



Kentsel Atıksu ile Sulanan Topraklarda Bazı Verimlilik Özelliklerinin İncelenmesi

Murat Kudal^{1*} Nuray Mücellâ Müftüoğlu¹

¹ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 17020, Çanakkale.

*Sorumlu yazar: murat_kudal@hotmail.com

Geliş Tarihi: 11.03.2014

Kabul Tarihi: 29.04.2014

Özet

Bu çalışmada; Denizli'nin Akköy ilçesinde arıtılmış kentsel atıksu ile sulanan ve sulanmayan tarım alanlarındaki bazı toprak verimlilik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla alınan toprak örneklerinde; toprak reaksiyonu, suda eriyebilir tuz, karbonat, organik madde, toprak bünyesi, toplam azot, organik karbon, alınabilir fosfor ve potasyum analizleri yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre arıtılmış atıksuya maruz kalan tarım topraklarında; toprak reaksiyonunda azalma meydana gelmiş, toprağın suda eriyebilir tuz ve karbonat miktarlarında ise artışlar olduğu belirlenmiştir. Toprak organik karbonunun arttığı ancak toplam azot değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Organik karbon miktarının artması sonucu C/N oranı artmıştır. Ayrıca arıtılmış atıksuyla sulanan alanlarda alınabilir fosfor değerlerinde de önemli artışlar görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kentsel atıksu, Toprak verimliliği.

Abstract

The Investigation of Some Productivity Properties in Irrigated Lands with Waste Water

In this study; in the town of Denizli Akköy some of the areas irrigated with sewage water were to determine soil properties. Soil acidity of soil samples, water-soluble salts, carbonates, organic matter, soil texture, total nitrogen, organic carbon, available phosphorus and potassium were analyzed. At the end of the study was determined that; in areas exposed to the waste water decreased soil reaction, and but water soluble salts and carbonate in the soil increased. Amount of organic matter Increased but the total nitrogen values decreased. This situation will indicate that the activity of organisms in the soil prevent by certain substances, which with waste water in the soil added. Increasing the amount of organic carbon and C / N ratio increased again and this shows that soil organisms are negative affected. In the context of phosphorus containing cleaning agents can be caused presence of phosphorus value.

Key Words: Waste water, Soil fertility.

Giriş

Ülkemizin çoğu yerleşim alanında olduğu gibi, Denizli'nin Akköy ilçesinde de kentsel atıksuların büyük bir bölümü herhangi bir arıtma işlemine tabi tutulmaksızın tarımsal alanların sulanması amacıyla kullanılmaktadır. Bitki besin maddesi ve organik madde kapsamı yüksek olan bu suların, gübreleme maliyetinin ekonomik bir sorun olarak görüldüğü ülkemiz tarımında girdi olarak kullanılması ülke ekonomisi yönünden önemli görülmektedir. Dünyada birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de kuraklık nedeniyle özellikle tarımsal sulamada, iyi kaliteli suların kullanılması yerine alternatif su kaynaklarının devreye sokulması son derece önemlidir. Ancak kentsel atıksular; içermiş oldukları toksik maddeler, deterjanlar ve patojen mikroorganizmalar nedeniyle önemli sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmakta, kullanım sıklığı ve miktarına bağlı olarak toprak özelliklerini de önemli ölçüde etkileyebilmektedir.

Atıksuların alternatif su kaynaklarının en önemlilerinden olduğu, alternatif su kaynaklarının başında arıtılmış suların geldiği belirtilmektedir (Aşık ve ark., 1997). Atıksuların sulamada kullanımının asırlardır uygulanmakta olduğu, su kaynaklarının verimli kullanımının gerektiği ve atıksuların günümüzde daha da önem kazandığı belirtilmektedir (Filibeli ve Yüksel, 1994).

Sulama amaçlı atıksu kullanılması durumunda, atıksuyun tuzluluk değerleri dikkate alınarak kontrollü olarak kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Çay, 2013). Yapılan bir çalışmada, atıksuların reaksiyonunu (pH) 12 veya daha yukarı çıkaracak miktarda kireç ilave edilmesi ile mikroorganizmalar için uygun olmayan ortamların oluşturulduğu, bunun sonucu olarak da arıtma çamurunun ayrışmadan kaldığı ortaya konmuştur (Akyarlı ve Şahin, 2005).

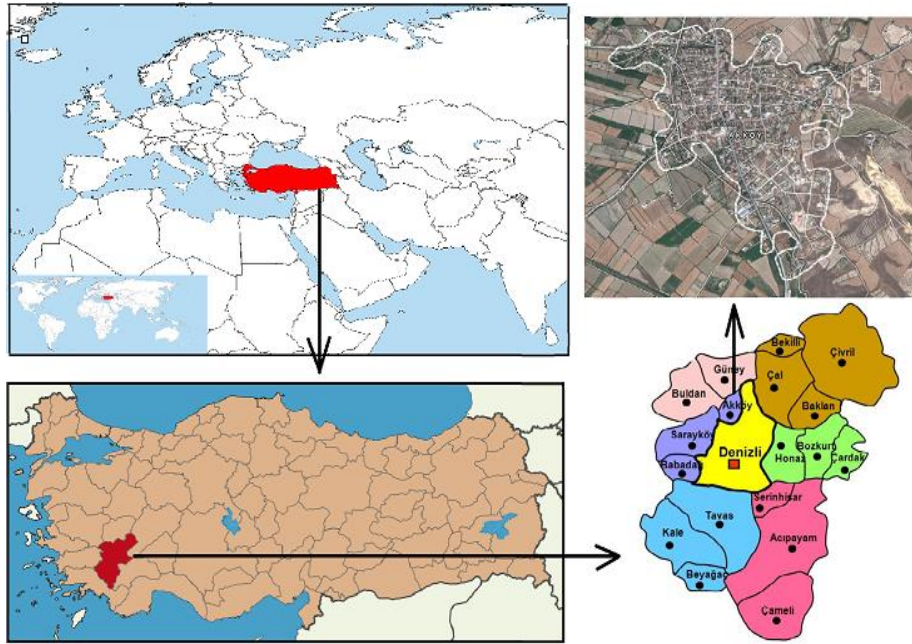
Atıksularla ilgili çok sayıda araştırma bulunmaktadır, ancak arıtılmış atıksularla ilgili çalışmalara ülkemizde sık rastlanılmamaktadır. Atıksuların arıtımına yönelik tesislerin günden güne arttığı ülkemizde atıksuların ve arıtılmış suların en fazla kullanım alanları yine tarım alanları

olmaktadır. Tarım alanlarının insan besin zincirinde çok önemli olduğu ve sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Sürdürülebilir tarımsal üretimler için suyun verimli kullanılması ne kadar önemli ise tarım topraklarının korunması da o kadar önemlidir. Kısacası bu tür araştırmaların yapılması ve bilimsel veri üretilmesi zorunluluk haline gelmiştir.

Bu kapsamda yapılan bu çalışmada ise Denizli ili Akköy ilçesi atıksuyu ile sulanan arazilerde bazı toprak verimlilik özellikleri tespit edilmiş ve kirlilik–verimlilik ilişkisi sorgulanmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini, Denizli ili Akköy ilçesi arıtma tesislerinin kanalizasyon sularının arıtmasından sonra elde edilen atıksu ile sulanan tarım alanlarından alınan 10 tarım toprağı ve temiz sulama suyu ile sulanan 1 tarım toprağı olmak üzere toplam 11 toprak örneğı oluşturmuştur (Şekil 1.). Örnekleme yapılan alanlarda mümkün olduğunca birbirine yakın ve benzer toprak özelliklerinde olmalarına dikkat edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının Türkiye'deki konumu.

Denizli iline ait uzun yıllar ortalaması iklim değerleri Çizelge 1.'de; en yüksek ve en düşük iklim değerleri ise Çizelge 2.'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denizli ili uzun yıllar (1954–2013) ortalama iklim değerleri (Anonim, 2014)

Özellikler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama sıcaklık (°C)	5,8	6,9	10,1	14,6	19,8	24,7	27,5	26,9	22,4	16,8	11,4	7,6
Ortalama en yüksek sıcaklık (°C)	10,5	12,0	15,8	20,7	26,3	31,3	34,4	34,3	29,9	23,7	17,3	12,1
Ortalama en düşük sıcaklık (°C)	2,2	2,8	5,2	9,0	13,1	17,3	20,0	19,6	15,6	11,2	6,9	4,0
Ortalama güneşlenme süresi (saat)	3,5	4,3	5,4	6,6	9,1	11,1	11,6	11,0	9,2	6,5	5,0	3,3
Ortalama yağışlı gün sayısı	11,6	10,9	10,9	10,3	8,6	4,6	2,0	1,6	2,9	5,8	7,6	12,3
Aylık toplam yağış miktarı ort. (kg/m ²)	89,1	75,0	62,5	54,7	41,5	23,2	13,8	7,9	12,9	34,6	56,7	90,7

Çizelge 2. Denizli ili uzun yıllar en yüksek/düşük iklim değerleri (Anonim, 2014)

Özellikler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
En yüksek sıcaklık (°C)	22,6	25,9	30,8	35,8	37,0	42,4	43,9	44,4	41,6	34,4	29,9	26,6
En düşük sıcaklık (°C)	-10,5	-11,4	-7,0	-2,0	2,7	7,9	12,6	11,6	6,6	-0,8	-4,5	-10,4

Artırılmış atıksu ile 4 yıldır sulanan 4 tarım alanı seçilmiş, bunlardan ikisinde son ekilen ürün buğday, ikisinde ise mısır olmuştur. Örnekleme yapılan 3 tarım alanında ise atık su tesisi kuruluşundan bu yana tesisin çıkış atık suyu ile sulama yapılmakta ancak bu suya yer altından çıkarılan sulama suyu karıştırılmaktadır. Bu karıştırma işleminde üreticiler tarafından ölçüm esasına dayanmasa da 1:1 oranına dikkat edildiği beyan edilmiştir. Bu tarım alanlarından birinde pamuk, diğer ikisinde ise yonca tarımı yapılmaktadır. Toprak örneği alınan 3 tarım alanında ise tesis kurulduğundan beri artırılmış atıksu ile sulama yapılmakta olup bu arazilerden birinde buğday bitkisi, diğer iki tarım alanında ise yonca bitkisi bulunmaktadır.

Denemede alınan toprak örnekleri; temiz su, 4 yıl arıtma suyu, arıtma suyu ile birlikte temiz su ve 8 yıl arıtma suyu olmak üzere 4 ana gruba ayrılmış olmaktadır.

Toprak örnekleri araziye temsil edecek şekilde 0–20 cm derinlikten alınmıştır (Jackson, 1962). Alınan örnekler gölgede hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm'lik elekten elenmiş ve analize hazır hale getirilerek toprak verimliliği analizleri yapılmıştır (Çizelge 3.). Elde edilen veriler MINITAB 16.0 istatistik paket programı kullanılarak, tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve aralarında önemli fark bulunan verilerin ortalamaları LSD ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3. Deneme topraklarında yapılan analizler ve kullanılan metotlar

Analiz	Açıklama	Metot
Toprak reaksiyonu	Toprak:Su karışımı (1:2,5)	Grewelling ve Peech, 1960
Toprak tuzluluğu	Toprak:Su karışımı (1:2,5)	Richards, 1954
Karbonat	Scheibler kalsimetresinde volümetrik olarak	Allison ve Moodie, 1965
Organik madde	Yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir	Smith ve Weldon, 1941
Toplam C ve N	LECO elementel C–N analiz cihazı ile	Kirsten, 1983
Kum, mil, kil	Organik maddesi ve kireci giderilen örneklerde	Bouyoucos, 1951
Alınabilir fosfor	0,5 M NaHCO ₃ (pH=8,5) ile çözeltiye alınarak	Olsen ve ark., 1954
Alınabilir potasyum	1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilerek	Jackson, 1962

Bulgular ve Tartışma

Temiz su ile sulanan ve artırılmış kanalizasyon atıksularının değişik kombinasyonları ile sulanan tarım topraklarının özellikleri Çizelge 4.'te sunulmuştur.

Çizelge 4. Toprak özelliklerindeki sulama suyuna göre değişimler

Sulama suyu	pH	EC (µS/cm)	CaCO ₃ (%)	OM (%)	N (%)	C (%)	C/N	P (ppm)	K (ppm)
Temiz su	8,50 A	224 BC	29 B	1,58 C	0,26	4,76 B	18,3 B	13	223
4 Yıl atık su	8,26 AB	390 C	56 A	1,66 C	0,27	7,44 A	29,2 A	19	176
4 Yıl atık su+temiz su	8,13 BC	869 AB	54 A	2,05 B	0,27	7,49 A	28,1 A	27	182
8 Yıl atık su	7,95 C	1290 A	51 A	3,07 A	0,24	7,08 A	29,5 A	24	199
LSD	%1	%1	%1	%1	ÖD	%1	%1	ÖD	ÖD

Toprak reaksiyonu değerleri artırılmış atıksularla sulama sürelerine göre değişiklik göstermektedir. Atık su ile uzun süre sulanan alanlarda toprak pH değerlerinde düşüşler meydana gelmiştir. Bu düşme temiz su ile sulanan topraklarda pH=8,50 iken 4 yıl atık suyla sulanan alanlarda

8,26 ya düşmüş, 4 yıl atık su+temiz su karışımı suyla sulanan alanlarda ise 8,13 e düşmüştür. Arıtma suyu ile 8 yıl sulanan alanlarda ise pH=7,95 olmuştur.

Arıtılmış suya 8 yıl maruz kalan topraklarda yüksek miktarda tuzlanma görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre araştırmada ele alınan atık su ve karışımları, sulamada kullanılması durumunda, tarım topraklarında tuzlanma sorunlarının ortaya çıkmasına neden olabilecek potansiyeldedir. Bu nedenle, su sıkıntılı kurak yıllarda yada sezonlarda belirli bir süre susuzluğu giderme amacına yönelik olsa bile, bu suların sulamada kullanılması iyi nitelikli sularla karıştırılıp seyreltilmesini gerektirmektedir. Temiz su kaynağının yetersiz olduğu ve atık su kaynaklı suların kullanılması durumunda, etkin tuzluluk ve toprak bünyesine göre potansiyel tuzluluk değerleri dikkate alınarak kontrollü olarak kullanılması gerektiği belirtilmektedir (Çay, 2013).

Arıtılmış atıksu ile sulanan alanlardaki toprakların kireç miktarlarının, temiz su ile sulanan alanların kireç değerlerinden yaklaşık 2 misli fazla olduğu görülmektedir. Arıtma sularının sulamada kullanıldığı Akköy çalışma bölgesi topraklarında kirecin fazla çıkması kanalizasyon sularının arıtılması işleminde mikrobiyal dezenfeksiyon amacıyla aşırı kireç kullanımından kaynaklanabilir. Kireç çamurun suyunu verme özelliklerini geliştirmek için kullanıldığı gibi çamur stabilizasyonu amacıyla da kullanılmaktadır. Bu yöntemde çamurun reaksiyonunu 12 veya daha yukarı çıkaracak miktarda kireç ilave edildiği, oluşan yüksek reaksiyonun mikroorganizmalar için uygun olmayan ortam oluşturduğu ve bunun sonucu olarak da çamurun biyolojik ayrışmasının durduğu, kokunun kaybolduğu ve sağlık risklerinin oluşmadığı belirtilmektedir (Akyarlı ve Şahin, 2005).

Toprakların uzun süre atık su ile sulanmış olanlarında organik maddenin yükseldiği görülmektedir. Atıksularla sulama miktarlarına ve dozlara paralel olarak organik madde miktarları artış göstermiştir. Bu değerler sırası ile %1,58; 1,66; 2,05 ve 3,07 dir. Atık suların bol miktarda organik madde içermesi nedeniyle bu sonuca ulaşılmasının normal olduğu belirtilmektedir (Kırımhan ve ark.,1982).

Arazideki temiz su ile sulanan toprakta kireç miktarı %29 çıkarken kanalizasyon atıksuyuna maruz kalmış topraklarda yaklaşık iki kat daha fazla çıkmıştır. Topraklarda fazla kireç toprakların agregatlaşmasını (kümelenerek çökmesi) sağlamış, toprakların bünye analizleri kireç giderildikten sonra yapılmak zorunda kalmıştır. Toprak örneklerinde; “Tın” (3 adet), “Killitın” (3 adet), “Kil” (2 adet) ve birer adet “Kumlutın”, “Millikillitın”, “Millitın” bünyeler tespit edilmiştir

Toprakların azot değerlerinin sulama suyu tiplerine bağlı olarak fazla değişmediği, istatistiksel olarak bu değişimler arasında bir fark bulunmadığı görülmektedir.

Atık su ile sulanan alanlarda organik karbon miktarlarının yüksek olduğu görülmektedir. Bu farkın nedeninin evsel atıklardaki yüksek karbon miktarlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

En düşük C/N değerinin temiz su ile sulanan alanda olması da bu durumu desteklemektedir. C/N oranının artması; sulanan alanlarda azot yönünden değil, sulamayla artan karbon miktarlarından kaynaklandığının göstergesidir.

Bu tür atık sularla sulanan topraklara doğal organik madde karbonundan başka karbon bileşiklerinin de ilave edildiği düşünülebilir. Ayrıca yaşam koşulları değişen toprak organizmalarının özellikle de mikroorganizmaların faaliyetlerinin azalması sonucu arıtma sularının toprakların C değerini göreceli olarak yükseltebileceği fikrini de sorgulamak gerekmektedir.

Arıtma atıksuyu ile sulanan alanlarda fosfor miktarlarında artma görülmüş, ancak istatistiksel olarak fark saptanmamıştır. Day ve Tucker (1977) atık su kullanımı ile gübre kullanımına gerek kalmayacak şekilde toprakların fosfor içerdiğini belirtmişlerdir (Çay, 2013).

İncelenen toprak örneklerinin tamamında potasyum yeterli düzeyde bulunmaktadır (Sillanpää, 1990). Potasyum bakımından örnek alınan alanlar arasında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir. Atıksu ile sulanan alanlarda potasyum miktarının sulama süresi ile orantılı olarak yükselme görülmektedir. Temiz su ile sulanan toprakta yüksek değerde potasyum tespit edilmesinin tarla sahibinin son toprak işleme hazırlığı sırasında yaptığı gübreleme ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Sonuçlar

Bu çalışmada; Denizli'nin Akköy ilçesinde arıtılmış kanalizasyon atıksuyu ile sulanan alanlarda toprak verimlilik özelliklerindeki değişimlerin saptanması amacına yönelik 11 tarım toprağından verimlilik amaçlı toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleri sulama suyu tipi ve sulama sürelerine göre gruplandırılmıştır (Çizelge 4.).

Toprak örneklerinde verimlilik parametreleri olan toprak reaksiyonu, suda eriyebilir tuz,

karbonat, organik madde, toprak bünyesi, toplam azot, organik karbon, alınabilir fosfor ve potasyum analizleri yapılmış, ek olarak C/N oranları incelenmiştir.

Atık suya maruz kalan alanlarda toprak reaksiyonunda azalma meydana gelmiş, topraktaki suda eriyebilir tuz ve karbonat miktarlarında artışlar görülmüştür. Bu durum; toprakların tamamı aynı büyük toprak grubunda olmasına rağmen arıtma suyu ile sulanan toprağa kendi oluşumundan kaynaklanmayan kireç ilavesinin olduğunu göstermektedir. Kireç miktarının arttığı doğal topraklarda toprak reaksiyonunun da artması beklenir ancak bu tarım arazilerinde tersi bir durum olduğu gözlemlenmiştir. Bu duruma göre aşırı kireçli arıtma suları ile sulanan alanlarda toprak yapısına müdahale edildiği ve toprakta tamponlama dengesinin bozulduğu sonucuna varılabilir.

Arıtılmış atıksuların kullanılması ile toprakta organik madde miktarı artarken yanısıra organik karbon da artmış, ancak topraklarda toplam azot değerlerinde düşme tespit edilmiştir. Toprakta organik madde miktarlarının artıp toplam azot miktarının azalması topraktaki mikroorganizma faaliyetlerini engelleyecek bazı maddelerin toprağa atıksularla ilave edildiğinin göstergesi olarak düşünülebilir. Organik madde parçalanma ve ayrışmasının azalması, ortamda parçalanması zor karbon bileşiklerinin birikmiş olma ihtimalini artırmıştır. Organik karbon miktarının artması ile C/N oranının artması da toprak organizmalarının olumsuz etkilendiğinin bir başka göstergesi olarak düşünülebilir.

Atık suyun kullanılması incelenen toprakların alınabilir fosfor değerlerinde artışlara sebep olmuştur, fosforun artması atık suların içeriğinde fosfor içeren maddelerin bulunduğunu göstermektedir. Potasyumca tüm topraklar yeterli olup, sulama süresi ve tipine dayalı olarak istatistiksel bir fark belirlenmemiştir.

Sonuç olarak tarımsal amaçlı sulamalarda kullanılan atık suların beklenen yarardan çok zarar getirmesi mümkündür. Bu tür suların sulama suyu olarak kullanılmadan önce sulama suyu özelliklerine sahip olup olmadığı analiz edilmelidir. Aksi takdirde denetimsiz kullanılacak olan arıtılmış veya arıtılmamış kanalizasyon sularının toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı üzerinde geri dönüşümsüz zararlara neden olabileceği göz ardı edilmemelidir.

Kaynaklar

- Akyarlı, A., Şahin, H., 2005. Arıtma çamurlarının bertarafında kireç kullanımı. 1. Ulusal Arıtma Çamuru Sempozyumu. 2–25 Mart 2005, İzmir, S:182–191
- Allison, L.E., Moodie, C.D., 1965. Carbonate. In: C.A. Black et al. (ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9;1379–1400. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Anonim, 2014. TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. İllerimize ait istatistik veriler. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme> Erişim tarihi: 24.04.2014
- Aşık, Ş., Avcı, M., Balcı, A., 1997. Atık suların sulamada kullanım stratejileri. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri Kitabı, 5–8 Haziran 1997, Bursa, 564–576
- Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43; 434–438.
- Çay, Ş., 2013. Konya Kentsel Atık Suların Tarımsal Sulamada Kullanılması ve Mısır Bitkisi Yetiştiriciliğine Etkileri. Adana, 2013. Doktora Tezi (Basılmamış).
- Day, A.D., Tucker, T.C., 1977. Effects of treated wastewater on growth, fibre, protein and amino acid content of sorghum grains. Journal of Environmental Quality. Vol. 6 (3):325–327.
- Filibeli, A., Yüksel, N., 1994. Tarımsal sulama suyu ihtiyacı için atık su potansiyelinin değerlendirilmesi. Gökova Körfezi Çevre Sorunları ve Çevre Yönetimi Semp., 139–152.
- Grewelling, T., Peech, M., 1960. Chemical Soil Test. Cornell Univ. Arg. Expt. Sta. Bull., No:960.
- Jackson, M.L., 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice–Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 498 p.
- Kırımhan, S., Sağlam, M.T., Karakaplan, S., 1982. Erzurum’da kentsel atık sular ile sulanan tarım topraklarında kimyasal kirlenme: 1. Azot, Fosfor Ve Potasyum Durumu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Journal of The Faculty Of Agriculture), Cilt 13, Sayı 3–4, 1982, s. 123–135.
- Kirsten, W.J., 1983. Organic Elemental Analysis. Academic Press, New York, USA.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. of Agric. Cir. 939. Washington DC.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Department of Agriculture Handbook 60: 94.
- Sillanpää, M., 1990. Micronutrient assessment at the country level: An international study. FAO Soils Bulletin. N. 63. Rome.
- Smith, H.W., Weldon, M.D., 1941. A comparison of some methods for the determination of soil organic matter. Soil Science Society American Proceeding. 5: 177–182.