

İKİ FARKLI KÜKÜRT KAYNAĞININ KİREÇLİ TOPRAKLARIN pH'ı ÜZERİNE ETKİLERİ*

Şule ORMAN Mustafa KAPLAN

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü 07059, Antalya

Özet

Bu çalışmayla, artan düzeylerde uygulanan kükürt ve kükürt içeren Keçiborlu Kükürt Fabrikası flotasyon atığının aşırı kireçli ve yüksek kireçli iki toprağa uygulanmasının bu toprakların pH'ı üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla iki farklı alanda kurulan denemelerde 5., 10., 38. ve 58. haftalarda toprak pH'ı ölçümleri yapılarak uygulamaların etkileri değerlendirilmiştir.

5. ve 10. haftalarda ölçülen toprak pH'ı değerlerine göre; uygulamalar sonucu toprak pH'ının kontrole göre minimum 0.35 maksimum 1.25 olmak üzere istatistiksel olarak önemli düzeyde düştüğü görülmüştür. Ancak uygulamalara bağlı olarak toprak pH'ında belirlenen düşmenin zamanla azaldığı hatta 38. ve 58. haftalarda bazı uygulamalardaki toprak pH'ının istatistiksel olarak kontrolle aynı grupta yer alacak düzeye geldiği belirlenmiştir. Uygulanan materyaller dikkate alındığında, flotasyon atığı uygulamalarında, kükürt uygulamalarına göre toprak pH'ında daha fazla düşme görülmüştür. 5. haftadaki ortalama pH düşüşü sırasıyla 1.08 ve 0.37; 10. haftada ise 0.84 ve 0.51 olmuştur. Ayrıca toprak pH'ında uygulamalara bağlı olarak meydana gelen düşme toprağın kireç içeriğine göre de değişerek yüksek kireçli toprakta, aşırı kireçli toprağa göre daha fazla olmuştur. 5. haftadaki ortalama pH düşüşü sırasıyla 0.57 ve 1.00; 10. haftada ise 0.54 ve 0.83 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak pH'ı, Kükürt, Atık

Effects of Two Different Sulphur Sources on pH of Calcareous Soils

Abstract

In this study, effects of two different sulphur sources, elemental sulphur and the waste of the Keçiborlu Sulphur Factory (floatation waste) on two soils, having excessive and high CaCO₃ contents, were studied. For this purpose, pH of soils of two different experimental locations were measured for 5, 10, 38 and 58 weeks and the effects of applications were examined.

According to the measurements made at 5th and 10th weeks, pH of the soil decreased significantly after applications in comparison with control, to minimum 0.35 and maximum 1.25. However, the decrease in soil pH with time showed a decreasing trend. Furthermore, at 38th and 58th weeks there were no significant differences between the control and some applications. The effect of floatation waste was more effective than elemental sulphur applications on soil pH when considering the materials applied. The decreases of soil pH at 5th and 10th weeks after the applications of floatation waste were 1.08 and 0.84 respectively, whereas they were 0.37 and 0.51 for the applications of elemental sulphur. It was found that the decrease of pH was higher in highly calcareous soils than the excessive calcareous soils. The decreases of soil pH in excessively and highly calcareous soils at 5th week were 0.57 and 1.00 respectively, whereas they were 0.54 and 0.83 at 10th week.

Keywords: soil pH, sulphur, waste

1.Giriş

Kaliteli ve yüksek bir ürünün temel şartı yüksek bir toprak verimliliğidir.

Toprakların verimliliğini belirleyen en önemli faktörlerden birisi de toprak

* : Yüksek Lisans Tez çalışmasından yararlanılmıştır.

reaksiyonu (pH)'dur. Toprak reaksiyonu başta bitki besin maddelerinin yararlılıkları ve toprak organizmalarının faaliyetleri olmak üzere toprak verimliliğini belirleyen pek çok faktörü önemli derecede etkilemektedir. Gerek bitki besin maddelerinin alınabilirlikleri gerekse toprak canlılarının faaliyeti için en uygun toprak pH'ı değeri 6 - 7 arasındadır. Bu değerlerin altına veya üzerine doğru gidildikçe bazı besin maddeleri bakımından sorunlar ortaya çıkmaktadır (Özbek, 1973).

Ülkemiz topraklarının çok büyük bir kısmı kireç bakımından zengin olup, reaksiyonları (pH) 7'nin üzerindedir. Özellikle Akdeniz bölgesi en fazla kireç ihtiva eden topraklara sahip bir bölge olarak dikkat çekmektedir. Bu bölgede mevcut toprakların %38.5'inin kireç kapsamı CaCO_3 olarak %25'den daha yüksektir; pH'ları 7.0'nin üzerinde olan toprakların oranı ise %94.5'tir (Anonim, 1984). Alkali ve hafif alkali reaksiyonlu topraklarda önemli bazı makro ve mikro besin elementlerinin (P, Fe, Zn, Mn ve Cu gibi) yararlılıklarının çeşitli şekillerde azaldığı ve bitkilerde noksanlık belirtileri görüldüğü için ülkemizde bu konu üzerinde önemle durulması gerekmektedir. Yüksek reaksiyonlu topraklarda pH'ı düzenlemek amacıyla alınan kültürel tedbirlerden birisi de kükürtlü materyaller ve elementel kükürt uygulamalarıdır. Birçok araştırmacının bildirdiğine göre kükürt toprakta mikrobiyolojik oksidasyona uğrayarak sülfürik asit meydana getirir ve dolayısıyla oluşan sülfürik asit toprak reaksiyonunun asitleşmesine yol açar.

Keçiborlu Kükürt İşletmesinin kuruluşundan bugüne dek biriken ve

kükürt içeren üretim atığının 1 milyon ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu işletme çevresinde büyük bir sorun yaratan atık maddenin yüksek toprak reaksiyonunun düşürülmesinde kullanılabilirliğinin bulunup bulunmadığının incelenmesi ekonomik ve çevresel boyutu bakımından önem taşımaktadır.

Bu çalışma ile farklı kireç içeriklerine sahip iki toprakta elementel kükürdün ve Keçiborlu Kükürt İşletmesinde fabrikasyon aşamasında ortaya çıkan ve kükürt içeren flotasyon atığının, mevcut yüksek toprak reaksiyonunun düşürülmesine etkili olup olmadığı ve etkinin derecesi ile zamansal değişimi incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Araştırma, amaca uygun olarak belirlenen farklı kireç içeriklerine sahip ve hafif alkali reaksiyonlu iki arazide yürütülmüştür. Aşırı kireçli (%37.3 CaCO_3) arazi I. deneme alanı; yüksek kireçli (%9 CaCO_3) arazi II. deneme alanı olarak adlandırılmıştır.

Denemelerde, Keçiborlu kükürt fabrikası flotasyon atığı ve elementel kükürt deneme materyalleri olarak kullanılmıştır. Flotasyon atığı gri - siyah renkli ve mat görünümlü olup; pH değeri 1.60 ve % 1.70 tuz kapsamaktadır. Atığın Etibank Maden Arama Kimya laboratuvarında yapılan analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir (Sönmez, 1988). Elementel kükürt ise sarı renkli ince toz şeklinde ve % 80 S içeren bir materyaldir.

Çizelge 1. Flotasyon Atığının Analiz Sonuçları (Etibank Maden Arama Kim. Lab.)

Serbest % S	Bağlı % S	Demir % Fe	Silis % SiO ₂	CaSO ₄ %	CaO %	Diğer	Toplam	
8.12	11.14	10.00	54.09	4.64	2.38	9.63	100.00	
% Ni	% Cu	% Cr	% Zn	% Mn	% Co	% Cd	% B ₂ O ₃	% Ti
0.05	Yok	0.082	0.019	Yok	Yok	Yok	Yok	0.075

2.2. Metot

Tarla denemeleri, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemelerde her biri 2x3=6 m² ölçülerinde olmak üzere 40'ar parsel oluşturulmuş ve 10 farklı konu uygulanmıştır.

Deneme Konuları

K: Kontrol

A1: Flotasyon atığı 2 ton/da

A2: Flotasyon atığı 4 ton/da

A3: Flotasyon atığı 6 ton/da

A4: Flotasyon atığı 10 ton/da

S1: Elementel Kükürt 50 kg/da

S2: Elementel Kükürt 100 kg/da

S3: Elementel Kükürt 150 kg/da

S4: Elementel Kükürt 200 kg/da

A1+S1: F. A (2 ton/da.)+E. K.(50 kg/da).

Tarla denemeleri kurulmadan önce arazilerin genel durumlarını belirlemek

amacıyla alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış ve sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Tekstür analizi hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1955), toprak pH'ı 1:2.5 oranında toprak su karışımında (Jackson, 1967), kireç (%CaCO₃) Scheibler kalsimetresinde belirlenerek sonuçlar %CaCO₃ olarak hesaplanarak (Çağlar, 1949) ve Aereboe ve Falke'ye göre sınıflandırılarak (Evliya,1964), organik madde modifiye Walkley-Black metoduna göre (Black, 1965), toplam azot modifiye Kjeldahl metoduna göre (Kacar, 1995), alınabilir fosfor Olsen metoduna göre (Olsen ve Sommers, 1982), değişebilir K, Ca, Mg 1 N amonyum asetat (pH=7) metodu ile (Kacar, 1995), alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu DTPA ekstraksiyon yolu ile (Lindsay ve Norwell, 1978) yapılmıştır.

Çizelge 2. I. ve II. Deneme Alanının Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analiz Sonuçları.

Deneme Alanları	Teks.	CaCO ₃ %	pH	OM %	Tot. N %	P Ppm	K me/100g	Ca me/100g	Mg me/100g	Fe ppm	Zn ppm	Mn Ppm	Cu ppm
I	Killi	37.3	7.88	2.58	0.146	2.45	0.65	27.30	2.32	3.20	0.43	12.12	0.99
II	Killi	9.00	7.82	2.10	0.136	2.87	0.94	25.82	1.41	2.04	0.50	15.46	1.24

1994 Temmuz ayında deneme materyalleri parsellere uygulanmış ve toprağın 0 - 20 cm derinliğine karıştırılmıştır. Deneme süresince toprakların havalandırılması ve sulanması gibi işlemler düzenli olarak yürütülmüştür. Toprak pH'ında meydana gelen değişiklikleri belirlemek amacıyla

uygulamalardan 5, 10, 38 ve 58 hafta sonra parsellerin 0 - 20 cm derinliğinden toprak örnekleri alınarak pH analizi yapılmıştır.

Tarla denemelerinden alınan toprak örneklerinde ölçülen pH değerlerine ait sonuçlar bilgisayar ortamında varyans analizi ve Duncan testine tabi

tutulmuştur.

Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilen pH değerlerinden şekiller hazırlanırken pH'ların logaritmik değerler olduğu dikkate alınarak, önce bunların antilogaritması alınarak mol/lit cinsinden H⁺ iyonu konsantrasyonu bulunmuştur. Bulunan mol/lit cinsinden H⁺ iyonları değerleri toplanarak ortalamaları alınmış ve daha sonra pH = - log [OH₃⁺] dan ortalama pH değeri hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Aşırı kireçli toprağa sahip (%37.3 CaCO₃) I. tarla denemesi ile yüksek kireçli toprağa sahip (%9 CaCO₃) II. tarla denemesinde uygulama konularının örnekleme zamanlarına bağlı olarak toprak pH'ı üzerine etkilerine ait sonuçlar Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelgelerden görüldüğü gibi her iki deneme alanında da toprağın pH'ı üzerine uygulamaların etkisi bütün örnekleme zamanlarında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Uygulamalara bağlı olarak her bir örnekleme zamanına ait toprak örneklerinin ortalama pH değerleri hem aşırı kireçli ve hem de yüksek kireçli toprakta kontrole göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Kükürt ve kükürt içeren materyallerin toprak pH'ını düşürmesi ile ilgili benzer bulgular Beverly ve Anderson (1987) tarafından da rapor edilmiştir. Araştırmacılar kireçli topraklarda toprak pH'ı üzerine asit kaynakların etkisini inceledikleri çalışmalarında toprağa elementel kükürt, ferro sülfat, amonyum sülfat uygulamışlar ve her üç materyalin de toprak pH'ını değişen düzeylerde düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Çizelge 3. I. Tarla Denemesinde Toprak pH'ı Analiz Sonuçları¹

Uygulamalar	Örnekleme Zamanları				Ort.
	5. hafta	10. hafta	38. hafta	58. hafta	
K	7.88 a ²	7.85 a	7.78 a	7.82 a	7.83
A1	7.33 e	7.32 de	7.62 c	7.71 b	7.46
A2	7.26 e	7.25 f	7.58 c	7.65 b	7.40
A3	7.11 f	7.17 g	7.40 d	7.48 d	7.26
A4	7.09 f	7.19 g	7.25 e	7.37 e	7.22
S1	7.57 b	7.58 b	7.72 ab	7.79 a	7.66
S2	7.47 c	7.42 c	7.75 a	7.71 b	7.56
S3	7.46 c	7.34 d	7.71 ab	7.70 b	7.52
S4	7.44 cd	7.35 d	7.64 bc	7.64 b	7.50
A1+S1	7.35 de	7.28 ef	7.61 c	7.55 c	7.43
Önemlilik derecesi	**	**	**	**	

1. Değerler 4 tekrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar %5 düzeyinde önemlidir.

** %1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4. II. Tarla Denemesinde Toprak pH'ı Analiz Sonuçları¹.

Uygulamalar	Örnekleme Zamanları				Ort.
	5. hafta	10. hafta	38. hafta	58. hafta	
K	7.78 a ²	7.87 a	7.75 a	7.77 a	7.79
A1	7.23 cd	7.24 d	7.45 cd	7.59 bc	7.35
A2	6.72 f	6.98 f	7.33 de	7.43 de	7.02
A3	6.88 ef	7.06 ef	7.19 e	7.38 e	7.09
A4	6.10 g	6.56 g	7.01 f	7.12 f	6.51
S1	7.51 b	7.54 b	7.72 a	7.73 a	7.61
S2	7.44 bc	7.39 c	7.66 ab	7.68 ab	7.52
S3	7.38 bc	7.17 de	7.61 abc	7.57 bc	7.40
S4	7.39 bc	7.19 de	7.66 ab	7.53 cd	7.41
A1+S1	7.04 de	7.17 de	7.50 bcd	7.62 bc	7.27
Önemlilik derecesi	**	**	**	**	

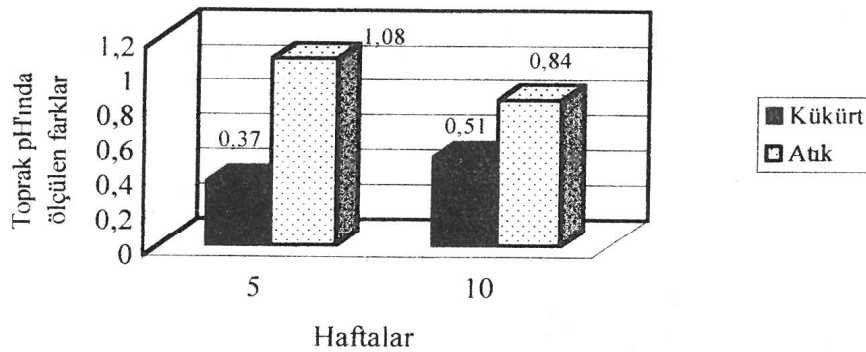
1. Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

2. Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar %5 düzeyinde önemlidir.

** %1 düzeyinde önemli.

Ayrıca Hundson (1976) kükürdün toprakta kükürt oksidasyon bakterileri tarafından oksitlendiğini ve sülfürik asite dönüştüğünü bu işlemin çok aşamalı ve bazı durumlarda miktarının çok düşük olabileceğini, oluşan asidin toprak tepkimesini asitleştirme yönünde etkili olduğunu belirtmiştir. Artan miktarlarda uygulanan flotasyon atığı (2, 4, 6, 10 ton/da), artan miktarlarda uygulanan

elementel kükürde (50, 100, 150, 200 kg/da) göre toprak pH'ını ilk 10 haftada, sonraki haftalara göre daha çok düşürmüştür (Şekil 1). Bu duruma neden olarak, flotasyon atığının içerdiği kükürdün oksidasyonu sonucu oluşan asit etkisinin yanısıra, 1-2 dolayındaki pH değerinden de kaynaklanabileceği düşünülebilir.



Şekil 1. Flotasyon Atığı ve Elementel Kükürt Uygulamalarına Bağlı Olarak Toprak pH'ında Meydana Gelen Değişikliğin Kontrolüne Göre Farklarının Değişimi.

Birçok araştırmacıya göre, toprağa uygulanan kükürt materyallerinin sülfürik asite dönüşüp pH'ı düşürebilmesi için toprakta en başta kükürt oksidasyon bakterilerinin bulunması ve bunların da oksidasyonu gerçekleştirebilmeleri için

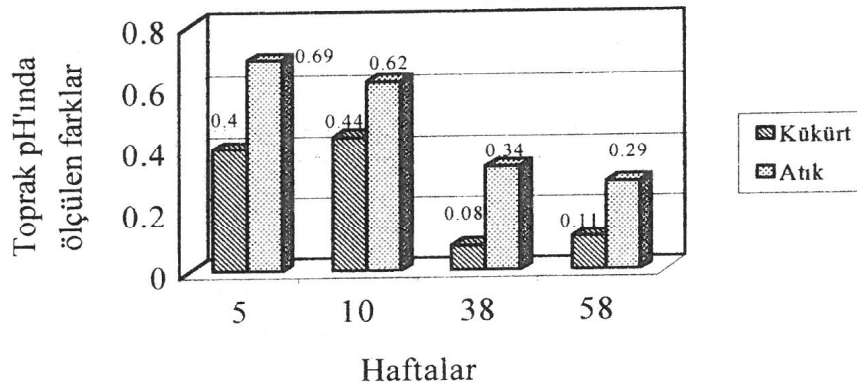
toprakta havalanma, nem, sıcaklık gibi faktörlerin optimum düzeyde bulunması gerekmektedir. Bu düşünceye paralel olarak Richards (1954), kükürdün toprakta etkili olabilmesi için toprağa uygulandıktan sonra oksidasyon

dönemine ihtiyaç olduğunu belirtmiş ve oksidasyon hızının toprak sıcaklığına, rutubetine, havalanmasına ve uygulanan kükürt materyalinin incelik derecesine bağlı olduğunu ve ince parçalanmış kükürdün uygun sıcaklık, nem ve iyi havalanma koşullarında 3 - 4 haftalık süre içerisinde okside olabileceğini bildirmiştir. Yürütülen tarla denemelerinde de, aşırı kireçli ve yüksek kireçli deneme alanlarına elementel kükürt uygulamaları sonucunda elde edilen ortalama toprak pH'ı değeri 5. ve 10. haftalarda, 38. ve 58. haftalara göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Buna göre bu çalışmada geçen ilk 5 ve 10 haftalık süre içerisinde toprağa uygulanan kükürt, oksidasyona uğrayarak pH'ı düşürmüştür. Fakat daha sonra 38. ve 58. haftalarda pH tekrar 5. ve 10. haftalara göre yükselmiştir. Nitekim Janzen ve Bettany (1987), kireçli topraklara kükürt uygulanması sonucunda ilerleyen zaman içerisinde pH'ın tekrar yükselmeye başlamasına neden olarak bu topraklarda bulunan kirecin tamponlama etkisinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Dört farklı düzeydeki atık ve kükürt uygulamalarına bağlı olarak değişik örnekleme zamanlarında alınan toprak örneklerinin ortalama pH

değerlerinin, kontrole göre farkları hesaplanarak Şekil 2 ve Şekil 3 hazırlanmıştır.

Şekil 2'den de görüldüğü gibi aşırı kireçli toprağa sahip deneme alanında dört farklı düzeydeki atık uygulamalarının ortalamaları sonucunda kontrole göre toprak pH'ında meydana gelen düşme zamana bağlı olarak 5. hafta örneklemeinden 58. hafta örneklemesine doğru azalmış ve 5 haftada 0.69, 10. haftada 0.62, 38. haftada 0.34 ve 58. haftada 0.29 birim olarak gerçekleşmiştir. Kükürt uygulamalarının ortalamaları sonucunda kontrole göre toprak pH'ında meydana gelen düşme 5. hafta örneklemesine göre 10. hafta örnekleminde artmış, 38. hafta ve 58. hafta toprak örneklerinde ise azalmış ve 5. haftada 0.40, 10. haftada 0.44, 38. haftada 0.08 ve 58. haftada 0.11 birim olarak gerçekleşmiştir. Bu bulgular Tisdale ve Nelson (1958)'in bulguları ile benzerlik göstermektedir. Araştırmacılar iyi havalanan, uygun nem ve sıcaklığa sahip koşullarda kireçli bir toprağa uygulanan kükürdün pH üzerine etkisini inceledikleri bir çalışmada ilk 6 haftalık zaman içerisinde toprakta pH değişiminin hızla ilerlediğini ve sonra

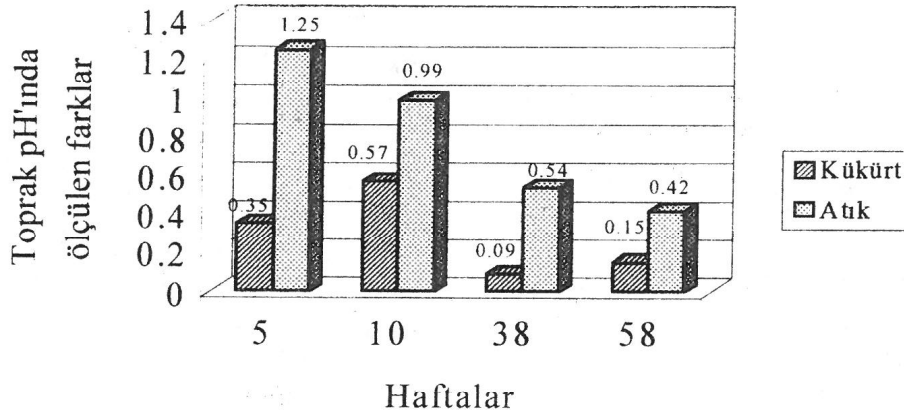


Şekil 2. Aşırı Kireçli Toprakta Değişik Örnekleme Zamanlarında Uygulamalara Bağlı Olarak Ortalama Toprak pH'ı Değerlerinin Kontrole Göre Farklarının Değişimi.

pH'nın çok yavaş bir değişim gösterdiğini, 8 ile 16 haftalık zaman içerisinde toprak pH'ının hemen hemen hiç değişiklik göstermediğini, 16. haftadan sonra ise toprak pH'ının tekrar yükselmeye başladığını bildirilmişlerdir.

Şekil 3'den görüldüğü gibi yüksek kireçli toprağa sahip deneme alanında dört farklı düzeydeki atık uygulamalarının ortalamaları sonucunda kontrole göre toprak pH'ında meydana gelen düşme, zamana bağlı olarak 5. hafta örneklemesinden 58. hafta örneklemesinde doğru azalmış ve 5. haftada 1.25, 10. haftada 0.99, 38. haftada 0.54 ve 58. haftada 0.42 birim

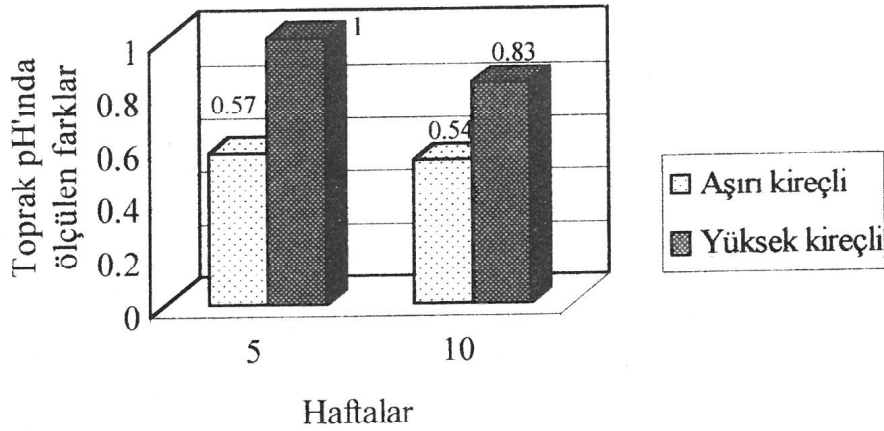
olarak gerçekleşmiştir. Kükürt uygulamalarının ortalamaları sonucunda kontrole göre toprak pH'ında meydana gelen düşme, 5. hafta örneklemesine göre 10. hafta örneklemesinde artmış, 38. hafta ve 58. hafta örneklemesinde ise azalmış ve 5. haftada 0.35, 10. haftada 0.57, 38. haftada 0.09 ve 58. haftada 0.15 birim olarak gerçekleşmiştir. Yüksek kireçli deneme alanındaki bu bulgularda aşırı kireçli deneme alanındaki bulgular ile benzerlik göstermektedir. Yalnız bu toprakta atık ve kükürt uygulamaları sonucunda toprak pH'ı aşırı kireçli deneme alanına göre biraz daha fazla düşmüştür.



Şekil 3. Yüksek Kireçli Toprakta Değişik Örnekleme Zamanlarında Uygulamalara Bağlı Olarak Ortalama Toprak pH'ı Değerlerinin Kontrole Göre Farklarının Değişimi.

Şekil 4'de her iki deneme alanında atık ve kükürt uygulamaları sonucunda 5. ve 10. haftalarda ölçülen toprak pH'ı değerlerinin ortalamaları alınarak kontrole göre farklarının değişimi verilmiştir. Neilsen ve ark. (1993), tarafından kükürt uygulamasıyla toprak

pH'ındaki azalmayı toprağın CaCO_3 içeriğinin etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca Modaihsh ve ark. (1989), CaCO_3 içeriği düşük olan toprağa kükürt ilavesinin, kireç içeriği yüksek olan toprağa göre toprak pH'ındaki azalma üzerine daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4. Değişik Kireç İçeriğine Sahip İki Toprağın Uygulamalara Bağlı Olarak Ortalama Toprak pH'ı Değerlerinin Kontrolle Göre Farklarının Değişimi.

4. Sonuç

Tarla denemelerinin yürütüldüğü hem aşırı kireçli hem de yüksek kireçli topraklarda atık ve kükürt uygulamaları sonucunda toprak pH'ında kontrole göre önemli azalmalar görülmüştür. Atık uygulamaları sonucunda toprak pH'ında meydana gelen düşme, kükürt uygulamalarına göre daha fazla olmuştur. Toprak pH'ında meydana gelen bu düşme, atık uygulamalarında en fazla olarak 5. haftada görülürken, kükürt uygulamalarında 10. haftada görülmüştür. Atık ve kükürt uygulamaları sonucu düşen toprak pH'ı zamanla yeniden yükselmeye başlamış, özellikle düşük düzeydeki kükürt uygulamalarında 38. ve 58. haftalarda belirlenen toprak pH'ı değeri kontrolden istatistiksel olarak farklı olmamıştır. Ancak atık uygulamaları sonucunda herne kadar 5. haftaya göre ilerleyen zaman içerisinde yükselme olsa da toprak pH'ında meydana gelen düşme 58. haftada bile kontrolden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.

Farklı kireç içeriklerine sahip iki deneme alanına aynı düzeylerde

uygulanan atık ve kükürt uygulamalarının toprak pH'ı üzerine etkisi aynı olmamıştır. Uygulamalar sonucu toprak pH'ında meydana gelen düşme yüksek kireçli toprağa sahip deneme alanında, aşırı kireçli toprağa sahip deneme alanına göre daha fazla olmuştur. Bu durum artan kireç içeriğinin toprak pH'ı üzerine uygulamaların etkisinin azalmasında (tamponlanmasında) rol oynadığının bir göstergesidir.

Pratik koşullarda yürütülen denemelerin sonuçlarına göre kireçli topraklara elementel kükürt ve kükürt içeren bir materyal olan flotasyon atığı uygulamalarının toprak pH'ını düşürdüğü ve bu nedenle bu gibi topraklarda alkali toprak reksiyonu nedeniyle ortaya çıkabilecek beslenme sorunlarının ortadan kaldırılabilmesinde bir çözüm olabileceği söylenebilir. Fakat denemelerin farklı kireç içeriğine sahip topraklarda yürütülmesi ve bunun sonucunda elde edilen bulgular, bu gibi materyallerin pH üzerine etkisinin toprağın kireç içeriğine bağlı olduğunu göstermiştir. Bu nedenle aşırı kireçli topraklara, bu materyallerin uygulama

miktarlarının biraz daha fazla olmasının gerekliliği gözden kaçırılmamalıdır.

Denemeler sonucunda flotasyon atığı gibi bir materyalin kireçli topraklarda pH'ı düşürebileceğinin belirlenmesi de önemli bir bulgudur. Çünkü Keçiborlu'da bulunduğu çevrede kirliliğe sebep olan ve aynı zamanda hiçbir işe yaramayan bu atığın böyle bir amaçla değerlendirilmesi de gündeme girmektedir. Fakat yine de atığın ağır metal içermesi nedeniyle kullanımında bunun da dikkate alınması ve toprakta bir süre sonra ağır metal birikimine sebep olup toprak kirliliği ve bitki toksisitesi meydana getirip getirmeyeceği araştırılması gereken bir durumdur.

Kaynaklar

- Anonim, 1984. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Topraksu Gn. Müd. Araş. Dairesi Bşk., Yayın no: 47, Rehber no: 8, Ankara.
- Beverly, R.B., Anderson, D.L., 1987. Effects of Acid Source on Soil pH. *Soil Science*, Vol.143, No: 4, 301 - 303.
- Black, C.A., 1965. *Methods of Soil Analysis*. Part 2, Amer. Soc. of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, U.S.A., 1372 - 1376.
- Bouyoucos, G.J., 1955. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils, *Agronomy Journal*, 4 (9): 434.
- Çağlar, K.Ö., 1949. *Toprak Bilgisi*, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Sayı:10.
- Evliya, H., 1964. *Kültür Bitkilerinin Beslenmesi*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Sayı 10.
- Hundson, A.W., 1976. Sulphur and Its Effects on Soil Acidity, *Shell Agricultural Chemicals*. p: 283 - 285.
- Jackson, M. C., 1967. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall of India Private' Limited, New Delhi.
- Janzen, H.H., Bettany, J.R., 1987. Measurement of Sulfur Oxidation in Soils. *Soil. Sci.*, 143: 444 - 452.
- Kacar, B., 1995. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri*, III. Toprak Analizleri, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper, *Soil Sci. Amer. Jour.*, 42 (3): 421 - 428.
- Modaihsh, A.S., Al-Mustafa, W.A., Metwally, A.I., 1989. Effect of Elemental Sulphur on Chemical Changes and Nutrient Availability in Calcareous Soils, *Plant and Soil*, 116, 95 - 101.
- Neilsen, D., Houge, E.J., Hoyt, P.B., Drough, B.G., 1993. Oxidation of Elemental Sulfur and Acidulation of Calcareous Orchard Soils in Southern British Columbia, *Canadian Journal of Soil Science*, February, 73: 103 - 114.
- Olsen, S.R., Sommers, E.L., 1982. Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate Methods of Soil Analysis, Part 2, *Chemical and Microbiological Properties*. Edit: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney, 404 - 430.
- Özbek, N., 1973. *Toprak Verimliliği ve Gübreler I. Toprak Verimliliği*, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 525, Ders Kitabı: 170.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. U.S. Dept. Agricultural Handbook, No: 60, 110: 8.
- Sönmez, B., 1988. *Kükürt Fabrikası Flotasyon Atıklarının Sodyumlu Topraklarda Islah Maddesi Olarak Kullanılma Olanaklarının Belirlenmesi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın no: 158, Rapor Seri no: R , 81.
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L., 1958. *Soil Fertility and Fertilizers* 2nd. pp.100. The McMillan Company. U.S.A.