

## Changes in Temperature, Humidity, Microorganism Parameters during Soilification Sewage Sludge

Sayiter Yildiz  
Cumhuriyet University, Environmental Engineering Department,  
TR-58140 Sivas- Turkey,  
E-mail: sayiteryildiz@gmail.com

Mustafa Degirmenci  
Cumhuriyet University, Environmental Engineering Department,  
TR-58140 Sivas- Turkey

### Abstract

Obtaining new products from sewage sludge with Soilification method is an important alternative for the disposal of sludge. In this study, windrow-composting methods are used by adding bulking agent substances to the sewage sludge in different proportions. Each stack temperature and humidity were measured at 24 weeks. Also stacks of micro-organisms were analyzed by taking samples at various temperatures. In each windrow containing bulking agent material, temperature and humidity changes were monitored. In addition, depending on the temperature changes have been observed in the number and type of microorganisms.

**Key words:** Sewage sludge, Soilification, composting.

## Aritma Çamurlarının Topraklaştırılması Sırasında Sıcaklık, Nem ve Mikroorganizma Parametrelerindeki Değişimler

### Özet

Aritma çamurlarından topraklaştırma yöntemi ile yeni ürün elde edilmesi, çamurun bertarafı için oldukça önemli bir alternatiftir. Bu çalışma kapsamında, arıtma çamuruna farklı oranlarda hacim artırıcı maddeler katılarak yığın-kompost metodu uygulanmıştır. Her bir yığında 24 hafta süresince sıcaklık ve nem ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca yığınlardan farklı sıcaklık değerlerinde numuneler alınarak mikroorganizma analizleri yapılmıştır. Farklı hacim artırıcı madde içeren yığınların her birinde sıcaklık ve nem değişimleri izlenmiştir. Ayrıca sıcaklığa bağlı olarak mikroorganizma sayısında ve türünde de değişimler gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Arıtma çamuru, topraklaştırma, kompostlaştırma,

### 1. Giriş

Aritma çamurunun da dahil olduğu organik katı atıkların kompostlaştırılması çok eskiden beri kendini kabul ettirmiş bir yöntemdir (Kranert ve diğ., 2005). Kompostlaştırma, organik maddelerin biyolojik olarak ayrışma hızını arttırmak için uygulanan kontrollü biyolojik bir prosestir (Remkow ve Rubin, 1998). Kompostlar, kompost ürünü için kullanılan hammadde bileşimine daha fazla bağlı olan stabiliteyi ve kaliteleri farklı olan farklı organik atıklardan hazırlanır (Goyal ve diğ., 2005)

Kompost uygulaması organik madde oranını artırır, besin düzeylerini (uzun bir süre boyunca yavaş bir verim yükseltme etkisi sağlayarak), mikrobiyal biyokütle ve toprak fiziksel özelliklerini iyileştirir (havalandırma, su tutma kapasitesi, vb.) (Bertran ve diğ., 2004). Kompost kompostlama prosesi ile elde edilir. Proses, humus benzeri bir ürün içine biyolojik olarak parçalanabilen organik madde dönüştürmek için doğal mikroorganizma kullanan bir aerobik, biyolojik bir süreçtir (Imbeah, 1998). Kompostlama sırasında organik maddeler mikroorganizmaların ve onların enzimlerinin faaliyetleri ile humusça zengin bir ürüne dönüşür (Khalil ve diğ., 2011).

Kompostun etkilerinin kompost türü ve toprak tipinin her ikisine de bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir (Pérez ve diğ., 2006). Saison ve diğ. (2006), mikrobiyal biyokütle üzerinde zaman ve arıtma zaman

etkileşimi, arıtmanın etkilerinin son derece anlamlı olmuştur.

Arıtma çamurunun kompostlanması çalışmalarında farklı hacim artırıcı (bulking agent) maddeler kullanmıştır. Sereesai ve diğ., (2013), çalışmasında bitki besin düzeylerini, ağır metaller, parazitleri ve fekal koliform bakteri düzeylerini incelemek için Bangkok arıtma çamurunu farklı kompost koşulları altında karşılaştırmıştır. Xue ve Huang (2013), %70 arıtma çamuru ile % 30 mısır sapı kullanarak kompostlamıştır. 45 gün sonra oluşan kompostu şakayık ağaç fidanında kullanmıştır.

Hay ve arkadaşları, çamur kompostlama için alternatif hacim artırıcı maddeleri araştırmıştır, sırasıyla arıtma çamuru ya saman yada talaşla 1:2 ve 1:1 çamur:hacim artırıcı madde (v:v) oranında kompostlamıştır. Onlar her iki karışımda etkili olarak indikatör ve patojenik mikroorganizmaların yok edildiğini, iyi stabilize olmuş son kompost ürünleri verdiğini, humus benzeri yapıda ve kokulardan arındırılmış olduğunu gözlemiştir (Banegas ve diğ., 2007).

Talaşın çamur kompostlama için iyi bir hacim artırıcı madde olduğu kanıtlanmıştır ve kompostlama işleminin performansı üzerine yapılan çalışmalarda kullanılmıştır, aslında çamur kompostlama performansının optimizasyonu için en uygun çamur:talaş oranının belirlenmesini amaçlayan çalışmalar çok sınırlıdır. Kompostlama çalışmalarındaki literatürde farklı çamur:talaş oranları bulunur. Molla ve diğ. (2004), atıksu çamurunun biyolojik olarak bozunmasında katı biyolojik dönüşüm süreçlerinin fizibilite değerlendirmesini yaptığı bir çalışmada 1:1 (w:w) oranını kullanmıştır; Boussehaj ve diğ., (2004), ortak kompostlanan arıtma çamurlarının azotlu gübre değeri çalışmasında, karışık arıtma çamurları ile farklı hacim artırıcı maddeleri 1:1 (w:w) oranında kullanmıştır; ve Gouxue ve diğ., (2001), C/N oranını 30'a yükseltmek için gerekli talaş miktarını ilave ederek arıtma çamurunu kompostlamıştır. Zubillaga and Lavado (2003), arıtma çamuru kompostlarının stabilite indisleri üzerine bir çalışmada 1:2, 2:1 ve 1:1 oranlarını kullanmıştır. Eftoda and Mc Cartney (2004), odun parçalarını hacim artırıcı madde olarak kullanmıştır, 1:1, 1:2, 1:3 ve 1:4 oranlarını denemiştir (Banegas ve diğ., 2007).

Bu çalışmada birden fazla kompost girdi malzemesi kullanılmış olup, farklı karışım miktarları belirlenerek üç adet compost yığın oluşturulmuştur. Yapılan yığın-kompost uygulaması sırasında yığında meydana gelen sıcaklık, nem ve mikroorganizma değişimleri incelenmiştir. Kompostun sıcaklığına bağlı olarak nem miktarındaki değişimler gözlenmiştir. Ayrıca farklı sıcaklıklarda değişen mikroorganizma türleri ve miktarları da bu çalışma sırasında takip edilmiştir. Böylece farklı içeriğe sahip kompost yığınlarındaki sıcaklığa bağlı olarak değişen nem miktarı ve mikroorganizma türü ve miktarındaki değişimler incelenmiştir.

## 2. Materyal Metod

Bu çalışmada, Sivas evsel atıksu arıtma tesisinden çıkan çamur ile yaprak, dal, arıtma tesisinin havalandırılmalı kum tutucu ünitesinden çıkan organik ve inorganik atık yığın-kompostlama tekniği kullanılarak kompostlanmıştır. Her bir yığında farklı oranlarda girdi malzemesi kullanılarak üç adet yığın oluşturulmuştur. Girdi malzemeleri ve oranları Tablo 1'de görülmektedir.

**Tablo 1:** Yığınlar için karışım oranları

	I.yığın (W1) (hacim/m3)	II. yığın (W2) (hacim/ m3)	III.yığın(W3) (hacim/ m3)
Atıksu çamuru	0,75	0,5	1,0
Yaprak	1,0	1,0	1,0
Dal	1,0	1,0	1,0
Kum tutucu organik atığı	0,25	-	-
Kum tutucu inorganik atığı	-	0,5	-
Toprak	-	-	4,5

Her bir yığının boyutları ayrı ayrı belirlenmiştir. W1 yığınının uzunluğu 3 m, yüksekliği 1,5 m ve genişliği de 2,5 m olarak seçilmiştir. W2 ve W3 uzunluğu 4 m, yüksekliği 1,5 m ve genişliği de 2,5 m olarak seçilmiştir.

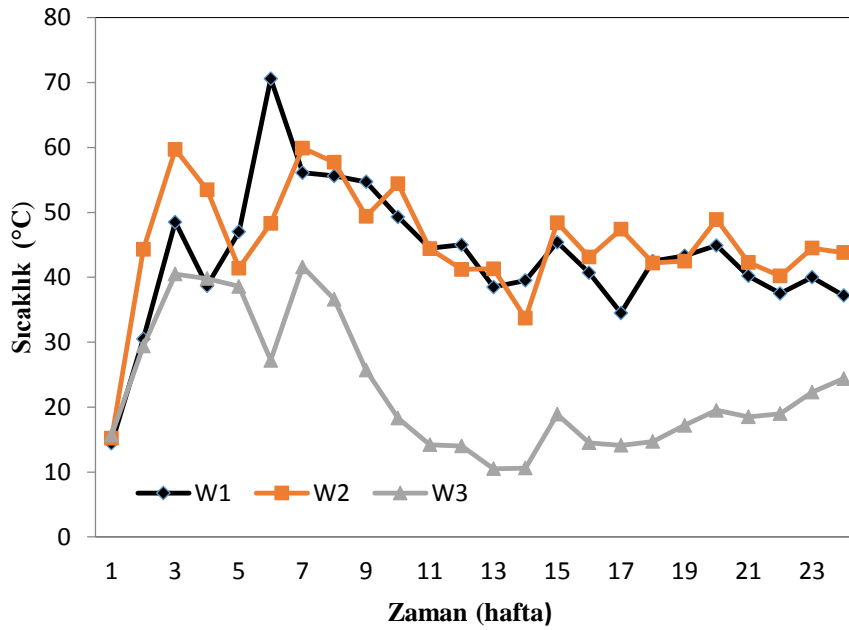
Yığınlar oluşturulduktan sonra yığında günlük olarak sıcaklık ve nem ölçümleri yapılmıştır. Sıcaklık ölçümü Lutron TM-903A sıcaklık ölçüm cihazı ile ve nem ölçümleri ise Skywatch Agros nem ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Sıcaklıklar, %Vol. (yüzde hacim) olarak, nem ise % cinsinden ölçülmüştür. Ölçümler 1 m'lik probun yığının merkezine saplanması ile yapılmıştır.

### 3. Sonuçlar ve Tartışma

#### 3.1 Yığınlardaki Sıcaklık ve Nem Değişimi

Herhangi bir komposttaki mikroorganizmaların yapısı ve nüfus büyüklüğü pek çok sayıdaki faktöre bağlıdır, sıcaklık bunlardan biridir (Taiwo ve Oso, 2004). Sıcaklık kompostlama prosesinin değerlendirilmesinde esas bir parametredir; sıcaklığın değeri gerçekleşen birçok biyolojik reaksiyonda hızın yanı sıra prosesin sanitasyon kapasitesini belirler. Biyolojik açıdan bakıldığında, yönetilen farklı etkiler üç aralıktadır: maksimum sanitasyon için sıcaklık 55 °C üzerinde, bozunma hızının artması 45 ve 55 °C arası ve mikrobiyal çeşitliliğin artması 35 ve 40 °C arasındadır (Stentiford, 1996).

Yığın sıcaklığının gözlenmesi kompostlama işleminin izlenmesi için en iyi yoldur (Kuhlman, 1985). Bu çalışmada sıcaklık her yığında 24 hafta süresince günlük olarak ölçülmüştür. Yığınlarda ölçülen sıcaklık değerleri haftalık olarak Şekil 1'de gösterilmiştir.



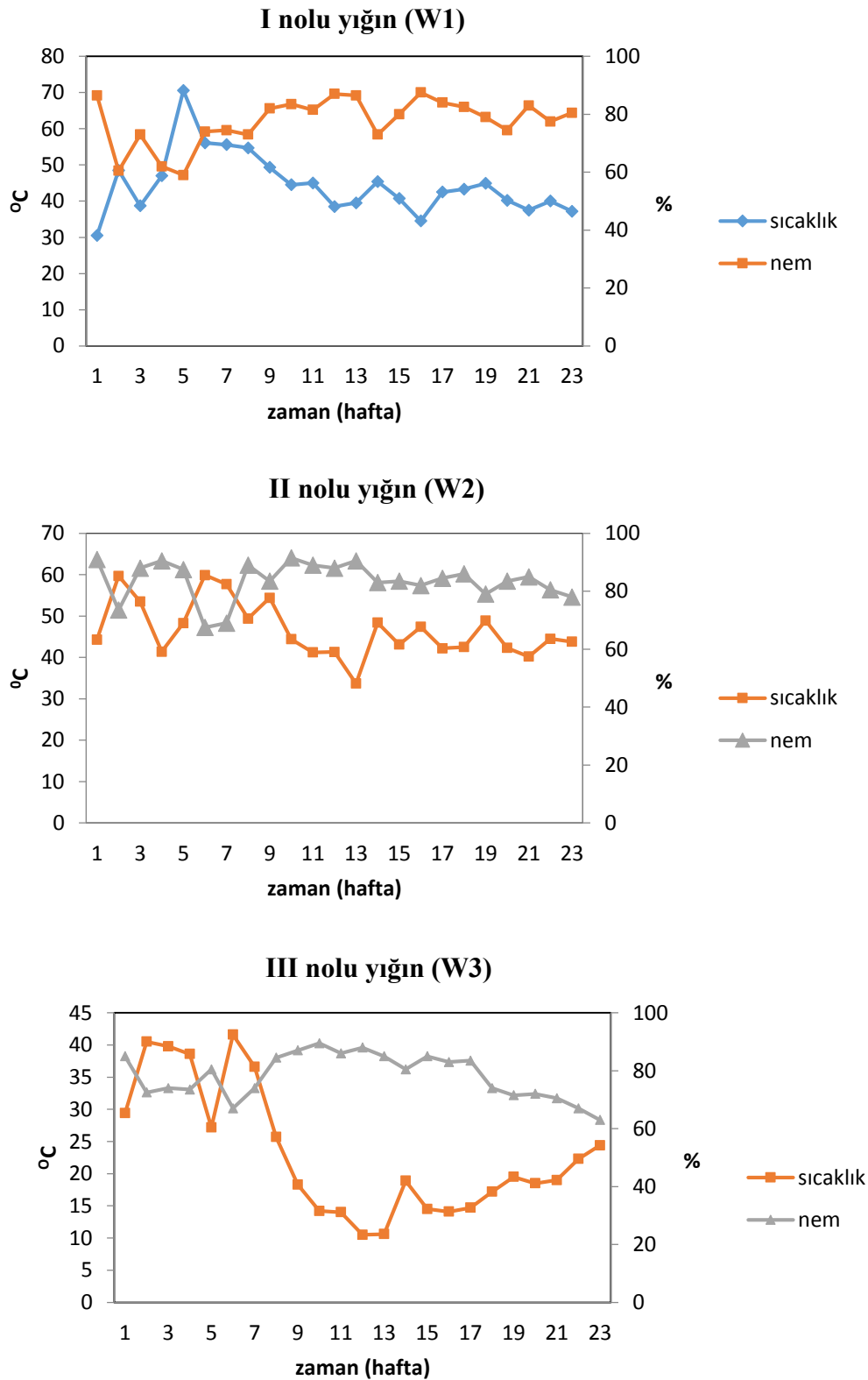
Şekil 1: Yığınlardaki sıcaklık değişimleri (temperature changes in the windrows)

Şekil 1'de görüldüğü gibi yığınların oluşturulması ile birlikte sıcaklık artmaya başlamıştır. 4. Hafta sonunda biraz düşüş göstermiş ardından W1 ve W2'de tekrar artmaya başlayarak 6. haftada W1'de 70 °C ulaşmıştır. W2'de ise sıcaklık 60 °C'nin üzerine çıkmıştır. Yığın içindeki sıcaklık 70 °C'yi bulduğunda çoğu mikroorganizma ölür ya da ortamda etkin olmayacak şekilde kalır. Mikroorganizma tekrar yaşayabilmesi için gerekli ortam oluşana kadar fonksiyonlarını yerine getiremez (Rynk, 1992).

6. haftadan itibaren sıcaklık biraz düşmüş ve 12 haftadan itibaren de çok az değişimler ile yatay bir seyir göstermiştir. Bunun yanı sıra W3 ise diğer iki yığın gibi ilk 6 haftada sıcaklık artışının ardından sıcaklıkta bir düşüş gözlenmiş ve ilerleyen haftalarda da yatay bir sıcaklık değeri ölçülmüştür. Kompostun sıcaklığı fazla değişmediğinde ya da sabit kaldığında kompost yeterince olgunlaşmıştır (Alexander).

W3'deki sıcaklık değerleri W1 ve W2 yığınlarına göre çok daha düşüktür. Bu yığında sıcaklık maksimum 45 °C'ye ulaşmış ve genellikle düşük sıcaklıklarda devam etmiştir. Bunun nedeni bu yığındaki organik madde ilavelerinin W1 ve W2'den daha az olması ve karışımdaki toprak ilavesidir. Bu nedenlerden dolayı ısı çürüme çok daha az olmuş ve sıcaklık yükselmesi gerçekleşmemiştir.

Sıcaklığın yükselmesi ile ortamdaki nem miktarında azalma meydana gelir. Sıcaklık ve nem miktarları ters orantılı olarak değişmektedir. Yapılan ölçümlerde bu sonuç açık olarak görülmektedir. Yığınlarda ölçülen sıcaklık ve nem değerleri Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2: Yağınlardaki sıcaklık ve nem değişimleri

### 3.2 Mikrobiyal Değişimler

Kompostlama esasında arıtma çamurundan patojenlerin elimine edilir (Iacaboni ve diğ., 1982). Komposttaki patojenik mikroorganizmaların eliminasyonu ya da inaktivasyonu kompostlama sırasında sıcaklık/zaman koşullarının sağlanmasına bağlıdır (Rihani ve diğ., 2010). Patojenlerin yıkımıyla ilgili olarak, kompostlama işleminde bağıl eliminasyon verimleri, bağırsaklara ait patojenik bakteriler (Salmonella) ve indikatör mikroorganizmalar (toplam ve fekal koliform) esas alınarak değerlendirilir (Khalil ve diğ., 2011). Arıtma çamurunun topraklaştırılması sırasında kullanılan yığınlardaki mikroorganizma türleri ve sayımları Çizelge 2’de görülmektedir.

Hijyenik açıdan bakıldığında Salmonella çok spesifik bir mikroorganizma olarak dikkate alındığı gibi o yüksek gelişim kapasitesiyle evrensel bir bakteridir (Hay, 1996). Ayrıca taze aerobik çamurda Salmonella’nın mevcut olduğu belirlenmiştir (Banegas ve diğ., 2007). Ancak kompostlama işleminin başlangıcında tespit edilememesinin muhtemel nedeni hacim artırıcı maddelerin seyrelme etkileridir.

Mevcut koliform bakteriler toprak ve su ortamında sıklıkla genel hijyen kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılır. Koliformların bir indikatör gibi kullanımı, fiili hastalığa neden olan organizmaların aksine genellikle yüksek frekanslarda meydana gelen indikatörler olarak patojenlerden daha avantajlıdır, belirlenmeleri basit ve güvenlidir (Hassen ve diğ., 2001). Koliform organizmalar inaktivasyona Salmonella’dan daha dirençlidir ve bu yüzden iyi bir indikatör organizmalardır (Kuhlman, 1990).

E.Coli fekal koliformlar içerisinde en temsil edici mikroorganizmadır. Koliformlar en çok 1 saat için 55°C yada 15-20 dakika için 60 °C’lik bir sıcaklığa maruz bırakıldığında ölürlür. Kompostlama işlemi sırasında bu patojenin konsantrasyonu önemli ölçüde azalır (Banegas, 2007). Çizelge 2’de görüldüğü gibi ilgili sıcaklık aralıklarında E.Coli’ye rastlanmamıştır.

Farrel (1992), kompostlar için 1000/g katı’lık güvenli bir fekal koliform yoğunluğunu önermiştir, çünkü Salmonella’ların yok edildiği kabul edilen tüm numuneler daha düşük fekal koliform içerirler. Strauch (1987), fekal streptokokları arıtma çamuru kompostlarında dezenfeksiyon işleminde daha kullanışlı indikatörler olarak dikkate almıştır. Kompostlanmamış arıtma çamurlarının büyük bir miktarda patojenik mikroorganizma taşıdığını belirtmek gerekir. Bu yüzden onlar kompostlanmadan organik toprak iyileştirici olarak kullanıldığında hem kullanıcılar için hemde toprak ve onun içinde büyüyen bitkiler için büyük bir patojen bulaşma riski taşır (Banegas, 2007).

Elde edilen sonuçlar 60-70 °C’lik bir sıcaklık sağlandığında indikatör patojenlerin yok edildiği arıtma çamurunun aerobik kompostlanmasından bahsedilen diğer çalışmalarla uyumludur.

Bustamante ve diğ., (2008), fekal koliformlardaki azalmanın yüksek sıcaklığın (50-55 °C) muhtemel sonucu olmasına karşın bu değerlerin fekal koliformların eliminasyonunu desteklemediğini bildirmiştir. Escherichia coli’nin 50 °C’de yeniden geliştiğini belirten Hess ve diğ., (2004) tarafından benzer sonuçlar kaydedilmiştir. Bu çalışmada da benzer sonuçlar alınmıştır ve sıcaklığın 50 °C’lere gelmesiyle birlikte Escherichia coli tespit edilmiştir. Pourcher ve diğ., (2005), sıcaklık 66 °C gibi yüksek sıcaklıklarda bile bu mikroorganizmaların tamamının inaktif olmadığını göstermiştir.

**Tablo 2:** Arıtma çamurunun topraklaştırılması sırasında kullanılan farklı yığınlardaki mikroorganizma türleri ve sayıları

Yığın	Sıcaklık °C	Bacillus subtilis (log10 kob/g)	Bacillus cereus (log10 kob/g)	Enterobacter sp. (log10 kob/g)	E.Coli (log10 kob/g)	Proteus (log10 kob/g)	Staphylococcus epidermis (log10 kob/g)
W1	65,5	2,6989	3,3979	0	0	0	0
	60,2	2,7781	3,4313	0	0	0	0
	55,6	3	3,6127	2,9030	0	0	2,6020
	51	3,3802	3,6627	3,2787	0	2,3010	2,7781
	47	3,5051	3,7323	3,3617	2,4771	2,7781	3,0413
	43,5	3,5440	3,8450	3,5440	3,2304	3,3424	3,2787
	40	3,8129	3,9912	3,6232	3,5910	3,5440	3,3979
	35,5	3,9542	4,1003	3,6812	3,6812	3,6127	3,7242
W2	68,2	2,7781	0	0	0	0	0
	67,5	2,8450	2,6989	0	0	0	0
	57,7	3,1760	3,0413	0	0	0	0
	52,7	3,1760	3,3010	2,6020	2	0	3
	49,5	3,3979	3,7634	2,9542	2	0	3,1139
	49,4	4	4,2922	3,1760	2,3010	0	3,2787
	46,9	4,0718	4,3443	3,2304	3,2041	3,1139	3,3010
	46,5	4,0755	4,4329	3,3010	3,2787	2,4771	3,3424
W3	39,8	3,6020	3,5440	3	3,3424	2,8450	3,4771
	36,7	3,8129	3,8450	3,4913	3,5910	2,8450	3,5440
	31,5	3,8633	3,9138	3,4623	3,5440	2,6989	3,5440
	27	3,5051	3,7481	3,3617	3	2,6989	3,4313
	24,7	3,3222	3,6720	3,1760	3,3010	2,6989	3,3979
	20	3,3222	3,4771	3,0791	3,1760	2,4771	3,3010
	16,5	2,9542	3,39794	3	3,1139	2	3,0791
	12	2,8450	3,1461	2,4771	3	2	3

**Teşekkür (Thanks)**

"Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi CÜBAP başkanlığı tarafından M 384 nolu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı CÜBAP başkanlığına teşekkür ederim".

**Kaynaklar**

- Alexander, R., (1990). "Expanding Compost Markets", *Biocycle* 31(8): 54–59.
- Banegas, V., Moreno, J.L., Moreno, J.I., Garcia, C., Leon, G., Hernandez, T., (2007). "Composting Anaerobic And Aerobic Sewage Sludges Using Two Proportions of Sawdust", *Waste Management*, 27, 1317-1327.
- Bertran, E., Sort, X., Soliva, M., and Trillas, I., (2004). "Composting Winery Waste: Sludges and Grape Stalks", *Bioresour Technol*, 95, 203-208.
- Bousselhaj, K., Fars, S., Laghmari, A., Nejmeddine, A., Ouazzani, N., Ciavatta, C., (2004). "Nitrogen Fertilizer Value of Sewage Sludge Cocomposts", *Agronomie*, 24, 487–492.
- Bustamante, MA., Moral. R., Paredes, C., Vargas-García MC, Suárez-Estrella F, Moreno, J. (2008). "Evolution Of The Pathogen Content During Co-Composting Of Winery And Distillery Wastes", *Bioresour Technol*, 99(15):7299–7306.
- Eftoda, G., Mc Cartney, D. (2004). "Determining The Critical Bulking Agent Requirement For Municipal Biosolids Composting", *Compost Sci. Util.* 12, 208–218.
- Farrel, J.B. (1992). Fecal pathogen control during composting. *Proceeding of the International Composting Research Symposium*. Ohio State Univ. Press, Columbus, OH, pp. 282–300.
- Gouxue, L., Zhang, F., Sun, Y., Wong, J.W.C., Fang, M. (2001). "Chemical Evaluation of Sewage Sludge Composting As a Mature Indicator For Composting Process" *Water, Air, Soil Pollut.* 132, 333–345.
- Goyal, S., Dhull, S.K., Kapoor, K.K. (2005). "Chemical and Biological Changes During Composting of Different Organic Wastes And Assessment of Compost Maturity", *Bioresour Technology* 96, 1584–1591.
- Hassen, A., Belguith, K., Jedidi, N., Cherif, A., Cherif, M., Boudabous, A. (2001). "Microbial characterization during composting of municipal solid waste", *Bioresour Technol* 80:217–225.
- Hay, J.C. (1996). "Pathogen destruction and bio-solids composting", *Biocycle*, 33, 76-7.
- Hess, TF., Grdzlishvili, I., Sheng, H., Hovde, CJ. (2004). "Heat Inactivation of E. Coli During Manure Composting", *Compost Sci Util* 12:314–322.
- Iacoboni, M.D., Livingston, J.R., LeBrun, T.J. (1982.). Windrow and static pile composting of municipal sewage sludges. Los Angeles county sanitation district report to municipal environmental research laboratory, US EPA.
- Imbeah, M. (1998.). "Composting Piggery Waste: a Review", *Bioresour Technol*, 63, 197–203.
- Khalil, A. I., Hassouna, M. S., El-Ashqar, H. M. A. (2011). "Changes in Physical, Chemical and Microbial parameters During The Composting of Municipal Sewage Sludge", *World J Microbiol Biotechnol*, 27: 2359-2369.
- Kuhlman, L.R. (1985). "Composting of Municipal Sewage Sludge Using The Windrow Method", *3rd International Symposium On Management Of Industrial And Hazardous Wastes*. Alexandria, Egypt.
- Kuhlman, LR. (1990). "Windrow Composting of Agricultural And Municipal Wastes", *Resour Conserv Recy*, 4:151–160,
- Kranert, M., Berkner, I., Erdin, E., Alten, A. (2005). "Aritma Çamurlarından Elde Edilen Kompost ve Diğer Ürünlerde Kalite Güvenliği", *1.Ulusal Aritma Çamurları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 23-25 Mart, İzmir, 181-190.
- Molla, A.H., Fakhru'l-Razi, A., Alam, Md.Z. (2004). "Evaluation of Solidstate Bioconversion of Domestic Wastewater Sludge Asa Promising Environmental-Friendly Disposal Technique", *Water Res.* 38, 4143–4152.
- Pérez-Piqueres, A., Edel-Hermann, V., Alabouvette, C. and Steinberg, C. (2006.). "Response of Soil Microbial Communities to Compost Amendments", *Soil Biol. Biochem.*, 38, 460 –47.



Pourcher AM, Morand P, Picard-Bonnaud F, Billaudel S, Monpoeho S, Federighi M, Ferre V, Moguedet, G. (2005). "Decrease Of Enteric Microorganisms From Rural Sewage Sludge During Their Composting In Straw Mixture", *J Appl Microbiol.* 99:528–539.

Renkow, M., and Rubin, A.R. (1998). "Does Municipal Solid Waste Composting Make Economic Sense", *Journal of Environmental Management*, Vol.53, 339-347.

Rihani, M., Malamis, D., Bihaoui, B., Etahiri, S., Loizidou, M., Assobhei, O. (2010). "In-vessel Treatment of Urban Primary Sludge By Aerobic Composting", *Bioresour Technol* 101:5988–5995,

Rynk, R.(ed.). (1992). "On Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service", *Cooperative Extension*, New York, 186s.

Saison, C., Degrange, V., Oliver, R., Millard, P., Commeaux, C., Montange, D. and Le Roux, X. (2006). "Alteration And Resilience of The Soil Microbial Community Following Compost Amendment: Effects of Compost Level And Compost-Borne Microbial Community", *Environmental Microbiology*, 8 (2), 247-257.

Sreesai, S., Peapueng, P., Tippayamongkonkun, T., Sthiannopkao, S. (2013). " Assessment of A Potential Agricultural Application of Bangkok-Digested Sewage Sludge And Finished Compost Products", *Waste Management & Research*, 31, 925-936.

Stentiford, EI. (1996). "Composting control: principles and practice. In: De Bertoldi M, Seqqui P, Lemmes B, Papi T (eds) The Sciences of Composting", *Blackie Academic and Professional, Glasgow*, pp 49–59,.

Strauch, D. (1987). Microbiological specifications of disinfected compost. In: De Bertoldi, M., Ferranti, M.P., L'Hermite, P., Zucconi, F. (Eds.), *Compost: Production, Quality and Use*. Elsevier, London, pp. 210– 229.

Taiwo, LB., Oso, BA. (2004). "Influence of Composting Techniques on Microbial Succession, Temperature And Ph in a Composting Municipal Solid Waste", *Afr J Biotechnol* 3(4):239–243.

Xue, D., Huang, X. (2013). " The Impact of Sewage Sludge Compost On Tree Peony Growth And Soil Microbiological, And Biochemical Properties", *Chemosphere*, 93, 583-589.

Zubillaga, M.S., Lavado, R.S. (2003). "Stability Indexes of Sewage Sludge Compost Obtained With Different Proportions of Bulking Agent", *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 34, 581–591.

**Sayiter YILDIZ.** Dr Lecturer at the Department of Environmental Engineering, Cumhuriyet University, Sivas. His research interests include waste sludge, waste water treatment and sorption.

**Mustafa DEĞİRMENÇİ.** Prof. Dr Lecturer at the Department of Environmental Engineering, Cumhuriyet University, Sivas. His research interests include groundwater pollution, water pollution.