.1, Göksun'da 607.6, Elbistan'da, 387.9 ve Sivas'ta 413.3' mm.dir. Afşin'deki yağış tutarı Türkiye ortalamasının altında kalırken, Orta Anadolu ile Doğu ve Güneydoğu ortalamalarından daha yüksektir. Meteorolojik verilere göre Afşin'in yağış rejimi düzensiz olup, mevsimlere göre dağılımı aşağıdaki gibidir; yağış tutarının % 34 lük (142.7 mm) payı ilkbahar, %6.9 luk (29.1 mm) payı yaz, % 18.1 lik (76.6.mm) payı sonbahar ve %41 lik (171.8 mm) payı ise kış mevsimine düşmektedir.

Afşin'de kar yağışları, Ekim ayı sonunda başlar Nisan ayı sonuna kadar devam eder. Bu devre süresinde kar yağışlı gün sayısı 18.7'dir. Karın yerde kalması süresi ise Kasım-Nisan arasındaki devrede 46.1 gündür.

4.1.4 Toprak özellikleri

Bölgedeki topraklar daha çok alüvyal, kolüvyal, kahverengi ve kırmızı kahverengi topraklardan oluşmaktadır. Bölgedeki toprakların büyük çoğunluğu alt ve üst profilde ağır bünyeli, nötr ve hafif bazik karakterde olup, yüksek miktarda kireç içermektedir. Bölgedeki topraklar, geçirgenlik ve tuzluluk yönünden herhangi bir problem göstermezler. Afşin ilçesinde, toprakların %41'ini tarım arazileri, %39'unu çayır ve meralar, %9'unu orman arazileri, %10'unu diğer araziler ve %1'ini yerleşim yerleri oluşturmaktadır. Afşin-Elbistan A Termik Santrali, alüvyal, kolüvyal ve kahverengi toprak grubu üzerinde kurulmuştur. Santralin bulunduğu arazinin kabiliyet sınıfı, I. sınıftır. Erozyon derecesi, "az erozyon" grubundadır. Afşin-Elbistan A Termik

Santralının bulunduğu yörenin toprakları yüksek kireç içerikleri nedeniyle bazik karakterli olup, toprak asitleşmesine karşı düşük hassasiyet göstermektedirler.

4.2 Metod

4.2.1 Toprak örneklerinin alınma metodu

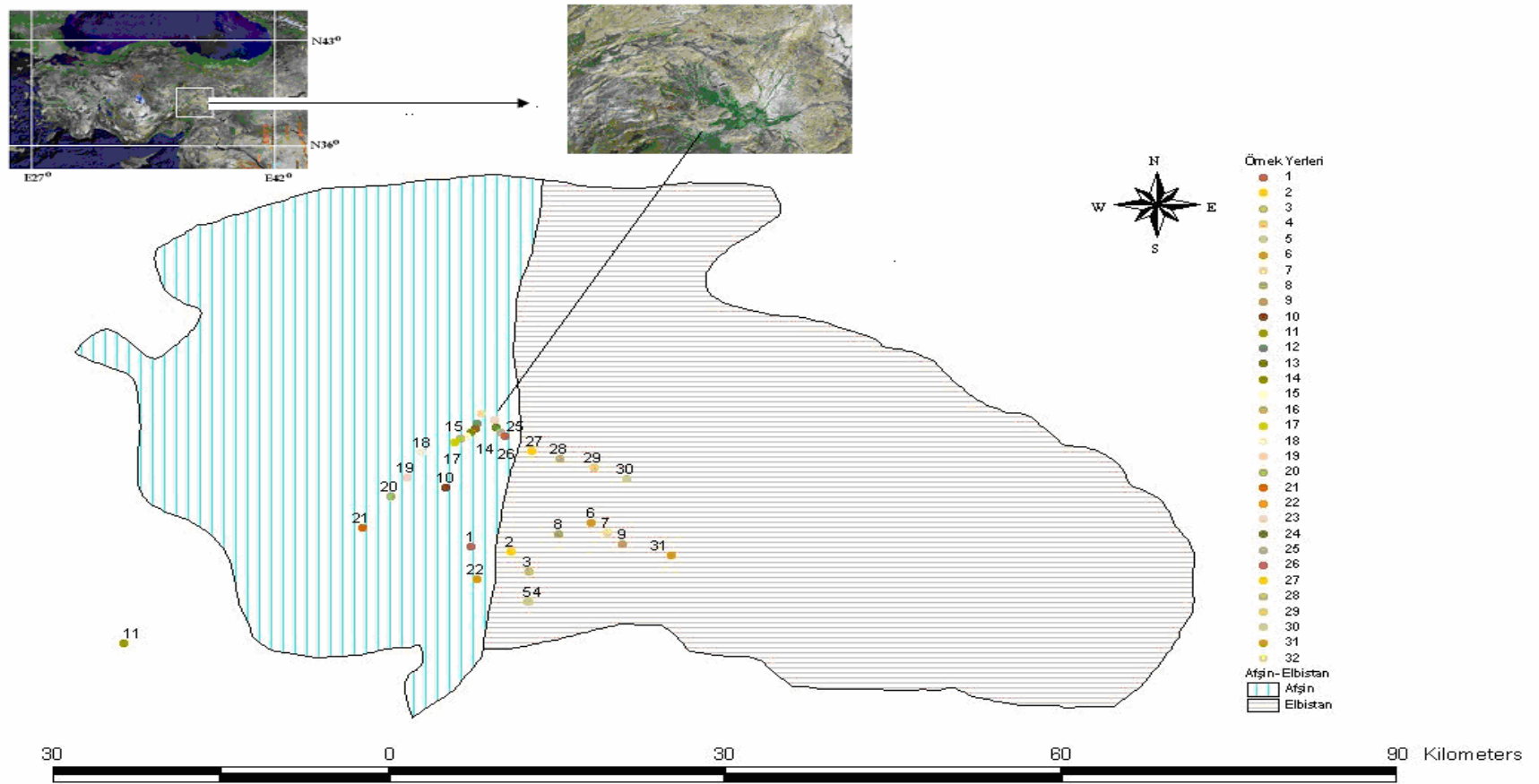
Bölgede hakim rüzgar yönü olan güney batı dikkate alınarak santralin bulunduğu yer merkez kabul edilmiştir. Yüksekliği 1200-1300m arası değişen rakımlardan güneybatı ve güneydoğu yönlerinden örnekler alınmıştır. Çoğulhan ilçesine doğru 30 km'lik bölge ile Elbistan ilçesine doğru 24 km'lik bir bölgeden topraklar alınmış ve santralden uzaklaştıkça örnek alma mesafesi seyreltilmiştir. Çoğulhan yönünden 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 6, 9, 12, 15 ve 30 km mesafelerde, Elbistan yönünden ise 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 6, 9, 12, 15 ve 24 km mesafelerden örneklemeler yapılmıştır. Ayrıca santral çevresinden Alemdar, Kışla, Küçük Kışla, Balıkçıl, Karahöyük, Güvercinlik, Hasankendi, Izgın, Karaelbistan, Kapılı ve Kanlıkavak köylerinden de örnekler alınmıştır. Her bir örnek pulluk derinliği olan 0-30cm den alınmıştır. Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de ile Şekil 4.1'de toprak örneklerinin alındığı yerler verilmiştir. Toprak örnekleri 2005 Eylül ayında araziden alınmıştır.

Çizelge 4.1 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin alındığı koordinatlar

No	Köyler	Yön	Koordinat	Yükseklik	Ürün
1	Alemdar	KD	37306031 E 4232327 N	1227m	Yem bitkisi hasatı sonrası
2	Kışla	KD	37329523 E 4231795 N	1200m	"
3	Küçük Kışla	GD	37331123 E 4229639 N	1139m	Ayçiçeği hasadı sonrası
4	Balıkçıl	GD	37331133 E 4226422 N	1140m	Buğday hasatı sonrası
5	Karahöyük	GD	37331055 E 4226424 N	1140m	Buğday hasatı sonrası
6	Güvercinlik	GD	37336768 E 4234782 N	1374m	Sürülmüş tarım arazi
7	Hasankendi	GD	37338120 E 4233683 N	1195m	
8	Izgın	GD	37333817 E 4233606 N	1144m	Buğday hasatı sonrası sürülmüş
9	Karaelbistan	GD	37339475 E 4232539 N	1140m	"
10	Kapılı	G	37323778 E 4238490 N	1244m	Buğday hasatı sonrası
11	Kanlıkavak	GB	37295020 E 4222063 N	1216m	Buğday hasatı sonrası

Çizelge 4.2 Hakim rüzgar yönüne bağlı olarak toprak örneklerinin alındığı koordinatlar

No	Yer	Uzaklık (km)	Yön	Koordinat	Yükseklik	Ürün
1	ÇOĞULHAN	0,5	GB	37 326543E 42 45324N	1188m	Ayçiçeği ekili
2		1	GB	37 326405E 42 44788N	1196m	Ayçiçeği hasadı sonrası anız
3		1,5	GB	37 326011E 42 44299N	1189m	Ayçiçeği hasadı sonrası anız
4		2	GB	37 325532E 42 43992N	1186m	Ayçiçeği hasadı sonrası anız
5		2,5	GB	37 325043E 42 43679N	1179m	Ayçiçeği hasadı sonrası anız
6		3	GB	37 324477E 42 43314N	1174m	
7		6	GB	37 321655E 42 42181N	1193m	Ayçiçeği hasadı sonrası anız
8		9	GB	37 320231E 42 39562N	1215m	Sürülmüş tarım arazisi
9		12	GB	37 318789E 42 37557N	1234m	Buğday hasatı sonrası anız
10		15	GB	37 316314E 42 34278N	1188m	Bağ
11		30	GB	37 326482E 42 28871N	1144m	Elma Bahçesi
12	ELBİSTAN	0,5	GD	37 328097E 42 45622N	1204m	Boş arazi tarım arazisi değil
13		2	GD	37 328289E 42 44823N	1194m	Buğday hasatı sonrası anız
14		2,5	GD	37 328627E 42 44389N	1187m	Ayçiçeği hasadı sonrası
15		3	GD	37 328980E 42 43935N	1170m	
16		6	GD	37 331360E 42 42380N	1168m	Buğday hasadı sonrası sürülmüş
17		9	GD	37 333937E 42 41559N	1154m	Ayçiçeği hasadı sonrası
18		12	GD	37 336946E 42 40610N	1143m	Buğday hasatı sonrası
19		15	GD	37 339820E 42 39390N	1145m	Buğday hasatı sonrası
20		24	GD	37 343850E 42 31370N	1144m	Ayçiçeği hasadı sonrası
21	SANTRAL	0,5	B	37 326913E 42 46356N	1212m	Boş arazi tarım arazisi değil



Şekil 4.1. Toprak örneklerinin alındığı yerler

4.2.2 Toprak örneklerinin analize hazırlanması

Arazide usulüne göre alınan toprak örnekleri naylon torbalara konup etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Havada kurutulan toprak örnekleri öğütüldükten sonra 2 mm elekten elenmiş ve 2 mm'nin altında kalan toprak örnekleri polietilen torbalara konulduktan sonra fiziksel, kimyasal ve ağır metal analizleri yapılmak üzere muhafaza edilmiştir.

4.2.3 Toprak örneklerinin fiziksel , kimyasal ve ağır metal analiz metodları

Mekanik Analiz (bünne): Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiş olan yöntemine göre topraktaki kum, kil ve silt fraksiyonlarının % si hesaplanmıştır.

Elektriksel İletkenlik (EC): Saturasyon ekstraktının Elektriksel İletkenliği metre (WTW microprocessor conductivity LF 537) ile ölçülerek tayin edilmiştir (Özcan ve Ülgen 1961).

Organik Madde: Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde Walkey-Black yöntemine göre belirlenmiştir.

Kireç (CaCO_3): Richards (1954)'e göre Scheibler kalsimetresi ile volumetrik olarak saptanmıştır.

Toprak Reaksiyonu (pH): Richards (1954)'e göre 1:2,5 toprak/su süspansiyonunda belirlenmiştir.

Kasyon Değişim Kapasitesi (KDK): Sodyum asetat ve amonyum asetat kullanılarak Richards (1954)'a göre belirlenmiştir.

Toplam Cu, Zn, Ni, Cd, Pb Analizleri: Hidroflorik, nitrik, sülfirik ve perklorik asitler ile yaş yakılan toprak örneklerinden çözeltiye geçen Cu, Zn, Ni, Cd, Pb atomik adsorbsiyon spektrometresinde (AAS) belirlenmiştir (Baker and Amacher 1982).

Ekstrakte edilebilir Cu, Zn, Ni, Cd, Pb Analizleri: Lindsay and Norvell (1978) tarafından belirtildiği şekilde, toprak örnekleri DTPA+ TEA+ CaCl₂ çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve çözeltinin Cu, Zn, Ni, Cd ve Pb konsantrasyonu atomik adsorbsiyon spektrometresinde belirlenmiştir.

İstatistik Çözümler: Çalışmadan elde edilen sonuçlar, “Minitab for Windows (Ver: 2.14)” istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir ve yapılan varyans analizi sonucunda farklı grupları tespit etmede çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Duncan Testi kullanılmıştır. Ayrıca incelenen parametreler arasındaki korelasyonlar Pearson Korelasyon Testi uygulanarak Yurtsever’e (1984) göre değerlendirilmiştir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

5.1 Toprak Örneklerinin Kireç ve Organik Madde Değerlendirmesi

Çizelge 5.1’de köy topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları verilmiştir. Çizelge 5.2’de Çoğulhan ve Elbistan tarafından alınan toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları bulunmaktadır. Analiz sonuçlarına göre toprakların kireç %’leri 4,41-25,34 arasında değişim göstermektedir. İstatiksel olarak en yüksek CaCO_3 Küçük Kışla köyünde, Elbistan tarafından alınan örneklerde 2. km’de, Çoğulhan tarafından alınan örneklerde ise 500.m’de bulunmuştur ($P<0.05$). Topraklar $\% \text{CaCO}_3$ sınıflamasına göre çok kireçli kategoriye girmektedir.

Karaca (1997), ’nin aynı topraklarda yapmış olduğu çalışma sonucunda ise toprakların kireç içeriklerinin % 5,71-29,62 arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir.

Araştırma topraklarının organik madde miktarı % 0,35-2,09 arasında olup organik maddece fakir sınıfındadır. İstatiksel olarak en yüksek organik madde Kışla, Küçük Kışla ve Karahöyükte belirlenmiştir ($P<0.05$). Çoğulhan tarafından alınan topraklarda en yüksek organik madde 9. km mesafede belirlenmiştir. Elbistan tarafından alınan topraklarda ise en yüksek 12. km’de belirlenmiştir ($P<0.05$).

Karaca (1997)’nin aynı yerlerden alınan toprak örneklerinde organik madde miktarı %1,07-2,80 arasında olup derinliğe bağlı olarakta stabil bir durum göstermemektedir. Mevcut olan organik madde miktarında bir azalma gözlenmiştir.

Çizelge 5.1 Köy topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

No	Yer	%Kum	%Silt	%Kil	Sınıf	Organik Madde %	Kireç %	EC (mS/cm)	pH	KDK (me/100g)
1	Alemdar	40,24A	19,70H	40,04D	C	1,00D	7,24G	1,05DE	7,78A	44,44A
2	Kışla	25,67H	27,66I	46,66C	SCL	1,45A	15,93C	2,88B	7,48BC	29,62F
3	Küçük Kışla	22,49I	28,31D	49,18B	SCL	1,84A	21,14A	0,69G	7,81A	11,38I
4	Balıkçıl	39,02B	25,24F	35,73F	CL	1,38BC	12,23E	0,96EF	7,58AB	37,60C
5	Karahöyük	34,48F	29,15C	36,35F	CL	1,90A	12,23E	1,22D	7,76A	31,90E
6	Güvercinlik	33,02G	32,69B	34,27G	CL	1,06D	15,27C	1,63C	7,78A	38,74B
7	Hasankendi	37,63D	26,98E	35,38F	CL	1,19BCD	17,01B	1,19D	7,86A	34,18D
8	Izgın	16,82K	52,80A	30,37H	CL	1,45B	13,90D	0,80FG	7,39C	19,36G
9	Karaelbistan	35,33E	26,60E	38,06E	CL	1,13CD	9,95F	3,32A	7,68AB	31,90E
10	Kapılı	17,31J	28,90C	53,78A	SL	0,93D	4,92H	1,12DE	7,68AB	15,94H
11	Kanlıkavak	38,13C	21,22G	40,63D	CL	1,13CD	13,68D	1,08DE	7,83A	31,90E
LSD		0,37	0,44	0,95		0,24	0,68	0,16	0,24	0,29

Çizelge 5.2 Çoğulhan ve Elbistan tarafından alınan toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

No	Yer	Uzaklık (km)	%Kum	%Silt	%Kil	Sınıf	Organik Madde %	Kireç %	EC (dS/m)	pH	KDK (me/100g)
11	Çoğulhan	0,5	30,59F	23,50E	45,90AB	SCL	0,54G	25,27A	0,90G	7,95A	22,78E
12		1	31,97E	27,04B	40,98DE	CL	0,80DE	18,82B	1,19D	7,84B	23,92E
13		1,5	39,07B	24,95C	35,97E	CL	0,74EF	15,93BC	0,82F	7,84B	33,04C
14		2	38,58B	18,89G	42,52CD	CL	1,64B	6,73E	0,96E	7,93A	38,74B
15		2,5	26,26G	24,81D	48,92AB	SCL	0,87D	9,34DE	1,41C	7,78BC	34,18C
16		3	23,05H	24,98C	51,96A	SCL	0,67F	25,34A	1,98A	7,65D	13,66F
17		6	50,27A	7,29I	42,42CD	C	0,48G	15,49BC	1,15D	7,80BC	30,76D
18		9	21,41I	28,75A	49,82AB	L	2,09A	13,03CD	1,84B	7,76BC	42,16A
19		12	33,32D	18,74G	47,92AB	SCL	1,13C	11,36CD	0,90EF	7,80BC	34,18C
20		15	38,68B	15,52H	45,78AB	SC	0,80DE	8,61DE	0,95E	7,73C	43,30A
21		30	34,19C	20,55F	45,25BC	SCL	1,13C	13,25CD	0,82F	7,76BC	37,60B
LSD			0,04	0,67	5,59		0,05	2,95	0,09	0,07	1,66
22	Elbistan	0,5	37,97C	29,30B	32,71I	CL	1,58B	6,22E	0,98D	7,74A	34,18G
23		2	39,32BC	21,88C	38,78E	CL	0,35F	17,52A	1,0C	7,81A	33,04H
24		2,5	8,81F	19,33D	71,84A	fSL	0,93C	13,97B	0,47I	7,65A	7,97I
25		3	33,52D	29,13B	37,33G	CL	0,67D	4,41F	0,77G	7,88A	50,14A
26		6	45,06A	19,12D	35,81H	C	0,93C	9,19D	0,81F	7,83A	45,58C
27		9	40,39B	5,06E	54,54B	SC	0,61E	8,68D	0,94E	7,76A	47,86B
28		12	38,39C	18,79D	42,80D	CL	1,77A	8,97D	1,28B	7,74A	43,30D
29		15	34,33D	19,10D	46,56C	SCL	0,61E	10,28C	0,76H	7,86A	37,60F
30		24	25,61E	35,99A	38,38F	L	0,93C	10,06C	1,89A	7,73A	41,02E
LSD			1,29	1,04	0,24		0,01	0,32	0,01	0,97	0,59

5.2 Toprak Örneklerinin EC ve pH Değerlendirmesi

Termik Santral çevresinden alınan toprak örneklerinde yapılan EC ve pH analiz sonuçları Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre toprakların reaksiyonu nötr ve hafif alkali sınıftadır. Toprakların pH değerleri; 7,395 – 7,93 arasında değişiklik göstermektedir. Köylerden alınan örnekler kıyaslandığında; en yüksek pH Hasankendi ve Kanlıkavak köylerinden alınan toprak örneklerinde, en düşük pH ise Izgın köyünden alınan örneklerde belirlenmiştir ($P<0.05$). Çoğulhan tarafından alınan topraklarda, en yüksek pH 500. m mesafede, en düşük pH ise 2. km’de ($P<0.05$), Elbistan yönünden alınan topraklarda ise pH değeri istatistik olarak değişiklik göstermemiştir.

Karaca (1997), aynı bölgede yapmış olduğu çalışmada, toprakların pH değerlerinin 7,84-8,22 aralığında olduğunu belirlemiş ve sınıflama olarak hafif alkali ve alkali (alkali) olduğunu belirtmiştir.

Araştırma topraklarının EC değerleri 0,42 - 3,32 dS/m aralığında olup, ortalamaya bakıldığında çok az tuzlu sınıftadır. Köylerden alınan örnekler kıyaslandığında; en yüksek EC Karaelbistan köyünden alınan toprak örneklerinde, en düşük EC ise Izgın köyünde alınan örneklerde belirlenmiştir.

Karaca (1997), araştırmasında aynı yöreden alınan toprak örneklerinde EC değerlerini 0,25-3,10 dS/m arasında bulmuştur.

5.3 Toprak Örneklerinin Tekstür Değerlendirmesi

Toprak tekstür analizinden elde edilen veriler Çizelge 5.1 ve 5.2’ de verilmiştir. Toprak örneklerinin kil fraksiyonu % 8,81 - 50,27 , kum fraksiyonu % 34,2 - 69,82 ve silt fraksiyonu % 5,06 – 52,08 arasında değişim göstermektedir. Sonuçlardan da anlaşılacağı gibi toprak örnekleri bünye bakımından bir homojenlik göstermemekle beraber killi, kumlu tın, kumlu killi tın, killi tın, kumlu kil, tınlı kum, milli tın ve tın tekstür sınıfını oluşturmaktadır. Ancak toprak örneklerinde en yaygın gözlenen tekstür sınıfı killi tın’dır. Köylerden alınan örnekler kıyaslandığında; en yüksek % kil fraksiyon Alemdar, en yüksek % silt fraksiyonu Izgın ve en yüksek % kum fraksiyonunun Kapılı

köyünde olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Çoğulhan tarafından alınan topraklarda, en yüksek % kil fraksiyonu 6. km, en yüksek % silt fraksiyonu 1,5. km ve en yüksek % kum fraksiyonu 3. km mesafede tespit edilmiştir ($P<0.05$). Elbistan yönünden alınan topraklarda en yüksek % kil fraksiyon 6. km, en yüksek % silt fraksiyon 24. km ve en yüksek % kum fraksiyonu ise 2,5. km belirlenmiştir ($P<0.05$).

Karaca (1997), aynı yöreye ait çalışmada kil fraksiyonun % 9,23 - 50,10 , silt fraksiyonunun %22,20 – 71,26 , kum fraksiyonunun %7,78 - 46,06 arasında değiştiğini ve tekstür sınıfının killi olduğunu saptamıştır.

5.4 Toprak Örneklerinin Katyon Değişim Kapasitelerinin Değerlendirilmesi

Toprak örneklerinin KDK'leri Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2'de verilmiştir. Söz konusu çizelgenin incelenmesinden de anlaşılabacağı gibi toprakların KDK değerleri 7,97 – 50,145 me/100g arasındadır. Köylerden alınan örnekler kıyaslandığında; en yüksek KDK Alemdar köyünden alınan toprakta, en düşük KDK ise Küçük Kışla köyünde belirlenmiştir ($P<0.05$). Çoğulhan tarafından alınan topraklarda, en yüksek KDK 9. ve 15. km mesafelerde, en düşük KDK ise 3. km'de saptanmıştır ($P<0.05$). Elbistan yönünden alınan topraklarda en yüksek KDK 3. km'de, en düşük KDK ise 2,5. km'de belirlenmiştir ($P<0.05$).

Karaca (1997), aynı yöreye ait toprak örneklerinde KDK değerlerinin 25,5 - 59,15 arasında olduğunu belirlemiştir.

5.5 Toprak Örneklerinin Toplam Ağır Metal (Ni, Pb, Cu, Zn ve Cd) Değerlendirmesi

5.5.1 Toplam Nikel (Ni)

Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4'de hakim rüzgar yönünde ve çeşitli köylerden alınan toprak örneklerinin toplam Ni sonuçları görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre toplam Ni konsantrasyonu 12,73-179,9 mgkg⁻¹ arasında bulunmuştur. Köylerden alınan örnekler kıyaslandığında; en yüksek toplam Ni Izgın köyünden alınan toprak örneklerinde, en düşük toplam Ni ise Küçük Kışla köyünde belirlenmiştir ($P<0.05$).

Çoğulhan tarafından alınan topraklarda, en yüksek toplam Ni 2,5. km mesafede, en düşük toplam Ni ise 1,5. km'de, Elbistan tarafından alınan topraklarda da en yüksek toplam Ni 12. km'de, en düşük toplam Ni ise 6. km'de belirlenmiştir ($P<0.05$). Mesafeye bağlı olarak belirlenen değişimler istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuş, ancak topraklarda toplam Ni değerlerinin santralden uzaklaştıkça belirgin bir artış/azalış göstermediği, Ni değerlerinin homojen dağılıma sahip olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5.3).

Karaca (1997), aynı bölgede yapmış olduğu araştırma sonuçlarında toplam Ni konsantrasyonlarını 2,5-309,6 mgkg⁻¹ değerleri arasında bulmuştur.

Her iki çalışma birlikte değerlendirildiğinde, 1997 yılından bu yıla kadar geçen sürede santralden kaynaklanabilecek Ni birikiminden söz etmek mümkün değildir. Ancak, kesin yargıya varılabilmesi için 10 yıl aralıklarla yapılan örnekleme noktalarının birebir aynı olması gerekmektedir ve daha fazla örneklemlerle net sonuca gidilmelidir.

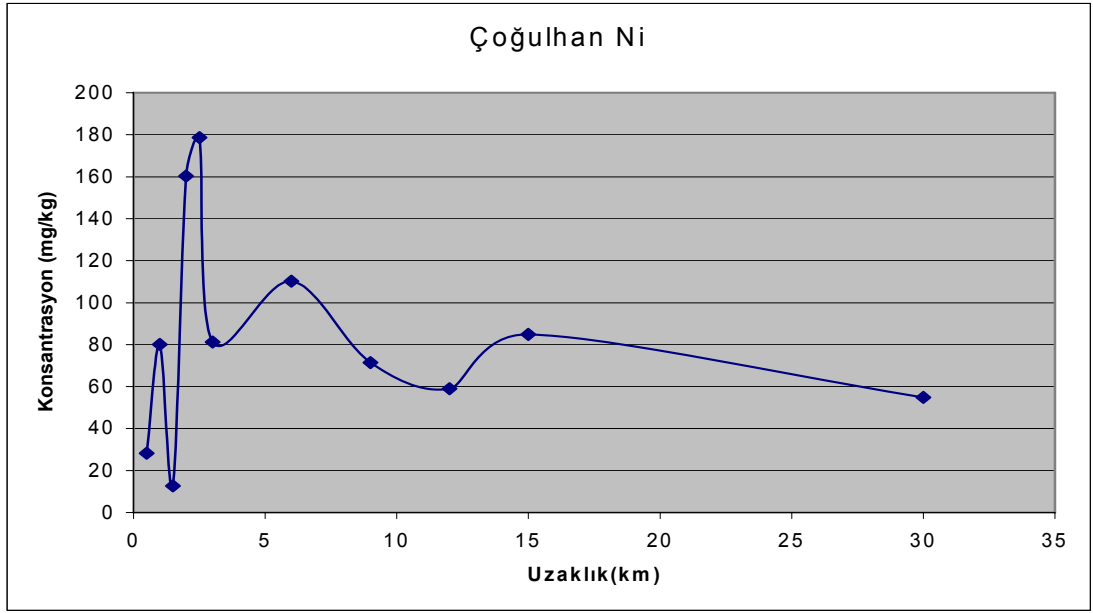
Çizelge 5.3 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin toplam Ni analiz sonuçları

No	Köyler	Ni (mgkg ⁻¹)
1	Alemdar	50,16I
2	Kışla	35,64J
3	Küçük Kışla	32,54K
4	Balıkçıl	102,8E
5	Karahöyük	143,5B
6	Güvercinlik	81,48G
7	Hasankendi	78,14H
8	Izgın	179,9A
9	Karaelbistan	115,3D
10	Kapılı	137C
11	Kanlıkavak	88,52F
LSD(%5)		0,53

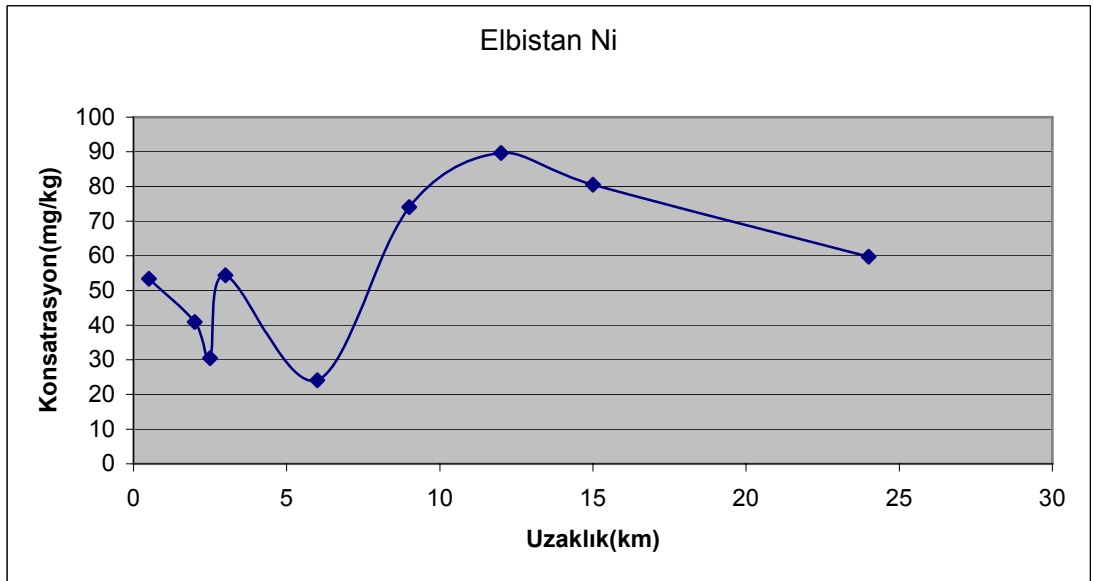
Çizelge 5.4 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin toplam Ni analiz sonuçları

No	Yer	Uzaklık (km)	Ni(mgkg ⁻¹)
1	Çoğulhan	0,5	28,22J
2		1	80,13F
3		1,5	12,73K
4		2	160,3A
5		2,5	178,6B
6		3	81,23E
7		6	110,3C
8		9	71,42G
9		12	59,07H
10		15	84,89D
11		30	54,84I
LSD (%5)			0,53
12	Elbistan	0,5	53,33F
13		2	40,88G
14		2,5	30,52H
15		3	54,39E
16		6	24,08I
17		9	74,05C
18		12	89,67A
19		15	80,54B
20		24	59,7D
LSD(%5)			0,05

Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de termik santral merkezinden belirli mesafelerde ilerlenildikçe Ni konsantrasyonunda artış ve azalış gözlenmekte.



Şekil 5.1 Çoğulhan yönünden alınan toprakların toplam Ni konsantrasyonu



Şekil 5.2 Elbistan yönünden alınan toprakların toplam Ni konsantrasyonu

Çizelge 5.5 Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri (Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği 2005)

TOPRAK KİRLİTİCİLERİNİN SINIR DEĞERLERİ		
Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri		
	PH<6	PH>6
Ağır Metal	mg/kg Fırın Kuru Toprak	mg/kg Fırın Kuru Toprak
Kurşun	50 **	300 **
Kadmiyum	1 **	3 **
Krom	100 **	100 **
Bakır *	50 **	140 **
Nikel *	30 **	75 **
Çinko *	150 **	300 **
Civa	1 **	1,5 **
* pH değeri 7'den büyük ise Bakanlık sınır değerleri %50'ye kadar artırılabilir.		
** Yem bitkileri yetiştirilen alanlarda çevre ve insan sağlığına zararlı olmadığı bilimsel çalışmalarla kanıtlandığı durumlarda bu sınır değerlerin aşılmasına izin verilebilir.		

Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerlerine göre (Çizelge 5.5) Ni konsantrasyonu 30-75 mg kg⁻¹ aralığındadır. Araştırmadaki bazı toprak örneklerine ait Ni konsantrasyonlarının Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği üst sınır değerini aştığı belirlenmiştir. Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliğindeki değerler baz alınırse topraklarda yöresine göre değişken miktarlarla beraber bir Ni kirlenmesi mevcuttur. Balıkçıl, Karahöyük, Izgın, Karaelbistan ve Kanlıkavak köylerinden alınan toprakların toplam Ni içerikleri TKKY sınır değerlerinin üzerinde bulunmuştur.

Kloke (1980), toprakta genel olarak kritik değer olarak kabul edilen 50 mg kg⁻¹ Ni konsantrasyonu dikkate alındığında, toprak örneklerinde Ni analizi sonucunda elde edilen veriler sınır değerini üzerindedir. Ayrıca Güneybatı bölgesi olarak kabul edilen Çoğulhan toprak örnekleri, Güneydoğu yönündeki Elbistan toprak örneklerinden daha fazla Ni içermektedir.

Hutchinson and Tam (1981), termik santral topraklarının Ni kapsamının uzaklığa bağlı olarak değiştiğini ve termik santrale 3 km mesafede 3000 mg kg⁻¹ Ni ve 35 km mesafede de 160 mg kg⁻¹ Ni saptandığını belirtmişlerdir. Afşin-Elbistan Termik santrali çevresinden alınan topraklarda ise bu kadar yüksek değerlerde Ni saptanmamıştır. Çiçek

ve Koparal (2004) Tunçbilek Termik santrali çevresinde yaptıkları araştırmada toprakların Ni kapsamalarını 20.1-372 mg kg⁻¹ olarak bulmuşlardır.

Araştırma topraklarında kirlenmenin ne düzeyde olduğunu anlayabilmek için jeolojik yapıdan ne derece yöre topraklarında ağır metal içeriği olduğunu ortaya koymak gerekir. Bu amaçla 1989'da Sposito ve 2002'de Agbenin tarafından hesaplanan EF (zenginleştirme faktörü) hesaplanmıştır. Buna göre;

$EF = (\text{topraktaki element değeri}) / (\text{yer kabuğundaki varolan element değeri})$
şeklinde formülize edilmiştir.

Çizelge 5.6 Yer kabuğunda varolan bazı elementlerin konsantrasyonları

Elementler	Yer kabuğunun sınır değerleri (mg /kg)
Cd	0,11
Cu	50
Zn	75
Ni	80
Pb	14

Bu oranlama sonucunda topraklarda jeolojik yapı dışında ne oranda ağır metal içeriği olduğu tespiti yapılır. EF'ne göre sınır değerler

EF < 2 Minimum zenginlikten düşük

EF = 2–5 orta zenginlikte

EF = 5–20 yeterli oranda zenginlikte

EF = 20–40 yüksek oranda zenginlikte

EF > 40 aşırı derecede yüksek zenginlikte

Çizelge 5.7 ve 5.8'de toprak örneklerine ait zenginleştirme faktörü oranları bulunmaktadır.

Çizelge 5.7 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Ni için EF hesabı

Yer	Ni (mgkg ⁻¹)	EF
Alemdar köyü	50,16	0,63
Kışla Köyü	35,64	0,45
Küçük Kışla Köyü	32,54	0,41
Balıkçıl Köyü	102,8	1,29
Karahöyük Köyü	143,5	1,79
Güvercinlik Köyü	81,48	1,02
Hasankendi köyü	78,14	0,98
Izgın Köyü	179,9	2,25
Karaelbistan Köyü	115,3	1,44
Kapılı Köyü	137	1,71
Kanlıkavak Köyü	88,52	1,11

Çizelge 5.8 Termik santralden çeşitli mesafelerdeki Ni için EF hesabı

Yer	Uzaklık (km)	Ni(mgkg ⁻¹)	EF
Çoğulhan	0,5	28,22	0,35
	1	80,13	1
	1,5	12,73	0,16
	2	160,3	2
	2,5	178,6	2,23
	3	81,23	1,02
	6	110,3	1,38
	9	71,42	0,89
	12	59,07	0,74
	15	84,89	1,06
	30	54,84	0,69
Elbistan	0,5	53,33	0,67
	2	40,88	0,51
	2,5	30,52	0,38
	3	54,39	0,68
	6	24,08	0,3
	9	74,05	0,93
	12	89,67	1,12
	15	80,54	1,01
	24	59,7	0,68

EF değerlerine göre Ni birikimi minimum değerden düşük çıkmış bulunmaktadır.

5.5.2 Toplam Kurşun (Pb)

Çizelge 5.9 ve Çizelge 5.10’da hakim rüzgar yönünde ve çeşitli köylerden alınan toprak örneklerinin toprak örneklerinin toplam Pb değerleri verilmiştir. Söz konusu çizelgelere göre Pb konsantrasyonu 15,39-226,3 mgkg⁻¹ arasında saptanmıştır. Köylerden alınan örnekler kıyaslandığında; en yüksek toplam Pb Hasankendi köyünden alınan toprak örneklerinde, en düşük toplam Pb ise Balıkçıl köyünde belirlenmiştir (P<0.05). Coğulhan tarafından alınan topraklarda, en yüksek toplam Pb 2,5. km mesafede, en düşük toplam Pb ise 1,5. km’de, Elbistan tarafından alınan topraklarda da en yüksek toplam Pb 3. km’de, en düşük toplam Pb ise 0,5. km’de belirlenmiştir (P<0.05). Mesafeye bağlı olarak belirlenen değişimler istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuş, ancak topraklarda toplam Pb değerlerinin santralden uzaklaştıkça belirgin bir artış/azalış göstermediği, Pb değerlerinin homojen dağılıma sahip olmadığı belirlenmiştir.

Karaca (1997), çalışmasında toplam dağılımını 4 – 346,8 mgkg⁻¹ arasında saptamıştır. Pb konsantrasyonunun Klope (1980)’a göre genel olarak kritik değer olarak kabul olan 100 mg kg⁻¹’dır.

Çizelge 5.9 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin toplam Pb analiz sonuçları

No	Yer	Pb(mgkg ⁻¹)
1	Alemdar köyü	60,92H
2	Kışla Köyü	71,08E
3	Küçük Kışla Köyü	22,24J
4	Balıkçıl Köyü	15,39K
5	Karahöyük Köyü	61,45G
6	Güvercinlik Köyü	80,17B
7	Hasankendi köyü	89,12A
8	Izgın Köyü	78,71C
9	Karaelbistan Köyü	55,1I
10	Kapılı Köyü	67,87F
11	Kanlıkavak Köyü (Göksun yolu)	77,92D
LSD(%5)		0,16

Karaca (1997)' a göre aynı örnekleme noktası olarak Alemdar ve Kapılı köyü toprak analiz sonuçları sırasıyla 35,7-33,70 mgkg⁻¹ dır. Karaca (1997), çalışmasında Pb kirliliğinden bahsederken Alemdar ve Kapılı köyülerinin gelecekte Pb birikimine maruz kalacağını öngörmüş. 10 yıl zarfında araştırmada da denildiği gibi birikimden söz etmek mümkündür.

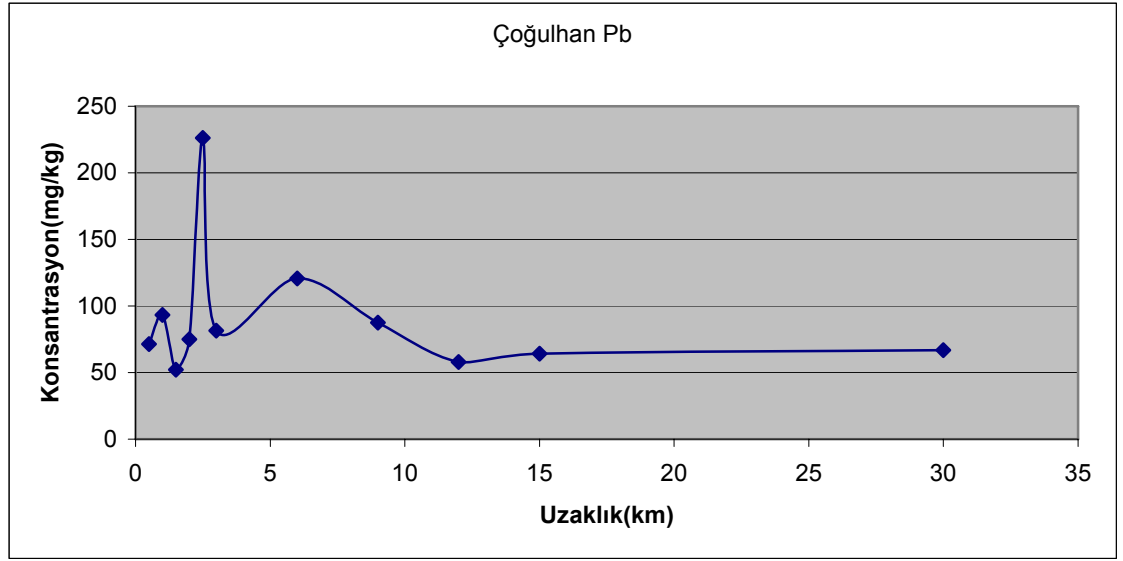
Çizelge 5.10 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin toplam Pb analiz sonuçları

No	Yer	Uzaklık (km)	Pb (mgkg ⁻¹)
1	Çoğulhan	0,5	71,4G
2		1	93,23C
3		1,5	52,2K
4		2	74,89F
5		2,5	226,3A
6		3	81,44E
7		6	120,8B
8		9	87,48D
9		12	57,96J
10		15	64,07I
11		30	66,74H
LSD(%5)			0,53
12	Elbistan	0,5	22,65I
13		2	75,47C
14		2,5	70,59E
15		3	94,69A
16		6	45,16G
17		9	34,95H
18		12	94,09B
19		15	68,36F
20		24	73,91D
LSD(%5)			0,17

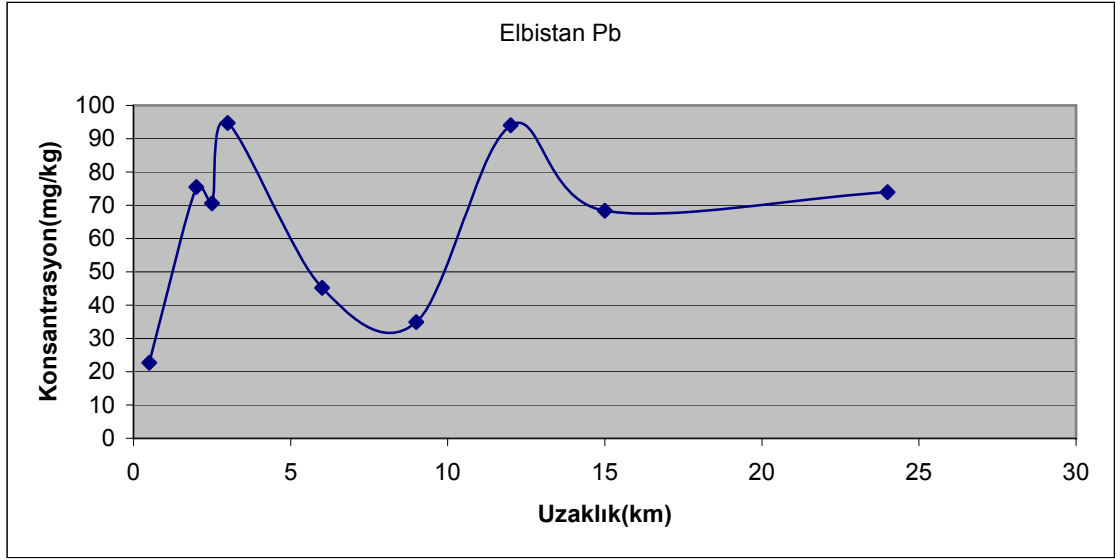
Toprakta toplam Pb arazide X-Ray falorasan tekniğiyle belirlenebilir. Topraklar için toplam 400 mg Pb kg⁻¹ kritik seviyesi olarak kabul edilmiş ve bu seviyenin üzerinde Pb içeren toprakların toksite riski bulunduğu bildirilmiştir (Chereminisinoff, 1993). Topraklarda toplam Pb konsantrasyonu 1-888 mg kg⁻¹ arasında değişmekle beraber ortalama 29,2mg kg⁻¹ dır (Ure and Berrow 1982). Bakaç (2000), Menemen ovası

topraklarında radyoaktivite araştırması ve ağır metal kirliliği çalışmasında toprakta en düşük 2 mgkg⁻¹, en yüksek 46 mgkg⁻¹ Pb konsantrasyonu tespit etmiştir. Aubert and Pinta (1979) yaptıkları bir çalışmada toprakların Pb kapsamalarının genel olarak 10-80 mg kg⁻¹ Pb arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'deki grafikler termik santralden uzaklaştıkça Pb konsantrasyonunda olan değişimleri göstermektedir.



Şekil 5.3 Çoğulhan yönünden alınan toprakların toplam Pb konsantrasyonu



Şekil 5.4 Elbistan yönünden alınan toprakların toplam Pb konsantrasyonu

Çizelge 5.5’deki Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre analiz sonuçları en yüksek değerlere yani 300 mg kg^{-1} ulaşmamıştır.

Çizelge 5.11 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Pb için EF hesabı

Yer	Pb(mgkg ⁻¹)	EF
Alemdar köyü	60,92	4,35
Kışla Köyü	71,08	5,08
Küçük Kışla Köyü	22,24	1,59
Balıkçıl Köyü	15,39	1,1
Karahöyük Köyü	61,45	4,39
Güvercinlik Köyü	80,17	5,73
Hasankendi köyü	89,12	6,37
Izgın Köyü	78,71	5,62
Karaelbistan Köyü	55,1	3,94
Kapılı Köyü	67,87	4,85
Kanlıkavak Köyü	77,92	5,57

Çizelge 5.12 Termik santralden çeşitli mesafelerdeki Pb için EF hesabı

Yer	Uzaklık (km)	Pb (mgkg ⁻¹)	EF
Çoğulhan	0,5	71,4	5,1
	1	93,23	6,66
	1,5	52,2	3,73
	2	74,89	5,35
	2,5	226,3	16,2
	3	81,44	5,82
	6	120,8	8,63
	9	87,48	6,25
	12	57,96	4,14
	15	64,07	4,58
	30	66,74	4,77
Elbistan	0,5	22,65	1,62
	2	75,47	5,39
	2,5	70,59	5,04
	3	94,69	6,76
	6	45,16	3,23
	9	34,95	2,5
	12	94,09	6,72
	15	68,36	4,88
	24	73,91	5,28

Pb konsantrasyonu EF' ye göre oransal olarak bakıldığında 2-5 arası orta zenginlik ve 5-20 arası yeterli oranda zenginlik sınıfına girmiş bulunmaktadır.

Pb immobil haldedir, toprak üst tabakasında birikir. Pb bulaşmamış toprakta yetişen bitkide Pb 10 mgkg⁻¹ iken kirlenmiş toprakta 300 mgkg⁻¹'e kadar çıkar. Gıda ile alınması gereken sınır değer 600 mikrogramdır. Ortam asitleştikçe Pb'nin mobilitesi artar. Toprakta kurşunun mobilitesi bileşiğine bağlı olarak değişmektedir ve

PbCl₂>PbSO₄>PbPO₄>PbCO₃ şeklindedir.

5.5.3 Toplam Bakır (Cu)

Çizelge 5.13 ve Çizelge 5.14’de termik santral çevresinden alınan toprak örneklerinin toplam Cu konsantrasyonu verilmiştir. Bu verilere göre en düşük Cu konsantrasyonu 9,691 mg kg⁻¹, en yüksek Cu 95,01 mg kg⁻¹ bulunmuştur. Toplam Cu değeri köy örneklerinde en yüksek Karahöyük köyünde, en düşük ise Hasankendi köyünde bulunmuştur (P<0.05). Çoğulhan tarafından alınan topraklarda en yüksek toplam Cu, 2. km’de, en düşük toplam Cu 30. km’de mesafelerde, Elbistan tarafından alınan topraklarda ise en yüksek toplam Cu 15. km’de, en düşük toplam Cu 24. km’de tespit edilmiştir (P<0.05). Mesafeye bağlı olarak belirlenen değişimler istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuş, ancak topraklarda toplam Cu değerlerinin santralden uzaklaştıkça belirgin bir artış/azalış göstermediği, Cu değerlerinin homojen dağılıma sahip olmadığı belirlenmiştir.

Karaca (1997), aynı yöreden alınan toprak örneklerinin analizlerine göre 5,4- 96,3 mg kg⁻¹ Cu içerdiğini belirtmiştir.

Aydemir ve İnce (1988)’ ye göre genel olarak topraklar 5-50 mg kg⁻¹ düzeyinde toplam Cu içermekte, bunun üstünde ise Cu birikiminden söz edilebileceğini belirtmişlerdir. Bu değerlendirmeye göre bu araştırmadaki toprak örneklerinde Cu birikimi mevcuttur. Romer et al (1992), kömürle çalışan termik santrallerin çevrelerinde 3 km’ye kadar olan mesafede önemli düzeyde Cu, Mn, N, Zn ve Pb birikiminin saptandığını belirtmiştir.

Baba (2003), Yatağan Termik santrali çevresinde yaptığı çalışmada topraklarda Cu değerlerinin 10-26 mg kg⁻¹ arasında tespit etmiş. Aubert and Pinta (1979), toprakların toplam Cu kapsamalarının 15-40 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ortaya koymuştur.

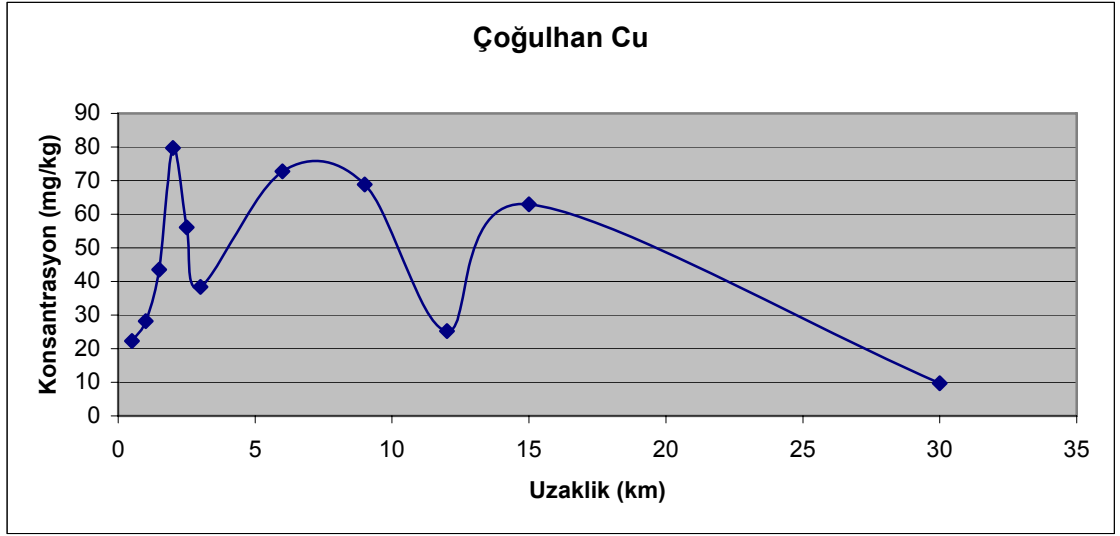
Çizelge 5.13 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin toplam Cu analiz sonuçları

No	Köyler	Cu(mgkg ⁻¹)
1	Alemdar köyü	86,76C
2	Kışla Köyü	49,4I
3	Küçük Kışla Köyü	61,79G
4	Balıkçıl Köyü	64,35F
5	Karahöyük Köyü	95,01A
6	Güvercinlik Köyü	75,8D
7	Hasankendi köyü	23,44K
8	Izgın Köyü	60,17H
9	Karaelbistan Köyü	67,44E
10	Kapılı Köyü	41,46J
11	Kanlıkavak Köyü (Göksun yolu)	91,12B
LSD(%5)		0,05

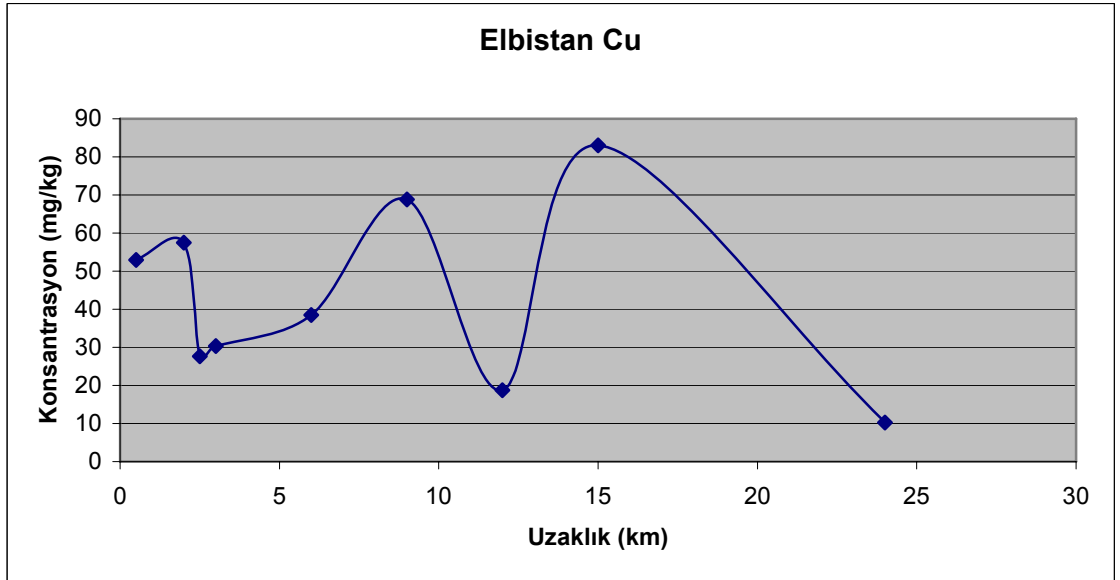
Çizelge 5.14 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin toplam Cu analiz sonuçları

No	Yer	Uzaklık (km)	Cu(mgkg ⁻¹)
1	Çoğulhan	0,5	22,33J
2		1	28,17H
3		1,5	43,5F
4		2	79,73A
5		2,5	56,09E
6		3	38,39G
7		6	72,75B
8		9	68,88C
9		12	25,22I
10		15	62,93D
11		30	9,69K
LSD(%5)			0,05
12	Elbistan	0,5	52,91D
13		2	57,44C
14		2,5	27,67G
15		3	30,34F
16		6	38,49E
17		9	68,81B
18		12	18,77H
19		15	83,02A
20		24	10,28I
LSD(%5)			0,05

Şekil 5.5 ve 5.6' de santralden belirli mesafelerdeki Cu konsantrasyonu grafik olarak verilmiştir.



Şekil 5.5 Çoğulhan yönünden alınan toprakların toplam Cu konsantrasyonu



Şekil 5.6 Elbistan yönünden alınan toprakların toplam Cu konsantrasyonu

Çizelge 5.5'te verilen TKKY'de belirtilen Cu için sınır değer olan 140 mg kg^{-1} 'a ulaşmadığından, toprakların Cu'ca kirlenmiş olduğu söylenemez.

Çizelge 5.15 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Cu için EF hesabı

Köyler	Cu(mgkg⁻¹)	EF
Alemdar köyü	86,76	1,74
Kışla Köyü	49,4	0,99
Küçük Kışla Köyü	61,79	1,24
Balıkçıl Köyü	64,35	1,29
Karahöyük Köyü	95,01	1,9
Güvercinlik Köyü	75,8	1,52
Hasankendi köyü	23,44	0,47
Izgın Köyü	60,17	1,2
Karaelbistan Köyü	67,44	1,35
Kapılı Köyü	41,46	0,83
Kanlıkavak Köyü	91,12	1,82

Çizelge 5.16 Termik santralden çeşitli mesafelerdeki Cu için EF hesabı

Yer	Uzaklık (km)	Cu(mgkg⁻¹)	EF
Çoğulhan	0,5	22,33	0,45
	1	28,17	0,56
	1,5	43,5	0,87
	2	79,73	1,59
	2,5	56,09	1,12
	3	38,39	0,77
	6	72,75	1,46
	9	68,88	1,38
	12	25,22	0,5
	15	62,93	1,26
Elbistan	30	9,69	0,19
	0,5	52,91	1,06
	2	57,44	1,15
	2,5	27,67	0,55
	3	30,34	0,61
	6	38,49	0,77
	9	68,81	1,38
	12	18,77	0,38
	15	83,02	1,66
	24	10,28	0,21

Analiz sonuçları yer kabuğundaki konsantrasyonla oranlanınca Cu konsantrasyonunda minimum zenginleşme söz konusu olduğu gözlenmiştir.

5.5.4 Toplam Çinko (Zn)

Çizelge 5.17 ve Çizelge 5.18’de hakim rüzgar yönünden ve çeşitli köylerden alınan toprak örneklerine ait toplam Zn sonuçları görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre Zn konsantrasyon değerleri 44,49-280,63 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. İstatiksel olarak toplam Zn değeri köy örneklerinde en yüksek Karahöyük köyünde, en düşük toplam Zn ise Küçük Kışla köyünde bulunmuştur (P<0.05). Çoğulhan tarafından alınan topraklarda en yüksek toplam Zn 1,5. km’de, en düşük toplam Zn 30. km’de mesafelerde, Elbistan tarafından alınan topraklarda ise en yüksek toplam Zn 0,5.km’de, en düşük toplam Zn ise 6. km’de tespit edilmiştir (P<0.05). Mesafeye bağlı olarak belirlenen değişimler istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuş, ancak topraklarda toplam Zn değerlerinin santralden uzaklaştıkça belirgin bir artış/azalış göstermediği, Zn değerlerinin homojen dağılıma sahip olmadığı belirlenmiştir.

Karaca (1997), aynı yerlerde alınan toprak örneklerinde Zn değerlerini 30,3-171,8 mg kg⁻¹ arasında bulmuştur.

Çizelge 5.17 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin toplam Zn analiz sonuçları

No	Köyler	Zn(mgkg ⁻¹)
1	Alemdar köyü	148,11F
2	Kışla Köyü	122,56H
3	Küçük Kışla Köyü	104,01J
4	Balıkçıl Köyü	161,19C
5	Karahöyük Köyü	188,77A
6	Güvercinlik Köyü	158,37D
7	Hasankendi köyü	171,69B
8	Izgın Köyü	130,64G
9	Karaelbistan Köyü	154,68E
10	Kapılı Köyü	104,58I
11	Kanlıkavak Köyü (Göksun yolu)	154,75E
LSD(%5)		0.53

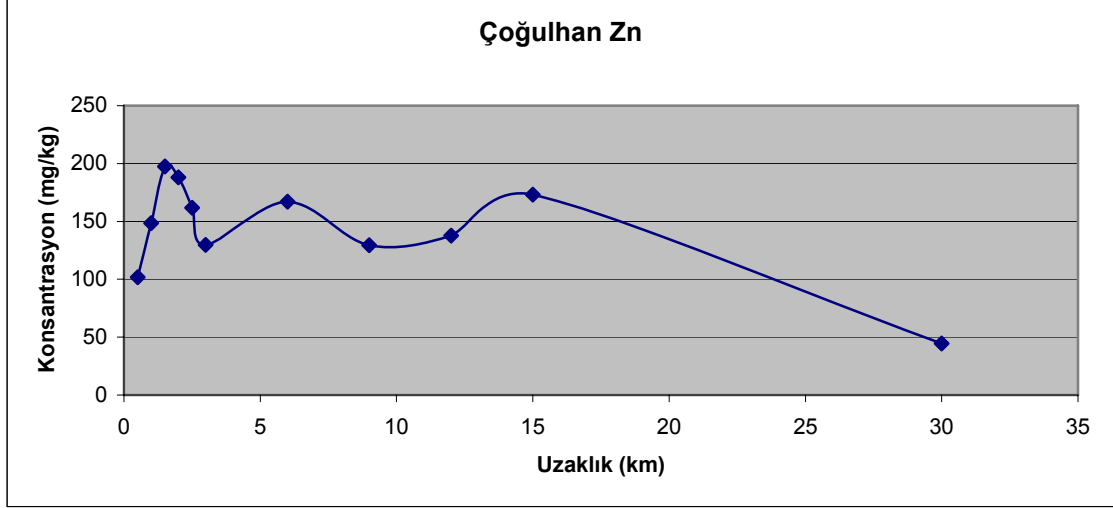
Çizelge 5.18 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin toplam Zn analiz sonuçları

No	Yer	Uzaklık (km)	Zn (mgkg ⁻¹)
1	Çoğulhan	0,5	101,73J
2		1	148,47F
3		1,5	197,35A
4		2	188,1B
5		2,5	161,81E
6		3	129,79H
7		6	167,08D
8		9	129,32I
9		12	137,6G
10		15	173,22C
11		30	44,49K
LSD (%5)			0,05
12	Elbistan	0,5	280,63A
13		2	154,3E
14		2,5	119,42H
15		3	217,11B
16		6	116,98I
17		9	174,32C
18		12	144,66F
19		15	158,82D
20		24	124,87G
LSD (%5)			0,05

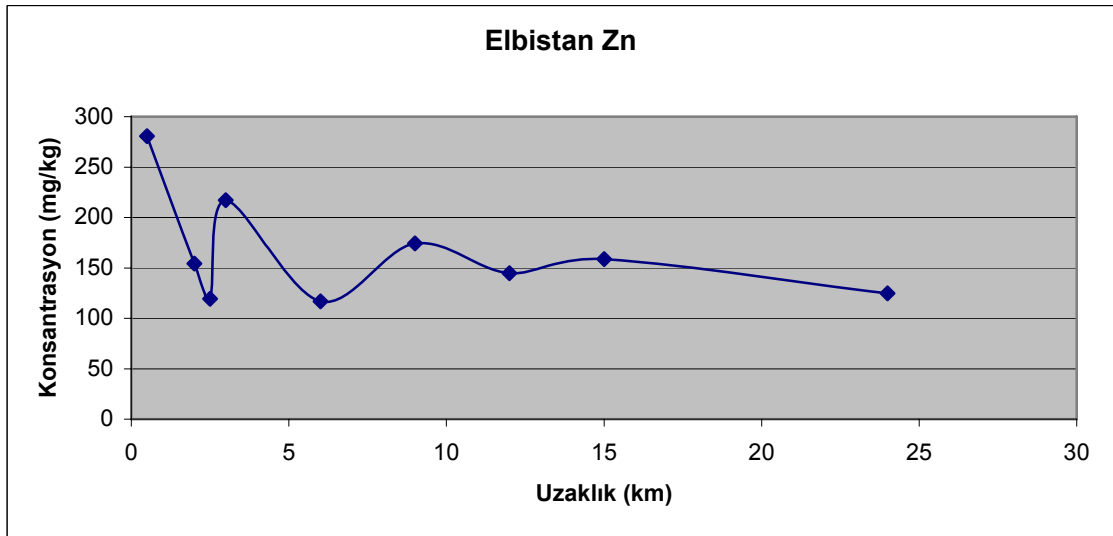
Santralden 0,5 km uzaklıkta 10 yıl önceki çalışmaya göre Karaca (1997), Zn konsantrasyonu 171,8 mg kg⁻¹ iken bu çalışmada Elbistan yönünde 0,5 km mesafede 280,63 mg kg⁻¹ Zn, Çoğulhan yönünde 0,5 km mesafede ise 101,73 mg kg⁻¹, Zn belirlenmiştir. Sonuç olarak toprak örneklerinde santralin uzaklığına ve hakim rüzgar yönüne bağlı olarak Zn birikimi mevcuttur.

Aydemir ve İnce (1988) ve Aktaş (1995) topraklarda 10-300 mg kg⁻¹ arasında Zn bulunduğunu, bunun üzerinde Zn birikiminin başladığını belirtmişlerdir. Kloke (1980) ise Zn kirliliği ile ilgili olarak 250 mg kg⁻¹ sınır değerini vermiştir.

Şekil 5.7 ve 5.8’de termik santralden uzaklaştıkça toplam Zn konsantrasyonunun artış ve azalış gösterdiği gözlenmektedir.



Şekil 5.7 Çoğulhan yönünden alınan toprakların toplam Zn konsantrasyonu



Şekil 5.8 Elbistan yönünden alınan toprakların toplam Zn konsantrasyonu

Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde (TKKY) pH’sı 6’nın üzerindeki topraklarda Zn için belirtilen sınır değeri 300 mg kg⁻¹’dir (Çizelge 5.5). Buna göre araştırma topraklarının toplam Zn içeriği henüz sınır değere ulaşmamıştır.

Çizelge 5.19 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Zn için EF hesabı

Köyler	Zn(mgkg⁻¹)	EF
Alemdar köyü	148,11	1,97
Kışla Köyü	122,56	1,63
Küçük Kışla Köyü	104,01	1,39
Balıkçıl Köyü	161,19	2,15
Karahöyük Köyü	188,77	2,52
Güvercinlik Köyü	158,37	2,11
Hasankendi köyü	171,69	2,29
Izgın Köyü	130,64	1,74
Karaelbistan Köyü	154,68	2,06
Kapılı Köyü	104,58	1,39
Kanlıkavak Köyü	154,75	2,06

Çizelge 5.20 Termik santralden çeşitli mesafelerdeki Zn için EF hesabı

Yer	Uzaklık (km)	Zn (mgkg⁻¹)	EF
Çoğulhan	0.5	101,73	1,36
	1	148,47	1,98
	1.5	197,35	2,63
	2	188,1	2,51
	2,5	161,81	2,16
	3	129,79	1,73
	6	167,08	2,23
	9	129,32	1,72
	12	137,6	1,83
	15	173,22	2,31
	30	44,49	0,59
Elbistan	0,5	280,63	3,74
	2	154,3	2,06
	2,5	119,42	1,59
	3	217,11	2,89
	6	116,98	1,56
	9	174,32	2,32
	12	144,66	1,93
	15	158,82	2,12
	24	124,87	1,66

EF birikim oranına göre, topraklarda minimum düzeyde Zn zenginleşmesinin olduğu görülmektedir.

Zn'nin etkisi, Fe-P alımını engeller. Bitki için toksik düzey: 400 mgkg^{-1} , Hayvan için: 1000 mgkg^{-1} 'dir. Zn toprakta 2 değerli katyon şeklinde bulunur ve kil-organik maddeye bağlanır. Toprak pH'sında etkilidir. Asit topraklarda mobil durumdadır.

5.5.5 Toplam Kadmiyum (Cd)

Çizelge 5.21 ve Çizelge 5.22'de hakim rüzgar yönünden ve çeşitli köylerden alınan toprak örneklerinin toplam Cd değerleri verilmiştir. Söz konusu çizelgelere göre toplam Cd konsantrasyonu $0,67\text{-}2,73 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında saptanmıştır. İstatistiksel olarak köy örneklerinde toplam Cd en yüksek Balıkcıl köyünde, en düşük toplam Cd ise Izgın köyünde bulunmuştur ($P<0.05$). Çoğulhan tarafından alınan topraklarda en yüksek toplam Cd 3. km mesafede, en düşük toplam Cd ise 30. km'de belirlenmiştir ($P<0.05$). Elbistan tarafından alınan topraklarda ise toplam Cd en yüksek 3. km'de, en düşük 6. km'de belirlenmiştir ($P<0.05$). Çoğulhan ve Elbistan yönünden alınan toprakların toplam Cd değerlerinin mesafeyle ilgisi olmadığı, Cd değerlerinin homojen dağılım göstermediği belirlenmiştir.

Karaca (1997), aynı bölgede yapmış olduğu araştırma sonuçlarında Cd konsantrasyonlarını $0,2\text{-}6,45 \text{ mgkg}^{-1}$ değerleri arasında bulmuştur. Karaca (1997), araştırmasında Alemdar Köyündeki Cd oranı $1,75 \text{ mg kg}^{-1}$ iken bu çalışmada $2,02 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Toplam Cd miktarı bitkiler için zararlı olan durumu açıklamaya tam yetmemektedir. İlerideki konularda inceliyeceğimiz ekstrakte edilebilir Cd miktarı bitkiler ve toprak için daha önemlidir.

Çizelge 5.21 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin toplam Cd analiz sonuçları

No	Köyler	Cd (mgkg ⁻¹)
1	Alemdar köyü	2,02C
2	Kışla Köyü	1,19E
3	Küçük Kışla Köyü	0,97F
4	Balıkçıl Köyü	2,73A
5	Karahöyük Köyü	1,75D
6	Güvercinlik Köyü	2,28B
7	Hasankendi köyü	2C
8	Izgın Köyü	0,8G1
9	Karaelbistan Köyü	1,21E
10	Kapılı Köyü	0,89FG
11	Kanlıkavak Köyü (Göksun yolu)	2,2B
LSD(%5)		0,13

Çizelge 5.22 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin toplam Cd analiz sonuçları

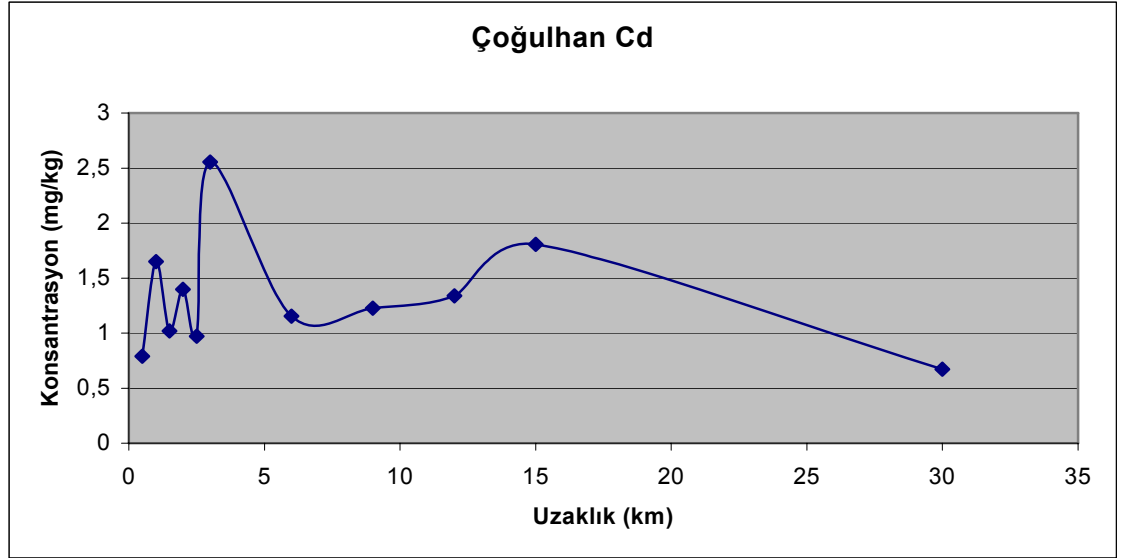
No	Yer	Uzaklık (km)	Cd (mgkg ⁻¹)
1	Çoğulhan	0,5	0,79G
2		1	1,65C
3		1,5	1,02F
4		2	1,4D
5		2,5	0,97F
6		3	2,56A
7		6	1,15E
8		9	1,23E
9		12	1,34D
10		15	1,81B
11		30	0,67H
LSD (%5)			0,105
12	Elbistan	0,5	2,16B
13		2	1,33E
14		2,5	1,09F
15		3	2,32A
16		6	1,08F
17		9	2,09B
18		12	1,52D
19		15	1,77C
20		24	1,16F
LSD (%5)			0,08

Toprakta bulunan toplam Cd miktarı 0.01-7 mg kg⁻¹ arasında olup, tipik ortalama değerin ise 0,06 mg kg⁻¹ düzeyinde olduğu belirtilmiştir (Allaway 1968).

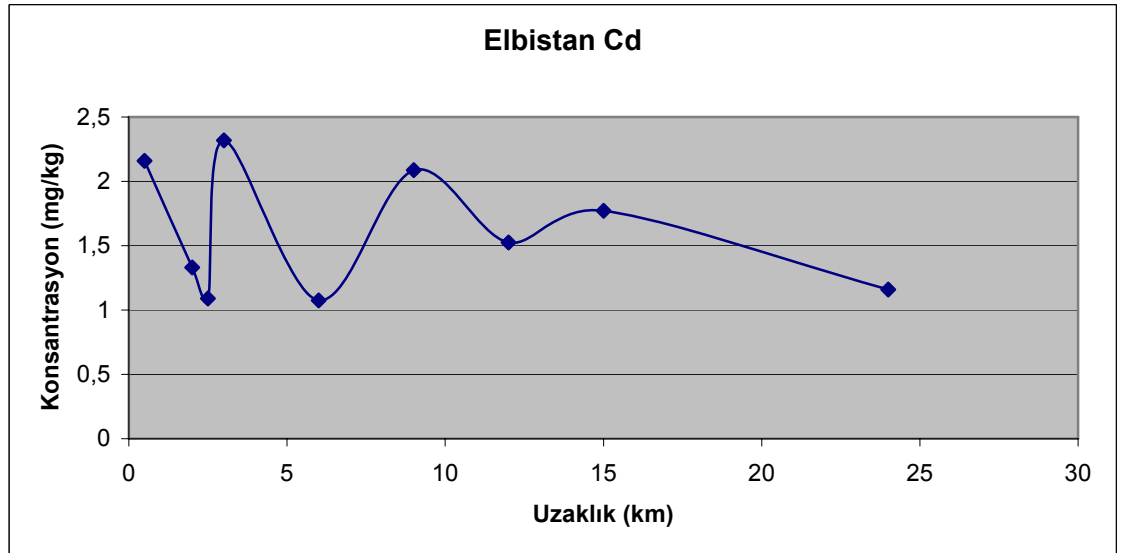
Moen *et al.* (1986), kirlenmemiş topraklardaki Cd miktarının 0,01-1 mg kg⁻¹ arasında olduğunu belirtmiştir. Weast (1963), yer kabuğunda ortalama olarak Cd konsantrasyonunu 0,15 mg kg⁻¹ olarak bildirmiştir. Mc Laughlin and Sings (1999), Cd ile ilgili sınır değerlerin ülkelere göre değiştiğini ve bu sınır değerlerinin; Danimarka, Finlandiya ve İsveç’de 0,5 , Fransa’da 2, Almanya’da 1,5 , İspanyada 1, İngiltere’de 3 ve ABD’de de 20 mg kg⁻¹ kuru madde olarak kabul edildiğini belirtmişlerdir.

Çiçek ve Koparal (2004) Tunçbilek termik santrali çevresinde yaptıkları araştırmada topraklarda $1.4-21,7 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişen Cd değerleri saptamıştır.

Şekil 5.9 ve 5.10’ da Termik santralden uzaklaştıkça Cd konsantrasyonunun artış ve azalış göstermektedir.



Şekil 5.9 Çoğulhan yönünden alınan toprakların toplam Cd konsantrasyonu



Şekil 5.10 Elbistan yönünden alınan toprakların toplam Cd konsantrasyonu

Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde pH'sı 6'nın üzerindeki topraklarda Cd için belirtilen sınır değer 3 mg kg^{-1} 'dır (Çizelge 5.5). Buna göre araştırma topraklarının toplam Cd içerikleri henüz sınır değere ulaşmamıştır.

Litojenik ve jeolojik olarak Zn/Cd oranı 100/1 gibi sabit bir oran gösterir. Topraklarda bu oran daraldıkça topraklarda Cd kirlenmesinde bahsedebiliriz. Analiz sonuçlarına göre Zn konsantrasyonu ve Cd konsantrasyonu oranlandığı zaman >100 gibi çıkan sonuçlarda Cd'ca kirlenmeden söz edilebilir. Çizelge 5.23 ve Çizelge 5.24 incelendiğinde Küçük kışla köyüne ait toprak örneklerinde Zn/Cd oranının 100 den fazla olduğu görülmektedir (Kızılkaya 1998). Bu toprak örneğinde toplam Cd kirlenmesinden söz edilebilir.

Çizelge 5.23 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Zn/Cd oranı

No	Köyler	Zn(mgkg ⁻¹)	Cd(mgkg ⁻¹)	Zn/Cd
1	Alemdar köyü	148,11	2,02	73,32
2	Kışla Köyü	122,56	1,19	103
3	Küçük Kışla Köyü	104,01	0,97	107,2
4	Balıkçıl Köyü	161,19	2,73	59,04
5	Karahöyük Köyü	188,77	1,75	107,9
6	Güvercinlik Köyü	158,37	2,28	69,46
7	Hasankendi köyü	171,69	2	85,85
8	Izgın Köyü	130,64	0,81	161,3
9	Karaelbistan Köyü	154,68	1,21	127,8
10	Kapılı Köyü	104,58	0,89	117,5
11	Kanlıkavak Köyü	154,75	2,2	70,34

Çizelge 5.24 Çoğulhan ve Elbistan tarafından alınan toprak örneklerine ait Zn/Cd oranı

No	Yer	Uzaklık (km)	Zn (mgkg ⁻¹)	Cd (mgkg ⁻¹)	Zn/Cd
1	Çoğulhan	0,5	101,73	0,79	128,8
2		1	148,47	1,65	90,07
3		1,5	197,35	1,02	193,8
4		2	188,1	1,4	134,5
5		2,5	161,81	0,97	166,7
6		3	129,79	2,56	50,79
7		6	167,08	1,15	144,9
8		9	129,32	1,23	105,5
9		12	137,6	1,34	102,8
10		15	173,22	1,81	95,82
11		30	44,493	0,67	66,23
12	Elbistan	0,5	280,63	2,16	130
13		2	154,3	1,33	115,9
14		2,5	119,42	1,09	109,7
15		3	217,11	2,32	93,64
16		6	116,98	1,08	108,8
17		9	174,32	2,09	83,56
18		12	144,66	1,52	94,93
19		15	158,82	1,77	89,68
20		24	124,87	1,16	107,7

Çizelge 5.25 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin Cd için EF hesabı

Köyler	Cd (mgkg ⁻¹)	EF
Alemdar köyü	2,02	18,4
Kışla Köyü	1,19	10,8
Küçük Kışla Köyü	0,97	8,82
Balıkçıl Köyü	2,73	24,8
Karahöyük Köyü	1,75	15,9
Güvercinlik Köyü	2,28	20,7
Hasankendi köyü	2	18,2
Izgın Köyü	0,81	7,36
Karaelbistan Köyü	1,21	11
Kapılı Köyü	0,89	8,09
Kanlıkavak Köyü	2,2	20

Çizelge 5.26 Termik santralden çeşitli mesafelerdeki Cd için EF hesabı

Yer	Uzaklık (km)	Cd (mgkg ⁻¹)	EF
Çoğulhan	0,5	0,79	7,18
	1	1,65	15
	1,5	1,02	9,27
	2	1,4	12,7
	2,5	0,97	8,82
	3	2,56	23,3
	6	1,15	10,5
	9	1,23	11,2
	12	1,34	12,2
	15	1,81	16,5
	30	0,67	6,09
Elbistan	0,5	2,16	19,6
	2	1,33	12,1
	2,5	1,09	9,91
	3	2,32	21,1
	6	1,08	9,82
	9	2,09	19
	12	1,52	13,8
	15	1,77	16,1
	24	1,16	10,5

Zenginleştirme faktörüne göre Cd konsantrasyonu yer kabuğunda olması gerekenden fazla olarak yeterli oranda zenginlik sınıfına girmektedir. Yani bu topraklar için bir birikimin, bir zenginleşmenin olduğunu söyleyebiliriz.

Cd etkisi, toprakta karbonat ve fosfat anyonları tarafından tutulmakta ve toprak katmanlarında CdCO_3 ve CdPO_4 şeklinde çökmektedir.

5.6 Toprak Örneklerinin Ekstrakte Edilebilir Ağır Metallerin (Ni, Pb, Cu, Zn, Pb) Değerlendirmesi

5.6.1 Ekstrakte edilebilir Nikel (Ni)

Santralin hakim rüzgar yönünde çeşitli mesafelerden ve çeşitli köylerden alınan toprak örneklerine ait DTPA ile ekstrakte edilebilir Ni analiz sonuçları Çizelge 5.27 ve Çizelge 5.28’de verilmektedir. Çizelgelerinde incelenmesinden anlaşılabacağı gibi ekstrakte edilebilir Ni 0,8-2,96 mgkg^{-1} arasında belirlenmiştir.

Köy örneklerinde istatistiksel olarak ekstrakte edilebilir Ni en yüksek İzgin köyünde, en düşük ekstrakte edilebilir Ni ise Kanlıkavak köyünde bulunmuştur ($P<0.05$). Çoğulhan tarafından alınan topraklarda en yüksek ekstrakte edilebilir Ni 2. km mesafede, en düşük ekstrakte edilebilir Ni 500 m’de belirlenmiştir ($P<0.05$). Elbistan tarafından alınan topraklarda ise en yüksek ekstrakte edilebilir Ni 500 m ve 3. km’de, en düşük 2,5. km’de belirlenmiştir ($P<0.05$). Çoğulhan ve Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Ni değerlerinin mesafeyle ilgisi olmadığı, Ni değerlerinin homojen dağılım göstermediği belirlenmiştir.

Karaca (1997), aynı yöre topraklarında ekstrakte edilebilir Ni’i 0,23 - 4,31 mgkg^{-1} arasında bulmuştur.

Basta ve Tabatabai (1992), pH’nın toprakta metal hareketliliği üzerine etkisini araştırmışlar ve pH’nın metallerin yarıyışlılıkları üzerine $\text{Cu}=\text{Pb}>\text{Cd}=\text{Ni}=\text{Zn}$ sırası şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Toprakta Ni adsorpsiyonu ve bağlanması önemli ölçüde Mn, Fe ve Al oksitlerle ve kil mineralleri ile olmaktadır. Ekstrakte edilebilir Ni kapsamı pH’nın düşmesine bağlı olarak artmakta ve kil mineralleri, organik madde ile Mn ve Fe oksitlerin miktarındaki artışa bağlı olarak azalmaktadır (Özbek vd. 1993).

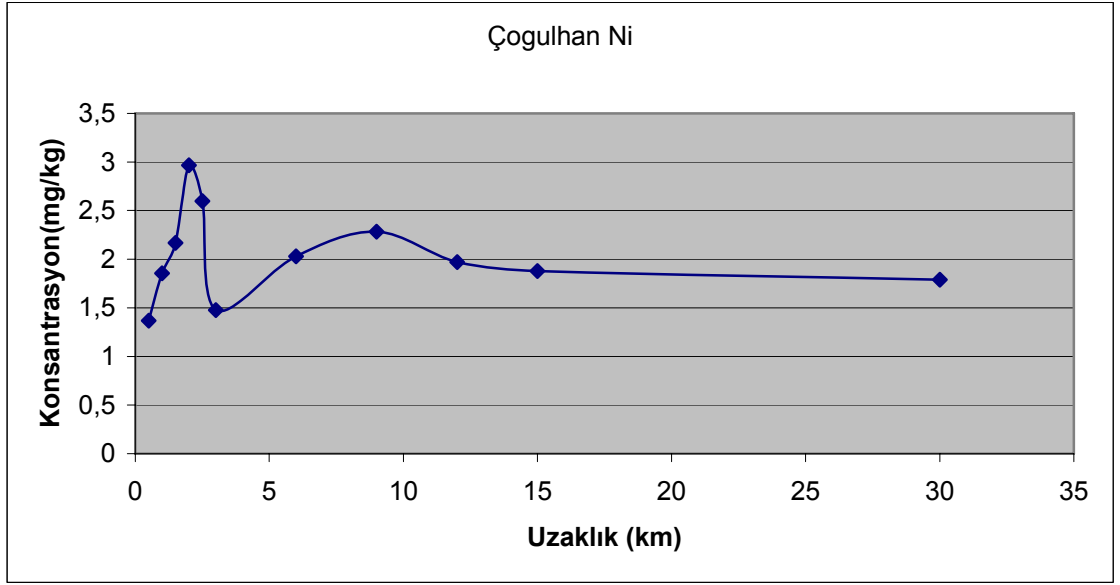
Çizelge 5.27 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Ni analiz sonuçları

No	Yer	Ni (mgkg ⁻¹)
1	Alemdar köyü	1,08BC
2	Kışla Köyü	0,81D
3	Küçük Kışla Köyü	0,90CD
4	Balıkçıl Köyü	1,26B
5	Karahöyük Köyü	1,26B
6	Güvercinlik Köyü	1,10BC
7	Hasankendi köyü	1,06BC
8	Izgın Köyü	1,60A
9	Karaelbistan Köyü	1,21B
10	Kapılı Köyü	1,17B
11	Kanlıkavak Köyü (Göksun yolu)	0,80D
LSD(%5)		0.24

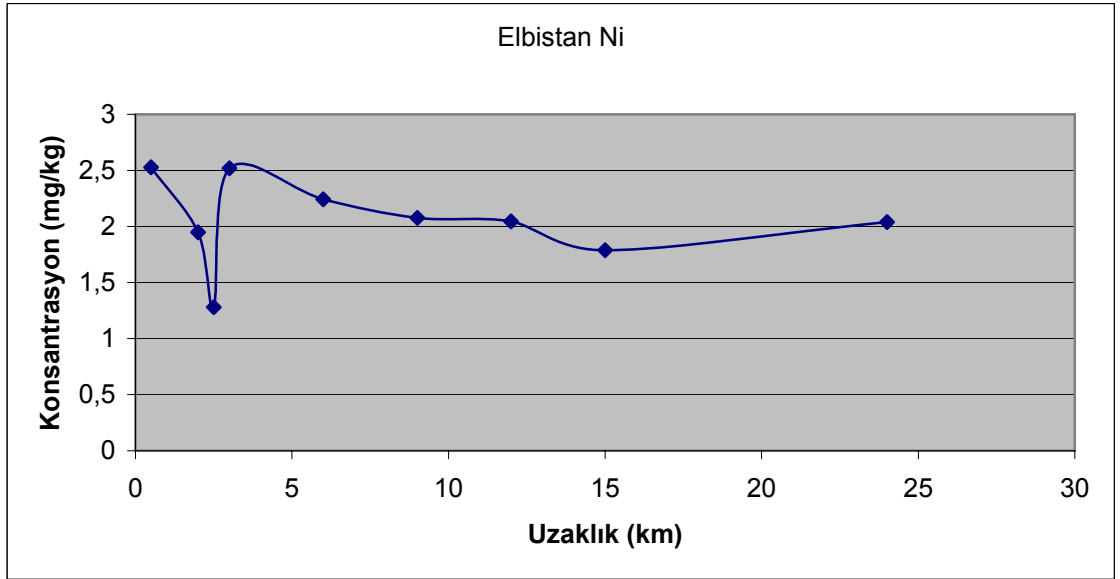
Çizelge 5.28 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Ni analiz sonuçları

No	Yer	Uzaklık (km)	Ni (mgkg ⁻¹)
1	Çoğulhan	0,5	1,36F
2		1	1,85DE
3		1,5	2,16CD
4		2	2,96A
5		2,5	2,59B
6		3	1,47F
7		6	2,03CD
8		9	2,28C
9		12	1,97CD
10		15	1,88DE
11		30	1,79E
LSD (%5)			0.30
12	Elbistan	0,5	2,52A
13		2	1,95C
14		2,5	1,27E
15		3	2,52A
16		6	2,24B
17		9	2,07C
18		12	2,04C
19		15	1,79D
20		24	2,04C
LSD (%5)			0.13

Şekil 5.11 ve Şekil 5.12’de termik santralden ilerlenildikçe toprak örneklerinden elde edilen ekstrakte edilebilir Ni oranlarında ki değişim görülmektedir.



Şekil 5.11 Çoğulhan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Ni konsantrasyonu



Şekil 5.12 Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Ni konsantrasyonu

5.6.2 Ekstrakte edilebilir Kurşun (Pb)

Araştırma topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir Pb kapsamı Çizelge 5.29 ve Çizelge 5.30'da verilmiştir. Ekstrakte edilebilir Pb 0,68-2,87 mgkg⁻¹ arasında değişim göstermektedir. Köylerden alınan örnekler kıyaslandığında; ekstrakte edilebilir Pb en yüksek Küçük Kışla köyünden alınan toprak örneklerinde belirlenmiştir (P<0.05). Çoğulhan yönünden alınan topraklardan en yüksek ekstrakte edilebilir Pb 6. km' de belirlenmiştir, diğer mesafeler arasında belirlenen değişimler ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Elbistan yönü topraklarda ise en düşük ekstrakte edilebilir Pb 9. km ve 24. km'lerde, en düşük ise 3. km'den alınan topraklarda belirlenmiştir. Mesafeye bağlı olarak belirlenen değişimler istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuş, ancak topraklarda ekstrakte edilebilir Pb değerlerinin santralden uzaklaştıkça belirgin bir artış/azalış göstermediği belirlenmiştir.

Karaca (1997), aynı yöre topraklarında yapılan ekstrakte edilebilir Pb konsantrasyonunu 0,11-3,16 mgkg⁻¹ arasında saptamıştır. Ekstrakte edilebilir Ni konsantrasyonunda olduğu gibi yine, en düşük ekstrakte edilebilir Pb konsantrasyonu da 0,68 mgkg⁻¹ Kanlıkavak köyünde bulunmuştur.

Çizelge 5.29 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Pb analiz sonuçları

No	Köyler	Pb(mgkg ⁻¹)
1	Alemdar köyü	0,84B
2	Kışla Köyü	0,81BC
3	Küçük Kışla Köyü	0,78C
4	Balıkçıl Köyü	0,71C
5	Karahöyük Köyü	1,28A
6	Güvercinlik Köyü	0,85B
7	Hasankendi köyü	0,76C
8	Izgın Köyü	0,78C
9	Karaelbistan Köyü	0,75C
10	Kapılı Köyü	0,75C
11	Kanlıkavak Köyü (Göksun yolu)	0,68C
LSD(%5)		0.31

Çizelge 5.30 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Pb analiz sonuçları

No	Yer	Uzaklık (km)	Pb(mgkg ⁻¹)
1	Çoğulhan	0,5	1,58B
2		1	1,30B
3		1,5	1,00B
4		2	1,37B
5		2,5	1,13B
6		3	1,18B
7		6	2,87A
8		9	1,69B
9		12	1,02B
10		15	1,11B
11		30	0,97B
LSD (%5)			0.72
12	Elbistan	0,5	1,65B
13		2	1,44C
14		2,5	1,24D
15		3	1,69A
16		6	1,15E
17		9	1,05G
18		12	1,10F
19		15	1,09F
20		24	1,05G
LSD (%5)			0.01

Topraklarda çözünebilir şekilde bulunan Pb yıkanıp derinlere inmektedir. Kurşun, mikroorganizmalar tarafından immobil şekle dönüştürülebildiği gibi, toprağın değişim kompleksleri tarafından adsorbe veya fiske edilmekte ve organik bileşikler şeklinde tutulmak suretiyle immobil şekle dönüştürülmektedir (Kacar 1994).

John (1972), toprakların ekstrakte edilebilir Pb kapsamalarının toprak pH'sı ile ekstrakte edilebilir Al ve toplam Ni miktarları ile yakından ilişkili olduğunu belirlemiştir. Kurşunun toprakta yayayışlılığı üzerine etki yapan etmenler ile ilgili bilinenler sınırlı olmakla beraber başta toprak pH'sı olmak üzere, toprak tekstürü, kil minerallerinin cins

ve miktarları, organik madde miktarı, katyon ve anyonların cins ve miktarları ile toprak drenajı kurşunun yararışlılığı üzerine etkilidir (Kacar 1994).

Başar ve Gürel (2004), İznik gölü çevresinde bahçe topraklarında yaptığı araştırmaya göre DTPA ile ekstrakte edilebilir Pb oranının 0,33-2,62 mgkg⁻¹ arasında, ortalama ise 1,23 mgkg⁻¹ olduğunu saptamıştır.

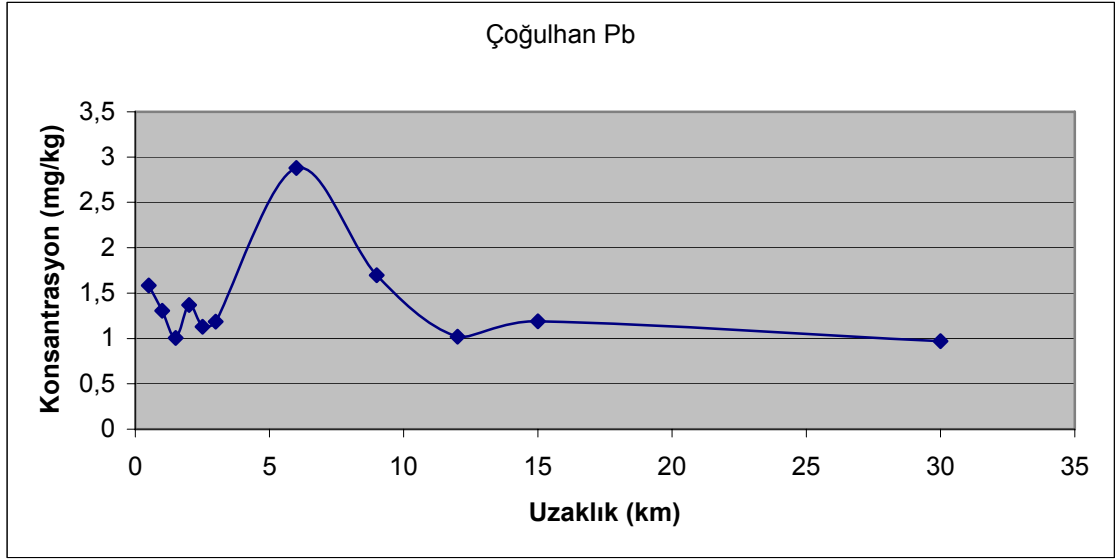
Çoğu metaller asit koşullar altında çözünebilir ve hareketlidir. Buna karşılık yüksek pH'lı topraklar da ise hareketsizdir. Bunun sebebi, oksitler ve organik maddenin fonksiyonel gruplarının oluşturdukları metal kompleksleridir. Pb'de böyle ağır metallerdendir (Yoo and James 2002). pH düştükçe bitkiler tarafından metallerin absorpsiyonu artar (Mc Bride 1994).

Redoks reaksiyonları Mn ve Fe oksitlerin oluşmasına olan etkisi sonucunda Pb çözünürlüğünü değıştirilebilir (Hem 1978). Kurşun, indirgenmiş koşullar altında çözünemeyen sülfidler formunda olabilir. Çoğu ağır metaller indirgenmiş koşullar altında hareketsizdir.

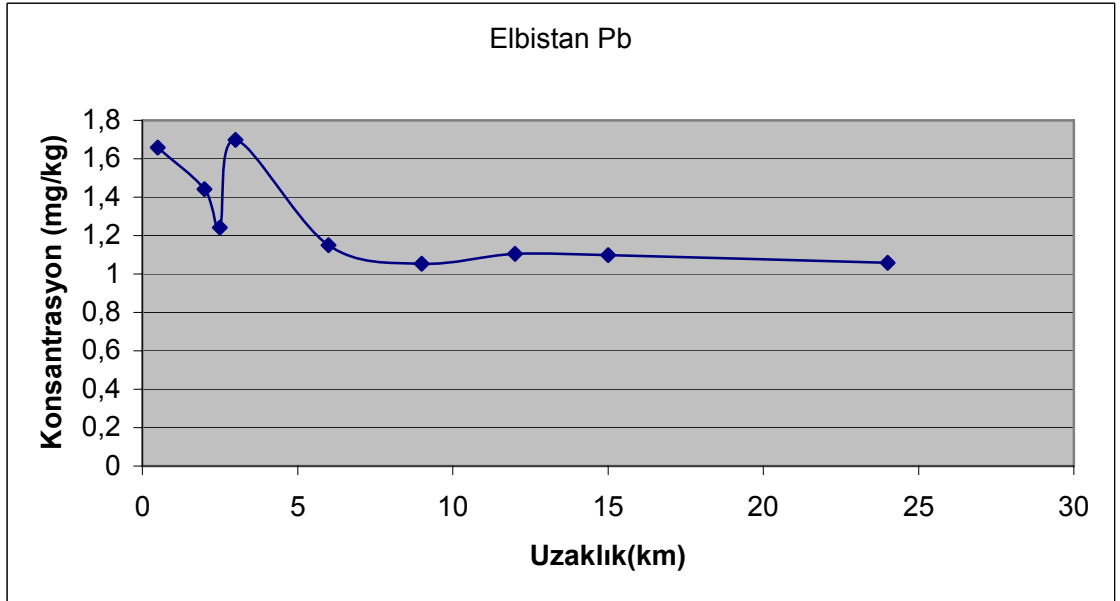
Toprakta organik madde, oksitler ve kil miktarı arttıkça metallerin bitkiye alınabilirliği azalır (Mc Bride 1994).

Kurşun adsorpsiyonu toprak solusyonunun Pb konsantrasyonu üzerine olan etkisinden dolayı önemli bir mekanizmadır. Genel olarak killer tarafından Pb absorpsiyonu pH arttıkça artar bu artış pH 7'ye kadar devam eder. Bu oran pH 7'den sonra azalır. Bittell and Miller (1974), kil üzerinde metallerin adsorpsiyonu üzerinde çalışmış ve absorbe olan Pb⁺²'nin Cd⁺²'ya nazaran 2-3 kat daha yüksek olduğunu rapor etmiştir.

Şekil 5.13 ve 5.14'te termik santralden çeşitli mesafelerden alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Pb konsantrasyonları verilmiştir.



Şekil 5.13 Çoğulhan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Pb konsantrasyonu



Şekil 5.14 Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Pb konsantrasyonu

5.6.3 Ekstrakte edilebilir Bakır (Cu)

Araştırma topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir Cu kapsamı Çizelge 5.31 ve Çizelge 5.32’de verilmiştir. Ekstrakte edilebilir Cu $0,16-2,71 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında değişim göstermektedir. Köy örneklerinde istatistiksel olarak ekstrakte edilebilir Cu en yüksek

Hasankendi ve Karahöyük köylerinde, en düşük ekstrakte edilebilir Cu ise Küçük Kışla köyünde bulunmuştur ($P<0.05$). Çoğulhan tarafından alınan topraklarda en yüksek ekstrakte edilebilir Cu 2. km mesafede, en düşük ekstrakte edilebilir Cu ise 500 m’de belirlenmiştir ($P<0.05$). Elbistan tarafından alınan topraklarda ise en yüksek ekstrakte edilebilir Cu 500. m ve 3. km’de, en düşük 2,5. km’de belirlenmiştir ($P<0.05$). Çoğulhan ve Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Cu değerlerinin mesafeyle ilgisi olmadığı, Cu değerlerinin homojen dağılım göstermediği belirlenmiştir.

Karaca (1997), aynı yöre topraklarında yapılan ekstrakte edilebilir Cu konsantrasyonunu 0,55-5,30 mgkg⁻¹ arasında saptamıştır.

Çizelge 5.31 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Cu analiz sonuçları

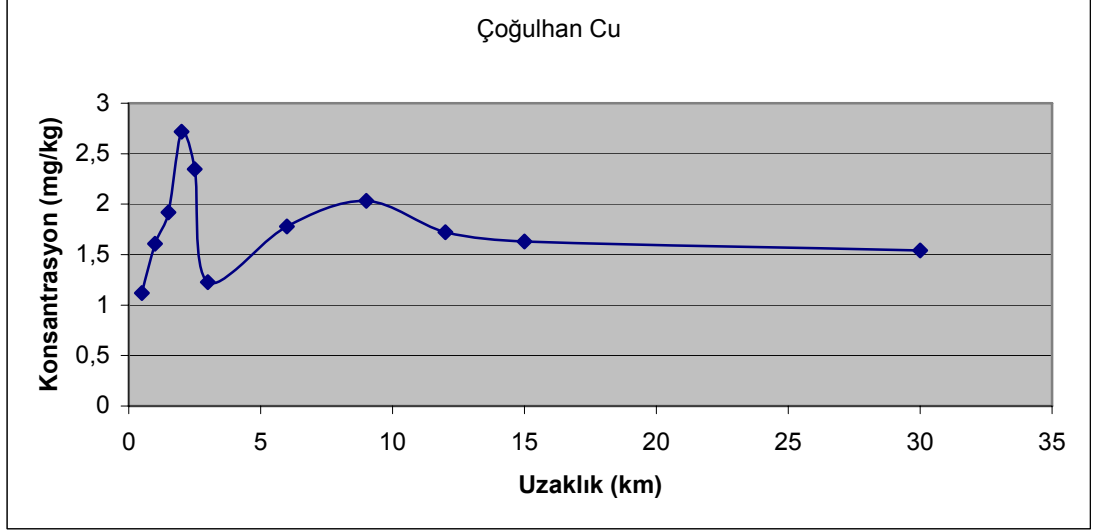
No	Köyler	Cu(mgkg ⁻¹)
1	Alemdar köyü	1,50C
2	Kışla Köyü	1,01EF
3	Küçük Kışla Köyü	0,87F
4	Balıkçıl Köyü	1,80B
5	Karahöyük Köyü	1,98A
6	Güvercinlik Köyü	0,16G
7	Hasankendi köyü	1,99A
8	Izgın Köyü	1,70B
9	Karaelbistan Köyü	1,69B
10	Kapılı Köyü	1,05E
11	Kanlıkavak Köyü (Göksun yolu)	1,29D
LSD(%5)		0.15

Çizelge 5.32 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Cu analiz sonuçları

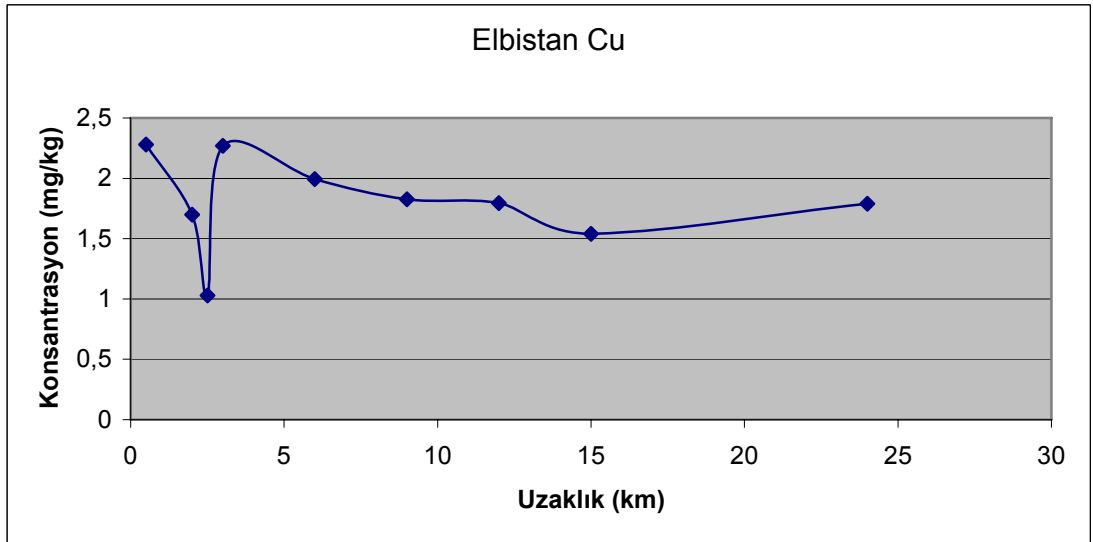
No	Yer	Uzaklık (km)	Cu(mgkg ⁻¹)
1	Çoğulhan	0,5	1,11E
2		1	1,60CD
3		1,5	1,91BC
4		2	2,71A
5		2,5	2,34AB
6		3	1,22DE
7		6	1,78BC
8		9	2,03BC
9		12	1,72CD
10		15	1,63CD
11		30	1,54CD
LSD (%5)			0.51
12	Elbistan	0,5	2,27A
13		2	1,7C
14		2,5	1,02E
15		3	2,27A
16		6	1,99B
17		9	1,82C
18		12	1,79C
19		15	1,54D
20		24	1,79C
LSD (%5)			0.11

Peech (1941), toprak pH'sının asitten alkali yöne doğru değıştikçe ekstrakte edilebilir Cu miktarında azalma olduğunu, Maji vd. (1993) ve Dhane and Shukla (1995) ise yüzey topraklarında ekstrakte edilebilir Cu ile organik madde kapsamının çok önemli pozitif ilişki içerisinde bulunduğunu saptamışlardır. Şendemirci ve Korkmaz (2008), yarayışlı Cu kapsamı kritik düzeyinin 0,2 mgkg⁻¹'den fazla olduğunu belirtmiş ve toprakların kum kapsamının arttıkça toprakların yarayışlı Cu kapsamlarında azalma belirlemişlerdir. Çizelge 5.31 ve 5.32'deki veriler 0,2 mgkg⁻¹ baz alındığında çok yüksek değerlere sahiptir. Söz konusu termik santral çevresindeki topraklarda bitki ve insan sağlığını tehdit edecek Cu vardır.

Şekil 5.15 ve 5.16’te termik santralden çeşitli mesafelerden alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Cu konsantrasyonlarını grafik halinde vermiştir.



Şekil 5.15 Çoğulhan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Cu konsantrasyonu



Şekil 5.16 Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Cu konsantrasyonu

5.6.3 Ekstrakte edilebilir Çinko (Zn)

Araştırma topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn kapsamı Çizelge 5.33 ve Çizelge 5.34’de verilmiştir. Ekstrakte edilebilir Zn 2,43-10,57 mgkg⁻¹ arasında değişim göstermektedir. Köy örneklerinde istatistiksel olarak ekstrakte edilebilir Zn en yüksek Karahöyük köyünde, en düşük ekstrakte edilebilir Zn ise Kışla, Kapılı ve Kanlıkavak köylerinde bulunmuştur (P<0.05). Çoğulhan tarafından alınan topraklarda en yüksek ekstrakte edilebilir Zn 30. km mesafede, en düşük ekstrakte edilebilir Zn ise 500 m’de belirlenmiştir (P<0.05). Bu bulguda gösteriyor ki toprakların ekstrakte edilebilir Zn değerlerinin mesafeyle ilgisi yoktur. Elbistan tarafından alınan topraklarda ise en yüksek ekstrakte edilebilir Zn 9. km’de, en düşük 3. km’de belirlenmiştir (P<0.05). Çoğulhan ve Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Zn değerlerinin mesafeyle ilgisi olmadığı, Zn değerlerinin homojen dağılım göstermediği belirlenmiştir. Karaca (1997), aynı yöre topraklarında ekstrakte edilebilir Zn konsantrasyonunu 1,16-17,11 mgkg⁻¹ arasında saptamıştır.

Çizelge 5.33 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Zn analiz sonuçları

No	Köyler	Zn(mgkg ⁻¹)
1	Alemdar köyü	4,22B
2	Kışla Köyü	2,52E
3	Küçük Kışla Köyü	3,15D
4	Balıkçıl Köyü	3,60C
5	Karahöyük Köyü	7,15A
6	Güvercinlik Köyü	3,72C
7	Hasankendi köyü	4,17B
8	Izgın Köyü	3,13D
9	Karaelbistan Köyü	4,20B
10	Kapılı Köyü	2,43E
11	Kanlıkavak Köyü (Göksun yolu)	2,63E
LSD(%5)		0.27

Çizelge 5.34 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Zn analiz sonuçları

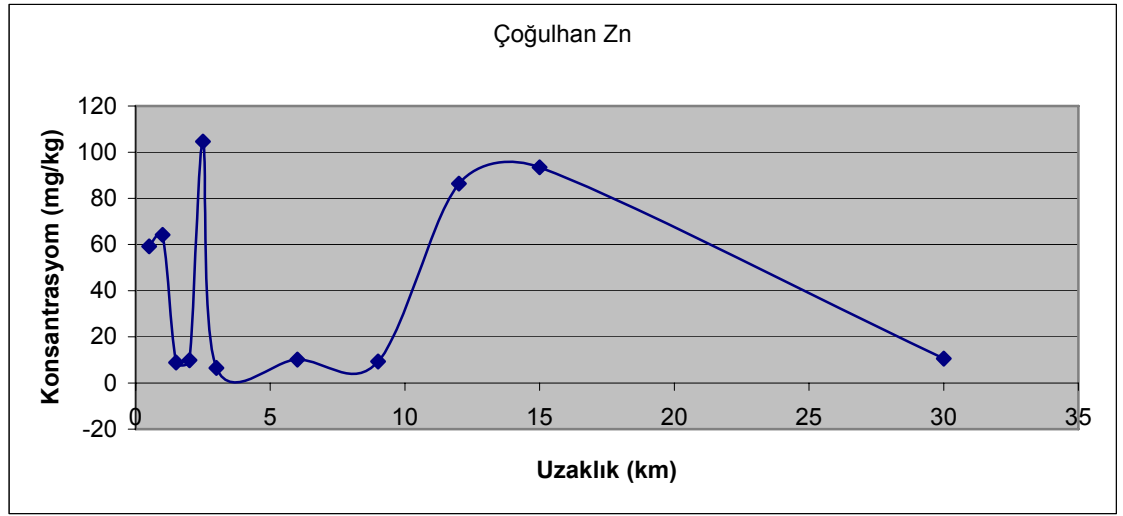
No	Yer	Uzaklık (km)	Zn(mgkg ⁻¹)
1	Çoğulhan	0,5	5,91G
2		1	6,42FG
3		1,5	8,92DE
4		2	9,83BC
5		2,5	10,45AB
6		3	6,55F
7		6	10,09AB
8		9	9,29CD
9		12	8,64E
10		15	9,34CD
11		30	10,57A
LSD (%5)			0.60
12	Elbistan	0,5	8,74B
13		2	7,51E
14		2,5	5,64G
15		3	5,11H
16		6	7,72C
17		9	10,51A
18		12	7,13F
19		15	7,66CD
20		24	7,65D
LSD (%5)			0.06

Eyüpoğlu (1998), yarayırlı çinko kapsamının kritik değeri olarak kabul edilen 0.5 mgkg⁻¹’ den düşük olduğunu belirtmiştir. Viets and Lindsay (1973) DTPA+CaCl₂+TEA yöntemi için kritik değeri Fe için 4,5 mgkg⁻¹, Mn için 1,0 mgkg⁻¹, Zn için 0,5 mgkg⁻¹ ve Cu için 0,2 mgkg⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir.

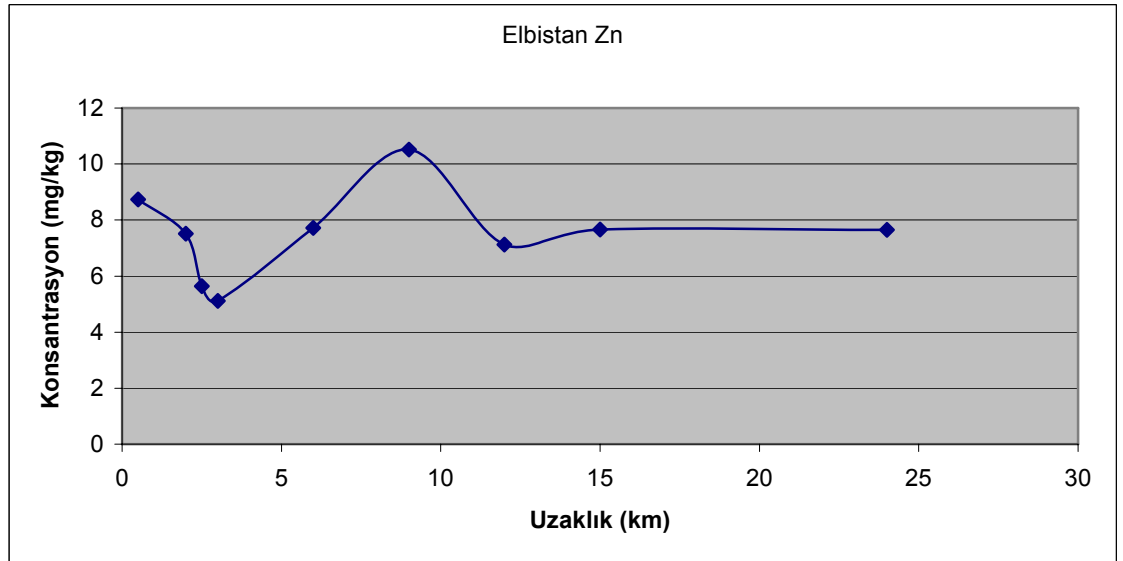
Udo et al. (1970), kireçli alkalın topraklarda çinkonun, toprak kompleksleri ile güç çözünen bileşikleri oluşturduğunu ve böylece yarayırlılığın azaldığını bildirmektedir. Patil ve Sonar (1994), DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn’nin toprakların organik madde ve kil kapsamı ile önemli pozitif, Prasad and Sakal (1992) ise toprakların Zn yarayırlılığı ile pH ve kireç arasında önemli negatif ilişki bulunduğunu belirtmişlerdir. Follet and Lindsay (1970) 0,5 mgkg⁻¹’in altında ekstrakte edilebilir Zn içeren topraklarda bitkilerde noksanlık belirtileri ortaya çıktığını, 1 mgkg⁻¹’in üstünde ise

yeterli olduğunu, Boawn (1971) ise Zn'ye duyarlı biktler için toprakta DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn için $0,8 \text{ mgkg}^{-1}$ 'in kritik düzey olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmalar ışığında Çizelge 5.33 ve 5.34'deki ekstrakte edilebilir Zn konsantrasyonu örnek topraklar için yüksek miktarda ihtiva edilmektedir.

Şekil 5.17 ve 5.18 'de termik santralden çeşitli mesafelerden alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Zn konsantrasyonları grafik halinde verilmiştir.



Şekil 5.17 Çoğulhan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Zn konsantrasyonu



Şekil 5.18 Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Zn konsantrasyonu

5.6.3 Ekstrakte edilebilir Kadmiyum (Cd)

Araştırma topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir Cd konsantrasyonları Çizelge 5.35 ve Çizelge 5.36’de verilmiştir. Buna göre en yüksek ekstrakte edilebilir Cd 0,32 mg kg⁻¹, en düşük ekstrakte edilebilir Cd değeri ise 0,06 mg kg⁻¹ dir. Köylerden alınan örnekler kıyaslandığında; ekstrakte edilebilir Cd en yüksek Hasankendi, en düşük ise Izgın, Kapılı ve Kanlıkavak köyünden alınan toprak örneklerinde belirlenmiştir (P>0.05). Çoğulhan tarafından alınan topraklarda, en yüksek ekstrakte edilebilir Cd 2. ve 30. km mesafede, en düşük ekstrakte edilebilir Cd ise 3. ve 6. km’de saptanmıştır. Elbistan tarafından alınan topraklarda en yüksek ekstrakte edilebilir Cd 500. m ve 24. km’de, en düşük ekstrakte edilebilir Cd 2,5. km’de tespit edilmiştir (P<0.05). Mesafeye bağlı olarak belirlenen değişimler istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuş, ancak topraklarda ekstrakte edilebilir Cd değerlerinin santralden uzaklaştıkça belirgin bir artış/azalış göstermediği belirlenmiştir.

Karaca (1997), aynı yöre topraklarında yapmış olduğu çalışma sonucunda ekstrakte edilebilir Cd konsantrasyonunu 0,05-0,30 mg kg⁻¹ arasında tespit etmiştir.

Çizelge 5.35 Santral çevresindeki köylere ait toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Cd analiz sonuçları

No	Köyler	Cd(mgkg ⁻¹)
1	Alemdar köyü	0,25AB
2	Kışla Köyü	0,28AB
3	Küçük Kışla Köyü	0,28AB
4	Balıkçıl Köyü	0,28AB
5	Karahöyük Köyü	0,25AB
6	Güvercinlik Köyü	0,29AB
7	Hasankendi köyü	0,32A
8	Izgın Köyü	0,18B
9	Karaelbistan Köyü	0,22AB
10	Kapılı Köyü	0,18B
11	Kanlıkavak Köyü (Göksun yolu)	0,16B
LSD(%5)		0.11

Çizelge 5.36 Çoğulhan ve Elbistan yönü toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Cd analiz sonuçları

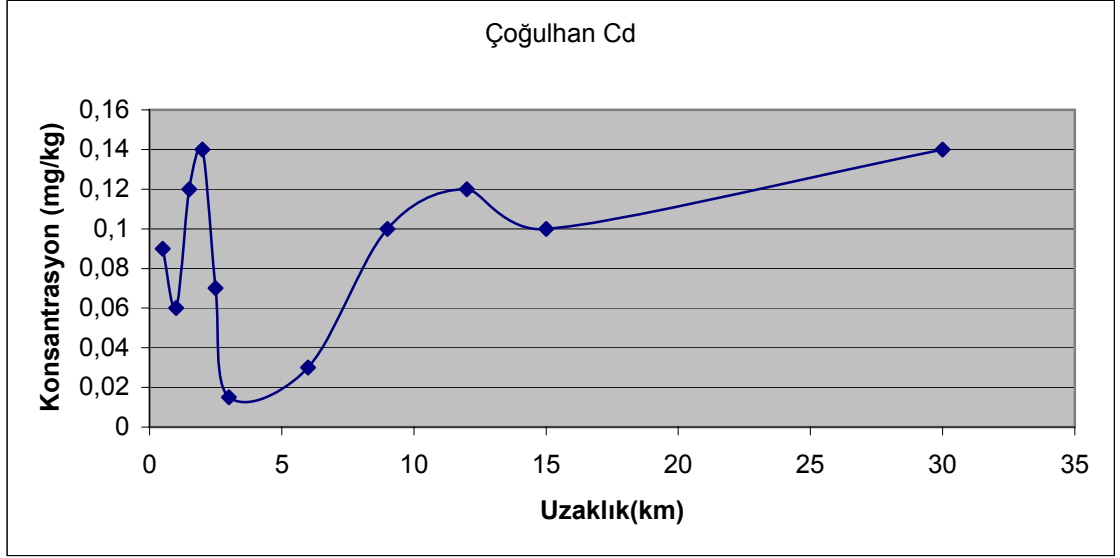
No	Yer	Uzaklık (km)	Cd(mgkg ⁻¹)
1	Çoğulhan	0,5	0,09CD
2		1	0,06E
3		1,5	0,12AB
4		2	0,14A
5		2,5	0,07DE
6		3	0,01F
7		6	0,03F
8		9	0,10BC
9		12	0,12AB
10		15	0,10BC
11		30	0,14A
LSD (%5)			0,23
12	Elbistan	0,5	0,20A
13		2	0,12AB
14		2,5	0,02C
15		3	0,19AB
16		6	0,15AB
17		9	0,13AB
18		12	0,17AB
19		15	0,10BC
20		24	0,20A
LSD (%5)			0.82

Allaway (1968), toprak çözeltisindeki 0.001 mg kg⁻¹ düzeyindeki Cd’u sınır değer olarak belirtmiştir. Buna göre araştırma topraklarının tamamında ekstrakte edilebilir Cd sınır değerlerin oldukça üzerindedir.

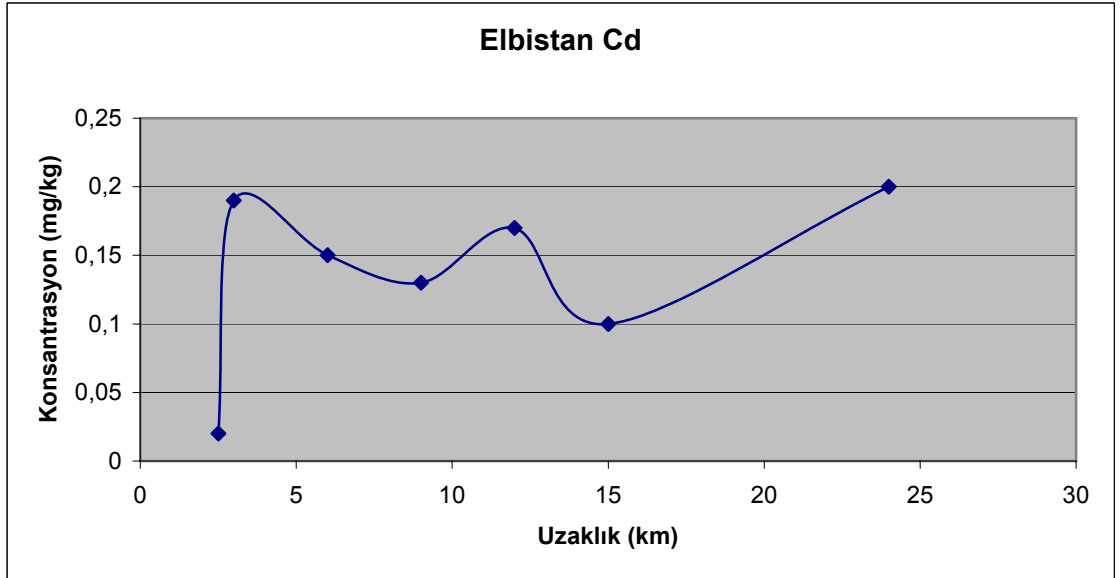
Toprakta bulunan Cd’un bitkiye geçen miktarlarını belirlemede DTPA ile ekstrakte edilebilir miktarının iyi bir gösterge olduğu pek çok araştırmacı tarafından saptanmıştır.

Cd konsantrasyonu toprak çözeltisinde pH 7’de en düşük düzeyde, pH 6-6.5 değerinin altında ise konsantrasyonu hızla yükselmektedir. Ayrıca Cd’un büyük kısmının topraklarda adsorbe olmuş formda bulunması nedeniyle, Cd’un çözünürlüğü toplam Cd artışına bağlı olarak artmaktadır (Özbek vd. 1993).

Şekil 5.19 ve 5.20’te termik santralden çeşitli mesafelerden alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Cd konsantrasyonları grafik halinde verilmiştir.



Şekil 5.19 Çoğulhan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Cd konsantrasyonu



Şekil 5.20 Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Cd konsantrasyonu

5.7 Özelliklere Ait İkili Korelasyonlar

Özellikler arasındaki ikili ilişkileri ortaya koymak amacıyla kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılanı regresyon-korelasyon analizleridir. Korelasyon analizi özellikler arasındaki ilişkinin derecesini göstermektedir. Bu çalışmada toplam ve ekstrakte edilebilir Ni, Pb, Cu, Zn ve Cd ile toprak özellikleri arasında korelasyon katsayıları hesap edilmiş olup Çizelge 5.37, 5.38 ve 5.39’de verilmiştir. Çizelgelerin incelendiğinde verilen korelasyon katsayılarının her biri ayrı ayrı incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar ortaya konulmuştur;

Köylerden alınan toprak örneklerinde kil fraksiyonu ile KDK ($r = 0,868$), toplam Cd ($r = 0,84$) ve toplam Zn ($r = 0,782$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon belirlenmiştir. Köy örneklerine ait silt fraksiyonları ekstrakte edilebilir Ni ($r = 0,546$) arasında $P < 0,01$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon saptanmıştır. Köy toprak örneklerine ait kum fraksiyonları ile KDK ($r = -0,515$) arasında $P < 0,05$ düzeyinde önemli negatif korelasyon belirlenmiştir. Çoğulhan yönünden alınan toprak örneklerine ait kil fraksiyonları ile EC ($r = -0,676$) arasında $P < 0,001$ önemli negatif korelasyon bulunmuştur.

Köylerden alınan toprak örneklerinde organik madde ile ekstrakte edilebilir Pb ($r = 0,552$) ve kireç ($r = 0,540$) arasında $P < 0,01$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon belirlenmiştir. Çoğulhan yönünden alınan topraklarda organik madde ile kireç ($r = -0,537$) arasında $P < 0,01$ düzeyinde önemli negatif korelasyon saptanmıştır.

Çoğulhan yönünden alınan topraklarda EC ile pH ($r = -0,552$) arasında $P < 0,01$ düzeyinde önemli negatif korelasyon saptanmıştır.

Çeşitli köylerden alınan toprak örneklerine ait KDK ile toplam Cd ($r = 0,798$) ve toplam Zn ($r = 0,735$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon belirlenmiştir. Çoğulhan yönünden alınan toprakların KDK ile kireç ($r = -0,837$) arasında $P < 0,001$ önemli negatif ve organik madde ($r = 0,592$) arasında $P < 0,001$ önemli pozitif korelasyon bulunmuştur. Elbistan yönünden alınan toprakların KDK ile kireç ($r = -0,577$) ve kum ($r = -0,673$) arasında sırasıyla $P < 0,05$ ile $P < 0,001$ düzeyinde negatif; kil ($r = 0,781$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Çizelge 5.37 Köylerden alınan toprak örneklerine ait ağır metal kapsamalarının toprak özellikleri ile arasındaki korelasyonlar

	Top Ni	Top Pb	Top Cu	Top Zn	Top Cd	Eks. Ni	Eks. Cd	Eks. Zn	Eks. Cu	Eks. Pb	Nem	Kireç	pH	KDK	%Kil	%Silt
Top Pb	0,212															
Top Cu	0,063	-0,151														
Top Zn	0,206	0,193	0,372													
Top Cd	-0,206	-0,095	0,328	0,69***												
Eks. Ni	0,782***	0,182	0,008	0,304	-0,017											
Eks. Cd	-0,348	-0,144	-0,184	0,194	0,203	-0,134										
Eks. Zn	0,25	-0,035	0,421	0,744***	0,247	0,282	0,21									
Eks. Cu	0,407	-0,067	-0,05	0,482*	0,084	0,403	-0,001	0,476*								
Eks. Pb	-0,023	0,095	0,192	0,192	-0,097	0,038	0,15	0,462	0,041							
Nem	-0,236	0,144	0,484*	0,591***	0,817***	-0,043	0,136	0,128	0,178	-0,138						
Kireç	-0,422	-0,098	-0,167	-0,029	0,003	-0,451	0,311	-0,065	-0,195	0,073	-0,125					
pH	-0,301	0,04	0,147	0,248	0,309	-0,322	0,319	0,255	-0,085	0,053	0,35	0,095				
KDK	-0,204	0,166	0,358	0,735***	0,798***	0,141	0,225	0,365	0,162	0,087	0,84***	-0,231	0,181			
%Kil	-0,296	-0,055	0,39	0,782***	0,84***	-0,084	0,248	0,431	0,306	-0,018	0,808	-0,065	0,414	0,868***		
%Silt	0,622	0,247	-0,196	-0,199	-0,488*	0,546**	-0,137	-0,079	0,003	0,024	-0,471	0,181	-0,486*	-0,45	-0,67	
%Kum	-0,404	-0,226	-0,239	-0,725	-0,432	-0,572	-0,102	-0,439	-0,414	0,014	-0,402	-0,132	0,12	-0,515**	-0,416	-0,391
%O.M.	0,009	-0,396	0,158	0,037	-0,211	-0,072	0,218	0,406	0,191	0,552**	-0,46	0,54**	0,014	-0,358	-0,191	0,229
EC	-0,152	0,155	-0,088	0,054	-0,187	-0,041	0,04	-0,017	-0,086	0,24	0,127	-0,092	-0,148	0,213	0,111	-0,155

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,001

Çizelge 5.38 Çoğulhan tarafından alınan toprak örneklerine ait ağır metal kapsamlarının toprak özellikleri ile arasındaki korelasyonlar

	Kireç	pH	EC	%O.M.	%Kil	%Silt	%Kum	KDK	Top Ni	Top Pb	Top Cu	Top Zn	Top Cd	Eks. Ni	Eks. Pb	Eks. Cu	Eks. Zn
pH	-0,085																
EC	0,284	-0,552**															
%O.M.	-0,537**	0,03	0,251														
%Kil	-0,166	0,291	-0,676***	-0,363													
%Silt	0,161	-0,021	0,426	0,332	-0,846***												
%Kum	0,155	-0,562	0,601***	0,206	-0,585***	0,172											
KDK	-0,837***	-0,012	-0,292	0,592***	0,212	-0,207	-0,067										
Top Ni	-0,483*	-0,028	0,248	0,195	0,028	-0,205	0,208	0,181									
Top Pb	-0,158	-0,103	0,331	-0,116	-0,182	0,045	0,233	-0,027***	0,724***								
Top Cu	-0,42	0,014	0,261	0,336	0,265	-0,333	-0,032	0,42	0,606***	0,284							
Top Zn	-0,302	0,149	-0,025	-0,057	0,37	-0,205	-0,357	0,139	0,345	0,151	0,702***						
Top Cd	0,206	-0,501	0,56	-0,095	-0,23	0,059	0,277	-0,379	0,124	-0,158	0,176	0,281					
Eks. Ni	-0,744***	0,221	-0,104	0,553**	0,142	-0,069	-0,104	0,551**	0,608***	0,306	0,572**	0,505	-0,187				
Eks. Pb	0,224	0,052	0,079	-0,11	0,391	-0,475*	-0,029	-0,057	0,134	0,149	0,397	0,125	-0,103	0,076			
Eks. Cu	-0,656***	0,215	-0,006	0,492*	0,128	-0,036	-0,088	0,512	0,596***	0,325	0,588***	0,479	-0,167	0,821***	0,037		
Eks. Zn	-0,731***	-0,116	-0,227	0,328	0,385	-0,432	-0,116	0,769***	0,444	0,314	0,445	0,127	-0,423	0,598***	0,112	0,562**	
Eks. Cd	-0,601***	0,407	-0,602***	0,507*	0,101	0,083	-0,268	0,637***	-0,173	-0,392	-0,111	-0,108	-0,5	0,439	-0,334	0,382	0,366

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,001

Çizelge 5.39 Elbistan tarafından alınan toprak örneklerine ait ağır metal kapsamlarının toprak özellikleri ile arasındaki korelasyonlar

	Kireç	pH	EC	%O.M.	%Kil	%Silt	%Kum	KDK	Top Ni	Top Pb	Top Cu	Top Zn	Top Cd	Eks. Ni	Eks. Pb	Eks. Cu	Eks. Zn
pH	0,004																
EC	-0,017	-0,012															
%O.M.	-0,41	-0,067	0,23														
%Kil	-0,26	0,111	0,137	0,026													
%Silt	-0,192	0	0,468	0,208	-0,239												
%Kum	0,364	-0,087	-0,461	-0,171	-0,711***	-0,509											
KDK	-0,577*	0,089	0,367	-0,031	0,781***	-0,024	-0,673***										
Top Ni	-0,31	0,009	0,349	0,265	0,226	-0,189	-0,063	0,414									
Top Pb	0,155	0,018	0,155	-0,086	-0,291	0,265	0,062	0,01	0,212								
Top Cu	0,12	0,068	-0,443	-0,449	0,388	-0,531*	0,04	0,073	0,191	-0,47							
Top Zn	-0,566	0,022	-0,131	0,248	0,282	0,225	-0,412	0,205	0,173	-0,374	0,296						
Top Cd	-0,671***	0,015	-0,195	0,028	0,333	-0,072	-0,242	0,45	0,454	-0,183	0,407	0,843***					
Eks. Ni	-0,698***	0,096	0,262	0,288	0,693***	0,3	-0,832***	0,762***	0,156	-0,178	-0,052	0,643***	0,579*				
Eks. Pb	-0,274	0,034	-0,292	0,029	0,057	0,441	-0,371	-0,03	-0,312	-0,009	0,007	0,761***	0,523*	0,488			
Eks. Cu	-0,696***	0,059	0,235	0,219	0,687***	0,323	-0,836***	0,753***	0,102	-0,225	-0,008	0,665***	0,596**	0,971***	0,518		
Eks. Zn	-0,037	0,003	0,251	0,014	0,526*	-0,463	-0,129	0,324	0,308	-0,748***	0,519	0,181	0,205	0,191	-0,357	0,205	
Eks. Cd	-0,506	0,023	0,505	0,296	0,434	0,415	-0,687***	0,596**	0,211	-0,035	-0,239	0,386	0,342	0,735***	0,244	0,704***	0,142

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,001

Elbistan yönünden alınan toprakların toplam Cd ile kireç ($r = -0,671$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde önemli negatif korelasyon bulunmuştur.

Çoğulhan yönünden alınan toprakların toplam Pb ile toplam Ni ($r = 0,724$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Çoğulhan yönünden alınan toprakların toplam Cu ile toplam Ni ($r = 0,606$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Köylerden alınan toprak örneklerinde toplam Zn ile toplam Cd ($r = 0,69$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon saptanmıştır. Çoğulhan yönünden alınan toprakların toplam Zn ile toplam Cu ($r = 0,702$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Köylerden alınan toprak örneklerinde ekstrakte edilebilir Ni içeriği ile toplam Ni ($r = 0,782$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Çoğulhan tarafından alınan toprakların ekstrakte edilebilir Ni içeriği ile KDK ($r = 0,551$) ve toplam Ni ($r = 0,608$) arasında sırasıyla $P < 0,01$ ve $P < 0,001$ düzeyinde pozitif korelasyon, kireç ($r = -0,744$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde negatif bir ilişki saptanmıştır. Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Ni içeriği ile kireç kapsamı ($r = -0,698$) ve kum ($r = -0,832$) arasında negatif, kil ($r = 0,693$) arasında pozitif korelasyon bulunmuştur ($P < 0,001$). Aynı yönden alınan toprak örneklerinde ekstrakte edilebilir Ni içeriği ile KDK ($r = 0,762$) arasında $P < 0,001$ ve toplam Cd ile ($r = 0,579$) arasında $P < 0,05$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Köylerden alınan toprak örneklerinde ekstrakte edilebilir Cu içeriği ile toplam Zn ($r = 0,482$) arasında $P < 0,05$ düzeyinde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Çoğulhan tarafından alınan toprakların ekstrakte edilebilir Cu içeriği ile kireç ($r = -0,656$) ve organik madde ($r = 0,492$) arasında sırasıyla $P < 0,001$ düzeyinde önemli negatif ve $P < 0,05$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon bir ilişki saptanmıştır. Aynı yönden alınan topraklarda ekstrakte edilebilir Cu ile toplam Cu ($r = 0,588$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon belirlenmiştir. Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte

edilebilir Cu ile kireç kapsamı ($r = -0,696$) ve kum ($r = -0,836$) arasında negatif, kil ($r = 0,687$) arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır ($P < 0,001$).

Köy topraklarından alınan örneklerde ekstrakte edilebilir Zn içeriği ile toplam Zn ($r = 0,774$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde pozitif korelasyon belirlenmiştir. Çoğulhan tarafından alınan toprakların ekstrakte edilebilir Zn içeriği ile KDK ($r = 0,769$) arasında $P < 0,05$ düzeyinde pozitif; kireç ($r = -0,731$) arasında da $P < 0,001$ düzeyinde negatif korelasyon saptanmıştır. Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Zn içeriği ile toplam Pb ($r = -0,748$) arasında $P < 0,001$ negatif korelasyon saptanmıştır.

Çoğulhan yönünden alınan topraklarda ekstrakte edilebilir Cd ile kireç ($r = -0,601$) ve EC ($r = -0,602$) arasında $P < 0,001$ düzeyinde önemli negatif; organik madde ($r = 0,507$) arasında da $P < 0,05$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon belirlenmiştir. Elbistan yönünden alınan toprakların ekstrakte edilebilir Cd ile KDK ($r = 0,596$) ve ekstrakte edilebilir Ni ($r = 0,735$) arasında sırasıyla $P < 0,01$ ve $P < 0,001$ düzeyinde önemli pozitif korelasyon saptanmıştır.

5.8 Değerlendirme ve Öneriler

Enerji insana yönelik tüm faaliyetlerin ve üretim basamaklarının gerçekleşmesi için temel kaynaktır. İnsanlığın gelişimi ile birlikte enerji ihtiyacı da sürekli artış göstermektedir. Günümüzde enerji kullanımı toplumların gelişmişlik düzeyinin bir göstergesidir.

Afşin-Elbistan Termik Santrali, Afşin-Elbistan ovasında bulunmaktadır. Aynı zamanda santral bacalarından çıkan emisyonlar rüzgarın etkisiyle çevresinde yer alan tarım topraklarına ulaşmaktadır. Çalışma, santralin baca gazı emisyonlarından kaynaklanabilecek olası ağır metal kirliliğini ortaya koymak ve aynı zamanda santral çevresindeki tarım alanlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında öncelikle bölgedeki hakim rüzgar yönleri gerek meteorolojik veriler ve gerekse gözlemler ile belirlenmiştir. Buna göre bölgede hakim rüzgar yönü güneybatı olarak alınmıştır. Çeşitli yönlerden alınan toprak örneklerinde

tekstür, pH, EC, organik madde, kireç, toplam ve ekstrakte edilebilir Cd, Pb, Ni, Cu ve Zn sonuçları saptanmıştır.

Araştırma kapsamında elde edilen ve önemli sayılabilecek sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Hakim rüzgar yönüne ait topraklarının pH değerleri diğer yönlerin pH değerlerinden daha düşük görülmektedir. Hakim rüzgar yönü doğrultusunda olması SO₂ ve NO₂ emisyonları ile bir etkileşim olduğunu düşündürmekte ise de bu kesin yargıya ulaşmak zordur. pH' nın düşük oluşu ağır metallerin hareketliliğini ve hücre yüzeyine bağlanma durumlarını değiştirmek suretiyle etkilemektedirler. Düşük pH'larda toprakta iyon dengesini bozacağından bitkiler için mutlak suretle gerekli besin elementlerinden potasyum, kalsiyum ve magnezyum ile beslenme dengesi bozulur.
2. Toprak örnekleri kireçli özellik göstermektedir. Bu durum asitleştirici emisyonlara karşı bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca bazı örnekleme noktalarının kireç miktarının en yüksek olduğu yerlerde ağır metal konsantrasyonunun düşük olduğu söylenebilir. Çünkü ağır metaller kireçle kompleks bir yapı oluşturabilmektedir. Örneğin Küçük kışla köyünün kireç miktarı yüksek ancak toplam ağır metal oranları düşüktür.
3. Organik maddenin bünyesindeki organik moleküllerle ağır metaller arasında kompleksler oluşmakta ve metallerin toksisitesini azaltabilen organik maddenin zamanla mineralizasyona uğramaktadır. Bundan dolayı toprağın ağır metal içeriği artmakta ve topraktaki metabolik faaliyetler engellenmektedir.
4. Çeşitli yönlerden alınan topraklarda belirlenen toplam Pb, Cd, Cu ve Zn değerleri, Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği sınır değerlerinin altında bulunmuştur ve henüz Pb, Cd, Cu ve Zn kirliliğinden söz etmek mümkün değildir. Toplam Ni değerlerinin yönetmelik sınır değerlerinin üzerinde olması, bölgede Ni birikimi tehlikesini işaret etmektedir. Ni bitki köklerini tahrip etmektedir. Fe ve P alımını engeller.

5. Toprak örneklerinin hemen hemen hepsinde yönünden alınan toprakların çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilen ekstrakte edilebilir Cd sınır değeri $0.001-0.11 \text{ mg kg}^{-1}$ 'in oldukça üzerinde bulunmuş ve Cd kirlenmesinden söz etmek mümkündür.

6. Ekstrakte edilebilir metal olarak Pb dışındakilerde çeşitli araştırma sonuçlarındaki sınır değerlere göre mevcut bir birikim söz konusudur.

Karaca'nın 1997 yılında yapmış olduğu aynı konulu çalışmadan sonra şu veriyi ortaya koyabiliriz ki, topraklar kendilerini yenileseler bile muhakkak yıllar içinde ağır metal bakımından birikim olmaktadır.

Direskeneli (2007), Afşin-Elbistan Termik santrallerindeki çalışmada; A ve B üniteleri olarak adlandırılan termik santrallerde A santralinde, baca gazı kükürtsüzleştirme tesisinin mevcut bulunmadığını ve elektro filtreler küçük seçildiğini tespit etmiştir. Toz tutma dışında ayrıca indirek yanma için %30 oranında kömür yaktıkları için aşırı yük altında olduğunu belirtmiştir. B santralinin kömür besleme sisteminin mevcut olmadığını, A santralinden B santrale 5 km kömür besleme sisteminin bulunduğunu saptamıştır. B santrali baca gazı kükürtsüzleştirme tesisi bulunmakla beraber, toz tutmak için büyük kapasiteli elektro filtrelerin bulunduğunu ancak kül depolamanın mevcut olmadığını, santral arkasında biriktirilip, hakim rüzgarla külün uçtuğunu tespit etmiştir. Araştırmacı ayrıca, kül barajı (ash dam) kül basma / depolama mevcut olmadığını saptamıştır. Bu çalışmaya dayanarak da bölge topraklarının yeteri derecede korunmadığı görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adriano, D.C., Page, A.L., Elseewi, A.A., Chang, A.C. and Straugham, I. 1980.** Utilization and disposal of fly ash and other coal residues in terrestrial ecosystems. A review. J. Environ. Qual., 9:333-444.
- Anderson, B.M., Keith, J.R. and Connor, J.J. 1975.** Antimony, Arsenic, Germanium, Lithium, Mercury, Selenium, Titanium and Zinc in soil of the powder river basin. Second annual progress report. US Geol. Survey Open-file Report No. 75, 50-57.
- Anonim. 2007. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü,** Web sitesi <http://www.meteoroloji.gov.tr> Erişim tarihi: 2007.
- Anonim. 2007. Elektrik İşleri Etüd Dairesi Genel Müdürlüğü,** Web Sitesi <http://www.eie.gov.tr/> Erişim Tarihi: 2007.
- Anonim. 2008. Elektrik Üretim A.Ş.,** Web Sitesi <http://www.euas.gov.tr/> Erişim Tarihi: 2008.
- Anonim. 1986. Hava Kalitesi Korunması Yönetmeliği,** 2.11.1986 tarihli ve 19269 Sayılı Resmi Gazete.
- Anonim. 1991. Türkiye'nin Çevre Sorunları,** Web sitesi <http://www.meteor.gov.tr/> Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, Ankara.
- Agbenin, J. 2002.** Faculty of Agriculture, Ahmadu Bello University, PMB 1044, Zaria, Nigeria.
- Ajmal, M. and Khan, A. 1986.** Effects of coal fired thermal power plant discharges on agricultural soil and crop plants. Enviromental Research, 39,405-17.
- Allaway, W.H. 1968.** Agronomic controls over environmental cycling of trace elements. Adv. Argon. 20, 235-274.
- Alpacar, N. 1989.** Asit yağmurlarının ormanlar üzerindeki etkileri. Beşinci bilimsel ve teknik çevre kongresi.
- Aktaş, M. 1995.** Bitki besleme ve toprak verimliliği. A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No: 1429, Ders Kitabı: 416, Ankara.
- Aubert, H. and Pinta, M. 1979.** Trace metals in soil. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam
- Aydemir, O. ve İnce, F. 1988.** Bitki besleme. Dicle Üniv. Eğitim Fak. Yayınları No 2. Diyarbakır.

- Baba, A., Kaya, A. and Birsoy, Y.K., 2003.** The effect of yatağan thermal power plant (Muğla-Turkey) on the quality of surface and ground waters, *Water, Air, and Soil Pollution* 149: 93-111.
- Bakaç, M. 2000.** “Factor Analysis Applied to a Geochemical Study of Suspended Sediments from the Gediz River, Western Turkey”, *Environmental Geochemistry and Health*, 22(2), 93-111.
- Baker, D.E. and Amacher, M.C. 1982.** Ni, Cu, Zn ve Cd. Methods of soil analysis, part 2. Chemical and microbiological properties. *Agronomy, Monograph. No 9*, ASASSA. Madison, Wisconsin. USA, 323-36.
- Basta, N.T. and Tabatabai M.A., 1992.** Effect of cropping systems on adsorption of metals by soils. II. Effect of equilibrium solution pH. *Soil Sci.* 153(3):195-204.
- Başar H., Gürel, S. ve Katkat A.V. 2004.** İznik Gölü Havzasında Değişik Su Kaynaklarıyla Sulanan Toprakların Ağır Metal İçerikleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(1):93-104.
- Bittell, J. R. and Miller, R. J. 1974.** Lead, cadmium and calcium selectivity coefficients on montmorillonite, illite, kaolinite. *J. Environ. Qual.*, **3**, 250-253.
- Bunzl, K., Rosner, G. and Schmindt, W. 1983.** Distribution of lead, Cobalt and Nikel in the soil around a coal fired power plant. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 146, 705-13.
- Bouyoucus, G.O. 1951.** A. Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43, 434-38.
- Boawn, L.C. 1971.** Evaluation of DTPA-extractable Zn as a Zn soil test for Washington soils. *Annu. Pacific NW. Fert. Conf. Proc.* 22 nd, Portland, Oregon, 144-146.
- Carlson, C.L. and Adriano, D.C. 1993.** Environmental Impacts of Coal Combustion Residues. *Journal of Environmental Quality* 22, 227-247.
- Cheremisinoff, P. N. 1993.** Lead: A Guidebook to Hazard Detection, Remediation and Control. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Çancı, B. 1998.** Geochemical Assessment of Environmental Effects of Fly Ash from Seyitömer (Kütahya) Thermal Power Plant. Msc Thesis.
- Çicek, A. and Koparal, A.S. 2004.** Accumulation of sulfur and heavy metals in soil and tree leaves sampled from the surroundings of Tuncbilek Thermal Power Plant *Chemosphere* 57 (8): 1031-1036 NOV.
- Dhane, S.S. and Shukla, L.M. 1995.** Distribution of DTPA-extractable Zn, Cu, Mn and Fe in some soil series of Maharashtra and their relationship with some soil properties. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 43:4, 597-600.

- Direskeneli, H. 2007.** Web Sitesi www.emo.org.tr/yayinlar Erişim tarihi: 2008
- Eyüpoğlu, F. 1998.** Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Toprak Gübre Araştırma Enst. Yay. Genel Yayın No: 220.
- Follet, R.H. and Lindsay, W.L. 1970.** Profile distrubitions of zinc, iron, manges and copper in Colorado soils. Colo. State Univ. Exp. Sta. Bull. 110.
- Gupta, M.C. and Ghouse , A.K.M. 1986.** The effects of Coal-smoke pollutants on the leaf epidermal architecture in solanum molengena L. Varierty pusa purle long; environ. Pollut A. (41), 315-321.
- Haktanır, K., Karaca, A., Ok, S., Arcak, S., Türkmen, C., Topçuoğlu, B. ve Türel, F. 2006.** Muğla Yatağan Termik Santral Emisyonlarının Etkisinde Kalan Tarım ve Orman Topraklarının Kirlilik Veri Tabanının Oluşturulması ve Vejetasyon Etkilerinin Araştırılması. DPT Projeleri, Ankara.
- Hem, J.D. 1978.** Redox processes at surfaces of manganese oxide ve their effects on aqueous metal ions. Chemical Geology, 21, 199-218.
- Hemida, S.K., Omar, S.A. and Abdel-Mallek, A.Y. 1997.** Microbial populations and enzyme activity in soil treated with heavy metals. Water, Air, and Soil Pollution, 95: 13-22.
- Hutchinson, T.C. and Tam, D. 1981.** Extrem metal and acidity tolerance in the alga chlorella saccharophila isolated from polluted Sudbory soils. Can. J. Bot.59.
- Lindsay, W.L. and Norvel, W.A. 1978.** Development of DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. Soil Sci. Amer. J. 42(3), 421-28.
- Jakson, M. L. 1962.** Soil chemical analysis. Prentice –Hall, Inc. Nem York.
- John, M.K. 1972.** Lead availability related to soil properties and extractable lead. J. Environ. Qual. 1 (3), 295-298.
- Kacar, B. 1994.** Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma, Geliştirme Vakfı Yayınları No.3, Ankara.
- Karaca, A. 1997.** Afşin-Elbistan termik santrali emisyonlarının çevre topraklarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkileri. Ankara Üniv. Fen Bil. Ens., Ankara. Doktora Tezi (yayınlanmamış).
- Karaca, A., Turgay, O.C., Karaca, S., Sağlam, M., Türkmen, F., Deviren, S. ve Türkmen, N. 2007.** Seyitömer termik santrali emisyonlarının çevre toprakları üzerine etkiler. Proje, Yayınlanmamış, Ankara.

- Kızılkaya, R. Karaca, ve A. Arcak, S. 1998.** Samsun yöresi topraklarında Zn/Cd oranı ve bu oran ile iz element ve ağır metaller (Fe, Cu, Mn, Pb, Ni) arasındaki ilişkiler. 1. Ulusal Çinko Kongresi “Tarım, Gıda, Sağlık” Bildiri Kitabı, sayfa 501-509, 12-16 Mayıs, 1997, Eskişehir.
- Kloke, A. 1980.** Orientierungstaden für tolerierbare gesamtghalte einiger elemente in kulturboden. (Richwerte 80). Biologische Bundesantait for Land und Forstwirtschaft, Berlin.
- Koçak, Ç. 2000.** Afşin-Elbistan Linyit Havzasının Yeniden Değerlendirilmesi; Enerji Dünyası Dergisi Sayı:32
- Nuhoğlu, Y. 1993.** Muğla-kemerköy termik santralinin oluşturacağı çevre kirliliğinin ormanlar üzerindeki etkileri. İstanbul Üniv. Fen Bil. Ens., İstanbul. Doktora tezi (yayınlanmamış).
- Mc Laughlin, M.J. and Sings, B.R. 1999.** Cadmium in soils and plants. Volume 85. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London.
- Mc Bride, M.B. 1994.** Environmental Chemistry of Soils. Oxford University Press, Inc. NY, 400 sayfa.
- Mattigod, S.V., D. Rai, L.E. Eary and Ainsworth, C.C. 1990.** Geochemical factors controlling the mobilization of constituents from fossil fuel combustion residues; I. Review of the major elements. J. Environ Qual. 19: 188-201.
- Maji, B., Chatterji, S. and Bandyopadhyay, B.K. 1993.** Available iron, manganese, zinc and copper in Coastal soils of Sundarbans, West Bengal in relation to soil characteristics. J. Indian Soc. Soil Sci. 41:, 468-471.
- Mejstrik, V. and Suacha, J. 1988.** Concentration of Co, Cr, Cd, Ni and Zn in crop plants cultivated in the vicinity of coal-fired power plants. The Sci. Of the Total Environment, 72,57-67.
- Moen, J.E.T., Cornet, J.P. and Evers, C.W.A. 1986.** Soil protection and remedial actions. Crkia for decision making and standarization of requirements. 441-448. İn: Contaminated soil (ed. J.W. Assink ve W,J, Wanderbink) Martinus Nijhot Dordiecht.
- Onacak, T. 1999.** Türkiye'deki termik santrallara beslenen kömürlerin ve yanma sonucu oluşan katı atıkların çevresel etkileri. H.Ü. Fen Bilim. Enst., Doktora Tezi, Ankara (yayınlanmamış).
- Önder, F. 1996.** Türkiyede var olan ve tasarlanan termik santraller ile bunlara ait hava kirlletici emisyonlar ve önlem alma projeksiyonları, Yüksek lisans tezi, İstanbul (yayınlanmamış).

- Önertoy, Ş. ve Zabunoğlu, S. 1996.** Bandırma-Edincik yöresindeki çeşitli endüstriyel kuruluşların baca emisyonlarının çevredeki zeytin tarımı yapılan alanlara ve bitkisel ürüne etkileri. A.Ü.Fen Bil. Ens. Doktora tezi (yayınlanmamış).
- Özbek, H. and Rasheed, M.A. 1972.** The activity of enzymes in soils of Black Sea Coast. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 1: 89-102.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaplan, M. 1993.** Toprak Bilimi. (P. Schachtschabel, H.P. Blume, G. Brummer, K.H. Hüttermann and U. Schwertmann'dan çeviri). Ç.Ü. Zir. Fak. Genel Yayın No: 73. Ders Kitapları Yayın No.16, Adana.
- Öztan, B. ve Ülgen, H. 1961.** Saturasyon macununda ve ekstraktında tuz tayinleri. Toprak ve Gübre Araştırma Ens. Müdürlüğü Yayınları, Teknik Yayın No 7, Ankara.
- Özden, N. ve Altınbaş, Ü. 2005.** Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak ayrımlı taksonomik birimlerinin yansıma karakteristiklerinin belirlenmesi üzerine araştırma. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 42(2):143-153.
- Pacyna, J.M. 1987.** Atmospheric emissions of As, Cd, Pd, and Hg from high temperature processes in power generation and industry. Ed. T.C. Hutchinson and K.M. Meema, John Wiley and Sons Ltd.
- Peech, M. 1941.** Availability of ions in light sand soils as affected by soil reaction. Soil Sci. 51: 473-486.
- Patil, Y.M. and Sonar, K.R. 1994.** Status of major and micronutrients of Swellshrinks soil of Maharashtra. J. Maharashtra Agric. Univ. 19:2, 169-172.
- Prasad, R. and Sakal, R. 1992.** Extractability of applied zinc from calcareous soil as related to certain soil properties. J. Res. Birsa Agric. Univ. 4:1, 43-46.
- Romer, W., Jank, H. J. and Demele, H. 1992.** Heavy metal contents of grassland soils and plants near a coal-fired power plant. Agribiological Research, 45(2), 137-46.
- Richards, L.A. 1954.** Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept. Agr. Handbook, No.60, 110-8.
- Swaine, D.J. 1990.** Trace elements in coal. Butterworths, London, England. 278pp.
- Şendemirci, H. S. ve Korkmaz, A. 2008.** Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Topraklarının Yarıyışlı Fe, Mn, Zn ve Cu Bakımından Durumu *OMÜ Zir. Fak. Dergisi* 23(1):39-50
- Udo, E.J., Bohn, H.L. and Tucker, T.C. 1970.** Zinc adsorption by calcareous soils. Soil Sci. Amer. Proc. 34: 405-407.

- Ure, A. M. and Berrow, M. L. 1982.** The elemental constituents of soils. “Alınmıştır: Environmental Chemistry. Bowen, H.L. M. (Ed.), Vol.2, Royal Soc. Chem., London.”
- Viets, F.G. and Lindsay, W. L. 1973.** Testing Soil for Zinc, Copper, Manganese and Iron. Soil Testing and Analysis. Of Amer. Inc. Madison Wisconsin USA. 153-172.
- Yurtsever, N. 1984.** Deneysel İstatistik Metodlar, Toprak ve Gübre Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:121, Teknik Yayın No:56, Ankara.
- Yoo, M.S. and James, B.R. 2002.** Zinc extractability as a function of pH in organic waste-amended soils. Soil Sci. 167, 246-259.
- Tuna, L. 2005.** Muğla bölgesindeki termik santrallerden kaynaklanan kirlilik üzerine araştırmalar. Muğla Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Muğla (yayınlanmamış).
- Tüzüner, A. vd. 1990.** Toprak ve Su Laboratuvarı El Kitabı. 164-180.
- Weast, C. 1963.** Handbook of geochemistry and physics, 50th Ed., Chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio.
- Yurtsever, N. 1984.** Deneysel İstatistik Metodları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hiz. Gen. Md. Yayınları, No 623, Ankara.
- Zabunoğlu, S., Haktanır, K., Karaçal, İ. ve Oskay, K. 1989.** Samsun Azot Sanayi ve Karadeniz Bakır İşletmeleri baca emisyonlarının çevredeki tarım alanlarına ve bitkisel ürüne etkilerinin araştırılması. TÜBİTAK Proje no. ÇAĞ-84.

EKLER

Ek 1. Köylerden alınan toprak örneklerine ait % nem'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	144,992	14,499	824,24	0,000
Hata	22	0,387	0,018		
Toplam	32	145,379			

Ek 2. Köylerden alınan toprak örneklerine ait %CaCO₃ 'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	618,351	61,835	382,84	0,000
Hata	22	3,553	0,162		
Toplam	32	621,905			

Ek 3. Köylerden alınan toprak örneklerine ait pH'ya ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	0,69076	0,06908	3,23	0,010
Hata	22	0,47000	0,02136		
Toplam	32	1,16076			

Ek 4. Köylerden alınan toprak örneklerine ait EC'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	22,0221	2,2022	240,80	0,000
Hata	22	0,2012	0,0091		
Toplam	32	22,2233			

Ek 5. Köylerden alınan toprak örneklerine ait Organik Madde'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	3,11287	0,31129	14,46	0,000
Hata	22	0,47367	0,02153		
Toplam	32	3,58653			

Ek 6. Köylerden alınan toprak örneklerine ait %kil'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	2306,05	230,60	4452,61	0,000
Hata	22	1,14	0,05		
Toplam	32	2307,18			

Ek 7. Köylerden alınan toprak örneklerine ait %silt'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	2260,05	226,01	3359,99	0,000
Hata	22	1,48	0,07		
Toplam	32	2261,53			

Ek 8. Köylerden alınan toprak örneklerine ait %kum'a ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	1473,58	147,36	467,75	0,000
Hata	22	6,93	0,32		
Toplam	32	1480,51			

Ek 9. Köylerden alınan toprak örneklerine ait KDK'ya ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	3082,42	308,24	1,1E+04	0,000
Hata	22	0,61	0,03		
Toplam	32	3083,03			

Ek 10. Köylerden alınan toprak örneklerine ait toplam Ni'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	65206,5	6520,7	6,0E+04	0,000
Hata	22	2,4	0,1		
Toplam	32	65208,9			

Ek 11. Köylerden alınan toprak örneklerine ait toplam Pb'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	16542,9	1654,3	1,8E+05	0,000
Hata	22	0,2	0,0		
Toplam	32	16543,1			

Ek 12. Köylerden alınan toprak örneklerine ait toplam Cu'ya ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	14211,0	1421,1	4,0E+05	0,000
Hata	22	0,1	0,0		
Toplam	32	14211,0			

Ek 13. Köylerden alınan toprak örneklerine ait toplam Zn'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	21868,4	2186,8	2,1E+04	0,000
Hata	22	2,3	0,1		
Toplam	32	21870,7			

Ek 14. Köylerden alınan toprak örneklerine toplam Cd'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	12,9871	1,2987	198,69	0,000
Hata	22	0,1438	0,0065		
Toplam	32	13,1309			

Ek 15. Köylerden alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Ni'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	2,31676	0,23168	11,37	0,000
Hata	22	0,44840	0,02038		
Toplam	32	2,76156			

Ek 16. Köylerden alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Pb'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	1,07196	0,10720	3,04	0,014
Hata	22	0,77533	0,3524		
Toplam	32	1,84729			

Ek 17. Köylerden alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Cu'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	9,36605	0,93661	110,90	0,000
Hata	22	0,18580	0,00845		
Toplam	32	9,55185			

Ek 18. Köylerden alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Zn'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	52,2822	5,2282	195,15	0,000
Hata	22	0,5894	0,0268		
Toplam	32	52,8716			

Ek 19. Köylerden alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Cd'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	0,079855	0,007985	1,62	0,166
Hata	22	0,108600	0,004936		
Toplam	32	0,188455			

Ek 20. Çoğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %nem'ine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	264,679	26,468	4868,67	0,000
Hata	22	0,120	0,005		
Toplam	32	264,798			

Ek 21. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %CaCO₃'ine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	1210,29	121,03	39,69	0,000
Hata	22	67,09	3,05		
Toplam	32	1277,38			

Ek 22. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait pH'sına ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	0,220364	0,022036	11,88	0,000
Hata	22	0,040800	0,001855		
Toplam	32	0,261164			

Ek 23. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait EC'sine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	4,94030	0,49403	164,87	0,000
Hata	22	0,06592	0,00300		
Toplam	32	5,00622			

Ek 24. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait Organik Madde'sine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	7,17754	0,71775	678,86	0,000
Hata	22	0,02326	0,00106		
Toplam	32	7,20080			

Ek 25. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait % kil'ine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	2063,81	206,38	2630,44	0,000
Hata	22	1,73	0,08		
Toplam	32	2065,54			

Ek 26. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %silt'ine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	1107,94	110,79	692,75	0,000
Hata	22	3,52	0,16		
Toplam	32	1111,46			

Ek 27. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %kum'sine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	621,05	62,10	5,69	0,000
Hata	22	240,14	10,92		
Toplam	32	861,19			

Ek 28. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait KDK'ya ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	2178,59	217,86	224,88	0,000
Hata	22	21,31	0,97		
Toplam	32	2199,90			

Ek 29. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Ni’e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	75917,8	7591,8	5,6E+04	0,000
Hata	22	3,0	0,1		
Toplam	32	75920,8			

Ek 30. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Pb’ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	71567,2	7156,7	6,6E+04	0,000
Hata	22	2,4	0,1		
Toplam	32	71569,6			

Ek 31. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Cu’a ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	16372,5	1637,3	1,4E+05	0,000
Hata	22	0,2	0,0		
Toplam	32	16372,8			

Ek 32. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Zn’ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	55979,3	5597,9	4,2E+05	0,000
Hata	22	0,3	0,0		
Toplam	32	55979,6			

Ek 33. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Cd'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	8,50189	0,85019	218,51	0,000
Hata	22	0,08560	0,00389		
Toplam	32	8,58749			

Ek 34. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Ni'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	6,48864	0,64886	19,99	0,000
Hata	22	0,71393	0,03245		
Toplam	32	7,20257			

Ek 35. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Pb'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	8,9207	0,8921	4,84	0,001
Hata	22	4,0519	0,1842		
Toplam	32	12,9725			

Ek 36. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Cu'ya ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	6,36676	0,63668	6,76	0,000
Hata	22	2,07250	0,09420		
Toplam	32	8,43926			

Ek 37. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Zn'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	89,2196	8,9220	69,08	0,000
Hata	22	2,8415	0,1292		
Toplam	32	92,0611			

Ek 38. oğulhan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Cd'a ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	10	0,0525682	0,0052568	27,54	0,000
Hata	22	0,0042000	0,0001909		
Toplam	32	0,0567682			

Ek 39. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %nem'ine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	259,314	32414	555673	0,000
Hata	18	0,105	0,006		
Toplam	26	259,419			

Ek 40. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %CaCO₃'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	356,727	44,591	1201,74	0,000
Hata	18	0,668	0,037		
Toplam	26	357,395			

Ek 41. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait Ph'sına ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	0,1203	0,0150	0,05	1,000
Hata	18	5,8701	0,3261		
Toplam	26	5,9904			

Ek 42. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait EC'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	3,92126	0,49016	1,8E+04	0,000
Hata	18	0,00048	0,00003		
Toplam	26	3,92174			

Ek 43. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait Organik Madde'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	5,19775	0,64972	1,0E+04	0,000
Hata	18	0,00113	0,00006		
Toplam	26	5,19888			

Ek 44. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait % kil'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	2789,39	348,67	609,62	0,000
Hata	18	10,30	0,57		
Toplam	26	2799,68			

Ek 45. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait %silt'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	1861,16	232,65	624,05	0,000
Hata	18	6,71	0,37		
Toplam	26	1867,87			

Ek 46. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait % kum'a ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	3573,71	446,71	2,3E+04	0,000
Hata	18	0,35	0,02		
Toplam	26	3574,06			

Ek 47. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait KDK'ya ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	3844,42	480,55	4054,45	0,000
Hata	18	2,13	0,12		
Toplam	26	3846,55			

Ek 48. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Ni'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	11942,1	1492,8	6,1E+04	0,000
Hata	18	0,4	0,0		
Toplam	26	11942,6			

Ek 49. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Pb'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	15139,5	1892,4	9,7E+05	0,000
Hata	18	0,0	0,0		
Toplam	26	15139,5			

Ek 50. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Cu'ya ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	13943,2	1742,9	6,1E+05	0,000
Hata	18	0,1	0,0		
Toplam	26	13943,3			

Ek 51. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Zn'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	68184,4	8523,0	2,7E+05	0,000
Hata	18	0,6	0,0		
Toplam	26	68184,9			

Ek 52. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait toplam Cd'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	5,70840	0,71355	264,28	0,000
Hata	18	0,04860	0,00270		
Toplam	26	5,75700			

Ek 53. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Ni'e ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	3,51530	0,43941	72,66	0,000
Hata	18	0,10885	0,00605		
Toplam	26	3,62416			

Ek 54. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Pb'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	1,57235	0,19654	3514,36	0,000
Hata	18	0,00101	0,00006		
Toplam	26	1,57336			

Ek 55. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Cu'ye ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	3,46675	0,43334	95,95	0,000
Hata	18	0,08129	0,00452		
Toplam	26	3,548046			

Ek 56. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Zn'a ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	60,0499	7,5062	5892,64	0,000
Hata	18	0,0229	0,0013		
Toplam	26	0,0728			

Ek 57. Elbistan yönünden alınmış toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Cd'a ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Uzaklık	8	0,075083	0,009385	4,06	0,006
Hata	18	0,041602	0,002311		
Toplam	26	0,116685			

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gül AYDEMİR

Doğum yeri : Diyarbakır

Doğum Tarihi : 1981

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lise : Gaziantep Lisesi -1998

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü- 2004

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim

Dalı (Şubat 2005- Haziran 2008)

Çalıştığı Kurum ve Yılı:

TİVMAŞ A.Ş. / 2005-2007