



## Afşin Elbistan-A Termik Santrali Yakın Çevresinde Uçucu Kül Kaynaklı Ağır Metal Dağılımının Gaussian Semivariogram Modeli ile İncelenmesi

Mehmet TÜRKMEÑOĞLU<sup>1\*</sup>, Bayram Ali MERT<sup>2</sup>, Mesut ANIL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, 65080, Van

<sup>2</sup>İskenderun Teknik Üniversitesi, Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü, 31200, Hatay

<sup>3</sup>Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Balcalı Kampüsü, 01330, Adana

### Anahtar Kelimeler:

Uçucu kül,  
Ağır metal,  
Gaussian  
semivariogram  
modeli,  
Afşin-Elbistan

### Özet

Afşin Elbistan-A Termik Santrali bacalarından çıkan uçucu küller rüzgarın etkisiyle dağılmakta ve daha sonra toprak üzerine çökmektedir. Bu çalışmada, santrale yakın çevrede topraklar üzerinde oluşan ağır metal kirliliği ile hakim rüzgar yönleri ve esme sayıları arasındaki ilişki Gaussian Semivariogram Modeli ile incelenmiştir. Toprak örnekleri termik santralin yakın çevresinden alınmış ve sekiz adet ağır metal (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Co ve Mn) açısından analiz edilmiştir. Toprak örneklerinin analiz sonuçları; 31.05.2005 tarihli ve 25831 sayılı Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde krom için verilen 100 mg/kg sınır değerinden, ayrıca nikel için verilen 75 mg/kg sınır değerinden yüksek çıkmıştır. Afşin Elbistan A Termik Santrali çevresinde toprak örneklerinde belirlenen ağır metal içeriklerinin hakim Rüzgar Yönüne ve Esme Sayılarına göre elde edilen Gauss dağılım grafikleri incelendiğinde; Kurşun (14,7 ile 35,7 mg/kg arasında), kadmiyum (0,99 ile 2,29 mg/kg arasında) ve bakır (30,6 ile 38,8 mg/kg arasında) güneybatı-kuzeydoğu ekseninde dağılmaktadır. Krom (199 ile 256 mg/kg arasında), nikel (144 ile 206 mg/kg arasında), çinko (54,6 ile 70,9 mg/kg arasında), kobalt (30,7 ile 41,3 mg/kg arasında) ve mangan (725 ile 925 mg/kg arasında) kuzeybatı-güneydoğu ekseninde dağılmaktadır. Bu sonuçlar, uçucu küllerin bacadan çıktıktan sonra rüzgârın esme yönüne ve hızına göre santral çevresinde dağıldığını ve santral yakın çevresinde çöktüğünü göstermektedir. Termik santral yakın çevresindeki topraklardaki ağır metal artışının, santral bacalarından çıkan uçucu küller nedeniyle olduğu söylenebilir. İzlenen ağır metal derişimleri santralden uzaklaştıkça azalmaktadır.

\*e-posta: [mehmetturkmenoglu@yyu.edu.tr](mailto:mehmetturkmenoglu@yyu.edu.tr)

Bu makaleye atıf yapmak için:

Mehmet TÜRKMEÑOĞLU; Bayram Ali MERT; Mesut ANIL, "Afşin Elbistan-A Termik Santrali Yakın Çevresinde Uçucu Kül Kaynaklı Ağır Metal Dağılımının Gaussian Semivariogram Modeli ile İncelenmesi", Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, C. 5, s 2, ss. 215-222

How to cite this article:

Mehmet TÜRKMEÑOĞLU; Bayram Ali MERT; Mesut ANIL, "Investigation of Fly Ash Originated Heavy Metal Distribution in the Close Surroundings of Afşin Elbistan-A Thermal Power Plant with Gaussian Semivariogram Model", Bayburt University Journal of Science, vol. 5, no 2, pp. 215-222

## Investigation of Fly Ash Originated Heavy Metal Distribution in the Close Surroundings of Afşin Elbistan-A Thermal Power Plant with Gaussian Semivariogram Model

### Keywords:

*Fly ash,  
Heavy metal,  
Gaussian  
semivariogram  
model,  
Afşin-Elbistan*

### Abstract

Fly ash coming out of the chimneys of Afşin Elbistan-A Thermal Power Plant disperses with the effect of the wind and then settles on the soil. In this study, the relationship between heavy metal pollution on the soils in the vicinity of the power plant and the prevailing wind directions and blowing numbers was investigated with the Gaussian Semivariogram Model. Soil samples were taken from the close vicinity of the thermal power plant and analyzed for eight heavy metals (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Co and Mn). Analysis results of soil samples; It was higher than the 100 mg/kg limit value given for chromium in the Soil Pollution Control Regulation No. 25831 dated 31.05.2005, and the 75 mg/kg limit value given for nickel. When the Gaussian distribution graphs obtained according to the Dominant Wind Direction and Blowing Numbers of the heavy metal contents determined in the soil samples around Afşin Elbistan A Thermal Power Plant are examined; Lead (14.7 to 35.7 mg/kg), cadmium (0.99 to 2.29 mg/kg), and copper (30.6 to 38.8 mg/kg) are distributed along the southwest-northeast axis. Chromium (199 to 256 mg/kg), nickel (144 to 206 mg/kg), zinc (54.6 to 70.9 mg/kg), cobalt (30.7 to 41.3 mg/kg) and manganese (between 725 and 925 mg/kg) are distributed along the northwest-southeast axis. These results show that after the fly ash leaves the chimney, it disperses around the power plant according to the direction and speed of the wind and collapses in the vicinity of the power plant. It can be said that the increase in heavy metals in the soils in the vicinity of the thermal power plant is due to the fly ash coming out of the power plant chimneys. The heavy metal concentrations observed decrease with distance from the plant.

## 1 GİRİŞ

Dünyada rüzgar, güneş ve diğer yenilenebilir enerji alanlarında bir çok yenilik olmasına rağmen, petrol ve kömür kaynaklı enerji üretimi halen ilk sırada yer almaktadır. 1973-2017 yılları arasındaki 44 yıllık süreçte petrol kullanımını %46'dan %34'e düşerken, kömür kullanımını %24.5'ten %28'e yükselmiştir. Türkiye enerji ihtiyacını 1970'li yıllarda %77 oranında kendi yerli kaynaklarından sağlarken bu oran 2017'de %20 civarındadır [1]. Dünyadaki toplam kömür kaynaklarının %2.1'i ülkemizde bulunmaktadır. Taşkömürü 736 milyon tonu görünür toplam 1.52 milyar ton olarak belirlenmişken, linyit ve asfaltit miktarı toplamda 20.66 milyar tondur. Ülkemizdeki linyitlerin alt ısıl değerleri 1000 kcal ile 4200 kcal arasında değişirken, malesef %90'ının ısıl değeri 3000 kcal nin altındadır [1].

Kahramanmaraş ili sınırlarında yer alan Afşin Elbistan-A termik santrali faaliyete geçtiği 1987 yılından özelleştirildiği 2018 yılına kadar geçen sürede baca gazı filtreleri olmaksızın çalıştırılmıştır. Afşin Elbistan-B termik santralinde baca gazı sistemleri mevcuttur ancak, ortaya çıkan küllerin Afşin Elbistan-A termik santralinde olduğu gibi açık alanda önlem alınmaksızın depolanması, bölgede toprak ve yeraltı suyu kirliliği riskini arttırmaktadır. Ayrıca C, D ve E termik santrallerinin hizmete açılması da planlanmaktadır. Bu ise kısa ve uzun dönemde bölgenin çeşitli çevresel sorunlarla karşı karşıya kalacağını göstermektedir. Türkmenoğlu ve Anıl tarafından yapılan çalışmada, ağır metal analizlerinde izlenen tüm metallerin yağmur suları ile yer altı suyuna karıştığı belirlenmiştir [2].

Karaca (1997) tarafından yapılan çalışmada, Afşin Elbistan-A Termik Santrali yakın çevresinde toprakta ağır metal kirliliği daha önceki bir çalışmada araştırılmış [3] olmasına rağmen, bu bölgede hakim rüzgar yönü ile ağır metal dağılımının incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Karaca (1997) yaptığı çalışmada, hakim rüzgar yönünde santral yakın çevresindeki ağır metal miktarlarının santrale uzak mesafelerden aldığı örneklerden yüksek çıktığını belirtmiştir. Anıl vd 2008'de [4] yaptıkları çalışmada, Afşin Elbistan-A Termik santrali kömür stok sahası, yeni bant dağıtım merkezi, kül stok sahası ve kazı sahasındaki 4 farklı noktaya yerleştirdikleri çöken toz toplama cihazları ile kış sezonunda belirledikleri çöken toz miktarlarının (882 ile 804  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  gün arasında) ilgili

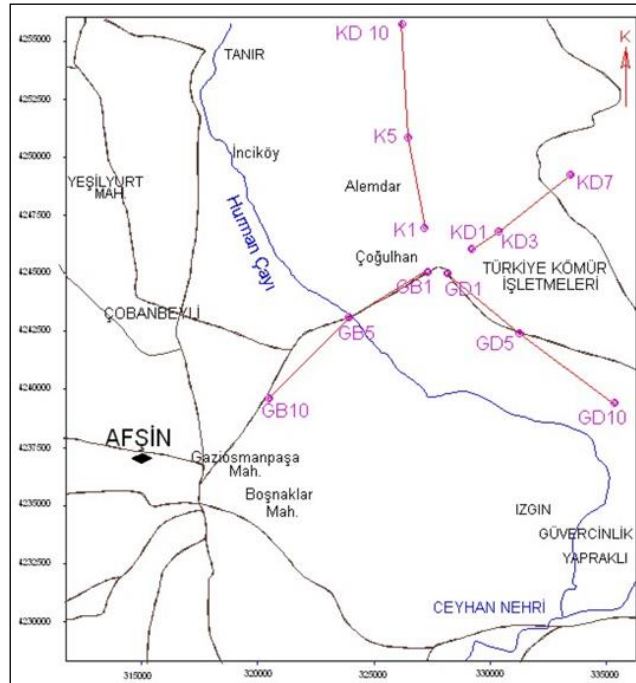
yönetmelikte verilen  $450 \mu\text{g}/\text{m}^2$  gün sınır değerinin üzerinde olduğunu belirlemişler ve yaz döneminde bu miktarın daha da yüksek çıkabileceğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, toprak kirliliğine neden olan (Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Co ve Mn) ağır metallerin Afşin Elbistan-A termik santrali çevresindeki derişimleri belirlenerek, bacalardan atılan uçucu küllerin santral çevresindeki dağılımı incelenmiştir. Bu sayede termik santral nedeniyle, santralin yakın çevresinde oluşan ağır metal kirliliği belirlenmiştir. Çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilere göre toplam 16 yönden rüzgar esme sayıları kullanılarak bir rüzgar gülü oluşturulmuş ve santral çevresinden alınan toprak örneklerinin ağır metal miktarları kullanılarak Gaussian Semivariogram grafikleri çizilmiştir. Santral yakın çevresindeki topraklarda hakim rüzgar yönüyle uyumlu bir şekilde ağır metal derişimlerinde artışlar tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin alındığı koordinatları gösteren harita Şekil 1'de verilmiştir.

## 2 MATERYAL VE METOD

Afşin Elbistan-A Termik Santrali bacalarındaki torba filtrelerde toplanan küller, kül stok havuzunda depolanmakta ve daha sonra atık depolama alanında toprak altına gömülmektedir. Kömür çıkarılmadan önce kazılan örtü toprağı santralden çıkan uçucu küller ve taban külleri ile karıştırılarak gömülmektedir. Bu nedenle santralden çıkan külleri kül havuzuna aktarmada kullanılan taşıyıcı bant üzerinden, gün içerisinde saat başında örnekleme yapılarak uçucu kül örneğı oluşturulmuştur. Toprak örnekleri 25 cm boyundaki kürekle, 4 farklı yönden ve 3 farklı mesafeden alınmıştır. Kuzey yönünde 1 km, 5 km ve 10 km mesafelerden, güneydoğu yönünde 1 km, 5 km ve 10 km mesafelerden, güneybatı yönünde 1 km, 5 km ve 10 km mesafelerden, kuzeydoğu yönünde ise 1 km, 3 km ve 7 km mesafelerden toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 1).

Toprak örnekleri, TS EN 13650 Ocak 2004 "Toprak ıslah edici ve gelişme düzenleyicileri – Kral suyunda çözünabilir elementlerin özütlenmesi" standardında belirtilen ön işlemlerden geçirilmiştir. Süzülen çözültide TS ISO/DIS 11047 Nisan 1997 "Toprak kalitesi- Kadmiyum, krom, kobalt, bakır, kurşun, mangan, nikel ve çinko muhtevası tayini- Alevli ve elektrotermal AAS metotlar" standardına göre analiz edilmiştir. Bulunan sonuçlar, TKKY Ek 1-A'da verilen, "Toprak kirlilik parametreleri sınır değerleri a bendi; topraktaki ağır metal sınır değerleri" ile kıyaslanmıştır. Örnek alınırken kullanılan standartlar Tablo 1'de, Atomik Absorbsiyon Spektrometresi kullanılarak yapılan analizlere ait standartlar ise Tablo 2'de verilmiştir.



	KD1	KD3	KD7	GB1	GB5	GB10
Y	329133	330304	333472	327159	323905	320284
X	4246014	4246829	4249309	4245034	4243053	4239592
	K1	K5	K10	GD1	GD5	GD10
Y	327134	326409	326080	328073	331211	335321
X	4246960	4250876	4255856	4244999	4242401	4239367

Şekil 1. Santral yakın çevresinden alınan toprak örneklerinin koordinat bilgileri

**Tablo 1.** Örnek alınırken kullanılan standartlar

No	Örnek	Standart	Yöntem
1	Toprak	TS 9923 Mart 1992	Toprak kalitesi-Yüzey topraktan numune alma, numunelerin taşınma ve muhafaza kuralları
2	Uçucu Kül	TS 12090 Ekim 1996	Katı atıklardan numune alma kuralları

**Tablo 2.** Analizler yapılırken kullanılan standartlar

No	Örnek	Standart	Yöntem
1	Toprak Analizleri	TS-ISO/DIS 11047 Nisan 1997	Toprak kalitesi Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni ve Zn muhtevası tayini-Alevli AAS Metotlar
2	Uçucu Kül Analizleri	TS 12088 Ekim 1996	Katı atıklar-Ağır metal tayini-Atomik Absorbsiyon spektrofotometrik metot

## 2.1 Jeostatistik Metod

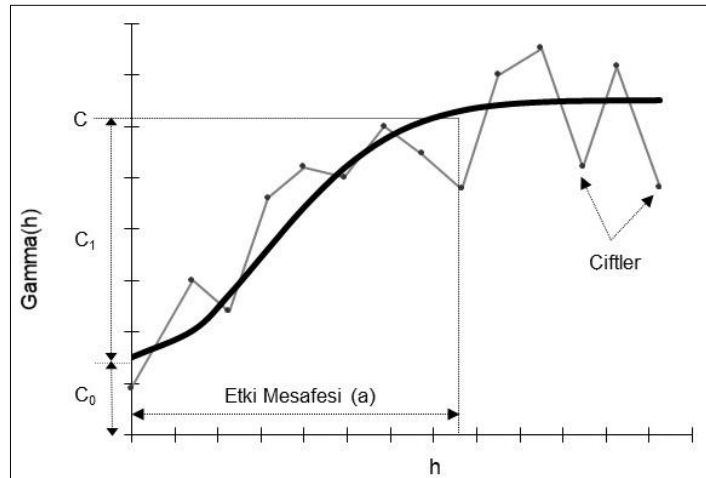
Jeostatistik metotla yapılan bir analiz dört ana gruba ayrılır. Bu gruplar;

- 1) Yöresel değişkenin değerleri arasındaki farkların, uzaklığa bağlı değişimlerini belirlemeye yarayan deneysel ve teorik yarıvariogram modellerinin tespit edilmesi,
- 2) Yarıvariogram modellerinin test edilmesi,
- 3) Kriging tahmin tekniği ile noktasal, alansal veya bir hacmi temsil eden tahminlerin yapılması,
- 4) Yapılan tahmin hatalarının belirlenmesi,

Jeostatistiksel bir çalışmada bu unsurların hepsinin sistematik olarak yapılması gerekir [5].

Yaygın olarak kullanılan Gaussian tip teorik yarıvariogram modelinde yarıvariogram kısa uzaklıklar için parabolik davranış gösterirken, uzaklık arttıkça eşik değere (Sill) asimtotik olarak yaklaşır [6], (Eşitlik 1; Şekil 2).

$$\gamma(h) = C_0 + C_1[1 - e^{(-3h^2/a^2)}] \quad (1)$$



**Şekil 2.** Gaussian tip teorik yarıvariogram modeli ve parametreleri

## 3 ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada, Kahramanmaraş ili sınırları içerisinde yer alan Afşin Elbistan-A Termik Santrali çevresinden alınan toprak örneklerindeki ağır metal miktarları belirlenmiştir. Bulunan değerler 31.05.2005 tarihli ve 25831 sayılı Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde verilen sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. 25 cm lik derinlikten kürekle alınmış toprak örneklerinin ve uçucu kül örneğinin ağır metal içerikleri, Toprak kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde pH>6 topraklar için belirtilen sınır değerler ve izlenen ağır metallerin yer kabuğundaki ortalama değerleri [7] Tablo 3'de verilmiştir.

Afşin-Elbistan bölgesinde 1975'ten 2009'a kadar olan süreçte meteoroloji genel müdürlüğünden alınan veriler kullanılarak çizilen rüzgar grafiklerine göre, hakim rüzgar yaz aylarında GGB (güney-güneybatı), kış aylarında ise KKB (kuzey-kuzeybatı) yönlerinden esmektedir. Gaussian Semivariogram modeli ile, yönlere göre esme sayıları toplamının uçucu küllerdeki ağır metaller ile ilişkilendirildiği kirlilik dağılımını gösteren grafikler Şekil

3’de topluca verilmiştir. Şekil 3’de; a) Pb metalinin hakim rüzgar yönüne ve esme sayısına göre dağılımı, b) Cd metalinin hakim rüzgar yönüne ve esme sayısına göre dağılımı, c) Cr metalinin hakim rüzgar yönüne ve esme sayısına göre dağılımı, d) Cu metalinin hakim rüzgar yönüne ve esme sayısına göre dağılımı, e) Ni metalinin hakim rüzgar yönüne ve esme sayısına göre dağılımı, f) Zn metalinin hakim rüzgar yönüne ve esme sayısına göre dağılımı, g) Co metalinin hakim rüzgar yönüne ve esme sayısına göre dağılımı, h) Mn metalinin hakim rüzgar yönüne ve esme sayısına göre dağılımı, i) Rüzgar yönü verilmiştir.

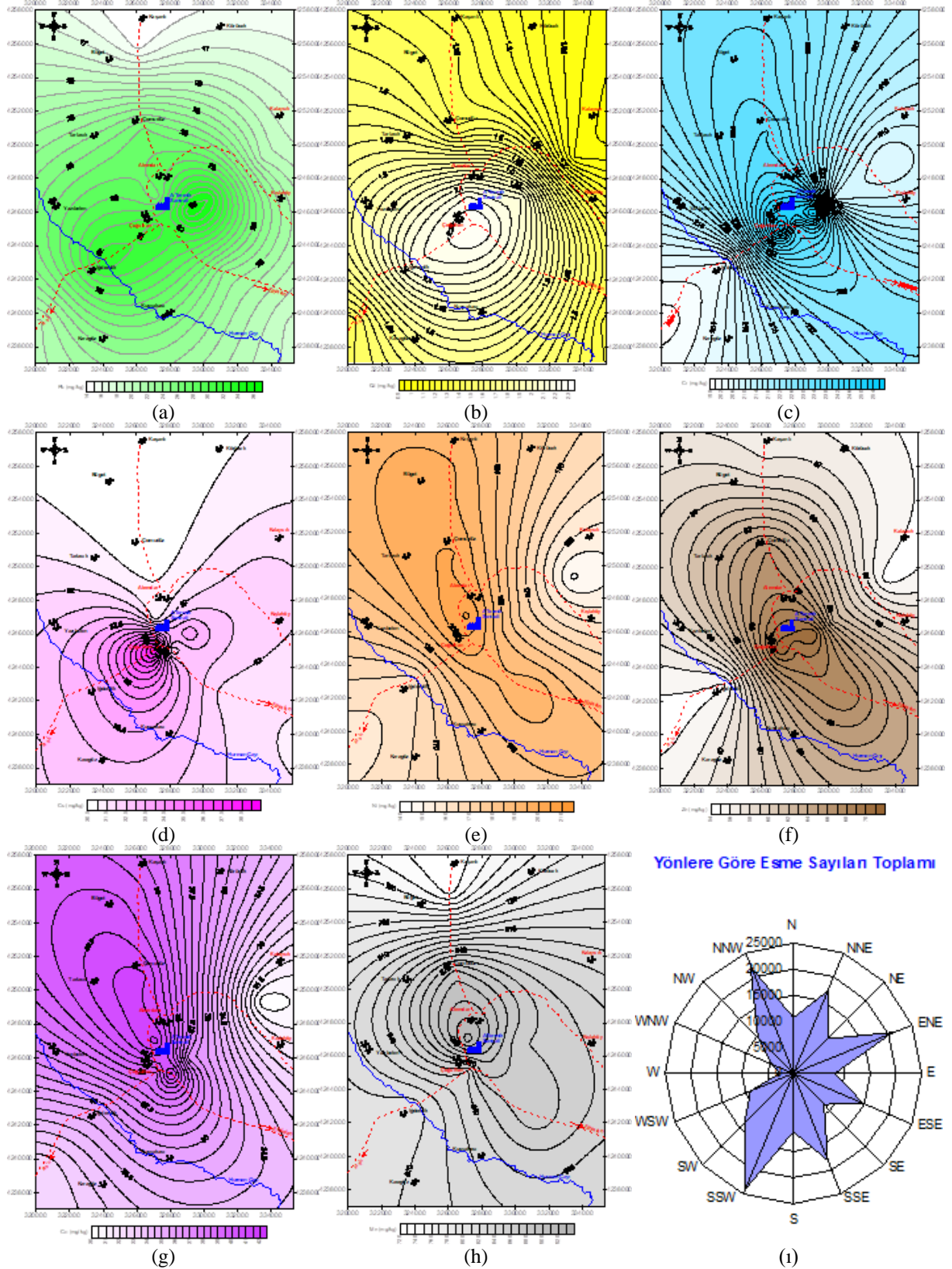
**Tablo 3.** Toprak örnekleri ile uçucu külün ağır metal içerikleri (mg/kg fırın kuru toprak) ve Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği [8] sınır değerleri

Yön	Ağır Metal	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Co (mg/kg)	Mn (mg/kg)
<b>Kuzey 1 km</b>	K1	27.5	2.20	243	31.2	206	68.6	41.7	925
<b>Kuzey 5 km</b>	K5	27.3	1.41	236	30.6	200	66.1	41.1	887
<b>Kuzey 10 km</b>	K10	14.7	1.37	233	30.6	196	57.3	39.7	725
<b>Kuzeydoğu 1 km</b>	KD1	35.7	2.17	256	34.0	186	70.9	36.7	876
<b>Kuzeydoğu 5 km</b>	KD3	35.0	2.10	209	32.8	175	62.7	36.0	861
<b>Kuzeydoğu 10 km</b>	KD7	20.7	0.99	206	32.3	144	54.6	30.2	847
<b>Güneybatı 1 km</b>	GB1	32.7	2.29	256	38.8	198	70.9	38.8	837
<b>Güneybatı 5 km</b>	GB5	32.7	2.18	204	33.7	163	54.9	35.7	805
<b>Güneybatı 10 km</b>	GB10	20.9	1.43	199	32.5	157	54.8	32.5	804
<b>Güneydoğu 1 km</b>	GD1	31.0	2.28	237	32.1	195	68.9	41.3	874
<b>Güneydoğu 5 km</b>	GD5	23.8	1.91	229	31.8	194	67.9	35.8	867
<b>Güneydoğu 10 km</b>	GD10	18.6	1.27	228	31.4	186	63.6	34.1	832
<b>TKKY Sınır Değerleri</b>		300.0	3.00	100	140.0	75	300.0	-	-
<b>Afşin ElbistanA Uçucu külü</b>		65.7	4.93	291	37.1	120	211.6	69.9	187
<b>Yerkabuğunda Ortalama değer</b>		15.0	0.10	80	35.0	45	70.0	18.0	800

Afşin Elbistan-A termik santralının kuzey doğusundan (1, 3 ve 7 km), güney batısından (1, 5 ve 10 km), kuzeyinden (1, 5 ve 10 km) ve güney doğusundan (1, 5 ve 10 km) alınan toprak örneklerinde yapılan ağır metal analiz sonuçları incelendiğinde; 0-25 cm derinliğinden alınan Toprak örneklerinde belirlenen ağır metal miktarları, Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ağır metal sınır değerleriyle kıyaslandığında; tüm örneklerdeki kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko miktarları yönetmelikte verilen sınır değerlerin altındadır. Ancak kurşun ve bakır değerlerinin yerkabuğundaki ortalama değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kurşun (14,7 ile 35,7 mg/kg arasında), kadmiyum (0,99 ile 2,29 mg/kg arasında) ve bakır (30,6 ile 38,8 mg/kg arasında) güneybatı-kuzeydoğu ekseninde dağılmaktadır. Kuzeybatı-güneydoğu ekseninde dağılan; krom (199 ile 256 mg/kg arasında), nikel (144 ile 206 mg/kg arasında), çinko (54,6 ile 70,9 mg/kg arasında) belirlenmiştir. Toprak kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde sınır değer verilmeyen kobalt ve mangan miktarları; kobalt için 30,7 ile 41,3 mg/kg arasında, mangan içinse 725 ile 925 mg/kg arasında değişmektedir. Yer kabuğunda kobalt ortalama olarak 18 mg/kg oranında, manganın ise ortalama olarak 800 mg/kg oranında bulunmaktadır. Bu değerler bize termik santral çevresindeki topraklarda önemli miktarda kobalt ve yer yer mangan zenginleşmeleri olduğunu

göstermektedir. Tüm örneklerdeki krom miktarları yönetmelikte verilen 100 mg/kg fırın kuru toprak sınır değerinden ve tüm örneklerdeki nikel miktarları verilen 75 mg/kg fırın kuru toprak sınır değerinden yüksek çıkmıştır.



Şekil 3. Afşin Elbistan A Termik Santrali çevresinde toprak örneklerinde belirlenen ağır metal içeriklerinin Rüzgar Yönüne ve Esme Sayısına göre Gauss dağılım grafiği. (a) Pb (Kurşun), (b) Cd (Kadmiyum), (c) Cr (Krom), (d) Cu (Bakır), (e) Ni (Nikel), (f) Zn (Çinko), (g) Co (Kobalt), (h) Mn (Mangan), (i) Rüzgar yönü

## 4 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile, Afşin Elbistan-A Termik Santrali bacalarından atılan uçucu küllerin rüzgarların etkisiyle santral yakın çevresindeki topraklarda oluşturabileceği ağır metal kirliliğinin dağılımı belirlenmiştir. Araziden alınan örnekler üzerinde yapılan incelemeler ve analizler neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

- Afşin Elbistan-A termik santralının çevresinden 4 farklı yönden alınan toprak örneklerinde belirlenen ağır metal miktarları incelendiğinde; Pb, Cd, Cu ve Zn miktarları toprak kirliliğinin kontrolü yönetmeliğindeki sınır değerlerin altında olduğu, ancak kurşun ve bakır değerlerinin yer kabuğundaki ortalama değerlerden daha yüksek olduğu, Ni ve Cr değerlerinin tamamının sınır değerlerden oldukça yüksek çıktığı belirlenmiştir.
- Dış döküm sahasında ve iç döküm sahasında doğrudan toprak altına gömülen uçucu külden ağır metal değerleri mangan hariç yer kabuğundaki ortalama değerlerden yüksek çıkmıştır. Analizi yapılan toprak örneklerinde ise; bakır ve çinko metali dışındaki tüm sonuçlar yer kabuğundaki ortalama değerlerden yüksek olarak belirlenmiştir.
- Afşin Elbistan A Termik Santrali çevresinde toprak örneklerinde belirlenen ağır metal içeriklerinin hakim Rüzgar Yönüne ve Esmeye Sayısına göre Gauss dağılım grafikleri incelendiğinde, termik santral uçucu külleri içerisindeki ağır metaller ile santral çevresindeki topraklar içerisindeki ağır metaller arasında net bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Grafiklerde; Pb, Cd ve Cu metallerinin güneybatı-kuzeydoğu ekseninde; Cr, Ni, Zn, Co ve Mn metallerinin de kuzeybatı-güneydoğu ekseninde dağıldıkları görülmektedir. Bu sonuçlar, uçucu küllerin bacadan çıktıktan sonra rüzgarın esme yönüne ve hızına göre santral çevresinde dağıldığını ve santral yakın çevresinde yüksek olan ağır metal derişimlerinin santralden uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir. Yazarların diğer çalışmalarında belirledikleri çöken toz miktarlarının ilgili standarttaki sınır değerin yaklaşık iki katı çıkması, sınır değeri henüz aşmamış olan nikel ve krom metalleri haricindeki tüm metallerin santral yakın çevresinde birikmekte olduğunu göstermektedir.
- Afşin Elbistan A termik santralinde 1984 yılından 2018 yılına kadar baca gazlarının ve partikül maddelerin önlenmesi için gerekli baca sistemleri çalıştırılmadığı için, rüzgar yönüne göre santral çevresindeki topraklarda ağır metal kirliliğine ve hava kirliliğine neden olmuştur. 2004 yılında faaliyete geçen Afşin Elbistan B santrali ile de bu olumsuz etkiler daha da artmıştır. Bundan sonraki süreçte santral baca filtre sistemlerinin etkin bir şekilde çalıştırılması ile hava ve toprak kirliliğinin önlenmesi, yanma sonucu açığa çıkan küllerin geçirimsiz zemin vb uygulamalar ile yer altı su kirliliğinin önlenmesi gerekmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma, MMF2006D4 nolu proje olarak Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiş olup, doktora tezinden alınmıştır.

## Yazar Katkıları

**Mehmet Türkmenoğlu:** Kavramlaştırma, Metodoloji, Araştırma, Yazım - Özgün Taslak, Yazım - Değerlendirme & Düzenleme, Süpervizyon

**Bayram Ali Mert:** Yazılım, Veri analizi, Veri İyileştirme, Görselleştirme

**Mesut Anıl:** Doğrulama, Materyaller / Kaynaklar, Proje yönetimi, Finansman temini

Yazarlar makalenin son halini okuyup onaylamışlardır.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## Kaynakça

[1] S. Leloğlu, M.G. Özdoğan, S. Durak, Y. Mollaoğlu, N. Uçar, E.Demir, F.Tütüncü, A.Hancı, M. Zaman, H. Güldoğan, H. İ. Erdemir, A. Uluğ Birsen, Ö. Eren ve V. Sır, “TMMOB Maden Mühendisleri Odası Kömür ve Enerji Raporu”, Ankara, 2020.

[2] M. Türkmenoğlu, M. Anıl, “Afşin Elbistan-A Termik Santrali Yakın Çevresindeki Yer altı Sularının Ağır Metal Kirliliği Açısından İncelenmesi.” *4. Madencilik ve Çevre Sempozyumu*, 02- 03 Haziran 2011, s 199-208, İzmir.

[3] A. Karaca “Afşin Elbistan Termik Santrali Emisyonlarının Çevre Topraklarının Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri.” Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ziraat Mühendisliği Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara, 1997.



- [4] M. Anıl, M. Türkmenoğlu, N. Yapıcı ve S. Arın, “Afşin-Elbistan Linyit İşletmesinde Havada Asılı Toz, Çöken Toz, Gürültü ve Titreşim Ölçümleri ve Değerlendirilmesi.” *Türkiye 16. Kömür Kongresi ve Madencilik Sergisi*, 26-28 Mayıs 2008, s 275-287, Zonguldak.
- [5] B. A. Mert, ve A. Dag, “A computer program for practical semivariogram modeling and ordinary kriging: a case study of porosity distribution in an oil field.” *Open Geosciences*, 9(1), 663-674, 2017.
- [6] I. Clark and W.V Harper, “Practical Geostatistics” Ecosse North America lie. Columbus Ohio, USA, 2000
- [7] P. Schachtschabel, H. P. Blume, G. Bürümmer, K. H. Hartge, and U.Schwertmann, . Çevirenler; Özbek. H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H., 1993. “Toprak Bilimi.” Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Genel Yayınları, No:73, Ders kitabı No:16, Adana.
- [8] Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (TKKY). No: 25831, tarih: 31.05.2005