

TUZLU-SODYUMLU TOPRAKLARIN ISLAHINDAN SONRAKİ DÖNEMDE ORGANİK ATIK MATERYAL UYGULAMASININ ETKİLERİ

Ömer ANAPALI⁽¹⁾ Abdurrahman HANAY⁽¹⁾ Mustafa CANBOLAT⁽²⁾

ÖZET : *Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz drenaj koşulları altında yapılan bilinçsiz sulama uygulamaları sonucu, tarım toprakları zamanla sorunlu (tuzlu-sodyumlu) topraklara dönüşmektedir. Ülkemizde tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında jips uygulaması ile yıkama yöntemi uygulanmaktadır. Bu tip sorunlu toprakların ıslahından sonra fiziksel özelliklerinin düzeltilmesi ve üretkenliklerinin yeniden kazandırılması için organik materyallerin kullanılması kaçınılmazdır.*

Bu çalışmada; Iğdır Ovasındaki tuzlu-sodyumlu topraklara ıslahın sonra organik atık materyal olarak çiftlik gübresi ile çöp kompostu uygulanmış ve toprakların fiziksel özelliklerinde olumlu gelişmeler sağlanmıştır.

EFFECT OF ORGANIC WASTE MATERIAL IN THE PERIOD AFTER THE RECLAMATION OF SALINE-SODIC SOILS

SUMMARY : *Agricultural soil turns into saline-sodic soils due to application of irrigation without scheduling under the insufficient drainage condition in arid and semi-arid regions. In Turkey, the method of washing with gypsum has been used to reclaim the saline-sodic soils. After reclamation of this type of soils, organic materials must be used to improve the physical properties and to resume the fertility of soils.*

In this study, barnyard manure and municipal compost were applied, as organic waste material to saline-sodic soils after reclamation in Iğdır plain of Turkey. This application had an effect on soils in a positive way.

GİRİŞ

Tuzlu, sodyumlu ve tuzlu-sodyumlu toprakların; tuzluluğa neden olacak volkanik kayaların parçalanması ve parçalanma ürünlerinin birikmesi, ana materyal, topoğrafya, toprak bünyesi, toprak geçirgenliğinin düşük olması, aşırı sulama suyunun kontrolsüz ve bilgisizce kullanılması, drenaj yetersizliğine bağlı olarak tuzlu taban suyu hareketleri, nehirlerin ve denizlerin neden olduğu su baskınları, yıllık yağışın buharlaşmaya göre az olması gibi faktörlerin biri veya birkaçının etkisiyle oluştuğu görülmektedir (Abrol ve Bhumbra, 1971; Raslan ve Fardavi, 1971; Szabolcs, 1976; Monem Balba, 1976; Yıldırım, 1980; Özkara, 1981).

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.

(2) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü, Erzurum.

Toprakta tuzluluk sorunu etkin ve yeterli bir drenaj sisteminin tesis edilmesinden sonra yapılacak yıkamalarda giderilebilir. Sodyumluluk sorununun da ise kimyasal ıslah maddelerinin kullanılması gerekmektedir (Abrol ve ark., 1988). Kullanılacak ıslah maddesinin cinsi ve miktarı genellikle toprağın özelliklerine, arzu edilen ıslah hızına ve ekonomik değerlere bağlı olarak değişmektedir (El Shabassy, 1972; Ayyıldız, 1983). Ancak en yaygın olarak kullanılanı ise jipstir (Prather ve ark., 1978; Oster ve Frenkel, 1980; Shainberg ve ark., 1982).

Yıkamada suyun bitki kök bölgesinden serbestçe geçip uzaklaşması esastır. Yıkama işlemi suyun profil içerisine doğru dikey yönde akmasını sağlamak üzere tesis edilen seddeler arasında suyun göllendirilmesiyle tamamlanır. Bu uygulama mevcut suyun miktarına ve toprak koşullarına göre devamlı veya aralıklı su verilmesi şeklinde olabilir (Oster ve ark., 1972).

Toprakta tam bir yıkamanın gerçekleştirilebilmesi için ihtiyaç duyulan yıkama suyu miktarını; toprağın yapısına göre seçilen en uygun sulama yönteminin yanısıra toprak ve taban suyundaki tuzların konsantrasyonu, tuzların cinsi, yıkama suyunun kalitesi, toprağın geçirgenliği, drenaj sisteminin etkinliği ve yıkanmasına ihtiyaç duyulan toprak derinliği gibi faktörler de etkilemektedir (Singh ve Dahiya, 1979; Jury ve ark., 1979).

Yapılan ıslah çalışmalarında tuzluluk için elektriksel iletkenlik (EC) değerinin 4 mmhos/cm ve sodyumluluk için değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) değerinin 15'ten daha düşük bir seviyeye ulaştırabilmek için gerekli olan yıkama suyu ve ıslah maddesi miktarları belirlenmiştir.

Oster ve ark., (1972) topraktaki çözünebilir tuzların % 70'inin yıkanabilmesi için 1 cm toprak derinliğine aralıklı göllendirmede 0.5 cm, sürekli göllendirmede 1.2 cm yıkama suyuna ihtiyaç olduğunu belirtmektedirler.

Khosla ve ark., (1979) ise toprak profilindeki çözünebilir tuzların % 80'inin yıkanabilmesi için 1 cm toprak derinliğine 0.4 cm yıkama suyunun uygulanması gerektiğini bulmuşlardır.

El-Dujaili ve İsmail (1971) toprak tuzluluğunu emniyetli bir seviyeye getirebilmek için birim toprak derinliğinin 1.5 katı yıkama suyuna ihtiyaç olduğu sonucuna varmışlardır.

Erzincan Ada çorak topraklarının 90 cm derinliğinin ıslahı için dekara 4 ton jips ve 258 cm yıkama suyu (Bahtiyar, 1971), Burdur-Yazıköy çorak toprakları için 1.6 ton/da jips ve 360 cm yıkama suyu (Yılmaz, 1978), Tokat-Kazova'daki çorak topraklara 6 ton/da jips ve 624 cm yıkama suyu (Çınar, 1978), Ege Bölgesindeki çorak topraklara 500-1000 kg/da jips ve 240-280 cm yıkama suyu (Özkara, 1981), Sarayköy Araştırma İstasyonu çorak topraklarına ise 2 ton/da jips ve 100 cm yıkama suyunun (İnceoğlu ve Ağar, 1989) yeterli olacağı belirtilmektedir.

Tuzlu-sodyumlu toprakların fazla miktarda değişebilir sodyum içermesi ve düşük tuz konsantrasyonunun bir sonucu olarak toprak kolloidlerinde şişme ve dağılma meydana gelir. Bu durum ise toprağın yapısını, agregat stabilitesini ve geçirgenlik gibi fiziksel ve mekaniksel özelliklerini bozar (Shainberg ve ark., 1971; Oruç, 1974; McNeal, 1974). İslah amacıyla

toprağa uygulanan jips ve yapılan yıkamalar toprakta tuz konsantrasyonu ve değişebilir sodyum arasında uyumlu bir denge sağlayarak kimyasal bakımdan ıslah gerçekleştirilir (Khosla ve Abrol, 1972; Kemper ve ark., 1975). Ayrıca jips toprak taneciklerindeki şişme ve dağılmayı da önleyerek kötü olan fiziksel yapının düzelmesine de hizmet eder (Keren ve O'Connor, 1982; Gupta ve ark., 1985). Jipsin fiziksel yapı üzerine olan olumlu etkisi toprakta normal tarım yapılabilmesi için gerekli olan istemleri karşılayamaz çünkü fiziksel yapı tahmin edilenden çok daha kötü durumdadır. Ayrıca ıslah sırasında uygulanan ağır yıkamalar topraktan çözünebilir tuzları yıkaması yanında besin maddelerinin bir kısmını da yıkayarak topraktan uzaklaştırmaktadır. Kimyasal bakımdan ıslahı sağlanmış, fiziksel yapısı henüz tamamıyla iyileşmemiş, bitki besin maddeleri bakımından fakir olan bu topraklara çok yönlü etkiye sahip olan organik maddenin ilave edilmesi kaçınılmazdır (Oruç, 1974).

Topraklarda az miktarda bulunan organik madde, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine önemli ölçüde etki yapar. Toprağın iyi bir yapı kazanması, agregatların stabil hale gelmesi, toprağın su tutma kapasitesinin artması, hava ile dolu kaba gözeneklerin oluşması ve iyi tav durumunun korunması gibi fiziksel özellikler ile toprakların kation değişim kapasitesinin artması toprağın organik madde içeriğine bağlıdır. Organik maddenin ayrışmasıyla bir çok bitki besin elementleri açığa çıkar. Bu nedenle, organik madde toprağın verimliliği ile de yakından ilgilidir (Ergene, 1987).

Ergene'ye (1985) göre Türkiye topraklarının büyük çoğunluğu (% 94) yeterli miktarda organik maddeye sahip değildir; yeterli ve fazla organik madde içeren topraklarımızın oranı ancak % 6 dolayındadır.

Tarım yapılan toprakların organik madde içeriğini artırmak için çeşitli organik materyaller uygulanır. Bunlardan bazıları, bitki artıkları (anız), çiftlik gübresi, yeşil gübreler, torf ve orman altı artıkları, organik yapay gübreler ve organik katı atıklardan sağlanan çöp kompostlarıdır. Bu materyallerden en güncel olanı hiç kuşkusuz çöp kompostlarıdır. Çünkü, dünya nüfusunun giderek artmasıyla yerleşim birimlerindeki çöplerin çevre kirliliğine yol açması giderek çözülmesi zor olan sorunları ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle birçok gelişmiş ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de yerleşim birimlerindeki çöplerin kompost olarak değerlendirilip tarım topraklarına uygulanması gereklidir (Hanay, 1990).

Laboratuvar koşullarında yürütülen bu çalışmada; Iğdır Ovası tuzlu-sodyumlu toprakları önce jips uygulaması ve yıkama ile ıslah edilmiş ve daha sonra topraktaki organik madde miktarını artırmak için farklı düzeylerde çiftlik gübresi ve bir alternatif olması bakımından şehir çöplerinden elde edilen çöp kompostu uygulanması yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmada kullanılan tuzlu-sodyumlu toprak örneği, Iğdır Ovası'nın drenaj ve tuzluluk sorunu olan alanlarından alınmıştır. Sorunlu toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmada Kullanılan Sorunlu (Tuzlu-Sodyumlu) Toprakların Bazı Özellikleri.

Table 1. Some properties of Saline Sodic Soils Used.

% kum (% Sand)	26
% Silt (% Silt)	36
% Kil (% Clay)	38
Bünye (Texture)	Killi tın (CL)
Kütle Yoğunluğu (Bulk Density) (g/cm ³)	1.35
Porozite (% Porosity)	49.05
Tarla Kapasitesi (Field Capacity) (Pw)	27.83
Solma Noktası (Per. Witting Point) (Pw)	13.74
Yarayışlı Nem (Available Moisture) (Pw)	14.09
Organik Madde (% Organic Matter)	0.61
pH (Satürasyon Ekstraktı)	9.65
EC (Sat. ekstraktı) (mmhos/cm)	12.62
ESP (%)	44.22

Doğu Anadolu Bölgesi'nde Aras Havzası içerisinde yer alan Iğdır Ovası, kuzeyde Aras Nehri, doğuda ve güneydoğuda Küçük Karasu, güneyde ve batıda Küçük Ağrı, Büyük Ağrı, Solaha, Kale ve Pamuk Dağlarıyla çevrilidir. Önemli bir tarımsal potansiyele sahip olan Iğdır Ovası topraklarının % 36'sında (54 000 ha) tuzluluk ve sodyumluluk nedeniyle tarım yapılamaz durumdadır (Dizdar, 1978).

Sorunlu toprakların ıslahında kullanılan jips materyali Samsun Gübre Sanayiinden sağlanmıştır. Safiyeti % 97 olan bu materyalin 0.149 mm'lik elekten geçen kısmı araştırmada kullanılmıştır. Araştırma laboratuvar koşullarında yürütüldüğünden dolayı sorunlu toprakların ıslahında yıkama suyu olarak Atatürk Üniversitesi içme ve kullanma suyu kullanılmıştır.

İslihatan sonraki dönemde toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini düzeltmek amacıyla organik materyal olarak çiftlik gübresi ve çöp kompostu kullanılmıştır. Söz konusu organik materyallere ilişkin bazı özellikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Araştırmada Kullanılan Organik Atık Materyallerin Bazı Özellikleri.
Table 2. Some Properties of Organic Waste Materials Used.

Özellikler (Properties)	Çiftlik Gübresi (Barnyard Manure)	Çöp Kompostu (Municipal Compost)
Kütle Yoğunluğu Bulk Density (g/cm ³)	0.49	0.97
Doygunluk Kapasitesi (Saturation Cap) %	120	78
Organik Madde (Organik Matter) %	78.56	25.01
C/N	30/1	17/1
pH (Sat.Ekstraktı)	7.65	8.21
EC (Sat.Ekstraktı) (mmhos/cm)	3.25	3.88
Kaba Kum Kırık Cam Parça %	--	6

Araştırmada kullanılan çiftlik gübresi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi İşletme Müdürlüğü'nün süt ve besi sığırları ahırlarından temin edilmiştir. Çiftlik gübresi topraklara uygulanmadan önce bir yıllık bir dönemde aerobik koşullarda ayrışmaya bırakılmıştır.

Diğer organik atık materyal olan çöp kompostu, Erzurum şehrinin belediye çöplerinden Kowald ve ark.'ın (1990) yaptığı bir çalışmadan elde edilmiştir. Şehrin organik maddece zengin çöpleri bir yığın şeklinde depolanarak, doğal koşullarda yaklaşık 3 aylık bir ayrışma süreci sonunda 2 mm'lik elekten geçirilen materyal kompost olarak kullanılmıştır.

Metot

Toprak Örneklerinin Alınması

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri, Iğdır Ovası'nda tuzluluk ve sodyumluluk sorunu bulunan farklı alanlardan 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Laboratuvara getirilen topraklar kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve karılarak homojen bir toprak örneği haline getirilmiştir.

Deneme Kasalarının Oluşturulması

Araştırma laboratuvar koşullarında yürütüleceğinden taban alanı 40 x 50 cm ve derinliği 15 cm olan ahşap deneme kasaları hazırlanmıştır. Kasaların tabanı, ıslah sırasında yıkama suyunun kolayca drene olabilmesi için süzgeçli tesis edilmiştir. Ayrıca süzgeçten olası toprak kaybının önlenmesi için de süzgeç üzerine filtre görevi yapacak bez (kanaviçe) serilmiştir.

Araştırmada 8 uygulama konusu 3'er tekerrürlü yürütüleceğinden toplam 24 adet deneme kasası hazırlanmıştır. Kasaların herbirine 10 cm derinliğinde daha önce hazırlanmış olan sorunlu toprak örneğinden yerleştirilmiştir.

Sorunlu Toprakların Islahı

İçerisine sorunlu toprağın konulduğu 24 adet deneme kasasının 21'inde ıslah çalışması yürütülmüştür. Başlangıca göre bir karşılaştırma yapabilmek için kasaların 3'ünde ıslah çalışması yapılmamıştır.

Islah çalışması, Anapalı ve Gemalmaz'a (1992) göre "Kademeli ıslah yöntemi" şeklinde yapılmıştır. Islah çalışmalarında her kasaya eşit miktarda jips verilerek aralıklarla yine eşit miktarda yıkama suyu ile sorunlu toprağın ıslahı sağlanmıştır. Yıkama işlemi sırasında yıkama suyu, kasalardaki sorunlu toprak üzerinde 5 cm yüksekliğinde göllendirilmiştir. Başka bir ifadeyle her yıkama sırasında herbir deneme kasasına 10 litre yıkama suyu verilmiştir. Yıkama işlemi, yıkama sırasında kasaların altındaki kaplarda toplanan süzükteki elektriksel iletkenlik (EC) ve değişebilir sodyum yüzdesinin (ESP) öngörülen sınır değerlerinin altına düşmesine kadar devam edilmiştir. Araştırmada kullanılan sorunlu toprakların ıslahtan önceki elektriksel iletkenliği (EC) 12.62 mmhos/cm ve değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) 44.22 olduğu halde ıslah sonucunda EC değeri 2.1 mmhos/cm'ye ESP değeri ise 6.71'e düşürülmüştür. Bilindiği gibi tuzlu-sodyumlu topraklarda öngörülen sınır değerler EC için 4 mmhos/cm, ESP için 15'tir.

Deneme Planı ve Organik Atık Materyal Uygulaması

Elektriksel iletkenlik (EC) ve değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) yönünden ıslahı sağlanan 21 adet deneme kasasının toprağı uygun tav koşullarında kasalardan boşaltılarak laboratuvarda kurutulmuştur. Daha sonra karılarak homojen bir toprak haline getirilmiştir. Islah edilmiş bu toprak örneği tekrar kasalara 10 cm derinliğinde yerleştirilmiştir.

Organik atık materyallerin uygulama düzeyleri benzer çalışmalardan da yararlanılarak şu şekilde belirlenmiştir. Çiftlik gübresi; 2.5 t/da, 5.0 t/da ve 7.5 t/da, çöp kompostu; 5.0 t/da, 10.0 t/da ve 15.0 t/da. Çiftlik gübresinin organik madde içeriği çöp kompostundan daha yüksek olduğu için uygulama düzeyleri çöp kompostundan daha düşük tutulmuştur.

Islah edilmiş 21 kasanın 3'üne hiçbir organik materyal uygulanmayarak kontrol olarak tutulmuştur. Kalan 18 kasanın 9'una çöp kompostu, 9'una da çiftlik gübresi belirlenen düzeylerde 3'er tekerrürlü uygulanmıştır. Kasalardaki topraklara uygulanan organik atık

materyaller homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra hem bozulan toprak yapısının yeniden sağlanması hem de uygulanan organik materyallerin daha hızlı ayrışması için deneme kasaları inkubasyona bırakılmıştır.

İnkubasyon Peryodu

Topraklara karıştırılan organik materyalin ayrışma hızını artırmak için Aksoy'a (1973) göre her bir deneme kasası toprağına 1.5 litre besin solüsyonu verilmiştir. 90 günlük inkubasyon süresince deneme kasalarındaki toprakların nemi sürekli tarla kapasitesi dolayında tutulmuş, ayrıca çimlenen bitkiler koparılmıştır. İnkubasyon peryodu boyunca laboratuvar sıcaklığı 18 ± 4 °C arasında değişmiştir.

Organik Atık Materyallerin ve Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Araştırmada kullanılan çiftlik gübresi ve çöp kompostunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Anon'a (1970) göre belirlenmiştir.

Araştırmadan önce ve inkubasyon süresi sonunda toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde aşağıdaki metotlar uygulanmıştır.

Toprak bünyesi Day hidrometre yöntemiyle (Demiralay, 1993), kütle yoğunluğu hacmi 100 cm^3 olan bozulmamış örnek alma silindiriyle (Blake ve Hartge, 1986), Porozite Gardner'e (1986) göre, Saturasyon kapasitesi Gardner'e (1986) göre, tarla kapasitesi ve solma noktası basınç aletinde (Demiralay, 1993), Higroskopik nem Hanay'a (1990) göre, hidrolik iletkenlik doymun koşullarda sabit seviyeli permeametre yöntemiyle (Kessler ve Oosterbaan, 1974), Agregat stabilitesi Yoder tipi ıslak eleme aletiyle (Demiralay, 1977), Organik madde yaş yakma yöntemiyle (Nelson ve Sommers, 1982), pH saturasyon ekstraktında (McLean 1982), EC saturasyon ekstraktında (Rhoades, 1982), Katyon değiştirme kapasitesi sodyum asetat yöntemiyle (Black, 1965), Değişebilir sodyum ve değişebilir sodyum yüzdesi ise Sağlam'a (1994) göre belirlenmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

İslah Nedeniyle Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerindeki Değişmeler

Tablo 3'te sorumlu toprağına ilişkin verilen bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerden elektriksel iletkenlik (EC), değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) ve pH değerleri incelendiğinde, EC'nin 4 mmhos/cm 'nin ESP'nin 15'in ve pH'nın da 8.5'un üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durumuyla araştırmaya konu olan toprağın başlangıçta tuzlu-sodyumlu toprak karakterinde olduğu söylenebilir. Toprakta yalnız tuzluluk sorunu olsaydı yapılacak yıkamalar ıslah için yeterli olacaktı (Jury ve ark. 1979), ancak toprakta tuzlulukla birlikte sodyumluluk sorununun

da bulunması ıslah işleminde bir kimyasal ıslah maddesinin kullanılmasını zorunlu kılmıştır (Carter ve ark., 1978). Araştırmada yürütülen ıslah çalışmasında kimyasal ıslah maddesi olarak jips kullanılmıştır. İslah işleminde en yaygın olarak kullanılanı da jiptir (Abrol ve ark., 1988).

Tablo 3. İslah Edilmiş Topraklara Organik Atık Materyal Uygulamasının Etkileri.
Table 3. Effects of Organic Waste Material Application to the Reclaimed Soils.

Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	Sorunlu (Tuzlu Sodyumlu) Toprak	İslah Edilmiş Toprak (Kontrol)	İslahtan Sonraki Dönemde					
			Çiftlik Gübresi Uygulaması (t/da)			Çöp Kompostu Uygulaması (t/da)		
			2.5	5.0	7.5	5.0	10.0	15.0
Fiziksel Özellikler								
Kütle Yoğunluğu (g/cm ³)	1.35	1.35	1.34	1.29	1.22	1.35	1.31	1.25
Porozite (%)	49.05	49.05	49.43	51.32	53.96	49.05	49.43	52.83
Saturasyon Kapasitesi (Pv) pF = 0	48.83	48.62	48.95	50.86	53.08	48.65	49.26	52.24
pF = 1'deki Nem (Pv)	45.25	45.30	45.85	47.06	48.90	45.62	46.56	47.52
Tarla Kapasitesi (Pv) pF = 2.54	37.57	37.00	37.10	38.92	41.26	37.02	38.65	40.03
Solma Noktası (Pv) pF = 4.20	18.55	18.07	18.10	18.25	18.60	18.09	18.21	18.58
Yarayışlı Nem (Tarla Kap.-Solma Nok) Pv	19.02	18.93	19.00	20.67	22.66	18.93	20.44	21.45
Higroskopik Nem (Pv) pF = 4.54	10.81	10.78	10.80	10.84	10.95	10.79	10.80	10.85
Hidrolik İletkenlik (cm/h)	0.13	0.16	0.16	0.32	0.64	0.17	0.49	0.85
Agregat Stabilitesi (%)	17.46	16.35	19.75	22.35	26.48	19.05	21.57	24.35
Kimyasal Özellikler								
Organik madde (%)	0.61	0.58	1.24	1.99	3.08	1.12	1.82	2.94
pH (Sat.Ekstraktı)	9.65	8.20	8.15	8.01	7.96	8.18	8.20	8.26
EC (Sat.Ekstraktı) (mmhos/cm)	12.62	2.1	2.2	2.3	2.4	2.3	2.5	2.6
KDK. (me/100 g toprak)	22.75	22.04	22.32	23.05	23.95	22.70	24.16	25.53
Değişebilir Na. (%)	10.06	1.48	1.50	1.57	1.65	1.53	1.66	1.80
ESP (%)	44.22	6.71	6.72	6.81	6.89	6.74	6.87	7.05

Kırda'nın (1979) da belirttiği gibi tuzluluk ve sodyum sorunu olan alanlardan alınan toprak örnekleri, tarla koşullarındaki yıkamaya benzer şekilde laboratuvar da yıkanabilir. Yıkama, toprak profilinin bir benzeri olan toprak kolonları kullanılarak yapıldığı gibi, drenaj araştırmalarında yaygın olarak kullanılmakta olan kum tanklarına benzer şekilde tanklar kullanılarak ta yapılabilir. Bu öneriler doğrultusunda, laboratuvar da oluşturulan ahşap kasalar içerisinde ıslah çalışması yürütülmüştür.

Islah çalışmasında jipsin ve yıkama suyunun etkin bir şekilde kullanımına ortam oluşturarak ıslahın daha kısa sürede başarılı bir şekilde tamamlanması sağlanmıştır. Jips parçacıklarının büyüklüğünün çözünmesi üzerine etkisinin olduğu bilindiğinden (Khosla ve Abrol, 1972) araştırmada jipsin 0.149 mm'lik elekten geçen kısmı kullanılmıştır. Bu şekilde ıslah sırasında kısa zamanda jipsin çözünerek kalsiyumu açığa çıkarması sağlanmıştır. Diğer yandan jipsin toprağa karıştırılmasının toprakla daha fazla temas sağlayıp ıslahı olumlu yönde etkilediğini Verhoven (1974) bildirmiştir. Kullanılacak yıkama suyunun toprağa aralıklarla verilmesinin topraktan daha fazla miktarda çözünebilir tuzların yıkanmasını sağladığı Oster ve ark. 1972 ve Kırda ve Nielsen 1976 önermektedir. Araştırmada bu öneriye uygun olarak yıkama suyu uygulamaları aralıklarla yapılmıştır. Rhoades'in (1974) önerdiği gibi başlangıçta gereğinden daha az jips kullanılması nedeniyle daha az yıkama suyu kullanılmıştır.

İslahtan önce 12.62 mmhos/cm olan EC, 44.22 olan ESP ve 9.65 olan pH değerleri ıslahtan sonra sırasıyla 2.1 mmhos/cm'ye, 6.71'e ve 8.20'ye düşürülmüştür. Elde edilen bu son değerlere göre toprakta tuzluluk ve sodyumluluk sorunu kalmamıştır. Çünkü, Richards, 1954, tuzlu-sodyumlu topraklar için sınır değerleri EC için 4 mmhos/cm, ESP için 15 ve pH için 8.5 olarak belirtmiştir.

Jipsin toprağın fiziksel yapısı üzerine de olumlu etkisinin olduğunu McNeal, 1974; Keren ve O'Connor, 1982; Gupta ve ark., 1985 gibi araştırmacılar ortaya koymuştur. Sorunlu toprağın hidrolik iletkenlik değeri başlangıçta 0.13 cm/h iken ıslahtan sonra 0.16 cm/h'a çıkmıştır. Bu artış yeterli olmamıştır. Çünkü Anon. (1993)'e göre her iki hidrolik iletkenlik değeri de aynı sınıfa (orta düşük) girmektedir.

Araştırmada dikkati çeken bir hususta ıslah öncesi ve sonrasında agregat stabilitesinde görülen değişimdir. İslahtan önce % 17.46 olan agregat stabilitesi ıslahtan sonra % 16.35'e düşmüştür. Bunun nedeni yıkama işlemi sırasında toprağın uzun süre su içerisinde kalması sonunda zayıf agregatların suda dağılmasıdır. Agregasyon üzerine olumlu etkisi olan organik materyallerin uygulanmasıyla azalan agregat stabilitesi artırılabilir. Benzer şekilde Webster ve Nyborg (1986) sodyumlu toprakların yıkanmasından sonra agregat stabilitesinin azaldığını belirtmişlerdir.

Sorunlu toprakların ıslahından sonra Tablo 3'te görüldüğü gibi kütle yoğunluğu, porozite, su tutma kapasitesi ve çeşitli tansiyonlarda tutulan su oranları gibi fiziksel özelliklerinde önemli bir değişiklik görülmemiştir.

Yıkamalar sırasında topraktan yalnızca çözünebilir tuzların uzaklaştırıldığını söylemek yanlışır. Çünkü yıkama sırasında tuzlarla birlikte toprakta bulunan diğer bitki besin elementleri de uzaklaşmaktadır (Kırda ve ark. 1976). Aynı şekilde organik madde miktarı ıslahatın önce % 0.61 iken ıslahatın sonra % 0.58'e düşmüştür. Sezen'e (1991) göre uzun süre tarım yapılamayan bu sorumlu toprakların organik madde miktarları oldukça düşüktür. Diğer yandan ıslah dolayısıyla yapılan yıkamalar sonucunda toprağın organik maddesi de yıkamayla azalmaktadır.

İslah sonucunda; kimyasal yönden hedefe varılmış ancak fiziksel yönden yetersiz olan verimliliği ve üretkenliği oldukça düşük olan bir toprak meydana gelmektedir.

İslahatın Sonra Organik Materyal Uygulamasının Etkileri

Tuzlu-sodyumlu sorumlu topraklara ıslahatın sonra uygulanan organik atık materyaller etkisiyle 90 günlük inkubasyon periyodundan sonra toprakta meydana gelen değişmelere ilişkin sonuçlar Tablo 3.'te verilmiştir. Tablo 3'te toprağın belirtilen özellikleri 10 paralelli yapılmış olup sonuçlar ortalamalar şeklinde verilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçların F-testi, varyans analizleri ve Dunean çoklu karşılaştırma testleriyle istatistikî değerlendirilmesi yapılmıştır.

Kütle Yoğunluğu ve Porozite

Organik atık materyallerin hem kendi kütle yoğunluklarının mineral topraklardan oldukça düşük olması, hem de toprağın yapısını iyileştirip agregasyonu sağlamasından dolayı uygulama sonunda her iki atık materyal toprağın kütle yoğunluğunu önemli düzeyde düşürmüştür. Tablo 3'ten görüldüğü gibi başlangıçta 1.35 g/cm^3 olan kontrol varyantının kütle yoğunluğu en yüksek düzeydeki çiftlik gübresi uygulamasıyla 1.22 g/cm^3 'e, aynı şekilde çöp kompostu uygulamasıyla da 1.25 g/cm^3 'e düşmüştür. Her iki organik materyal uygulamasının etkisi ($P < 0.01$) düzeyinde çok önemli bulunmuştur. Çiftlik gübresinin daha etkili olmasının nedeni, C/N oranının yüksek olması nedeniyle henüz parçalanmamış organik maddenin olmasıdır.

Kütle yoğunluğuna bağlı olarak toprağın porozitesi de uygulanan organik materyallerden önemli düzeyde etkilenmiştir. İslahatın sonra % 49.05 olan porozite değeri en yüksek uygulama düzeyleri kıstas alındığında çiftlik gübresiyle % 53.96'ya, çöp kompostuyla % 53.83'e çıkmıştır. Her iki organik materyalin poroziteye etkisi yine ($P < 0.01$) düzeyinde çok önemli bulunmuştur. Toprağın porozitesinin artması özellikle drenaj sorunu olan topraklarda, toprağın havalanması açısından çok önemli bir gelişmedir.

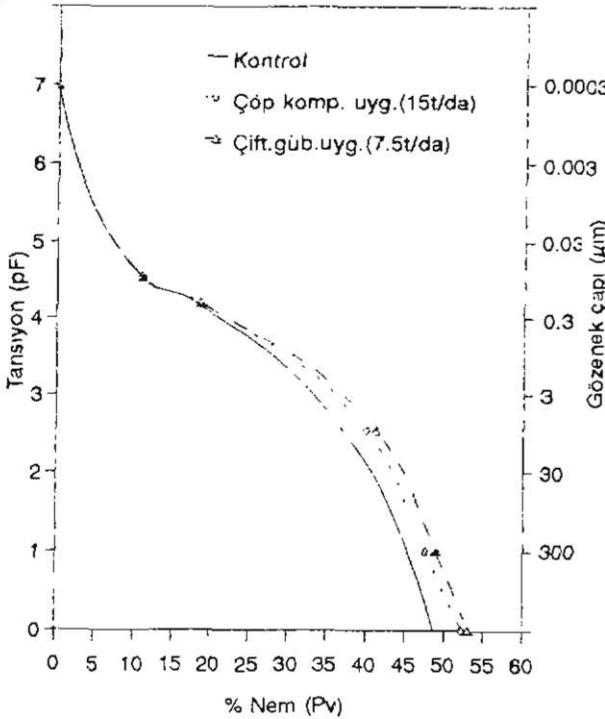
Kütle yoğunluğu ve porozite ile ilgili olarak Flinn ve Waugh (1983), Vigerust (1984), Yalçuk ve Munsuz (1984), Jurkova (1986), Pikul ve Allmaras (1986) ve Hanay (1992) yaptıkları benzer çalışmalarda, topraklara uygulanan çeşitli organik kökenli atık materyallerin

toprakların kütle yoğunluğu ve porozitesinde sürekli olumlu gelişmeler sağladığını belirtmişlerdir.

Su Tutma Kapasitesi ve pF Nem İlişkileri

Toprağın su tutma kapasitesinin parametreleri olan tarla kapasitesi, solma noktası, yarıyıllı nem, satürasyon kapasitesi ve çeşitli tansiyonlardaki tutulan su oranları organik materyal uygulamasıyla önemli ölçüde artmıştır. Çiftlik gübresinin daha etkili olduğu su tutma kapasitesi parametrelerinde her iki organik materyalin en yüksek uygulama düzeylerinin etkisi ($P<0.01$) düzeyinde çok önemli çıkmıştır.

Şekil 1'deki pF-% nem (P_v) ilişkisinden de görüleceği gibi organik materyal uygulaması toprağın düşük tansiyonlardaki su tutma kapasitesini daha çok etkilemiştir. Bunun nedeni, porozitede meydana gelen artışla ilgilidir. Özellikle çapı $3 \mu\text{m}$ 'den büyük su tutucu kapillar gözeneklerin artmış olması asıl nedendir. Buna karşılık solma noktası ve higroskopik nem gibi yüksek tansiyonlarda tutulan su oranlarında az miktardaki artışlar istatistiki yönden önemli bulunmamıştır. Yüksek tansiyonlarda tutulan sudan bitkiler zaten yararlanamadıkları için



Şekil 1. Toprağın pF-% nem (P_v) ilişkileri.

Figure 1. Relationship between pF and soil moisture of soil.

solma noktası ve higroskopik nem sabitelerinin artmasının bitki yetiştiriciliği açısından herhangi bir önemi yoktur. Epstein ve ark. (1976), Talashilkar ve Kadrekar (1984), Vigerust (1984), Canbolat (1990) ve Hanay (1992) yaptıkları çalışmalarda toprağa organik madde uygulamasının toprakların çeşitli tansiyonlarda tutulan su kapasitelerini önemli düzeyde artırdığını belirtmişlerdir.

Hidrolik İletkenlik

Her iki uygulama toprağın kaba gözenekleri ve dolayısıyla porozitesini artırdığından dolayı hidrolik iletkenlik değerlerini de artırmıştır. Bu durum drenaj açısından çok önemli bir bulgudur. Drenaj sorunu olan topraklarda drenajın nedenlerinden biri olan toprağın düşük hidrolik iletkenliğini iyileştirmenin yolu toprağa organik madde ilave etmektir. Her iki organik atık materyal toprağın hidrolik iletkenliğine ($P<0.01$) düzeyinde etkili olurken, özellikle çöp kompostunda kaba kum ve kırık cam parçaları gibi kaba inorganik materyallerin bulunması çöp kompostunun etkisini artırmıştır. Vigerust (1984), Pagliai ve Guidi (1985), MacRae ve Mehuys (1985), Pikul ve Allmaras (1986), Hanay (1992) ve Aina (1983), benzer çalışmalarla, toprağa organik materyal uygulamasının toprağın hidrolik iletkenlik değerini artırdığını saptamışlardır.

Agregat Stabilitesi

Islah çalışmasından sonra bir miktar düşüş gösteren agregat stabilitesinde her iki organik materyal uygulamasıyla çok önemli düzeyde ($P<0.01$) artış görülmüştür. Organik materyallerden çiftlik gübresinin etkisi daha belirgindir. Toprağın agregat stabilitesinin artması, su erozyonuna karşı stabilitenin artması, agregasyonun su içerisinde uzun süre korunması, infiltrasyon ve hidrolik iletkenlik gibi toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve gözenek hacminin kararlılık derecesinin artması bakımından önemli bir gelişmedir. Guidi ve Hall (1983), Nakaya ve Motomura (1984), Glauser ve ark. (1988) ve Hanay (1992) yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Kimyasal Özellikler

Toprağa uygulanan her iki organik materyal kontrol varyantına göre toprağın organik madde miktarını çok önemli düzeyde ($P<0.01$) artırmıştır. Uygulanan organik materyallerin hem C/N oranlarının hem de organik madde içeriklerinin farklı olmasından dolayı çiftlik gübresinin etkisi daha fazla olmuştur. Organik madde miktarındaki bu artışlar kurak iklim koşulları altında bulunan ve uzun bir süreden beri tarım yapılamayan Iğdır Ovası sorunlu toprakları için önemli bir gelişme olmuştur. Homick ve ark. (1984) topraktaki organik madde içeriğinin sürekli azalmasını önlemek için organik materyal uygulamasının düşük düzeylerde ve her yıl düzenli yapılmasının daha yararlı olacağını bildirmiştir.

Başlangıçta 9.65 olan sorunlu toprakların pH'sı ıslahtan sonra 8.20'ye düşürülmüştür. Organik materyal uygulamasıyla pH'da bazı değişimler meydana gelmiştir. Çiftlik gübresi uygulanan toprağın pH'sını bir miktar azaltırken, çöp kompostu uygulaması ise tersine bir etki yapmıştır. Her iki materyalin uygulamasının etkisi istatistikî yönden önemsiz bulunmuştur. Başka bir ifadeyle uygulanan organik materyaller toprakta pH yönünden olumlu ya da olumsuz bir etki oluşturmamıştır. Guidi ve Hall (1983), Singh ve Kansal (1985) ve Pikul ve Allmaras (1986) toprağa organik materyal uygulamasının toprak pH'sını azalttığını belirtirken Epstein ve ark. (1976) ve Ndayegamiye ve Cote (1989) pH'da önemli bir değişimin olmadığını, buna karşılık Kowald ve ark. (1990) ve Şahin ve Kowald (1989) ise organik materyal uygulamasının toprak pH'sını artırdığını yaptıkları çalışmalarda gözlemişlerdir.

Elektriksel iletkenliği ıslahtan sonra 2.1 mmhos/cm'ye düşürülerek sorunlu toprak olmaktan çıkarılan araştırma toprağına uygulanan her iki organik materyal toprağın EC değerini çok önemli ($P<0.01$) düzeyde artırmış olmasına karşın bu artışlar EC yönünden herhangi bir sorun oluşturmamıştır. Çünkü en yüksek çöp kompostu uygulama düzeyi ile 2.1 mmhos/cm'den 2.6 mmhos/cm'ye çıkan EC değeri bu haliyle sınır değeri olan 4 mmhos/cm'nin çok altındadır. Çöp kompostu materyalinin kendi EC değerinin yüksek olması (Özellikle yemek ve gıda atıkları nedeniyle) etkisinin daha çok olmasını sağlamıştır. Bu durum özellikle drenaj sorunu olan ve sulama yapılan kurak bölge topraklarında önemlidir. Böyle yerlerde sulama uygulamalarından sonra yükselen taban suyunun kapillarite ve buharlaşma olayları sonucunda toprakta tuz birikimi oluşturmaktadır. Bu nedenle bu gibi yerlerde çöp kompostunun yüksek dozlarda uygulanmaması gerekir. Aksi takdirde olası bir tuzlulaşma sorununu daha çok artırabilir. Singh ve Kansal (1985) ve Rajput ve Sastry (1984) EC konusunda bu araştırmayı destekleyici sonuçlar elde etmişlerdir.

Toprağın diğer kimyasal özelliklerinde olduğu gibi değişebilir sodyum yüzdesi (ESP)'nde de organik materyal uygulanması tuzluluk ve sodyumluluk yönünden herhangi bir sorun oluşturmamıştır. ıslahtan sonra 6.71 değerine düşen ESP, en yüksek uygulama düzeyleriyle çiftlik gübresinde 6.89'a, çöp kompostunda 7.05'e ulaşmıştır. Bu değerler sınır değeri olan 15'in çok altında kalmıştır. Her iki organik materyal uygulamasının ESP'ye etkisi ($P<0.01$) düzeyinde çok önemli bulunmuştur.

Toprağın ESP değeri aynı zamanda değişebilir sodyum ve katyon değişim kapasitesi (KDK) ile ilişkili olduğundan organik materyal uygulamaları bu parametreleri de önemli düzeyde etkilemiştir. Sandhu ve ark. (1975), Ndayegamiye ve Cote (1989) ve Rajput ve Sastry (1984) organik materyal uygulamasının toprakların KDK değerlerini artırdığını ve bu durumun özellikle uzun süre bitki yetiştiriciliği yapılamayan sorunlu topraklar için önemli bir gelişme olduğunu belirtmişlerdir.

Sonuç olarak; tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahından sonraki dönemlerde ve bitki yetiştiriciliğine geçmeden önce 7.5 t/da düzeyinde çiftlik gübresi veya buna bir seçenek olarak

15 t/da düzeyinde çöp kompostu uygulaması toprakların bir çok fiziksel özelliğini ve toprak-su ilişkilerini iyileştirdiği gibi kimyasal yönden de bitkiler için gerekli bitki besin elementlerinin sağlanmasına katkıda bulunacaktır. Bu düzeylerde uygulanacak organik materyaller kesinlikle kimyasal yönden herhangi bir sorun ortaya çıkarmayacaktır. Bu nedenle, günümüzde halen devam etmekte olan İğdır Ovası tuzlu-sodyumlu toprakları ıslah çalışmaları, çiftlik gübresi veya çöp kompostu uygulaması seçeneklerinden yöre için en ekonomik olanı ile tamamlanmalıdır. Çöp kompostunun kullanılması durumunda bugün için bir sorun olmasa bile, gelecekte önemli bir sorun olacak İğdır şehri katı atıklarına da bu şekilde bir çözüm getirilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abrol, I.P., D.R. Bhumbla, 1971. Saline and alkali soils in India their occurrence and management. World Soil Resources Report, No: 41.
- Abrol, I.P., J.S.P. Yadav, F.I. Massoud, 1988. Salt Affected Soils and Their Management. FAO Soils Bulletin, No: 39.
- Aina, P.O., 1983. Amelioration of physical properties of a degraded tropical soil with manure applications. Beitrage zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin, 21 (4): 423-429.
- Aksoy, N., 1973. Mikroorganizmalarla aşıtlama ve fumigasyonun muhtelif rutubet seviyelerinde inkubasyona tutulan bazı Doğu Karadeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu topraklarının agregatlaşmalarına olan etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi Yayın No: 93.
- Anapalı, Ö., E. Gemalmaz, 1992. Tuzlu sodyumlu toprakların ıslahında "kademeli ıslah" yaklaşımı. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Erzurum.
- Anonymous, 1970. Methoden zur untersuchung von Alfallstoffen. Abteilung für Müllforschung, Schweiz-8600, Dübendorf.
- Anonymous, 1993. Soil Survey Manuel. Soil Sur. Div. Staff. Agri. Handbook, No: 18.
- Ayyıldız, M., 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayını No: 879.
- Bahıyar, M., 1971. Erzincan-Ada Çorak Topraklarının Oluşları, Özellikleri ve İslahları Üzerinde Bir Araştırma. (Doktora Tezi) Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Toprak İlimi Bölünü, Erzurum.
- Black, C.A., 1965. Methods of Soil Analysis. Part I. A. Soc. of Agronomy, Agr. No: 9.
- Blake, G.R., K.H. Hartge, 1986. Bulk Density. In Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods, (Ed. A. Klute). Madison Wisconsin USA.
- Canbolat, M.Y., 1990. İğdır Yöresi Topraklarında Kaymak Sertliği (Kırılma Değeri) ile İlgili Araştırmalar. (Doktora Tezi). Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enst., Erzurum.
- Carter, M.R., R.R. Cairns, G.R. Webster, 1978. Surface application of gypsum and ammonium nitrate for amelioration of a black solonetz soil. Can. J. Soil Sci., 58: 279-282.
- Çınar, A.İ., 1978. Kazova Sodyumlu Topraklarının İslahı İçin Verilmesi Gerekli Gips ve Yıkama Suyu Miktarı ile Yıkama Süresinin Saptanması. Tokat Bölge Toprakları Araş. Enst. Müd. Yayını No: 18.

- Demiralay, İ., 1977. Toprak Fiziği (Ders Notları). Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Toprak İlimi Bölümü, Erzurum.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 143.
- Dizdar, M.Y., 1978. Türkiye'de tuzdan etkilenmiş topraklar. Topraksu Teknik Dergisi, 47: 36-57.
- El-Dujaili, A., H.N.İsmail, 1971. Reclamation, Improvement and management of salt affected and waterlogged soils in Iraq. Salinity Seminar Baghdad, FAO Irrigation and Drainage, 7: 157-194.
- El-Shabassy, A.I., 1972. Remedial measures and management practices with respect to salt affected soils. Water Use Seminar Damascus, FAO Irrigation and Drainage, 13: 231-236.
- Epstein, E., J.M. Taylor, R.L. Chaney, 1976. Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. Journal of Environmental Quality, 5 (4): 422-426.
- Ergene, A., 1985. Çöplerin ve kanalizasyon artıklarının gübre olarak değerlendirilmesi ve bunun çevre sağlığı bakımından önemi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi 16 (1-4): 107-119.
- Ergene, A., 1987. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 635.
- Flinn, D.W., R.J. Waugh, 1983. Evaluation of gypsum and organic matter additions for improving soil structure in a radiata pine nursery at Benella, Victoria. Aust. J. of Exp. Agr. and Animal Husb., 23 (121): 208-215.
- Gardner, W.H., 1986. *Water Content. In Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods*, (Ed: A.Klute). Madison, Wisconsin, USA.
- Glauser, R., H.E. Doner, E.A.Paul, 1988. Soil aggregate stability as a function of particle size in sludge-treated soils. Soil Sci., 146 (1): 37-42.
- Guidi, G., J.E. Hall, 1983. Effects of sewage sludge on the physical and chemical properties of soils. 3th International Symposium on processing and Use of Sewage Sludge, Brighton, UK.
- Gupta, R.K., D.R. Bhumbra, I.P. Abrol, 1985. Release of exchangeable sodium from an alkali soil upon amendment application role of variable charge and exchangeable cation hydrolysis. Soil Sci., 139: 312-317.
- Hanay, A., 1990. *Çöp Kompostunun Toprakların Bazı Yapısal Özellikleri ve Toprak-Su İlişkilerine Olan Etkilerinin Ahır Gübresiyle Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. (Doktora Tezi) Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.*
- Hanay, A., 1992. Çöp kompostu ve ahır gübresinin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile toprak-su ilişkilerine etkileri üzerine bir araştırma. Doğa-Tr.J. of Agriculture and Forestry, 16: 91-102.
- Hornick, S.B., L.J. Sikora, S.B. Sterret, 1984. Utilization of Sewage sludge compost as a soil conditioner and fertilizer for plant growth. U.S. Dep. of Agr. Agr. Inf. Bulletin, 464: 1-30.
- İnceoğlu, İ., A.Ağar, 1989. Sarayköy Araştırma ve Uygulama Arazisi Tuzlu-Sodyumlu ve Borlu Topraklarının İslahı İçin Gerekli Jips, Yıkama Suyu Miktarıyla Yıkama Süresi. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Müd. Yayını No: 159.
- Jurkova, O., 1986. Changes of the physical properties of heavy soil in manuring with composted spruce bark. Pol'nohospodarstvo, 32 (22): 1018-1027.

- Jury, W.A., W.M. Jarrell, D.Devitt, 1979. Reclamation of saline-sodic soils by leaching. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43: 1100-1106.
- Kemper, W.D., J. Olsen, C.J. DeMooy, 1975. Dissolution rate of gypsum in flowing water. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 39: 458-463.
- Keren, R., G.A. O'Connor, 1982. Gypsum dissolution and sodic soil reclamation as affected by water flow velocity. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46: 726-732.
- Kessler, J., R.J. Oosterbaan, 1974. Determining hydraulic conductivity of soils. (Surveys and Investigations) *JLRI*, 3: 253-296.
- Khosla, B.K., I.P. Abrol, 1972. Effect of gypsum fineness on the composition of saturation extract of a saline sodic soil. *Soil Sci.*, 113: 204-206.
- Khosla, B.K., R.K. Gupta, I.P. Abrol, 1979. Salt leaching and the effect of gypsum application in a saline-sodic soil. *Agriculture Water Management Cent. Soil Salinity Res. Fust. India.*
- Kırda, C., 1979. Aşağı Seyhan Sulama Proje Alanında Bulunan Tuzlu ve Tuzlu Sodyumlu Toprakların, Yıkama Modeli Kullanılarak İyileştirilebilme Ölçütlerinin Saptanması (Doçentlik Tezi). Çukurova Üniv. Zir. Fak. Kültürteknik Böl. Adana.
- Kırda, C., D.R. Nielsen, 1976. Toprak suyu ve tuzların sulama sırasında ve sulamayı takip eden zaman içerisindeki hareketleri. *Topraksu Teknik Dergisi*, 42: 84-95.
- Kırda, C., J.L. Starr, D.R. Nielsen, 1976. Azotlu gübrelerin topraktaki yıkanmaları ve uğradıkları mikrobiyel değişimler. *Topraksu Teknik Dergisi*, 42: 96-105.
- Kowald, R., N. Yardımcı, H.Şahin, 1990. Erzurum'da Çöp Kompostu Üretimi ve Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Gießen Justus Liebig Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Enstitüsü Gießen/Batu Almanya.
- MacRae, R.Ö., G.R. Mehuys, 1985. The effect of green manuring on the physical properties of temperate-area soils. *Advances in Soil Sci.*, 3: 1-94.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. In *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, (Ed: A.L. Page). Madison, Wisconsin, USA.
- McNeal, B.L. 1974. Soil salt and their effects on water movement. *Drainage for Agriculture* (Ed.J.V. Schilfgaard) American Soc. of Agron., Inc. Pub. Madison.
- Monem Balba, A., 1976. Predicting soil salinization, alkalization and waterlogging. *Prognosis of Salinity and Alkalinity*, *FAO Soils Bulletin*, 31: 241-253.
- Nakaya, N., S. Motomura, 1984. Effects of Organic and Mineral Fertilization on Soil Physical Properties and Hydrophobicity of Soil Organic Matter. *Organik Matter and Rice. International Rice Research*, Los Banos, Laguna.
- Ndayegamiye, A., D.Cole, 1989. Effect of long-term pig slurry and soil cattle manure application on soil chemical and biological properties. *Can. J. of Soil Sci.*, 69 (1): 39-47.

- Nelson, D.W., L.E.Sommers, 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, (Ed: A.L. Page). Madison, Wisconsin, USA.
- Oruç, N., 1974. Toprak Kimyası (Ders Notu). Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Toprak İlimi Bölümü, Erzurum.
- Oster, J.D., H.Frenkel, 1980. The chemistry of the reclamation of sodic soils with gypsum and lime. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44: 41-45.
- Oster, J.D., L.S. Willardson, G.J. Hoffman, 1972. Springling and ponding techniques for reclaiming saline soils. *Transactions of the ASAE*, 15 (6): 1115-1117.
- Özkara, M.M., 1981. Ege Bölgesinde Sodik ve Tuzlu-Sodik Toprakların Islahı İçin Gerekli Jips ve Yıkama Suyu Miktarları ile Yıkama Süresinin Tesbiti. Menemcn Topraksu Araş. Enst. Müd. Yayını No: 70.
- Pagliai, M., G. Guidi, 1985. Surface Crust and soil management in different types of soils. *Proc. of Symposium Held in Ghent, Belgium* (Ed: F. Callebout, D. Gabrielsand, M.De. Boodt).
- Pikul, J.L., R.R. Allmaras, 1986. Physical and chemical properties of a Haploxeroll after fifty years of residue management. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50 (1): 214-219.
- Prather, R.J., J.O. Geortzen, J.D. Rhoades, H. Frenkel, 1978. Efficient amendment use sodic soil reclamation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 42: 782-786.
- Rajput, R.P., P.S.N. Sastry, 1984. Effect of soil amendments on the physico-chemical properties of sand loam soils. *I. Che. Pro. Indian J. of Agr.Res.*, 18 (4):205-210.
- Raslan, A., A. Fardavi, 1971. A brief review of the applied research programme in the near east region. *Salinity Seminar Baghdad, FAO Irrigation and Drainage*, 7: 215-220.
- Rhoades, J.D., 1974. Drainage for Salinity Control. *Drainage for Agriculture* (Ed. J.V. Schilfgaard), American Soc. of Agronomy. Madison.
- Rhoades, J.D., 1982. Soluble Salts. In *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, (Ed: A.L. Page). Madison, Wisconsin, USA.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Dept. of Agr. Agr. Handbook No: 60.
- Sağlam, M.T., 1994. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın No: 189, Yardımcı Ders Kitabı No: 5 Tekirdağ.
- Sandhu. G.R., R.H.Qureshi, M. Hanif, 1975. The reclamation of salt affected soils. *The Optimum Use of Water in Agriculture. Centro Scientific Programme*.
- Sezen, Y., 1991. Toprak Kimyası. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 127.
- Shainberg, I., E. Bresler, Y. Klausner, 1971. Studies on Na/Ca montmorillonite system I. the swelling pressure. *Soil Sci.*, 111 : 214-219.
- Shainberg, I., R.Kren, H. Frenkel, 1982. Response of sodic soils to gypsum and calcium chloride application. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46: 113-117.
- Singh, M., I. S. Dahiya, 1979. Simultaneous transport of surface salt and water through unsaturated soils during infiltration and redistribution. *Soil Sci. Plant Anal.*, 10: 591-611.

- Singh, J., B.D. Kansal, 1985. Effects of long-term application of municipal waste water on some chemical properties of soils. *J. of Res. Punjab Agr. Univ.*, 22: 235-242.
- Szabolcs, I., 1976. Present and potential salt affected soils. Prognosis of Salinity and Alkalinity, *FAO Soils Bulletin*, 31: 9-15.
- Şahin, H., R. Kowald, 1989. Die Möglichkeiten der Abfallvermeidung Verwertung und Beseitigung In der Bundesrepublik Deutschland, *Environment*, 89.
- Talashilkar, S.C., S.B. Kadrekar, 1984. Effect of soil amendments on manat soil of Konkan. *Indian Journal of Agr. Res.*, 18 (4): 232-234.
- Verhoeven, B., 1974. Tuzlu topraklar, ILRI pub. 16'dan çeviri (Çev. E. Gemalmaz). Atatürk Üni, Ziraat Fak. Kültürteknik Bölümü, Erzurum.
- Vigerust, E., 1984. Use of sewage sludge on green area, utilization of sewage sludge on land, rates of application and long-term effects of metals. (Ed; S. Berlung, R.D. Davis) *Reidel Pub. Com.*
- Webster, G.R., M. Nyborg, 1986. Effects of tillage and amendments on yields and selected soil properties of two solonchic soils. *Can. J. Soil Sci.*, 66: 455-470.
- Yalçuk, H., N. Munsuz, 1984. İzmir ili çöplerinin işlenmesi ile elde edilen gübrenin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yılığ*, Ankara.
- Yıldırım, B., 1980. Afyon Ovası Tuzlu Sodyumlu ve Borlu Toprakların Islahı İçin Gerekli Gips ve Yıkama Suyu Miktarı ile Yıkama Süresi. *Eskişehir Topraksu Araş. Enst. Müd. Yayın No: 166.*
- Yılmaz, T., 1978. Yazıköy Burdur Tuzlu-Sodik ve Borlu Topraklarının Islahı İçin Gerekli Gips ve Yıkama Suyu Miktarı ile Yıkama Süresinin Saptanması. *Konya Bölge Topraksu Araş. Enst. Müd. Yayın No: 57.*