

Mis Süt Sanayi Arıtma Tesisi Atığının Tarımda Kullanılma Olanakları

Nurşen ÇİL ÖZGÜVEN* A. Vahap KATKAT**

ÖZET

Süt sanayi arıtma tesisi atığının toprağın kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkisinin araştırılması amacıyla bu çalışmada Mis Süt Sanayi A.Ş. Gönen Fabrikası arıtma tesisinden çıkan arıtma çamuru kullanılmıştır. Deneme sera koşullarında yürütülmüş, atık madde 2,4,6 ve 8 t/da hesabıyla toprağa uygulanmış ve topraklar 1,2,3 ve 4 ay süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Belirtilen süreler sonunda saksılardan alınan toprak örneklerinin kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir.

Toprağa karıştırılan atık madde miktarına bağlı olarak toprak pH'sı, EC, toprağın organik madde içeriği, toplam azot içeriği, yarayışlı fosfor miktarı, toprakların değışebilir sodyum, potasyum, yarayışlı bakır ve çinko miktarlarında belirgin artışlar meydana gelmiştir. Atık maddenin toprak pH'sı, EC ve topraktaki sodyum içeriğinde artış meydana getirmesi teorik olarak bitki gelişmesi üzerine olumsuz etkiler yaratırken organik madde ve öteki mineral element içeriklerinde meydana gelen artışlar ise bitki gelişmesi üzerine olumlu etkiler yapacaktır.

Anahtar Sözcükler: Süt Sanayi, atık, tarım

* Dr., Bursa Gıda Merkez Araştırma Enstitüsü

** Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü

ABSTRACT

Possibilities of The Usage of Mis Milk Industrial Refining Facility For Agricultural Purposes

This research has been carried out to determine the effect of milk industry waste on some physical and chemical properties of soils. For this aim waste provided from Mis Milk joint stock cooperation Gönen Plant has been used in this experiment. The experiment was conducted under greenhouse conditions and waste materials were applied to the soil at the rate of 2, 4, 6 and 8 t/da. After this application the soils were incubated in 1, 2, 3 and 4 month periods. At the end of each incubation period some physical and chemical properties of soil samples taken from pots were determined.

Soil pH, EC, organic matter, total nitrogen, available phosphorus, exchangeable sodium, potassium, available copper and zinc content increased depends on the waste material amount applied to the soil. Theoretically, waste materials affect negatively to plant growth because of soil pH, EC and sodium content. However the increase of the content of organic matter and the other mineral elements will cause positive effect to plant growth.

Key Words: Milk industry, waste, agriculture

GİRİŞ

Kalkınma çabası içerisinde bulunan ülkemizde doğal kaynaklar hızla kirletilerek yok edilmektedir. Halbuki gelişmekte olan ülkelerin ekonomik geleceklerinin, bu ülkelerin doğal kaynaklarına bağlı olduğu sayısız araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Sanayi kuruluşlarının atıkları son yıllarda daha fazla önem kazanmış ve bu konuda geniş araştırmalar başlatılmıştır. Özellikle gelişmesini tamamlamış ülkelerde sanayi kuruluşlarının atıklarından, doğrudan yada belirli işlemlerden geçirilerek çeşitli amaçlar için yararlanılmaya başlanmıştır.

Avrupa Birliğine girme aşamasında olan ülkemizde de kimi sanayi kuruluşları kendi bünyelerinde arıtma tesisleri oluşturarak atıklarını arıtmakta ve çevreyi mümkün olduğu kadar kirletmemeye özen göstermektedirler. Mis Süt Sanayi A.Ş. Gönen Fabrikası da arıtma tesisi yaptırarak atıklarını arıtmaktadır. Fabrikada günlük 1200-1500 ton su kullanma kapasitesi olup, arıtma tesisinden günde 4.5 m³ arıtma çamuru elde edilmektedir. Arıtma tesisinden çıkan bu arıtma çamurlarının yok edilmesi yada belirli bir alanda depolanması da sorun yaratmaktadır. Bu nedenle Mis Süt Sanayi A.Ş. Gönen Fabrikası arıtma tesisinden çıkan arıtma çamurunun tarımda kullanılmaya olanakları araştırılmıştır.

Krishnapillai (1979), tarafından yapılan bir araştırmada, toprağa verilen çay atık maddesinin azotlu gübrelerin nitrifikasyonları üzerine etkileri araştırılmış ve çay atık maddelerinin amonyum sülfat gübresinin nitrifikasyonunu 12 gün süre ile gerilettiği saptanmıştır.

Elin (1986), killi tın ve kumlu tın tekstürde iki toprağa % 1 oranında atık ile 0, 100, 200, 250 ppm N uygulamış ve 0,4 ve 8 hafta süre ile inkübasyona bırakmıştır. Deneme bitkisi olarak sudan otu yetiştirilen çalışmada organik atığın azotla birlikte verilmesi halinde organik gübre olarak kullanılabilceği, ancak bitki gelişmesi, ürün miktarı ve toprak özellikleri üzerine olabilecek etkilerinin n tarla denemeleri ile belirlenmesi gerektiği bildirilmiştir.

Cervato ve Silva (1986), endüstriyel atıkların tarımda kullanılma olanaklarını araştırmışlar, tekstürleri ve verim gleri farklı iki toprağa bitkisel yağ işletmesi atığı, deri işletmesi atığı ve kağıt fabrikası atığı uygulamışlar ve iki yıl boyunca yürüttükleri tarla denemesinde ilk yıl mısır ve ikinci yıl buğday yetiştirmişlerdir. Deneme sonunda, deri işletmesi atığının birinci ve ikinci yıl ürününün verimini artırdığını, diğer atıkların ve özellikle de kağıt fabrikası atığının toprakların verim gücünü düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Gök ve Oruç (1994), şeker-alkol fabrikası sıvı atığı şlemenin toprağın kimi biyolojik ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkisinin araştırılması amacıyla yaptıkları çalışmada Eskişehir şeker-alkol fabrikası sıvı atığı şlemenin taşkın yaptığı tarım topraklarından örnekler (0-5 ve 5-10 cm) almışlardır. Araştırcılar sonuç olarak, şlemeli örneklerdeki CO₂ retimi, dehidrojenaz ve sakkaraz enzim aktivitesi, organik madde, total azot, mineral ve mineralize olabilir azot ve tuz içeriklerinin, şlemesiz örneklerle oranla olduğca yüksek olduğunu, buna karşın pH ve C/N'in şlemesiz örneklerde şlemeli örneklerle oranla düştüğünü ortaya koymuşlardır. Bu arada dehidrojenaz enzimi aktivitesi, total azot ve organik maddedeki artışın 0-5 cm'den alınan örneklerde 5-10 cm'den alınan örneklerle göre daha belirgin olduğu görülmüştür.

Bu alışma süt sanayi arıtma tesisi atığının toprağın kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada kullanılan toprak rnekleri Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde U.. Araştırma ve Uygulama iftliği arazisinden 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Deneme topraklarının tekstür sınıfı (Bouyoucos, 1951), toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenliği (Soil Survey Manual, 1951), CaCO₃ (ağlar 1949), organik madde (Jackson, 1962), toplam azot (Bremner, 1965), yarıyışlı fosfor (Olsen ve ark., 1954), değişebilir sodyum, potasyum,

kalsiyum, magnezyum (Pratt, 1965) ve yarayışlı demir, bakır, çinko, mangan (Lindsay ve Norvell, 1978) miktarları belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge I'de verilmiştir.

Denemede kullanılmak üzere Mis Süt Sanayi A.Ş. Gönen Fabrikasından alınan arıtma tesisi atığının bir bölümü laboratuvar analizlerinde kullanılmıştır. Atık maddenin tartılarak taze ağırlığı belirlenmiş daha sonra kuru madde yüzdesini belirlemek için hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 65°C'de sabit ağırlığa gelinceye değin kurutulmuş ve tartımları yapılmıştır. Elde edilen kuru örnek fosfor, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır ve mangan belirlenmesi için $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ karışımı ile yaş yakılmıştır (Kacar, 1972). Denemede kullanılan materyalde ayrıca reaksiyon (pH), elektriksel iletkenlik ve toplam azot miktarları da belirlenmiş, sonuçlar Çizelge II'de verilmiştir.

Tesadüf parselleri deneme desenine göre üç yinelemeli olarak düzenlenen denemede saksılara 5000 g toprak konulmuştur. Atık madde 2, 4, 6 ve 8 t/da hesabıyla toprağa uygulanmış ve topraklar 1, 2, 3 ve 4 ay süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Atık madde uygulandıktan sonra saksılara tarla kapasitesi düzeyinde su verilmiş ve bu işlem deneme boyunca sürdürülmüştür.

Çizelge I.
Denemede Kullanılan Toprağın Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Özellikler	Miktarlar
Tekstür sınıfı	Kil
Kum, %	27.52
Silt, %	19.28
Kil, %	53.20
pH	7.75
EC, $\mu\text{S.cm}^{-1}$	279
CaCO_3 , %	0.19
Organik madde, %	0.52
Toplam azot, %	0.05
Yarayışlı fosfor, ppm	4.56
Değişebilir sodyum, me.100g ⁻¹	0.19
Değişebilir potasyum, me.100g ⁻¹	0.55
Değişebilir kalsiyum, me.100g ⁻¹	20.30
Değişebilir magnezyum, me.100g ⁻¹	9.75
Yarayışlı demir, ppm	4.02
Yarayışlı bakır, ppm	0.80
Yarayışlı çinko, ppm	0.41
Yarayışlı mangan, ppm	9.75

Bir ay süre ile inkübasyona bırakılan saksılardan 1500 g toprak örneği alınmış ve bu toprak örneklerinde pH, EC, CaCO₃, organik madde, toplam azot, bitkiye yararlı fosfor, değişebilir sodyum potasyum, kalsiyum, magnezyum ve bitkilere yararlı mikroelementler belirlenmiştir. Aynı işlemler 2., 3. ve 4. İnkübasyon süreleri sonunda yinelenmiştir.

Deneme sonuçlarının istatistik analizleri TARIST paket programına göre yapılmış ve değerlendirilmiştir.

Çizelge II.
Denemede Kullanılan Atık Maddenin
Kimi Kimyasal Özellikleri

Özellikler	Miktarlar
Toplam kuru madde, %	18.49
pH	5.20
EC, mS.cm ⁻¹	3.27
Toplam azot, %	3.12
Protein, %	19.50
P, ppm	15.40
Ca, %	3.09
K, %	0.12
Mg, %	0.07
Na, %	0.24
Fe, ppm	199.30
Cu, ppm	42.80
Mn, ppm	20.40
Zn, ppm	20.20

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Deneme toprağı kil tekstürlü ve hafif alkali tepkimelidir (Kellog, 1952). CaCO₃, organik madde, toplam azot ve yararlı fosforca yoksuldu (Moltay 1979, Ünal ve Başkaya 1981, Loue 1968, Olsen ve Dean 1965). Deneme toprağı değişebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyumca oldukça zengindir (Pizer 1967, Loue 1968). Yararlı demir, mangan ve bakır içeriğı yüksek, çinko içeriğı ise düşük düzeydedir (Follet ve Lindsay 1970).

Farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin toprakların pH değerleri üzerine etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge III'de sunulmuştur. Çizelge III'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların pH değerleri artan atık madde miktarlarına paralel olarak artış göstermesine karşılık inkübasyon sürelerine bağlı olarak azalmaktadır. En yüksek pH değeri 6 t/da atık madde uyulamasından, en düşük pH değeri ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda toprak pH'sının organik materyal uygulamasıyla arttığı belirlenmiştir (Kowald ve ark. 1990, Şahin ve Kowald 1989).

Çizelge III.

Farklı Atık Madde Miktarları ve İnkübasyon Sürelerinin Toprakların pH, EC, CaCO₃, Organik Madde, Toplam Azot ve Yarayışlı Fosfor Miktarları Üzerine Etkileri

Atık madde miktarı, t/da	İnkübas. Süresi, Ay	pH	EC $\mu\text{S.cm}^{-1}$	CaCO ₃ %	Organik madde, %	Toplam azot, %	Yarayışlı fosfor, ppm
0	1	8.03	249	0.38	0.54	0.05	4.18
	2	7.94	261	0.30	0.65	0.05	4.00
	3	7.82	299	0.14	0.48	0.05	3.04
	4	7.94	280	0.20	0.54	0.05	4.10
	Ortalama	7.93 d	272 e	0.25 b	0.55 e	0.05 d	3.83 d
2	1	8.22	239	0.38	0.54	0.06	5.49
	2	8.03	272	0.30	0.97	0.05	4.29
	3	7.85	359	0.16	0.57	0.06	4.06
	4	7.96	341	0.23	0.65	0.06	3.62
	Ortalama	8.02 c	303 d	0.27 b	0.68 d	0.06 c	4.37 c
4	1	8.29	244	0.32	0.75	0.06	5.23
	2	8.04	320	0.24	1.25	0.07	5.01
	3	8.01	349	0.27	0.87	0.08	4.63
	4	8.01	370	0.24	0.82	0.08	4.47
	Ortalama	8.09 b	321 c	0.27 b	0.92 c	0.07 b	4.84 b
6	1	8.48	307	0.19	0.90	0.08	5.53
	2	8.09	329	0.28	1.28	0.08	6.29
	3	8.03	394	0.13	1.10	0.11	4.71
	4	8.01	428	0.27	0.97	0.09	6.02
	Ortalama	8.15 a	364 b	0.22 c	1.06 b	0.09 a	5.64 a
8	1	8.45	330	0.38	0.91	0.09	4.98
	2	8.05	373	0.32	1.61	0.08	7.34
	3	8.04	457	0.28	1.13	0.09	4.41
	4	7.97	444	0.31	1.06	0.09	5.61
	Ortalama	8.13 ab	401 a	0.32 a	1.18 a	0.09 a	5.58 a

Değerler 3 yinelemenin ortalamasıdır.

Toprakların EC değerleri üzerine farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge III'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların EC değerleri artan atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerine paralel olarak sürekli artış göstermiştir. En yüksek EC değeri 8 t/da atık madde uygulamasından, en düşük EC değeri ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Artırma çamuru uygulaması, toprakların elektriki iletkenliklerini oldukça yüksek düzeylerde artırmıştır. Atık maddenin EC'yi arttırmasının nedenlerinden birisi bu maddenin bünyesinde fazla miktarda alkali kationların bulunması diğer bir nedeni de bu çalışmanın bitkisiz ortamda yürütülmüş olmasıdır. Araştırma bitkili koşullarda yürütülmüş olsaydı bitkilerin topraktan bir kısmını iyonları alması nedeniyle EC'de fazla bir yükselme söz konusu olmayabilirdi. Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda da (Hanay ve Yardımcı 1992.

Epstein ve ark. 1976, Singh ve Kansal 1985) araştırmayı destekler sonuçlar saptanmıştır.

Farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin toprakların CaCO_3 içerikleri üzerine etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge III'de sunulmuştur. Çizelge III'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların CaCO_3 içerikleri, atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerine bağlı olarak düzenli bir değişim göstermemiştir. En yüksek CaCO_3 içeriği 8 t/da atık madde uygulamasından, en düşük CaCO_3 içeriği ise 6 t/da atık madde uygulamasından elde edilmiştir.

Toprakların organik madde içerikleri üzerine farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge III'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların organik madde içerikleri artan atık madde miktarlarına paralel olarak artış göstermiştir. İnkübasyon sürelerine bağlı olarak toprakların organik madde içeriklerinde düzenli bir değişim saptanmamıştır. En yüksek organik madde içeriği 8 t/da atık madde uygulamasından, en düşük organik madde içeriği ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Atık madde uygulaması toprakların organik madde miktarlarını artırmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda da (Hanay ve Yardımcı, 1992) benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin toprakların toplam azot içerikleri üzerine etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge III'de sunulmuştur. Çizelgenin incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların toplam azot içerikleri artan atık madde miktarlarına paralel olarak artış göstermiştir. İnkübasyon sürelerine bağlı olarak toplam azot içeriğinde dikkate değer bir değişim belirlenmemiştir. En yüksek toplam azot içeriği 6 ve 8 t/da atık madde uygulamalarından elde edilirken, kontrol uygulaması en düşük değeri vermiştir.

Toprakların yarayışlı fosfor içerikleri üzerine farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge III'de sunulmuştur. Çizelge III'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların yarayışlı fosfor içerikleri artan atık madde miktarlarına paralel olarak artış göstermiştir. İnkübasyon sürelerine bağlı olarak toprakların yarayışlı fosfor içeriklerinde düzenli bir değişim saptanamamıştır. En yüksek yarayışlı fosfor içeriği 6 t/da atık madde uygulamasından, en düşük ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin toprakların değişebilir sodyum içerikleri üzerine etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge IV'de sunulmuştur. Çizelgenin incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların değişebilir sodyum içerikleri artan atık madde miktarlarına paralel olarak artış göstermiştir. Ortalama inkübasyon süreleri dikkate alındığında inkübasyon sürelerine bağlı olarak toprakların değişebilir sodyum içeriklerinde önemli bir değişim belirlenmemiştir. En yüksek değişebilir sodyum

içeriği 8 t/da atık madde uygulamasından elde edilirken, en düşük değişebilir sodyum içeriği ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Toprakların değişebilir potasyum içerikleri üzerine farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge IV'de sunulmuştur. Çizelge IV'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların değişebilir potasyum içerikleri artan atık madde miktarlarına paralel olarak artış göstermiştir. İnkübasyon sürelerine bağlı olarak değişebilir potasyum içeriğinde düzenli bir değişim saptanmamıştır. En yüksek değişebilir potasyum içeriği 6 ve 8 t/da atık madde uygulamalarından, en düşük değişebilir potasyum kapsamı ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge IV.

Farklı Atık Madde Miktarları ve İnkübasyon Sürelerinin Toprakların Değişebilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Yarayışlı Demir, Manganez, Bakır ve Çinko Miktarları Üzerine Etkileri

Atık madde miktarı, t/da	İnküb. Süresi, Ay	Değişebilir iyonlar, me.100g ⁻¹				Yarayışlı mikroelementler, ppm			
		Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
0	1	0.18	0.41	17.37	8.37	4.02	2.19	0.80	0.44
	2	0.23	0.51	22.73	11.47	4.62	3.16	1.01	0.71
	3	0.23	0.46	24.42	9.35	4.13	2.21	0.89	0.57
	4	0.24	0.50	20.35	10.15	7.36	6.01	1.01	0.67
	Ortalama	0.22 e	0.47 c	21.22 c	9.83 b	5.03	3.39 cd	0.93 c	0.60 d
2	1	0.28	0.46	20.50	9.50	4.05	2.52	0.78	0.54
	2	0.26	0.51	28.17	12.73	4.63	3.15	1.00	0.97
	3	0.30	0.50	22.70	12.55	3.39	2.18	0.77	0.92
	4	0.28	0.51	23.54	10.73	6.50	4.92	1.05	1.07
	Ortalama	0.28 d	0.49 b	23.73 abc	11.38 a	4.65	3.19 d	0.90 c	0.88 c
4	1	0.28	0.48	20.44	9.46	4.41	2.91	0.73	0.57
	2	0.33	0.53	34.96	13.96	4.88	3.76	1.06	1.46
	3	0.35	0.51	23.60	11.84	3.60	2.49	0.92	1.49
	4	0.31	0.50	22.76	9.87	6.55	5.53	1.08	1.59
	Ortalama	0.32 c	0.51 ab	25.44 a	11.28 a	4.86	3.67 bc	0.95 bc	1.28 b
6	1	0.34	0.48	14.65	8.42	4.52	3.38	0.79	0.79
	2	0.36	0.54	23.93	12.16	4.67	3.48	1.06	1.83
	3	0.38	0.52	24.44	10.82	3.82	3.15	0.97	1.72
	4	0.38	0.53	23.48	10.55	6.70	6.33	1.18	1.72
	Ortalama	0.36 b	0.52 a	21.63 bc	10.49 b	4.93	4.09 a	1.00 ab	1.52 a
8	1	0.36	0.49	16.22	7.71	4.82	4.10	0.85	0.82
	2	0.44	0.53	32.00	14.29	4.91	4.04	1.15	2.34
	3	0.41	0.51	26.31	13.18	3.50	2.84	0.95	1.97
	4	0.41	0.53	22.93	10.42	6.12	5.21	1.18	1.05
	Ortalama	0.41 a	0.52 a	24.37 ab	11.40 a	4.84	4.04 a	1.03 a	1.55 a

Değerler 3 yinelemenin ortalamasıdır.

Farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin toprakların değişebilir kalsiyum içerikleri üzerine etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge IV'de sunulmuştur. Çizelge IV'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların değişebilir kalsiyum içerikleri gerek atık madde miktarlarına gerekse inkübasyon sürelerine bağlı olarak düzenli bir değişim göstermemiştir. En yüksek değişebilir kalsiyum içeriği 4 t/da atık madde uygulamasından, en düşük değişebilir kalsiyum içeriği ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Toprakların değişebilir magnezyum içerikleri üzerine farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge IV'de sunulmuştur. Çizelgenin incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların değişebilir magnezyum içerikleri gerek atık madde miktarları ve gerekse inkübasyon sürelerine bağlı olarak düzenli bir değişim göstermemiştir. En yüksek değişebilir magnezyum içeriği 8 t/da atık madde uygulamasından, en düşük ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin toprakların yarayırlı demir içerikleri üzerine etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge IV'de sunulmuştur. Çizelge IV'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların yarayırlı demir içerikleri üzerine gerek atık madde miktarları ve gerekse inkübasyon sürelerinin etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. En yüksek yarayırlı demir içeriği kontrol uygulamasından, en düşük yarayırlı demir içeriği ise 2 t/da atık madde uygulamasından elde edilmiştir.

Toprakların yarayırlı mangan içerikleri üzerine farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge IV'de sunulmuştur. Çizelgenin incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların yarayırlı mangan içerikleri gerek atık madde miktarları ve gerekse inkübasyon sürelerine bağlı olarak düzenli bir değişim göstermemiştir. En yüksek yarayırlı mangan içeriği 6 t/da atık madde uygulamasından, en düşük yarayırlı mangan içeriği ise 2 t/da atık madde uygulamasından elde edilmiştir.

Farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin toprakların yarayırlı bakır içerikleri üzerine etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge IV'de sunulmuştur. Çizelge IV'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların yarayırlı bakır içerikleri artan atık madde miktarlarına paralel olarak artış göstermiştir. Yarayırlı bakır içerikleri inkübasyon sürelerine bağlı olarak düzenli bir değişim göstermemiştir. En yüksek yarayırlı bakır içeriği 8 t/da atık madde uygulamasından, en düşük yarayırlı bakır içeriği ise 2 t/da atık madde uygulamasından elde edilmiştir.

Toprakların yarayırlı çinko içerikleri üzerine farklı atık madde miktarları ve inkübasyon sürelerinin etkilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge IV'de sunulmuştur. Çizelgenin incelenmesinden anlaşılacağı gibi toprakların yarayırlı çinko içerikleri artan atık madde miktarlarına paralel olarak artış

göstermiştir ancak farklı inkübasyon sürelerine bağlı olarak düzenli bir değişim görülmemiştir. En yüksek yarayışlı çinko içeriği 8 t/da atık madde uygulamasından uygulamasından, en düşük yarayışlı çinko içeriği ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Toprağa farklı miktarlarda uygulanan atık madde, toprakların pH, EC, organik madde, toplam azot, değişebilir sodyum, potasyum, yarayışlı bakır ve çinko içeriklerinde dikkate değer artışlar meydana getirmiştir. Buna karşılık toprakların CaCO_3 , yarayışlı fosfor, değişebilir kalsiyum, magnezyum, yarayışlı demir ve mangan içeriklerinde düzenli bir artış görülmemiştir. Toprak pH'sı farklı inkübasyon sürelerine bağlı olarak azalırken, EC değerlerinde artış meydana gelmiştir. Diğer toprak özellikleri ise farklı inkübasyon sürelerine bağlı olarak düzenli bir değişim göstermemiştir. Bu nedenle sözkonusu arıtma tesisi atıklarının tarımda kullanılması durumunda son derece dikkatli olunmalı ve sürekli olarak toprak pH'sı ile tuzluluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Bremner, J.M., 'Total Nitrogen'. Editor C.A. Black Methods of Soil Analysis Hard-2. American Society of Agronomy Ich. Publisher, Madison, Wisconsin, USA. 1149-1178, 1965.
- Bouyoucos, G.J., 'A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil'. Agronomy Journal, 43:434-437, 1951.
- Cervato, A. and Silva, S., 'The Use of Industrial Sludges in Agriculture I. Production of Maize and Wheat Crops Grown in Succession'. Annali della Facolte di Agraria, Universita del Sacro Couro 26 (2) :165-187, 1986.
- Çağlar, K.Ö., 'Toprak Bilgisi'. A.Ü. Yayınları. No:10, Ankara, 1949.
- Elinç, F., 'Selüloz Fabrikasyonunda Değerlendirilemeyen Organik Materyalden Yararlanma Olanaklarının Araştırılması'. TÜBİTAK, DEB-AG, Proje No:ÇAG-106/G, Ankara, 1986.
- Epstein, E., Taylor, J.M. and Chaney, R.L., 'Effects of Sewage Sludge and Sludge Compost Applied to Soil on Some Soil Physical and Chemical Properties'. Jour. Of Environ. Qual. 5,4, 422-426, 1976.
- Follet, R.F. and Lindsay, W.L., 'Profil Distribution of Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils', 10, 1970.
- Gök, M. ve Oruç, N., 'Şlempenin Toprağın Bazı Biyolojik ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi'. Doğa Turkish Journal of Agriculture and Forestry 18 397-400. TÜBİTAK, Ankara, 1994.
- Hanay, A. ve Yardımcı, N., 'Çöp Kompostu ve Ahır Gübresinin Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Toprak-su ilişkilerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma' Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi 16 (1) :91-102, 1992.

- Jackson, M.L., 'Soil Chemical Analysis'. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs. N.I., USA, 1962.
- Kacar, B., 'Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II, Bitki Analizleri'. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları:453, Uygulama Kılavuzu:155, A.Ü. Basımevi, Ankara, 1972.
- Kellog, C.E., 'Our Garden Soils'. The Mcmillian Company, Newyork, 92, 1952.
- Kowald, R., Yardımcı, N. ve Şahin, H., 'Erzurum'da çöp Kompostunun Üretimi ve Kullanımı Üzerine Bir Araştırma' (Proje Paporu) Giessen/Erzurum, 1-28, 1990.
- Krishnapillai, S., 'Inhibition of Nitrification by Waste Tea (Tea Fluff)'. Plant and Soil 51:563-569, 1979.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A., 'Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper'. Soil Sci. Soc. Of Am. J. 42:421-428, 1978.
- Loue, A., 'Diagnostic Petiolarie de Prospection'. Etudes sur la Nutrition et le Fertilisation Potasiques de la Vigne. Socie'te Commerciale des Potasses d'alsae Services Agronomiques, 31-41, 1968.
- Moltay, İ., 'Bursa Bölgesinde Yetiştirilen J.H. Hale Çeşidi Şeftalilerin Besin Elementi İçeriği, Bu Elementlerin Mevsime ve Konum Yerlerine Göre Değişimi Üzerinde Araştırmalar'. Uzmanlık Tezi, Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, 1979.
- Olsen, S.R., Cole, C.O., Watanabe, F.S. and Dean, P.C., 'Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate U.S.Dept of Agr. Vir. 939, Washington, D.C., 1954.
- Olsen, S.R. and Dean, L.A., 'Phosphorus'. Editor C.A. Black. Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy Inc. Publisher Madison. Wisconsin, USA, 1035-1049, 1965.
- Pizer, N.H., 'Some Advisory Aspect'. Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bull. No:14:184, 1967.
- Pratt, P.F., 'Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties'. Ed.C.A. Black Amer. Soc. Agr. Inc. Publisher Agronomy Series. No:9 Madison, Wisconsin, USA, 1965.
- Singh, J. and Kansal, B.D., 'Effects of Long-Term Application of Municipal Waste Water on Some Chemical Properties of Soils'. Jour. Of Res. Punjab Agri. Univ. 22, 235-242, 1985. 7. Soil Survey Staff, 'Soil Survey Manual'. Agricultural Research Administration United States Department of Agriculture. Handbook, 18:340-377, 1951.
- Soil Survey Manual, 'U.S. Department of Agriculture Hand Book.' 18:235, 1951.
- Şahin, H. ve Kowald, R., 'Die Möglichkeiten der Abfallvermeidung Verwertung und Beseitigung in der Bunderrepublik' Deutschland, Environment, 89, 1989.
- Ünal, H. ve Başkaya, H.S., 'Toprak Kimyası'. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:759 Ders Kitabı, 218, 1981.