

### **III. DERLEMELER**

REVISED EDITION

## **ÇÖPLERİN ve KANALİZASYON ARTIKLARININ GÜBRE OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ VE BUNUN ÇEVRE SAĞLIĞI BAKIMINDAN ÖNEMİ**

Abdüsselam ERGENE (x)

Ülkemiz topraklarının büyük çoğunluğu doğal koşullara ve uygunsuz arazi kullanımı nedenlerine bağlı olarak çok az miktarlarda organik madde içermektedir. Ayrıca topraklarımızın büyük çoğunluğundaki önemli bitki besin elementleri noksanlıkları çiftlik gübresi, çöpler ve kanalizasyon artıklarının topraklarımızda organik madde ve bitki besin elementleri kaynağı olarak önemini ortaya koymaktadır.

### **Topraklarımızın Organik Madde ve Bitki Besin Elementleri Durumu**

Ülkemiz topraklarının büyük çoğunluğu kurak iklim koşulları altında doğal bitki örtüsünün azlığı nedeni ile çok az miktarlarda organik madde içermektedir. Ayrıca ülkemiz topraklarının çok uzun zamandan beri gerekli tedbirlere başvurulmadan sömürülerek kullanılmış olması da topraklarımızda organik maddenin azlığının başlıca sebeplerinden biridir. Ülkemiz arazisinin genellikle yüksek ve engebeli oluşu fazla eğimli arazilerdeki çayır, mer'a ve orman bitki örtülerinin tahrip edilerek önlem alınmaksızın tarım arazisi olarak kullanılması erozyonu hızlandırmış ve organik maddece zengin olan üst horizonların taşınmasına neden olmuştur.

Bu koşullar altında ülkemiz topraklarındaki organik madde miktarı çok düşük düzeylere inmiştir. Topraklarımızın büyük çoğunluğunda organik madde miktarı % 1 veya daha düşük düzeydedir. Memleketimizde çeşitli bölgelere ait şimdiye kadar yapılmış çok sayıda analiz sonuçlarına göre topraklarımızın % 75'inden fazlasında organik madde ve nitrojen çok az ve az bulunmuştur. Yeterli ve fazla organik madde içeren topraklarımızın oranı % 6 dolayındadır. Aynı şekilde topraklarımızın % 75'inde bitkilere elverişli fosfor çok az veya az bulunmuştur.

### **Organik Madde Kaynağı Olarak Çiftlik Gübresi, Çöpler ve Kanalizasyon Artıkları**

Memleketimizde üretilen yaş gübre miktarı 170 milyon ton'un üzerindedir. Ancak kırsal alanda yakacak sorunu çözümlenmemiş olduğundan ahır gübresinin toprağa verilmesi sınırlı kalmaktadır.

(x) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Erzurum.

Ülkemizde atılan çöp miktarının 6 milyon ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Buna gıda, tekstil ve diğer bazı sanayi kolları organik artıkları ile kanalizasyon artıkları da eklenmelidir. Ülkemizde kanalizasyon artıklarından elde edilebilecek kuru madde miktarı yaklaşık olarak 2 milyon ton civarındadır. Buna göre çiftlik gübresinin yanında çöpler ve kanalizasyon artıklarının da toprağa organik madde ve bitki besin elementleri sağlamada önemli bir kaynak olduğu anlaşılr.

### **Şehir Çöplerinin Bileşimi**

Yerleşim yeri artıklarının yeniden değerlendirilebilmelerinde her şeyden önce bunların bileşimlerinin bilinmesi gerekir.

Çöpler kökenlerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır:

1. Ev çöpleri (ev, askeri birlik, lokanta, yurt, pazar yeri gibi ünitelerden çıkan çöpler).

2. İşyeri ve sanayi çöpleri (atelye, imalathane, fabrika gibi kuruluşlardan elde edilen çöpler).

Endüstri artıkları endüstrinin çeşidine göre değişme gösterir. Gıda, kağıt, tekstil, kavu uk, plastik, deri, boya, deterjan, ecza, gübre, petrol rafinerisi gibi.

Özellikle gıda sanayi artıkları bol miktarda bitki artıkları ve kemik, kan ve t y, gibi organik maddeleri içerir.

3. Çiftlik artıkları (özellikle ahır gübresi).

4. Ca d  ve sokak süprünt leri.

5. Diğer artıklar (bah e, inşaat, kazı artıkları, hacimli güç ayrışabilen artıklar, hastahane artıkları).

6. Radyoaktif artıklar.

Uygulanacak yok etme işlemleri bakımından, eleme ve ayıklama analizleri yardımı ile çöpler kendisini meydana getiren maddelere göre de şu şekilde sınıflandırılmaktadır.

### **Birinci Grup Maddeler**

Bunlar yakılabilen veya kompostlanabilen maddelerdir. Organik mutfak artıkları, her çeşit sebze ve meyva artıkları, kağıt, ince mukavva bitki sapları, dokuma artıkları, kemik ile elek analizinin 8-40 mm tane iriliğindeki II numaralı fraksiyondan oluşmuştur. Bu fraksiyon oransal olarak az miktarda inorganik ve inert maddeleri içerir.

### **İkinci Grup Maddeler**

Bunlar sadece yakılabilen maddelerdir. Ahşap artıkları kalın mukavva, deri, lastik ve sentetik maddelerden meydana gelmişlerdir.

### Üçüncü Grup Maddeler

Ne yakılabilen ne de kompostlanabilen maddelerdir.

a. Şişe ve cam artıkları, porselen, seramik parçaları taş, tuğla gibi inert maddeler ile,

b. Demir ve diğer metallere meydana gelmiştir.

### Dördüncü Grup Maddeler

Bunlar ince çöpü oluşturur. Tane iriliği 8 mm'den küçük olan kül, kum ve organik kısımlardan oluşmuştur. Kompostlamaya elverişlidir.

Federal Almanya'nın bazı kentlerine ait çöplerin elek ayıklama analizleri sonuçları Cetvel 1'de verilmiştir (Niese, 1969).

Cetvel 1. F. Almanya'nın bazı kentlerine ait çöplerin analiz sonuçları.

Araştırma Yeri	Madde Grupları (%)				
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	
	Yakılabilen ve- ya komposaltana- bilen	Sadece yakı- labilen	İnert	Demir	İnce Çöp
Manheim Ek. 1955	37.5	18.7	7.6	4.8	31.4
Frankenthal Ar. 1966	35.1	3.4	14.3	3.6	43.8
D. Berlin 57/59 Ort.	42.3	0.2	9.6	2.2	45.7
Bad Godesberg Tem. 1961	71.6	1.1	9.8	5.2	12.3
Pinnenberg 63/64 Ort.	47.6	3.0	9.7	4.5	35.2
Elmshorn 63/64 Ort.	49.7	3.0	8.9	4.3	34.1
Bieteleteld 1961 Ort.	39.5	8.6	8.9	5.2	37.8

Cetvelin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi yakılabilen veya kompostlanabilen maddeler miktarı % 35.1-71.6 arasında değişmektedir.

Çöplerin bileşimleri toplumsal alışkanlıklar, yaşam koşulları, mevsimler ve aylara göre değişme gösterdiğinden kesin değerler vermek mümkün değildir. Ancak çöplerin yok edilme yöntemi belirlenmeden önce mutlaka uzun süreli bir inceleme altına alınmaları gerekir.

### Çöplerin yok edilme yöntemleri ve ülkemizdeki uygulama

Çevre temizliği ve sağlığının korunması açısından yerleşim yeri artıklarının yerleşim yerlerinden hızla uzaklaştırılması ve zararsız hale getirilmesi belediyelere düşen en önemli görevlerden biridir.

Nüfusun çok yoğun olduğu arazi varlığının sınırlı olduğu sanayileşmiş batılı ülkelerde, yerleşim yeri artıkları yasalara göre, ancak yüzey ve taban sularında herhangi bir olumsuz değişim yaratmamak koşulu ile depolanabilmektedir. Uygar ülkelerde çöpleri düzensiz olarak açıkta yığmak çöplerin yok edilmesinde yöntem olarak kabul edilmemektedir.

Çöplerin zararsız bir şekilde yok edilmesinde üç ayrı olarak veya bunların kombinasyonu söz konusudur. Bunlar:

1. Çöplerin düzenli ve kontrollü olarak önceden hazırlanmış yerlerde depolanması (depolama).
2. Kolay ayrışabilir organik kökenli çöplerin kompostlanması (kompostlama).
3. Çöplerin ısı değeri yüksek olan organik kısımlarının yakılması (yakma).

Kompostlama ve yakma çöpleri yeniden değerlendirmeyi, depolama ise yer altına gömüp tamamen yok etmeye yönelik çözümlerdir. Batı ülkelerinin bir çoğunda çöplerin yakılarak bertaraf edilmesi kanunen yasaklanmıştır. Çöplerin ham madde kaynağı olarak çeşitli yönleri ile değerlendirilmesi amaç edinilmektedir.

Yapılan araştırmalar çöplerin yok edilmesinde başvurulan bu üç değişik çözüm yolunun maliyet oranlarının 1:2:3 olduğunu ortaya koymuştur (Kampe, 1976). Buna göre çöplerin en ucuz ve kolay yok etme yöntemi olduğu gerekçesi ile depolamanın uygun olmayacağı, kompostlanarak toprağa ve bitkiye değerli organik madde sağlanması ayıklanarak sanayiye ikincil ham madde temin edilmesi en uygun yol görünmektedir. Ancak hiç bir şekilde değerlendirilemeyen artıklar depolanmalıdır.

Özellik gösteren çöplerden hastahane ve benzeri kuruluşların artıklarının genel sağlığın korunması bakımından çok dikkatli bir şekilde mutlaka yakılarak yok edilmesi gerekir.

Radyoaktif artıkların zararsız bir şekilde yok edilmeleri henüz sükekli ve güvenilir bir çözüme kavuşturulmuş değildir Şimdilik özel kaplar içerisinde yeraltı tuz yataklarına veya derin deniz diplerine atılarak çevreden uzaklaştırılmaktadırlar.

Ülkemizde gerek çöplerin ve gerekse kanalizasyon sularının yok edilmesi genellikle ilkel koşullarda yapılmaktadır. Ülkemizde büyük kentler de dahil olmak üzere genel uygulama şehir çöplerinin yerleşim merkezlerinde uygun yerlere yığılması, bazı hallerde yakılarak yok edilmesi veya denizlere dökülmesi, kanalizasyon sularının da akarsulara, göllere, denizlere veya toprağa verilmesi şeklinde olmaktadır ve işlem çoğunlukla bu noktada bırakılmakta ve tamamlanmış sayılmaktadır. Bu şekildeki uygulama aşağıda belirtilen sakıncalara karşılık bir fayda da sağlamamaktadır.

- a. Rastgele yığılmış üstü açık çöplüklerden çevreye bulaşıcı hastalıkların rüzgârlar, sular, kuşlar ve diğer hayvanlarla yayılması,
- b. Kokuşma sonucu çevreye pis kokuların yayılması,
- c. Çöplerin rüzgarlarla savrulması ile çevrenin kirlenmesi,
- d. Yağış sulasının çöp yığınlarının içerisinde süzülüp toprağın derinliğine geçerek tabansuyunu kirlenmesi,
- e. Çöp yığınlarının çevrenin görünümünü bozması.

### **Çöplerden Kompost Elde Edilmesi**

Çöplerin bertaraf edilmesinde en uygun şeklin çöplerin kompostlanması olduğunu daha önce belirtmiştik.

Çöplerden çeşitli yöntemlerle şişe, cam, kağıt, sentetik maddeler eski taşıt lastikleri, demir ve demirli metal artıkları ve diğer metal artıkları (Al, Cu, Zn, Pb) gibi yeniden değerlendirilebilecek maddeler ile kaba inert maddeler (taş, çakıl, tuğla vs.) ayırd edildikten sonra geriye çoğunluğunu kompostlanabilen ve ince çöp denilen maddelerin oluşturduğu organik yapıdaki artıklar kalmaktadır. Bu organik yapıdaki artıkların çeşitli teknik yöntemlere göre "Su-Hava ve Sıcaklık" eşliğinde mikroorganizma faaliyetleri yardımı ile oksitlenmesi, yani havalı (aerob) koşullarda çürütülmesi sonucu elde edilen organik gübreye kompost adı verilmektedir. Kompostlama işlemi bir fabrikasyon işlemi olup doğal olarak mikroorganizmalar yardımı ile organik maddelerin aerob şartlar altında çürümesi işleminin amaca uygun olarak yönlendirilmesi, hızlandırılması tekniklerini de içermektedir. Çöp hazırlama, çöpleri hem parçalayıp ufalama, eleme, karıştırma gibi mekanik işlemlerle birlikte aşılama, kurutma nemlendirme ve havalandırma gibi biyolojik olayların kontrol ve yönlendirilmesini de içermektedir.

Mikroorganizmalar kompostlama sırasında yeteri kadar nem ve hava içeren organik maddeler içerisindeki proteinli maddeleri parçalayarak kendi bünyelerinde kullanırken, ortamda bulunan şeker, selüloz, nişasta ve lignin gibi karbonhidratları parçalayıp hümin maddelerinin meydana gelmesini sağlarlar. Organik maddelerin bakteriler, aktinomysetler ve mantarlar tarafından parçalanmaları ile su ve CO<sub>2</sub> ile birlikte büyük bir ısı enerjisi açığa çıkar ve yığın içerisinde sıcaklık 90°C'ye kadar yükselir ve günlerce sıcaklık devam eder. Isınma sırasında ortamdaki patojen mikroplar ile yabancı ot tohumları da canlılıklarını kaybeder. Organik maddelerin büyük bir kısmı mineralize olduktan sonra yığındaki sıcaklık derecesi düşer.

Hangi yöntem uygulanırsa uygulansın yerleşim yerlerinin katı artıklarının kompostlanmasında hazırlama tekniği açısından farklar bulunmaktadır. Katı artıkların kompostlanmasında geliştirilmiş olan işlemler dört ayrı tipe ayrılmaktadır.



- a. Artıklarda ön mekanik parçalama yapılmadan yığınlar halinde kompostlama,
- b. Ön parçalama yapılarak yığınlar halinde kompostlama,
- c. Kontrollü ön çürütme yapılarak, ön parçalama yapılmadan yığınlar halinde kompostlama,
- d. Ön parçalama ve kontrollü ön çürütme yapılarak, yığınlar halinde kompostlama işlemidir.

Bu temel işlem gruplarına göre bir seri kompostlama tekniği ve yöntemi geliştirilmiştir. Bunlar tamamen fabrikasyon konusu olduğundan daha fazla detaya girilmeden sadece adları verilecektir.

Bunların en önemlileri:

a. Yığın halinde kompostlama. b. Silolar (Tanklar, Hücreler) içerisinde kompostlamadır. İkisi arasındaki fark yığın halinde kompostlamanın daha çok doğal koşullara yakın cereyan etmesidir. Silolarda veya kulelerde kompostlama işlemlerinin avantajı yüksek kapasiteli olmaları, kısa sürede tam hijyenize olmuş olgun kompost verebilmeleri ve iklim koşullarına bağlı kalmaksızın sürekli üretim yapabilmeleridir. Dezavantajları ise kuruluş maliyetleri ile bakım giderlerinin yüksek oluşu ve fazla enerji gereksinimidir. Yığın halinde kompostlamada 3-6 ay içerisinde istenilen olgunlukta kompost elde edilebildiği halde silolarda uygulanan yönteme göre 5 gün ile 4-6 haftalık süreler içinde olgunlaşmış kompost elde edilebilmektedir.

### 3. Çöp Kompostunun Özellikleri

Çöp kompostlarının bileşimleri ve özellikleri kompostlanan çöplerin bileşim ve özelliklerine göre değişme göstermektedir. Çöplerin bileşimi yerleşim yerlerinde yaşayan insanların yaşam koşulları, alışkanlıkları, mevsimler ve aylara göre değişme göstermektedir. Bu sebeple çöp kompostlarının bileşimi de değişir. Çeşitli araştırmacılara göre Federal Almanya'da üretilmiş olan çok sayıdaki çöp kompostunun ortalama bileşimlerine ait değerler Cetvel: 2'de, ahır gübresine ait bazı değerlerle birlikte karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Cetvel 2'deki rakamlardan da anlaşılacağı gibi kompostlarda kuru madde miktarı ahır gübresinden çok fazladır. Ayrıca kompostlar çitlik gübresine oranla bazı metalleri daha fazla içermektedir. Bunlar arasında çinko, bakır, kurşun, krom ve civa gibi ağır metaller de bulunmaktadır.

### KANALİZASYON SULARI

Ülkemizde kanalizasyon suları akarsulara göllere denizlere veya toprağa verilme suretiyle yok edilmekte veya doğrudan doğruya tarım topraklarının



sulanmasında kullanılmaktadır. Pis sularla kirlenmiş olan topraklarda yetişen bitkisel ürünler, insan ve hayvan sağlığını tehdit etmektedir.

Kanalizasyon sularının ve bundan elde edilen arıtma çamurlarının yüksek oranda su içermesi (kanalizasyon sularının 1 m<sup>3</sup>'ü 7.5-10 litre sulu çamuru kapsar,

Cetvel 2. Federal Almanya'da elde edilen çöp kompostları ile ahır gübresinin bileşimleri (çok yıllık ortalamalar).

Genel Bileşim	Çöp kompostu ( $\bar{x}$ )	Ahır gübresi ( $\bar{x}$ )
Su %	30—40	75
Kuru madde %	60—70	25
Tuz %	1.2	—
pH (KCl)	7.5—8.0	—
Hacim ağırlığı gr/cm <sup>3</sup>	0.75—0.80	—
Değer Belirleyen Maddeler (Kuru Maddenin %'si olarak)		
Toplam N	0.5—0.6	0.4
Elverişli N	0.10—0.12	0.15—0.20
Toplam-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.7	0.25
Elverişli-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.2—0.4	0.15—0.25
K <sub>2</sub> O	0.3—0.4	0.6—0.7
CaO	5.0—10.0	0.6
Ca <sup>++</sup>	2.0—4.0	—
Mg <sup>++</sup>	0.5—1.4	0.1—0.2
Toplam-S	0.5—3.0	0.2—0.3
Toplam-C	10.8—18.0	—
Topham-OM (Yakma kaybı)	18.0—30.0	18.0
Elverişli-OM	9.0—15.0	18.0
Diğer Elementler (Kuru Maddede ppm olarak)		
Zn	1096.0	—
Cu	677.0	—
Pb	290.5	—
Cr	61.0	—
As	8.0	—
B	4.6	—
Cd	3.0	—
Hg	1.9	—

sulu çamur ise % 95-99 oranında su içerir) bertaraf edilmesinde ve gübre olarak değerlendirilmesinde teknik, ekonomik ve ticari sorunlar yaratmaktadır. Kanalizasyon sularının ve arıtma çamurlarının yapısı ve içerdiği bitki besin elementleri çeşitli araştırmacılara göre cetvel 3 ve 4'te verilmiştir.

Cetvel 3. Kanalizasyon suyunda mg/l olarak gübre elementleri (x)

	Yüzcü maddeler (toplam)	N	P	K	Ca	Cl
Ham kanalizasyon suyu	110	700-1090	3.1-6.0	21-25	78-89	85-194
Mekanik olarak temizlenmiş kanalizasyon suyu	83	25-35	6.0	2.2	—	—
Mekanik ve biyolojik olarak temizlenmiş kanalizasyon suyu	22-24	1.6-3.0	1.0-2.9	19-20	106	116

Cetvel 4. Fermente edilmiş arıtma çamurunun içerdiği maddeler (x).

	%	Kuru maddenin %'si olarak				
		Su	O.M.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Fermente edilmiş sulu arıtma çamuru (Balen arıtma tesisi)	97.3	51.2	6.3	2.98	0.47	2.60
Aerop olarak stabilize edilmiş ıslak arıtma çamuru (Blumental arıtma tesisi)	98.9	31.8	0.64	3.30	0.57	1.75
Neusiede arıtma tesisi	88.4	32.8	0.56	0.28	0.20	1.08

(x) Cetvel 3 ve 4 W. Lotz'un "Umwelt Verschmutzung un Umwelt-Schutz" adlı, 1975'te Viyana'da basılan eserinden alınmıştır.

Arıtma tesislerinde kanalizasyon artıklarının yok edilmesi bir seri fabrikasyon işlemlerini gerektirir. Şehir arıtma merkezlerine gelen sular havuzlarda çöktürülür. Üstteki su kısmı arıtıldıktan sonra akarsu, göl ve denizlere akıtılır. Geriye kalan arıtma çamuru arıtma ve temizleme işlemlerine tabi tutularak çeşitli şekillerde bertaraf edilir.

#### Uygun İşlemlerden Sonra Çamurun Kullanılması Veya Depo Edilmesi

Sağlık bakımından ortaya çıkaracağı problemler ve pis kokulardan dolayı arıtma çamurunun dezenfeksiyon ve stabilizasyon gibi ön işlemlere tabi tutulması gerekmektedir. Arıtma çamurunun hacminin azaltılması ve patojen mikroplardan arındırılması ile ilgili en önemli işlemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Yoğunlaştırma. Yoğunlaştırma kanalizasyon suları içerisindeki su oranının çöktürme, koagüle etme, drene etme ve buharlaştırma suretiyle azaltılmasıdır. Çö-

keltme havuzlarına alınan kanalizasyon sularına tuzlar, organik polimerler gibi flokküle edici maddeler eklenerek çamurun koagülasyonla yoğunlaştırılması hızlandırılır.

Drenaj havuzlarında drenaj ve buharlaşma ile arıtma çamurunun su miktarı yaklaşık % 40-65'e kadar düşürülür. Koyulaştırılmış arıtma çamuru taşıma, tarımsal kullanma ve depolama işlemleri için daha uygundur.

Arıtma çamuru çeşitli yöntemlerle kurutulabilir. Kurutulan arıtma çamurunda su miktarı % 0-3'e kadar düşürülebilir.

Arıtma çamurunun hijyenize edilmesi. Hijyenize etme materyalin mikroplardan arındırılması anlamını taşır. Bu işlem arıtma çamurunun pastörize edilmesi ve kısmen de sıcak hava ile kurutulması sırasında gerçekleştirilir. Kompostlama da bu yönde etkilidir. Pastörizasyonda arıtma çamuru en az 30 dakika süre ile 65°C sıcaklıkta tutulmalıdır.

Arıtma çamurunun kompostlanması. Arıtma çamuru mikroplardan arındırılmamış ise çöp ile birlikte veya yalnız başına kompostlanabilir. Çöp ile kompostlamada çöpiin arıtma çamuruna oranı ağırlık esasına göre 2.6:1 veya hacim esasına göre 5:1 olmalıdır. Kompostlamada kullanılan arıtma çamuru % 78 oranında su içermelidir. Mekanik olarak temizlenmiş ve fermente edilmiş arıtma çamurunda ise su % 84 olabilir. Eğer arıtma çamuru tek başına kompostlanacak ise çöp-çamur kompostlamasında olduğu gibi aerob ayrışmanın olabilmesi için su oranının % 40-50'ye kadar düşürülmüş olması gerekir. Uygun pH'nın sağlanması için genellikle kireç ilave edilir. Yığınların aktarılması çöp-çamur kompostlamasından daha fazla gereklidir. Arıtma çamurunun yalnız kompostlanmasında ayrışma ile sıcaklık 70°C'ye kadar yükselir.

Yakma. Arıtma çamurunun yakılması zehirli maddeler içerdiği zaman söz konusudur. Arıtma çamurunun yakılarak yok edilmesi işlemine öncelikle zehirli endüstri artıklarının yok edilmesi amacı ile başvurulur. Yakma artıklarının depolanması da titizlik gerektirir.

### **Çöp Kompostunun ve Kanalizasyon Artıklarının Toprak Islah Maddesi ve Gübre Olarak Kullanılmasında Dikkat Edilecek Hususlar**

Çöp kompostu bağcılık, tarla tarımı, meyvecilik, sebzecilik, süs bitkileri yetiştiriciliği fidanlık, parklar, mantar yetiştiriciliği ve yeniden tarıma açılacak arazilerde gerek toprak ıslahı, gerekse toprağa organik madde sağlanması ve gerekse bitki besin elementleri kaynağı olarak kullanılmaktadır. Özellikle ağır killi ve kumlu toprakların ıslahı, verimin artırılması amacı ile kompost geniş ölçüde kullanılmaktadır. Killi topraklar için kaba (20 mm'den elenmiş) olgun kompost olmak üzere ürüne yatmış bağlara her üç yılda bir 80-100 ton/hektar kompost kullanılmasının ürünü önemli ölçüde artırdığı saptanmıştır. Genç bağlara kök duyarlılığı nedeni ile

ilk yılda sadece olgun kompost tavsiye edilmektedir. Bağlarda kompostun krizma işleminden önce vrilmesinin ve toprağa yüzeysel olarak karıştırılmasının ve daha sonra krizma yapılmasının uygun olduğu saptanmıştır.

Tarla tarımında çöp kompostu önemli ölçüde kullanılmaktadır. Bahtiyar (1981) tarafından yapılan ve 10 ve 18 mm'den elenmiş çöp kompostlarının farklı miktarlarda tarla topraklarına uygulanması ile birbirini takiben ekilen yulaf ve yazlık buğdayda artan kompost miktarına bağlı olarak verimin önemli ölçüde arttığı, toprak reaksiyonunun yükseldiği, toprağın toplam gözenek hacminin arttığı, yarma ve girme direncinin önemli ölçüde azaldığı, tarla kapasitesi ve faydalı nem yüzdesinin arttığı, toprağın 0,5-1,0 mm arasındaki suya dayanıklı agregat miktarında önemli bir artış olduğu saptanmıştır.

Kanalizasyon suyu ve arıtma çamuru her şeyden önce toprağa bitki besin elementleri sağlayan maddelerdir. Cetvel 3,4 ve 5 te görüleceği gibi kanalizasyon suları ve arıtma çamurlarının azotça zengin olmalarına karşılık fosfor ve potasyum oranları düşük bulunmaktadır. Tarımsal gübre olarak kullanılmalarında özellikle potasyum için ek gübreleme yapılması gerekir. İlave fosfor gübrelemesi de söz konusudur. Kanalizasyon suyu ve arıtma çamurunun kullanımının bazı problemleri birlikte getirebileceği gözden uzak tutulmamalıdır. Bunlardan biri yetiştirilecek bitki türlerinin sınırlı olmasıdır. pH değerinin, tuzların, iz elementlerin ve bitkiye toksik olan maddelerin yükselmesi de söz konusudur.

Cetvel 5. Arıtma çamuru, çöp kompostu ve ahır gübresinde bulunan gübre elementleri (kg/10 ton madde) (Loub, 1975).

Elementler	Arıtma çamuru		Çöp kompostu	Ahır gübresi
	% 90 su	% 60-70 su		
CaO	80-200	200-500	500-1000	60
N	5-6	15-20	8-10	15-20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10-30	30	10	15-20
K <sub>2</sub> O	0.5-1	—	30-40	60-70
MgO	40-120	120	50-100	15
İz Elementler (Toplam miktar)				
Cu	0.4-2	1.6-8	0.8-1.2	0.02
Zn	0.3-26	1.2-10.5	8.0-12	0.12
Mn	0.6	2.4	4.2-60	0.4
Mo	0.01	0.1	0.1	0.001
B	0.02	0.08	0.6-36	0.03-0.04

Kanalizasyon suları çoğunlukla 400 mg/l'nin üzerinde çözünebilir tuzlar içerdiklerinden tarımda kullanılmasının toprağa zarar verebileceği gözden uzak tutul-

mamalıdır. Bitkiler özellikle kanalizasyon sularında 200 mg/l'ye kadar varan Na ve Cl'a karşı hassastırlar.

Aritma çamuru içindeki iz elementlerden özellikle ağır metallerin miktarı da toprakta birikmeleri bakımından önemli bulunmaktadır. Aritma çamurundaki iz elementlerden Cu, Zn, Cr ve Pb'nın 100 ppm'i aşmaması genel görüşü hakimdir.

Kanalizasyon sularında daima artan oranlarda bulunan ve arıtma çamuru kuru maddesinin % 2'sine kadar varabilen deterjanlar toprağa zararlı etkide bulunabilirler.

Aritma çamuru içerisinde nadiren de olsa DDT ve PCB (Poliklorür bifenil) ye rastlanmaktadır. Bitki gelişmesi ve toprak canlılarına zararlı etkide bulunabilen diğer zehirli maddeler fenol, asitler, mineral yağlar, pestisidler ve herbisidlerdir.

Kanalizasyon suyu ve arıtma çamuru organik maddelerce zengin olduğundan genellikle toprak mikroorganizmalarının çoğunun artması üzerine olumlu etki yapar. Özellikle topraktaki azotobakter sayesinde 10 katına kadar bir çoğalma görülmektedir. Zararlı maddeleri içeren endüstri atık suları toprak canlıları üzerine menfi etki yaparlar.

#### **Kanalizasyon Suyu ve Arıtma Çamuru ile Gübrelemenin Hijyenik Yönü**

Hastalık etkenlerinin çoğu toprağa hijyenize edilmemiş kanalizasyon suları veya arıtma çamuru ile ulaşırlar. Mikroorganizmalar genellikle toprakta kanalizasyon suyu içerisinde olduğundan daha uzun süre canlı kalabilirler.

Mekanik olarak temizlenmiş hijyenize edilmemiş kanalizasyon suyu ile 50-70 mm'lik sulamada toprağın 1 gramında  $10^3$ - $10^4$  adet koli bakterisinin birikebileceği saptanmıştır. Koli bakterilerinin özellikle yağmurlama sulaması ile bitkilerin üzerinde de önemli miktarda asılı kalabileceği anlaşılmıştır. Yağmurlamadan 4 hafta sonra koli ve diğer dışkı bakterilerinin bitki üzerinden kaybolduğu saptanmıştır. Bu nedenle kanalizasyon suyu ile kirlenmiş bitkiler yağmurlama sulamasından en az üç hafta geçmedikçe hayvanlara yedirilmemelidir.

Dışkı bakterileri için kanalizasyon suyunda ve toprakta genel olarak kabul edilen yaşama süreleri cetvel 6'da gösterilmiştir.

Kanalizasyon suları içerisinde kurtçuk yumurtaları da sağlık bakımından önemli bir tehlike oluşturur. Askarid yumurtalarının toprağa geçişinden birkaç hafta sonra gelişme gerilemeleri gösterdiği, tenia'nın askaridden daha duyarlı olduğu saptanmıştır. Ekinokok fermente edilmiş arıtma çamuru ile yayılamamaktadır.

Yukarda verilen izahat hijyenize edilmiş kanalizasyon sularının tarımda gübre olarak kullanılması halinde çok fazla dikkat sarfetmenin gerekli olduğunu göstermektedir. Her şeye rağmen toprak kanalizasyon sularının bertaraf edilmesinde en uygun ortam olarak görev yapmaktadır.

Cetvel 6. Dışkı bakterilerinin kanalizasyon suyunda ve toprakta yaşama süreleri (x).

Bakteri Çeşidi	Kanaizasyon suyunda yaşama süresi	Toprakta yaşama süresi
Salmonella typhy	4 hafta	yaklaşık 2 hafta
Salmnella paratyphi	4 haftadan fazla	yaklaşık 2 hafta
Salmonella enteridis	3 hafta-3 ay	2 aydan fazla
Escheria coli	Belirsiz	3 ay kadar

(x) Cetvel, W. Loub'un "Umwelt-Verschumutzung und Umwelt-Schutz" adlı 1975 yılında Viyana'da basılan eserinden alınmıştır.

### Sonuç

Topraklarımızın organik madde azlığı bitki besin elementleri eksiklikleri, çevrenin kirlenmesinin önlenmesi, halk sağlığının korunması çeşitli ve sanayi kollarına daha az masraflı ikincil ham madde sağlanması bakımından çöplerin ve kanalizasyon artıklarının gereği gibi işlenerek değerlendirilmek suretiyle bertaraf edilmesinin önemle üzerinde durulması gerektiği sonucuna varılabilir.

### Literatür

- Bahtiyar, M. 1979. "Çöp Kompostu ve Tarımda Kullanılması" (Tebliğ, Ulusal Çevre Sorunları Simpozyumu, Erzurum), (Basılmamıştır).
- Bahtiyar, M. 1980. "Yerleşim Yeri Artıkları ve Yeniden Kullanılma Yolları" (Basılmamış).
- Ergene, A. 1962. "Toprak Organik Maddesi, Önemi ve Toprakta Muhafazası İçin Alınacak Tedbirler", Ata Üni. 1962 Yıllığı, Ankara Üniversitesi Basımevi, S. 31-43.
- Ergene, A. 1976. "Türkiye'de Tarımsal Üretimin Artırılması ve Gübre Sorunu" Ata. Üni. Zir. Fak. Dergisi Cilt: 6, Sayı: 2, Sevinç Matbaası, Ankara.
- Environmental Protection Agency, U.S.A. 1977. "Is Your Drinking Weter Safe" E.P.A. Wasington D.C.
- Haşimoğlu, S., Yazgan, O., Çakır, A. ve Aksoy, A. 1979. "Çevre Kirlenmesine Yol Açan Hayvan Gübresinden Ruminant Rasyonlarında Nitrojen ve Enerji Kaynağı Olarak Yararlanma Olanakları" (Tebliğ, Ulusal Çevre Sorunları Simpozyumu, Erzurum, basılmamıştır).

- Kampe, W. 1976. Kontrolliert Lassensich Siedlungsabfall komposte einsetzen  
DİG-Mitteilungen, Souderdruck aus 91, 19: 1, DİG-Verlag, Frankfurt.
- Loub, L. 1975. "Umwelt Verschmutzung Und Umwelt-Schutz". Verlag Franz  
Deuticke, Wien.
- Niese, G. 1969. Die Bestimmung der mikrobielen Aktivitat in Müll und Müll-  
komposten durch die Messung der Sauerstoffaufnahme und der Warme-  
biedung. Habil aus dem Inst. f. Landw. Microbiologie der J. L. Univ.  
Giessen.
- Wadleigh, C.H. 1968 "Wastes in Relation to Agriculture on Forestry" V.S.  
Government Printing Office washington D.C.



