

Afşin-Elbistan Termik Santrali Sahasındaki Kazı-Dolgu Alanı Topraklarının Ormancılık ve Tarımsal Üretim Açısından Değerlendirilmesi

Alper SÖĞÜT¹ (Orcid ID: 0000-0002-9741-1871), Kadir SALTALI^{2*} (Orcid ID: 0000-0001-5301-1350)

¹Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Adana

²KSÜ Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu yazar (Corresponding author): kadirs@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 14.09.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 12.10.2022

Özet

Madencilik sahalarında kazı ve dolgu alanlarının rehabilite edilmesi ve tekrar doğal ortamına veya üretim alanlarına dönüştürülmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı; Afşin Elbistan Termik Santrali havzasındaki kazı-dolgu alanı topraklarını ormancılık ve tarımsal üretim açısından değerlendirmektir. Bu amaçla, 21 farklı noktadan 0-30, 30-60, 60-90 cm toprak derinliklerinden örnekler alındı. Toprak örneklerinde bazı fiziksel, kimyasal toprak özellikleri ve ağır metal analizleri yapıldı. Genel olarak, çalışma alanı toprakları orta tekstürlü, hafif ve orta alkaline reaksiyona sahip, orta ve yüksek kireç içeriği ve hafif ve orta tuz içeriğine sahiptir. Toprakların yüksek pH ve EC değerleri, linyit almak için kazılan alanlarda, termik santralinden çıkan pH (9.83) ve EC (5.16 dS/m) değeri yüksek külün dolgu malzemesi olarak kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, araştırma alanı topraklarında alüminyum (Al) ve nikel (Ni) içerikleri literatürlerde önerilen sınır değerlerden yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, toprakların yüksek pH, EC, Cd ve Ni içerikleri ormancılık ve tarımsal üretim için bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyebilir. Ormancılık ve tarımsal açıdan bu koşullara uygun bitkilerin seçilmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Afşin-Elbistan, termik santrali, kazı-dolgu, toprak

Evaluation In Terms of Forestry And Agricultural Production of Excavator-Filling Areas Soils In Afsin-Elbistan Coal-Fired Power Plant Basin

Abstract

It is important to rehabilitate excavation and filling areas in mining sites and transform them back into their natural environment or production areas. This research was carried out to evaluate in terms of forestry and agricultural production of excavator-filling areas soils in Afşin-Elbistan coal-fired power plant basin, in Turkey. For this purpose, samples were taken from 21 different points at soil depths of 0-30, 30-60, 60-90 cm, and analyzed for some physical, chemical properties and heavy metals. In general, the experimental soils have medium texture, slightly and medium alkaline in reaction (pH), moderate and high level calcareous, and slightly and medium salty. The high EC and pH values of the soils can be attributed to the use as filler material in excavated areas of coal-power plant ash having high EC (5.16 dS^m⁻¹) and pH (9.83) values. Besides, available zinc content was usually found to be deficient in the soil samples. On the other hand, total and available cadmium (Cd) and nickel (Ni) contents are generally higher than the limit and literature data. As a result, high levels of the pH, EC, Cd and Ni for forestry and agricultural production in the areas surveyed can affect plant growth negatively. Therefore, it can be recommended to choose plants suitable for these conditions in terms of forestry and agriculture.

Keywords: Afşin-Elbistan, coal-fired power plant, excavator-filling, soils

GİRİŞ

Dünyada artan nüfusa bağlı olarak yıllık gıda talebi her yıl artarken, tarımsal üretim gıda talebi ile aynı oranda artmamakta ve gün geçtikçe gıda açığı artmaktadır. Gıda kaynağının dolayısıyla tarımsal ürünlerin yetiştiği en önemli doğal kaynak topraklardır. Son dönemlerde birim alandan daha fazla ürün elde etme, topraksız tarım, tarım yapılabilme özelliğini kaybetmiş topraklarını iyileştirme gibi çeşitli alternatifler üzerinde durulmaya başlanmıştır. Toprakların tarım yapılabilme özelliğinin kaybolması; çoraklaşma, kirlenme, madencilik, sanayi ve kentleşme, termik santralleri vb. çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Katı yakıt (linyit) ile çalışan termik santralleri toprak kaynakları üzerine, hem kömürün alınması için havzada toprakların kazılması hem de kömürün yakılması ile çevreye ve atmosfere emisyon kaynaklarının yayılması ile olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Afşin–Elbistan Havzası Türkiye linyitinin yaklaşık %46’sını oluşturmaktadır. Afşin–Elbistan linyit havzası rezervin ve havzanın büyük olmasından dolayı rezerv alanı A, B, gelecekte kurulacak elektrik santralleri için C, D ve E sektörlerine bölünmüştür (Koçak ve ark., 2001; Doğan, 2007). MTA’nın son yıllarda yaptığı etüt ve sondajlar neticesinde havzanın üretilebilir rezervinin en az 4.5 milyar ton olduğu rapor edilmiş olup, termik santrali kurulduktan sonra linyit kaynağımızın bugüne kadar sadece %6.4’ü kullanılabilmiştir (Koçak ve ark., 2009). Afşin-Elbistan Linyit İşletmesinde döner kepçeli ekskavatörlerle 120 m derinliğe kadar kazılmakta ve genel olarak 60-120

m derinliklerden linyit çıkarılmaktadır. Linyit çıkarıldıktan sonra boşalan kazı alanları, termik santralinden atık olarak çıkan kül-cüruf karışımı ile doldurulmakta ve üzerine daha önceden alınmış toprak ve gıdy serilmektedir. Bu alanlar 3-4 yıl bekledikten sonra fraklı ağaç türleri (Lübnan Sediri, Karaçam, Boylu Ardiç, Akasya, Toros Akçaağacı vb.) dikilmektedir. Ancak, dikilen ağaçlarda kurumalar gözlenmektedir. İşletmenin üretim faaliyetine başlamasından itibaren 9.070 da’dan fazla kazı dolgu alanı kül-cüruf karışımı, humuslu toprak (gidya) ve kazılan toprak ile doldurulmuştur (Anonim, 2012). Afşin–Elbistan Termik Santralinin çevreye ve çevre topraklarına olan etkileri konusunda çalışmalar yapılmıştır. Ancak, Afşin–Elbistan Termik Santrali kazı dolgu alanlarının tarımsal amaçlı olarak kullanılabilirliği konusunda çalışma yoktur. Bu çalışmanın amacı, 1984 yılından beri çalışan Afşin-Elbistan Termik Santralinin linyit kömürü alımının yapıldığı ve tekrar toprak, gidya, kül vb materyaller ile doldurulduğu alanların bazı toprak özelliklerini incelemek ve tarımsal üretim açısından değerlendirmektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, Afşin-Elbistan Termik Santrali sahasında kazılan ve tekrar doldurulan alandan (kazı-dolgu alanı) alınan topraklar materyal olarak kullanılmıştır. Topraklar tesadüfi örnekleme metoduna göre 21 ayrı noktadan ve 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm derinlikten alınmıştır. Afşin–Elbistan termik santrali sahasından toprak örneklerinin alındığı noktaların GPS koordinatları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Afşin–Elbistan termik santrali sahası toprak örneklerinin alındığı noktaların gps koordinatları

ÖRNEK	X	Y
1	4250941	329662
2	4251008	329640
3	4251068	329629
4	4251127	329615
5	4251190	329603
6	4251191	329510
7	4251127	329510
8	4251068	329516
9	4251009	329525
10	4250948	329533
11	4250947	329422
12	4251011	329416
13	4251070	329409
14	4251129	329403
15	4251192	329393
16	4249420	331411
17	4249377	331417
18	4249396	331447
19	4249551	331417
20	4249585	331396
21	4249579	331360

Çalışma sahasından alınan örnekler laboratuvarda oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan topraklar 2 mm'lik elekten elenerek analizde kullanılmıştır. Toprak Reaksiyonu (pH) ve EC (dS/m); saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre (Thomas, 1996), ile EC ise aynı çamurda EC metre ile ölçülmüştür (Rhoades, 1996). Toplam Kireç; Scheibler Kalsimetresi ile Loeppert ve Suarez (1996) tarafından bildirildiği şekilde yapılmıştır. Organik Madde; modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1996). Yarayışlı Fosfor; Olsen ve ark. (1954) tarafından önerilen yönteme göre yapılmıştır. Değişebilir Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum NH₄OAc metodu kullanılarak

belirlenmiştir (Jackson, 1962). Alınabilir metaller; Lindsay ve Norvell (1978), tarafından bildirilen DTPA yöntemine göre yapılmıştır. Toplam Metal İçerikleri; numuneler mikrodalga numune hazırlama setinde HNO₃, HCl, H₃BO₃ asit karışımları kullanılarak ekstrakte edildi ve ICP cihazında okuma yapıldı (Kacar, 1994).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri çalışma alanı topraklarının ph durumu

Toprak pH değerleri 0-30 cm'de 7.6-8.5, 30-60 cm'de 7.4-8.6 arasında, 60-90 cm'de 7.7-8.7 arasında değişmektedir. Toprakların ortalama pH değeri 8.2'dir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Toprakların farklı derinlikteki bazı genel toprak özellikleri

Örnek	Derinlik (cm)	pH (S.Ç)	EC (dS/m)	Kireç (%)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
Mak.	0-30	8.5	8.9	5.6	5.6	9.9	538	7295	699
Min.	0-30	7.6	2.2	1.7	1.7	2.8	109	3036	467
Ort.	0-30	8.2	4.0	3.4	3.4	6.8	276	5125	565
Mak.	30-60	8.6	8.2	12.4	12.4	13	507	7978	617
Min.	30-60	7.4	2.3	2.4	2.4	1.8	120	3020	403
Ort.	30-60	8.2	4.0	4.5	4.5	6.0	273	5586	549
Mak.	60-90	8.7	9.1	12.8	12.8	10.1	494	7679	623
Min.	60-90	7.7	1.8	1.5	1.5	2.7	103	2335	417
Ort.	60-90	8.2	4.0	4.2	4.2	5.8	258	5297	556

Topraklar pH değerlerine göre sınıflandırıldığında, pH değeri 7.4-7.8 arasında olan topraklarda hafif alkalın, pH değeri 7.9-8.4 arasında olan topraklarda orta derecede alkalın, pH değeri 8.5-9.0 arasında olan topraklar kuvvetli alkalın olarak değerlendirilmektedir (Sağlam, 2008). Toprakların ortalama pH değerlerinin yüksek olması ve bazı profillerde pH değerlerinin kuvvetli alkalın olması kazı dolgu alanlarına termik santrallerinden çıkan ve pH değeri 9.83 olan küllerin dolgu malzemesi olarak kullanılmasından ve uçucu küllerin (pH 13 civarında) etkisinden kaynaklanabilir. Bölgede, Özcan ve ark. (2014), tarafından Afşin-Elbistan Termik Santrali çevresi hafriyat döküm alanlarında dikili fidanların kuruma nedenleri üzerine yapılan araştırmada toprakların pH değerinin 7.59-8.51 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çalışma alanı topraklarının elektriksel iletkenlik (EC) durumu

Toprakların EC değerleri 0-30 cm'de 2.2-8.9 dS/m, 30-60 cm'de 2.3-8.2 dS/m, 60-90 cm'de ise 1.8-9.1 dS/m arasında değişmektedir (Çizelge 2). Topraklar EC değerlerine göre değerlendirildiğinde 0-2 dS/m tuzsuz, 2.1-4.0 dS/m hafif tuzlu, 4.1-8.0 dS/m orta tuzlu, 8.1-16 dS/m kuvvetli tuzlu, 16.1 dS/m büyük olursa çok fazla tuzlu olarak değerlendirilmektedir (Dahnke ve Whitney, 1988). Toprak profillerinin farklı derinliklerinden alınan toprakların

EC değerlerine göre genel değerlendirildiğinde, 3 örnek tuzsuz, 44 örnek hafif tuzlu, 11 örnek orta tuzlu, 5 örnek kuvvetli tuzludur. EC değerlerine göre hafif, orta ve yüksek tuzlu sınıfında olan alanlar bitkisel üretim bakımından uygun değildir. Toprakların ortalama EC değerlerinin ve bazı profillerde EC değerlerinin çok yüksek olması kazı dolgu alanlarına termik santrallerinden çıkan EC değeri yüksek (5.16 dS/m) küllerin dolgu malzemesi olarak kullanılması ile ilişkilendirilebilir.

Topraklarının kireç (CaCO₃) ve organik madde durumu

Toprak CaCO₃ değerleri 0-30 cm'de %3.9-16.3, 30-60 cm'de %6.2-17.9, 60-90 cm'de %5.1-12.1 arasında değişmektedir (Çizelge 2). Ülkemiz topraklarının %58.6'da kireç içeriği %5'ten fazladır (Eyüpoğlu, 1999). İnceleme alanının çevresinin ana materyalinin ve kömür havzasını çevreleyen dağların ve tepelerin ana materyalinin kalkerli ve bazik materyallerden oluşması, toprakların kireç içeriğinin yüksek çıkmasına neden olabilir. Araştırma bölgesindeki kazı-doldu alanı topraklarını kireç içeriği bakımından tarımsal üretim için önemli bir sorun oluşturması beklenmemektedir. Toprak organik madde değerleri 0-30 cm'de %1.7-5.6, 30-60 cm'de %2.4-12.4, 60-90 cm'de %1.5-12.8 arasında değişmektedir. Toprakların organik madde içeriklerine göre yapılan sınıflamada, organik madde

içeriği %0-1 arasında ise çok az, %1-2 arasında ise az, %2-3 arasında ise orta, %3-4 arasında olan topraklarda iyi, %4'den büyük olan topraklarda fazla olarak değerlendirilmektedir (Ülgen ve Yurtsever, 1974). Bu sınıflandırmaya göre, 0-30 cm derinliğinde 2 örnek az, 8 örnek orta, 5 örnek iyi, 6 örnek yüksek, 30-60 cm derinliğinde 8 örnek orta, 5 örnek iyi, 8 örnek yüksek, 60-90 cm derinliğinde 3 örnek az, 7 örnek orta, 4 örnek iyi, 7 örnek yüksek olarak belirlenmiştir. Toprakların %OM içeriklerinin genellikle yüksek olması, dolgu materyali olarak OM içeriği yüksek gidyanın (%40-50 arasında) dolgu malzemesinde kullanılmasından kaynaklanmaktadır (Saltalı ve Korkmaz, 2015).

Topraklarının alınabilir fosfor, potasyum kalsiyum ve magnezyum durumu

Toprakların 0-30 cm derinliğinde toprakların alınabilir P içerikleri 2.8-9.9 mg/kg, 30-60 cm'de 1.8-13 mg/kg, 60-90 cm'de 2.7-10.1 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 2). Tüm derinlikten alınan örnekler P sınıflandırmasına göre genel olarak değerlendirildiğinde 1 örnek çok az, 47 örnek az, 15 örnek yeterlidir. Çalışma alanı topraklarının alınabilir P içerikleri tarımsal alanlarda karşılaşılabilen değerleri yansıtmaktadır. Toprakların alınabilir K içerikleri 0-30 cm derinliğinde 109-538 mg/kg, 30-60 cm'de 120-507 mg/kg, 60-90 cm'de 103-494 mg/kg arasında değişmektedir. FAO (1990), tarafından yapılan sınıflandırmaya göre, alınabilir K içeriği <5 mg/kg ise çok az, 50-140 az, 140-370 yeterli, 370-1000 mg/kg fazla olarak değerlendirmektedir (FAO, 1990). Çalışma alanı topraklarının alınabilir K içerikleri bakımından, kurak ve yarı kurak bölgelerdeki tarımsal alanlarda karşılaşılabilen değerleri yansıtmaktadır. Toprakların alınabilir Ca içerikleri 0-30

cm derinliğinde 3036-7295 mg/kg, 30-60 cm'de 3020-7978 mg/kg, 60-90 cm'de 2335-7679 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 2). FAO (1990), tarafından yapılan sınıflamaya göre alınabilir Ca 380-1150 mg/kg arasında ise az, 1150-3500 mg/kg arasında ise yeterli, 3500-10000 mg/kg arasında ise fazla olarak değerlendirilmektedir. Çalışma alanı topraklarının tüm derinlikleri dikkate alınarak değerlendirildiğinde 4 örnek yeterli, 59 örnek fazladır. Ülkemiz topraklarının %58.6'da kireç içeriği %5'ten fazladır (Eyüpoğlu, 1999). Ana materyalin kireçli olması genellikle toprakların Ca içeriğinin de yüksek çıkmasına neden olmaktadır. İnceleme alanının çevresinin ana materyalinin ve kömür havzasını çevreleyen dağların ve tepelerin ana materyalinin kalkerli ve bazik materyallerden oluşması toprakların Ca içeriğinin yüksek çıkmasına neden olabilir. Toprakların alınabilir Mg içerikleri 0-30 cm derinliğinde 467-699 mg/kg arasında, 30-60 cm derinliğinde 403-617 mg/kg arasında, 60-90 cm derinliğinde ise 417-623 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 2). FAO (1990), tarafından yapılan sınıflamaya göre toprakların magnezyum (Mg) içerikleri 160-480 mg/kg arasında ise yeterli, 480-1500 arasında ise fazla olarak değerlendirilmektedir. Çalışma alanı topraklarının alınabilir Mg içerikleri bakımından kurak ve yarı kurak bölgelerdeki topraklarda karşılaşılabilen değerleri yansıtmaktadır.

Topraklarının toplam ve alınabilir metal içeriklerinin değerlendirilmesi

Çalışma alanı topraklarının toplam Fe içerikleri 0-30 cm derinlikte 266-1077 mg/kg, 30-60 cm derinlikte 198-1040 mg/kg, 60-90 cm derinlikte 167-1066 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 3). Toprakların toplam Fe içerikleri ana materyale bağlı olarak %0.01-10 (Sparks, 1996), ve %0.1-10

arasında değişmektedir (Kabata-Pendias, ve Mukherjee, 2007). Araştırma alanının toplam Fe içerikleri genel literatürler ile örtüşmektedir, ancak aynı bölgede Karagöktaş (2012), tarafından bildirilen değerlerden düşüktür. Bu durum, çalışma alanında kazıdan sonra

dolgu aşamasında yüzeye yakın kısımlara gıdya ile toprağın karıştırılarak uygulanmasından kaynaklanabilir. Nitekim, Yakupoğlu ve ark. (2013), tarafından yapılan bir çalışmada, gıdyanın toplam 53.4 mg/kg Fe içerdiği rapor edilmiştir.

Çizelge 3. Toprakların farklı derinlikteki toplam metal içerikleri

Örnek	Derinlik (cm)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)
Mak.	0-30	1077	71	122	79	14	159	65
Min.	0-30	266	29	30	15	2	26	7
Ort.	0-30	842	52	71	51	7	123	37
Mak.	30-60	1040	82	106	64	16	159	65
Min.	30-60	198	18	22	14	2	36	7
Ort.	30-60	829	52	70	50	7	121	37
Mak.	60-90	1066	88	102	14	14	310	7
Min.	60-90	167	12	32	70	2	26	79
Ort.	60-90	827	52	71	50	7	120	37

Toprakların 0-30 cm derinliğinde alınabilir Fe içerikleri 0.2-33.5 mg/kg arasında, 30-60 cm’de 1.3-21.6 mg/kg arasında, 60-90 cm’de 0.9-31.2 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 4). Topraklar alınabilir Fe içeriklerine göre sınıflandırıldığında, alınabilir Fe<2.5 mg/kg ise az, 2.5-4.5 mg/kg arasında ise orta, >4.5 mg/kg büyük ise yeterli olarak değerlendirilmektedir (Lindsay ve Norwell, 1978). Toprakların 0-30 cm derinliğinde alınabilir Fe içeriği 1 örnekte az, 30-60 cm derinliğinde 7 örnekte az, 60-90 cm’de ise 7 örnekte azdır. Afşin-Elbistan termik santrali çevresinde yapılan bir çalışmada, toprakların DTPA’da ekstrakte edilebilir (alınabilir) demir içeriklerinin 1.34-8.51 mg/kg arasında değiştiği rapor edilmiştir (Karagöktaş, 2012). Araştırma alanı topraklarının alınabilir Fe içerikleri kurak ve yarı kurak bölgelerin kireçli ve bazik topraklarının alınabilir Fe içerikleri ile benzeşim göstermektedir. Çalışma alanı topraklarının toplam Cu içerikler 0-30 cm derinlikte 29-71 mg/kg, 30-60 cm derinlikte 18-82 mg/kg 60-90 cm derinlikte 12-88 mg/kg

arasında değişmektedir (Çizelge 3). Sparks (1996), toprakların toplam Cu içeriğinin ana materyale bağlı olarak 1-30 mg/kg olduğunu, Kabata-Pendias, ve Mukherjee, (2007) ise 20-30 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Karaca (1997), Afşin-Elbistan Termik Santrali yöresinden yaptığı çalışmada, toprakların toplam Cu içeriklerinin 5.4-96.3 mg/kg arasında değiştiğini, bölgede yapılan diğer çalışmalarda, Karagöktaş (2012), toprakların toplam bakır içeriğinin 20.64-69.71 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen toplam Cu içerikleri bölgede yapılan çalışmalarda elde edilen veriler ile benzerlik göstermektedir. Topraklarda toplam Cu içerikleri sınır değerini Almanya 50 mg/kg, Japonya 125 mg/kg, Polonya, Kanada ve İngiltere 100 mg kg⁻¹ belirlemiştir (Kabata Pendias, 1995). Tarımsal üretim için farklı ülkelerin ve ülkemizin belirlediği sınır değerler dikkate alındığında toprakların toplam Cu içeriği açısından risk olmadığı ifade edilebilir. Toprakların alınabilir Cu içerikleri 0.1-1.0 mg/kg arasında değişmektedir

(Çizelge 4). Toprakların alınabilir Cu içeriklerine göre yapılan sınıflandırmada, DTPA ile ekstrakte edilebilir (alınabilir) Cu içeriği 0.2 mg/kg' az ise yetersiz, 0.2 mg/kg'dan fazla ise yeterli olarak değerlendirilmektedir (Follet, 1969; Lindsay ve Norwell, 1978). Toprakların alınabilir Cu içeriği tüm derinliklerde 2'şer örnekte yetersiz bulunmuştur. Bakır ile ilgili elde edilen verilere göre bitki besleme açısından topraklarda herhangi bir sorun yoktur. Çalışma alanı topraklarının toplam Zn içerikler 0-30 cm derinlikte 30-122 mg/kg, 30-60 cm derinlikte 22-106 mg/kg, 60-90 cm derinlikte 32-102 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 3). Sposito (1989), topraklarda ortalama toplam Zn içeriği 60 mg/kg olduğunu, Kabata-Pendias ve Mukherjee (2007),

toprakların toplan Zn içeriğinin 10-300 mg/kg arasında değiştiğini, ortalama 64 mg/kg olduğunu, en yüksek toplam Zn içeriğinin ise kalkerli ve organik topraklarda görüldüğünü rapor etmiştir. Karaca (1997), Afşin-Elbistan Termik Santrali yöresinden yaptığı çalışmada toprakların toplam Zn içeriğinin 30.3-171,8 mg/kg, Aydemir (2008), yine aynı yörede yapmış bir çalışmada 44.5-280.6 mg/kg, Karagöktaş ise (2012), 65.9-145.9 mg/kg olduğunu bildirmiştir. Kloke (1980) ise topraklarda Zn kirliliği ile ilgili olarak 250 mg/kg sınır değer olduğunu ve bu değer üzerinde kirlilik oluşturduğunu ileri sürmüştür. Tüm verilen değerlere göre araştırma alanı topraklarının toplam Zn içeriğinin normal değerlerde olduğunu, bitkiler için zarar oluşturabilecek düzeyde olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Çizelge 4. Toprakların farklı derinlikteki alınabilir metal içerikleri

Örnek	Derinlik (cm)	Fe mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Mn mg/kg	Cd mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg
Mak.	0-30	33.5	0.9	2.4	12.0	0.43	4.84	0.0
Min.	0-30	0.2	0.1	0.2	1.0	0.08	0.3	0.0
Ort.	0-30	5.3	0.5	0.4	5.0	0.19	0.23	0.0
Mak.	30-60	21.6	1.0	1.7	7.0	0.37	1.06	0.0
Min.	30-60	1.3	0.1	0.2	0.0	0.08	0.30	0.0
Ort.	30-60	5.6	0.5	0.4	5.0	0.19	0.24	0.0
Mak.	60-90	31.2	1.0	1.2	9.0	0.43	4.1	0.0
Min.	60-90	0.9	0.1	0.2	0.0	0.08	0.3	0.0
Ort.	60-90	5.9	0.4	0.4	5.0	0.19	0.3	0.0

Toprakların alınabilir Zn içerikleri 0-30 cm'de 0.2-2.4 mg/kg arasında, 30-60 cm'de 0.2-1.7 mg/kg arasında, 60-90 cm'de 0.2-1.2 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 4). FAO (1990), tarafından yapılan sınıflandırmaya göre, topraklarda alınabilir Zn konsantrasyonu değerleri <0.2 mg/kg çok az, 0.2-0.7 mg/kg az, 0.7-2.4 mg/kg yeterli olarak değerlendirilmektedir. Buna göre toprakların 0-30 cm derinliğinde 11 örnek çok az, 8 örnek az, 2 örnek yeterli, 30-60 cm derinliğinde 13 örnek çok az, 7

örnek az, 1 örnek yeterli, 60-90 cm derinliğinde 8 örnek çok az, 12 örnek az, 1 örnek yeterlidir. Elde edilen verilere göre bitkisel üretim için Zn içerikli gübrelerin uygulanması önerilebilir. Çalışma alanı topraklarının toplam Mn içerikler 0-30 cm'de 15-79 mg/kg, 30-60 cm'de 14-64 mg/kg, 60-90 cm'de 14-90 mgkg⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 3). Kabata-Pendias ve Mukherjee (2007), toprakların toplan Mn içeriğinin 10-9000 mg/kg arasında değiştiğini, ortalama 437 mg/kg olduğunu, en yüksek toplam Mn içeriğinin ise orta

siltli ve tınlı topraklarda görüldüğünü rapor etmiştir. Araştırma alanı topraklarının toplam Mn içerikleri literatürlerde verilen değerlere göre daha düşüktür. Bu durum toprak oluşturan ana materyal ile ilişkili olabilir (Sparks, 1995). Toprakların alınabilir Mn içerikleri 0-30 cm derinliğinde 1-12 mg/kg, 30-60 cm'de 0-7 mg/kg, 60-90 cm'de 0-9 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 4). Toprakların alınabilir Mn içerikleri 0-30 cm derinliğinde 1-12, bir örnek hariç 30-60 cm'de 1-7, 60-90 cm'de 1-9 mg/kg arasında değişmektedir. Topraklarda Mn'nin yeterlilik sınır değeri konusunda; Lindsay ve Norwell (1978) topraklarda alınabilir Mn içeriğini 1 mg/kg olduğunu bildirirken, Mahashabde ve Patel (2012) ise Mn için yeterlilik sınır değerini 2 mg/kg olarak önermiştir. Bu durum alınabilir Mn açısından her hangi bir sorun olmadığını göstermektedir. Çalışma alanı topraklarının toplam Cd içerikleri 0-30 cm derinlikte 2-14 mg/kg, 30-60 cm'de 2-16 mg/kg, 60-90 cm'de 2-14 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 3). Kabata-Pendias ve Mukherjee (2007), toprakların toplam Cd içeriklerinin 0.06-1.1 mg/kg arasında değiştiğini, Asami ve ark. (1994), kirlenmiş topraklarda toprakların toplam Cd içeriğinin ortalama 8.8 mg/kg ve kirlenmemiş topraklarda ise 0.7 mg/kg olduğunu rapor etmiştir. Topraklarda toplan Cd içerikleri sınır değerini Almanya ve Polonya 2 mg/kg, İngiltere 3, ve Avusturya 5 mg/kg, Kanada 8 mg/kg olarak belirlemişlerdir (Kabata Pendias 1995). Karaca (1997), Afşin-Elbistan Termik Santrali bölgesinde yapmış olduğu araştırmada topraklarda toplam Cd içeriğinin 0.2-6.45 mg/kg arasında olduğunu, Aydemir ise (2008), aynı bölgede çevre köylerde yaptığı çalışmada, toplam Cd konsantrasyonu 0.67-2.73 mg/kg arasında olduğunu bildirmiştir. Araştırma alanında

toprakların alınabilir Cd içerikleri 0.08-0,43 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 4). Toprakların alınabilir Cd içerikleri 0.00022-0.3 mg/kg arasında değişmektedir (Kabata-Pendias and Mukherjee, 2007). Araştırma alanı topraklarının alınabilir Cd içeriği literatürlerde verilen değerlere göre yüksektir. Toplam ve alınabilir Cd içeriklerinin literatürlerde verilen değerlerden yüksek olması tarımsal üretim için bir risk olarak değerlendirilebilir. Çalışma alanı topraklarının toplam Ni içerikleri 0-30 cm derinlikte 26.5-158.8 mg/kg, 30-60 cm'de 35.9-158,8 mg/kg, 60-90 cm'de ise 26.45-310.1 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 3). Toprakların toplam Ni içeriği genel olarak 19 mg/kg dır (Sposito, 1989). Kabata-Pendias ve Mukherjee (2007), toprakların Ni içeriğinin 0.2-450 mg/kg gibi çok geniş sınırlar içerisinde değiştiğini, aşırı bazik ve volkanik kayalardan oluşan toprakların doğal olarak Ni içeriğinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Bölge topraklarının Ni içeriğinin genel olarak yüksek olması, bölgede toprak oluşturan bazik karakterli kayalar ve ana materyal ile ilişkili olduğu kanaatini uyandırmaktadır. Karaca (1997), Afşin - Elbistan Termik Santrali yöresinden yaptığı çalışmada toprakların toplam Ni içeriğinin 2,5-309,6 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Toprakta genel olarak kritik değer olarak kabul edilen 50 mg kg⁻¹ Ni konsantrasyonu dikkate alındığında (Kloke, 1980), toprak örneklerinde Ni analizi sonucunda elde edilen veriler göre genel olarak Ni değerleri sınır değerinin üzerindedir. Çalışma alanı topraklarının toplam Pb içerikleri 0-30 cm'de 7-65 mg/kg, 30-60 cm'de 7-65 mg/kg, 60-90 cm'de 7-79 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 3). Angelone ve Bini (1992), kirlenmemiş alanlarda toprakların Pb içeriğinin 100 mg/kg'ın altında

olduğunu, Kabata-Pendias ve Mukherjee (2007), toprakların toplam Pd içeriğinin ortalama 25 mg/kg olduğunu, Zimdahl ve Skogerboe (1977), ise toprakların toplam Pb içeriğinin 1 to 200 mg/kg arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Çalışma alanı topraklarının toplam Pb içeriği literatürlerde verilen değerler ile örtüşmektedir. Topraklarda toplan Pb içerikleri sınır değerini Almanya 500 mg kg⁻¹, İngiltere, Polonya ve Avusturya 100 mg kg⁻¹, Japonya 400 mg/kg olarak belirlemişlerdir (Kabata Pendias 1995). Araştırma alanı topraklarının toplam Pb içerikleri, literatür verileri ve bazı ülkelerin belirlediği sınır değerler ile karşılaştırıldığında Pb kirliliği yönünden sorun olmadığı söylenebilir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Araştırma alanı topraklarının genel olarak pH ve EC değerlerinin yüksektir ve tarımsal üretim açısından bitki gelişimini kısıtlayıcı faktörler olarak değerlendirilebilir. Araştırma bölgesindeki kazı-doldu alanı topraklarını kireç içeriği bakımından tarımsal üretim için önemli bir sorun oluşturması beklenmemektedir. Toprakların %OM içeriklerinin genellikle yüksek olması, dolgu materyali olarak OM içeriği yüksek gıdyanın (%40-50 arasında) dolgu malzemesinde kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Çalışma alanı topraklarının alınabilir P, K, Ca ve Mg içerikleri, kurak ve yarı kurak bölgelerdeki topraklarda karşılaşılabilen değerleri yansıtmaktadır. Araştırma alanı topraklarının toplam ve alınabilir Fe içerikleri kurak ve yarı kurak bölgelerin kireçli ve bazik topraklarının alınabilir Fe içerikleri ile benzeşim göstermektedir. Bakır ile ilgili elde edilen verilere göre bitki besleme açısından topraklarda herhangi bir sorun yoktur. Alınabilir Zn bitkisel üretim için yetersiz olup, Zn içerikli gübrelerin

uygulanması önerilebilir. Araştırma alanı topraklarının toplam Mn içerikleri literatürlerde verilen değerlere göre daha düşüktür. Bitkilere alınabilir Mn açısından her hangi bir sorun yoktur. Toplam ve alınabilir Cd içerikleri literatür verileri ile karşılaştırıldığında genel olarak yüksektir. Toprakların yüksek Cd içeriği tarımsal üretim için bir risk olarak değerlendirilebilir. Toprakların Ni içeriği kritik değer olarak kabul edilen 50 mg/kg Ni konsantrasyonu dikkate alındığında, genel olarak sınır değer üzerinde. Araştırma alanı topraklarının toplam Pb içerikleri, literatür verileri ve bazı ülkelerin belirlediği sınır değerler ile karşılaştırıldığında Pb kirliliği yönünden sorun olmadığı söylenebilir. Araştırma yapılan alanlarda ormancılık ve bitkisel üretim için yüksek pH, EC ile birlikte ağır metallerden Cd ve Ni içeriğinin yüksek olması ürün kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, ilgili alanların rehabilitasyonu ve tarımsal açıdan değerlendirmek için yüksek pH, EC, Cd ve Ni içeriğine dayanıklı bitkilerin seçilmesi önerilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılması sırasında lojistik destek veren Afşin-Elbistan Termik Santrali A ünitesi birim müdürlüğüne teşekkür ederiz. Ayrıca bu çalışma I. INESEC kongresinde bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Angelone, M., Bini, C. 1992. Trace elements concentration in soils and plants of Western Europe. In: Adriano DC (ed), Biogeochemistry of trace metals. Lewis Publ, Boca Raton, pp19-60.

- Anonim, 2012. Afşin-Elbistan a termik santrali işletme müdürlüğü faaliyet raporu. TKİ. Ankara.
- Aydemir, G. 2008. Afşin-Elbistan termik santrali emisyonlarının yöre topraklarına etkilerinin belirlenmesi. Master Tezi. Ankara.
- Dahnke, W.C., Whitney. D.A. 1988. Measurement of soil Salinity, p. 32-34. In Recommended soil chemical test procedures for the North Central Region. NCR Publ. 221. Revised. North Dakota Agric. Exp. Sta. Bull. 499.
- Doğan, Ö. 2007. Afşin/Elbistan termik santrali uçucu küllerinden çöktürülmüş kalsiyum karbonat kazanım koşullarının araştırılması. Master Tezi. Adana.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumu. KHGM, Toprak ve Gübre Araştırma Ens. Yayınları. Genel Yayın No:220. Ankara.
- Follet, R.H. 1969. Zn. Fe. Mn and Cu in Colorado Soils. PhD. Dissertation. Colo. State Univ. USA
- FAO, 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa. Rome.
- Jackson, M.L. 1962. Soil Chemical Analsis. Prentice Hall. Inc.183
- Kabata Pendias, A. 1995. Agricultural problems related to excessive trace metal contents of soil. ed.w salomons et al. In: Heavy Metals (Problems and Solutions). Berlin: Springer Verlag.
- Kabata-Pendias, A., Mukherjee, A. 2007. Trace elements from soil to human. Springer Berlin Heidelberg New York, 294-305.
- 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. Doktora Tezi. Ankara Üniv. Fen Bil. Ens., Ankara.
- Karagöktaş M. 2012. Afşin-Elbistan termik santrali'nin çevreye olan olası etkisinin belirlenmesi. Master Tezi. K.Maraş Sütçü İmam Üni.,Fen Bil. Enstitüsü
- Kloke, A. 1980. Orientierungtaden für tolerierbare gesamtghalte einger elemente in kulturboden. (Richwerte 80). Biologische Bundesantaitfor Land und Forstwirtschaft, Berlin.
- Koçak, Ç, Tamzok, N., Yılmaz S. 2009. Afşin-Elbistan kömür havzasının elektrik üretimi bakımından değerini biliyor muyuz? TMMOB Türkiye VII. Enerji Sempozyumu 17-19 Aralık. Ankara.
- Koçak Ç., Kürçü S. N., Yılmaz S. 2001. Afşin-Elbistan linyit havzasının değerlendirilmesi ve linyit kaynakları arasındaki yeri, Ankara
- Lindsay, W.L., Norvel, W.A. 1978. Development of DTPA Soil Test forZn, Fe, Mn and Cu. SoilSci. Amer. J. 42(3): 421-28.
- Loeppert, R.H.,Suarez, D.L. 1996. Carbonate and Gypsum. p 437–475. In D.L. Sparks (ed) Method of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3. SSSA, Madison, WI.
- Mahashabde, J.P., Patel S. 2012. DTPA-Extractable Micronutrients and Fertility. International Journal of Chem Tech Research. Vol.4, No.4, pp 1681-1685.

- Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. P: 961–1011. In D.L. Sparks (ed) Method of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3. SSSA, Madison, WI.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Dept. of Agric. Cric. 939.
- Özcan, İ., Bahadıroğlu, C., Bozdoğan, H. 2014. Afşin-Elbistan termik santrali çevresi hafriyat döküm alanlarında dikili fidanların kuruma nedenleri üzerine araştırma. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(1): 8-16.
- Rhoades, J.D. 1996. Salinity: Electrical Conductivity and Total Dissolved Gasses. P: 417–437. In D.L. Sparks (ed) Method of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3. SSSA, Madison, WI.
- Sağlam, T. 2008. Toprak Kimyası. Namık Kemal Üni. Zir. Fak. Yayın No:1, s 94, Tekirdağ.
- Saltalı, K., Korkmaz, K. 2015. Gıda organomineral toprak düzenleyicisi olarak değerlendirilebilir mi? Uluslararası Katılımlı Toprak Su Kaynakları Kongresi.1-4 Eylül, 2015. Kahramanmaraş.
- Sparks, D.T. 1995. Environmental Soil Chemistry. Academic Press Inc. California, London. Sh. 6.
- Sposito, G. 1989. The chemistry of soils. Oxford University Press. Oxford, New York, Toronto.
- Thomas, G.W. 1996. Soil Ph and Acidity. P: 475–491. In D.L. Sparks (ed) Method of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3. SSSA, Madison, WI.
- Ülgen, N., Yurtseven, N. 1988. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. köy hizmetleri genel müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araş. Ens. Müd. Yayınları. Genel Yayın No:151. Ankara
- Yakupoglu, T., Yilmaz, K., Demir, O.F. 2013. Some physico-chemical properties of gyttja as a soil conditioner; removed from Afsin-Elbistan coal power plant basin in Turkey. Digital Proceeding of the ICOEST'2013. Editörler: Özdemir, C., et al., June 18-21, Cappadocia, Nevşehir, Turkey.
- Zimdahl, R.L., Skogerboe, R.K. 1977. Behavior of lead in soil. Environ Sci. echnol. 11:1202–1207.