



## Aritma Çamuru ve Vinas Kompost Karışımı Kinetiğinin İncelenmesi

### *The Investigation of Kinetic of Waste Sludge and Vinasse Compost Mixture*

Sevgi Fersiz<sup>1\*</sup>, Sevil Veli<sup>2</sup>, Mustafa Türker<sup>3</sup>, Levent Dağışan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Köseköy MYO, 41135, Kocaeli

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi Müh. Fak. Çevre Mühendisliği Bölümü, 41380, Kocaeli

<sup>3</sup>İzmit Pakmaya A.Ş., 41001, Kocaeli

<sup>4</sup>SVL Gıda Biyoteknoloji Dan. San. ve Dış Tic.Ltd., 34738, İstanbul

#### Özet

Bu çalışmada, atık arıtma çamuru ile vinasın aerobik kompostlaştırılması ve toprak iyileştirici olarak yararlı bir son ürüne dönüştürülmesi incelenmiştir. Bu amaçla farklı oranlarda arıtma çamuru/vinas karışımları hazırlanmıştır. Elde edilen kompost karışımlarında KOİ, TOK, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, organik N parametrelerine bakılmıştır. Kompostlama çalışması süresi sonunda, KOİ ve TOK'da %38 oranıyla %70 Arıtma Tesisi Çamuru (AÇ) + %30 Vinas (V) karışımında en iyi giderim verimi elde edilmiştir. Organik madde parçalanma süreci, 1. dereceden reaksiyon kinetiği göz önünde bulundurularak zamanın fonksiyonu şeklinde incelenmiş ve tüm karışımlar için uçucu katı madde parçalanma reaksiyon hız sabitleri 0.006-0.046/gün aralığında hesaplanmıştır. Kompostlama süresinin sonlanmasını belirlemek için kompost karışımlarının stabilite değerleri ölçülmüştür. En iyi karışımın sağlandığı kompostun gübre olarak kullanılabilirliği içeriğindeki azot, fosfor ve potasyum miktarı yönünden incelenmiştir. Bu araştırma ile bir organik atık olan vinas ve çamur düzenli depolama alanı dışında arıtılarak geri kazanılmıştır. Bu şekilde deponi alanı ihtiyacı azaltılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Arıtma çamuru, Vinas, Kompostlama, Gübre, Reaksiyon kinetiği

#### Abstract

In this study, it was researched the aerobic composting of waste sludge and vinasse and its conversion to a useful end product as a soil conditioner. In this aim, waste sludge/vinasse at different rates were used. COD, TOC, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N and Organic N parameters were examined in the obtained mixtures of compost. At the end of the composting study, about 38% COD and TOC were observed. The most reduction in these parameters was found 70% Waste Sludge and 30% Vinas mixture. Organic matter degradation was investigated as a function of time according to the first order reaction kinetics. Valid solid rate constants for all mixtures were calculated as 0.006-0.046/day. The stability of compost mixture were measured to determine the end of the composting period. The availability of the best mixture of compost as a fertilizer the nitrogen, phosphorus and potassium levels have been investigated in compost. This investigation was supply the gaining back waste sludge and vinasse with treatment of landfill area out. Therefore, needing for landfill area has been decreased.

**Keywords:** Waste sludge, Vinasse, Composting, Fertilizer, Reaction kinetics

#### 1. Giriş

Ülkemizde üretilen katı atıkların yaklaşık %65'i organik atıklardır. Genelde ülkemizde karışık olarak toplanan katı atıklar düzenli deponi alanlarında depolanmaktadır (TÜİK 1993, 2008). Avrupa Birliği tarafından yayınlanan direktife göre organik atıkların düzenli depolama sahalarına gömülmesi yasaklanmıştır (EC 1999, 2008). Türkiye'nin de bu konuda yayınladığı yönetmeliğe göre organik atıkların geri kazanımı için uygulanması

gereken stratejiler belirlenmiştir (Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, 2010). Bu tür organik atıkların bertarafında en iyi yöntem kompostlaştırmadır. Kompostlaştırma prosesi düşük yatırım ve işletim ücreti, atıkların hızlı bertarafı veya geri kazanımı nedeniyle daha çok tercih edilmektedir (Santana ve Fernandes Machado 2008, Tejada vd. 2008, Tejada vd. 2009, Diaz vd. 2003). Kompostlaştırmada farklı tipte organik atıklar (vinas, arıtma çamuru, evsel organik atıklar, hayvan gübresi) kullanılmaktadır. Bu atıklardan arıtma çamurları ve şeker endüstrisi atığı olan vinas yapısındaki yüksek organik yük nedeniyle çevrede önemli sorunlar

\*Sorumlu yazarın e-posta adresi: bozdemir@kocaeli.edu.tr

oluşturmaktadır. Vinas koyu renkli, asidik özellikli bir atıktır (Zayas vd. 2007).

Bu tür atıkların bertarafında yakma, anaerobik çürütme, aerobik kompostlaştırma, sulama, gübreleme, elektrokimyasal oksidasyon ve fotokatalitik yöntemler gibi farklı arıtım yöntemleri kullanılmaktadır (Robles-González vd. 2012, Zayas vd. 2007, Parnaudeau vd. 2008, Santana ve Fernandes Machado 2008, Siles vd. 2011, Vlyssides vd. 1997). Ayrıca arıtma çamuru ve vinasın içerdiği bitki besin elementleri (N, K ve organik madde) nedeniyle iyi bir gübre kaynağıdır. Bu nedenle bu tür organik atıkların kompostlaştırma işleminden geçirildikten sonra organik gübre ve toprak düzenleyici olarak kullanımı daha uygundur.

Kompostlaştırma işlemine son verilmesi ve elde edilen kompostun toprakta güvenli bir şekilde kullanılması için stabilite ve olgunluk derecesi önemlidir. Komposttaki stabilite ve olgunluk derecelerini değerlendirmek için kompost sıcaklığındaki düşüş, pH, UKM, KOİ, C/N, suda çözülmüş C/N (Cs/Ns), (C/N)son/(C/N)başlangıç, oksijen tüketimindeki düşüş, azot türleri, bitki testleri, enzim aktiviteleri gibi parametreler kullanılmaktadır (Mathur vd. 1993, Bernai vd. 1998, Jimenez ve Garcia 1989, Aydın ve Kocasoy 2002).

Bu çalışmada, arıtma çamurları ve vinas farklı oranlarda karıştırılarak aerobik olarak kompostlanmış ve farklı karışım oranları belirlenmiştir. Kompost çalışmasını etkileyen pH, sıcaklık, çözülmüş O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>, TKM,

UKM, KOİ, TOK, NH<sub>4</sub>-N ve organik N parametreleri incelenmiştir. Kompostlama verimi, KOİ, TOK, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N ve organik N parametreleri ile değerlendirilmiştir. Organik madde parçalanma süreci, 1. dereceden reaksiyon kinetiği göz önünde bulundurularak zamanın fonksiyonu şeklinde incelenmiştir. Çalışma süresi sonunda elde edilen kompostun yeşil alanlara organik gübre olarak kullanılabilirliği ve stabilite değerleri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Kullanılan organik atıkların özellikleri

Çalışmada kullanılan atıksu arıtma çamuru (AÇ), fermantasyon endüstrisi aerobik arıtma tesisi geri dönüşüm hattından ve vinas (V) ise bu endüstrinin evaporasyon ünitesinden temin edilmiştir. Kullanılan atıkların karakterizasyonu Çizelge 1’de gösterilmektedir.

Alınan atıklar farklı oranlarda karıştırılarak karışımlar hazırlanmıştır. Bu karışımların bileşimleri katı madde bazında AÇ (%100), AÇ (%82) + V (%18), AÇ (%70) + V (%30), AÇ (%33) + V (%67), AÇ (%11) + V (%89) olarak belirlenmiştir.

### 2.2 Deneysel prosedür

Farklı oranlarda hazırlanan yaklaşık 65 kg ağırlığında olan AÇ/V karışımları paslanmaz çelikten yapılmış tam karışimli 100 l’lik bir reaktörde aerobik olarak kompostlanmıştır (Şekil 1). Çalışma hacmi 50 l olarak belirlenmiştir. Atıkların homojenliğini sağlamak için

**Çizelge 1.** Arıtma çamuru ve vinasın karakterizasyonu

Parametreler	Birim	Arıtma Çamuru	Standart Sapma (σ)	Vinas	Standart Sapma (σ)
pH		7.70	0.24	4.70	0.26
TKM	g TKM/kg Numune	20	0.95	650	1.79
UKM	g UKM/kg Numune	6.4	4.69	580	1.31
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	%	0.09	2.89	2	0.59
TKN	%	0.5	0.06	6	0.24
P	%	0.07	0.02	0.08	0.01
KOİ	g/l	60		560	2.48
TOK	g/l	22.1	0.51	214	1.02
C/N	%	4:1	1.37	3.5:1	0.25
Ca	%	-		0.04	0.002
Na	%	-		1.30	0.05
K	%	-		0.6	0.04

reaktör sürekli 100 rpm karıştırıcı hızıyla karıştırılmıştır. Reaktörün ortam sıcaklıklarından etkilenmemesi amacıyla yüzeyi yalıtım malzemesiyle kaplanmıştır. Aerobik ortam şartlarının sağlanması amacıyla reaktör içerisine hava 1l hava/g TKM dak. olacak şekilde kompresör yardımıyla verilmiştir (Tosun vd. 2011).

Reaktör gövdesine pH, sıcaklık ve çözülmüş  $O_2$  problemleri monte edilmiş ve belli zaman aralıkları ile bu parametreler sürekli izlenmiştir. Aerobik kompostlama sonucunda oluşan gazın  $CO_2$  ve  $O_2$  derişimleri gaz analizörü ile ölçülmüştür. Veriler bilgisayar ortamında kaydedilmiştir (Fersiz vd. 2010). Deneyin başlangıcında, 4, 8, 12, 16 ve 20. günlerde reaktör içerisinden yaklaşık 250 ml numune alınarak TKM, UKM, KOİ, TOK,  $NH_4^+-N$  ve Organik N parametreleri ölçülmüştür.

### 2.3 Analiz yöntemleri

Kompostlama çalışması sırasında pH, sıcaklık ve çözülmüş  $O_2$  parametreleri, pH (Mettler Toledo), sıcaklık (Pt-100) ve çözülmüş  $O_2$  (Oximeter) problemleri ile,  $CO_2$  ve  $O_2$  derişimleri ise gaz analizörü (Servomex 2550) ile ölçülmüştür.

TKM (Standard Methods, Method No 2540 B), UKM (Standard Methods, Method No 2540 E), TKN (Standard Methods, Method No 4500  $N_{org}$  B), KOİ (Standard Methods, Method No 5220-D), TOK (Standard Methods, Method No 5310-B),  $NH_4^+-N$  (Standard Methods, Method No 4500- $NH_3$  B. Preliminary Distillation Step and 4500- $NH_3$  C. Titrimetric Method), Organik N (TKN -  $NH_4^+-N$ ) (APHA 1995), P (Kolorimetrik) yöntemleri ile ve Ca, Na, K alev fotometresi ile ölçülmüştür.

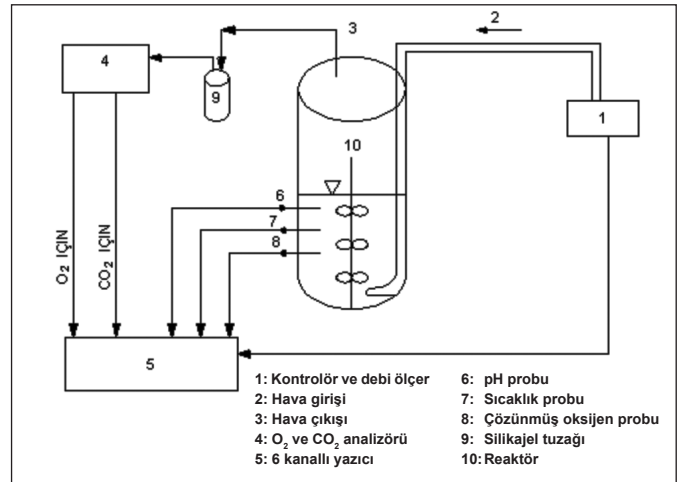
## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Farklı oranlı karışımların aerobik kompostlanması

Kompostlaştırma çalışmalarında pH ve sıcaklık iki önemli parametredir. Kompostlaştırma prosesi sırasında reaktörlerde pH değeri 7-9 arasında değişmiştir. Sıcaklık değeri %11AÇ + %89V karışımında 50-55°C'e yükselmiş, diğer karışımlarda ise mezofilik sıcaklık seviyelerinde kalmıştır (Fersiz vd. 2010). Çıkış gazındaki  $O_2$  değeri %5'in altına düşmemiştir. Bu da ortamın reaksiyon süresi boyunca aerobik olarak kaldığını göstermiştir. Çıkış gazındaki % $CO_2$  değeri organik maddenin parçalanmasıyla yükselmiştir.

Reaktöre eklenen karışımların kompostlanmasında Toplam Katı Madde (TKM) ve Uçucu Katı Madde (UKM), KOİ, TOK, amonyum ve organik azottaki değişimler farklı zaman aralıklarında ölçülmüştür.

Karışımlardaki vinas oranının artması ile elektriksel iletkenlik, TKM ve UKM miktarları artmıştır. Kompost



Şekil 1. Deney düzeneği.

karışımlarında, ayrışabilir organik maddelerin azalması ile TKM'de %10-30, UKM'de %10-60 oranında azalma görülmüştür (Fersiz vd. 2010).

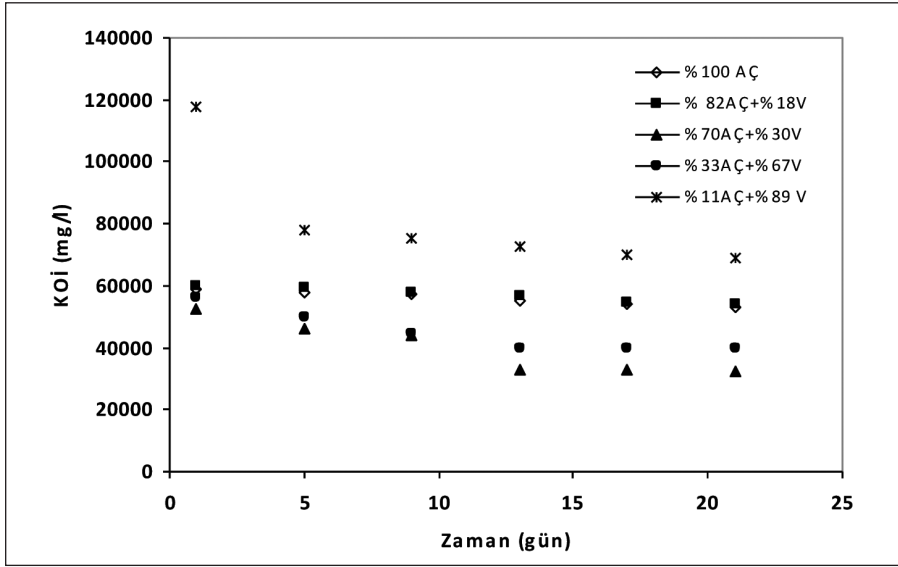
Başlangıç kompost karışımlarındaki KOİ miktarı vinas oranlarına göre değişmektedir. Karışımlardaki vinas miktarı arttıkça başlangıç KOİ değeri yükselmekte, çalışma süresi sonunda organik madde miktarının biyolojik olarak parçalanmasıyla KOİ değerleri azalmaktadır (Şekil 2). Reaksiyon süresi sonunda KOİ'de %1-38 oranlarında azalma görülmektedir.

Kompostlama işleminde giriş numunelerindeki TOK değerleri 20000-154930 mg/l aralığında değişmektedir. Kompostlama süresi sonunda mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir madde miktarı azaldığı için tüm karışımlarda TOK değeri başlangıç değerlerine göre azalmaktadır (Şekil 3). Deney süresi sonunda TOK değerlerinde en fazla giderim verimi %38'le %70AÇ+%30V karışımında elde edilmiştir.

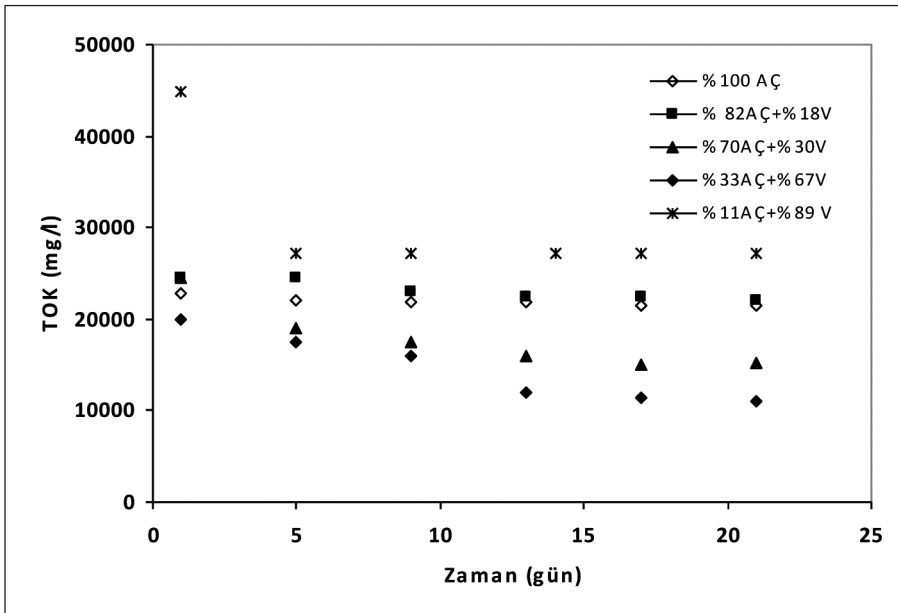
Kompostlama sırasında amonyum ve organik azottaki değişimler Şekil 4-5'de gösterilmektedir. Başlangıç karışımlardaki amonyum içeriği 400-11450 mg/l arasında değişmektedir. Kompostlaştırma işleminin başlamasıyla tüm karışımlarda  $NH_4^+-N$  miktarı organik N'nin  $NH_4^+-N$ 'e dönüşümü nedeniyle artmıştır (Diaz vd. 2002). Bu nedenle organik azot miktarı azalmıştır. Kompostlama çalışması sonunda %8-44 oranlarında organik azotta parçalanma sağlanmış ve en fazla azot kaybının %70AÇ+%30V karışımında olduğu görülmüştür. Literatür değerlerine bakıldığında benzer atıklarla yapılan çalışmalara yakın değerler bulunmuştur (Mahimairaja vd. 1998).

### 3.2 Kinetik çalışmaları

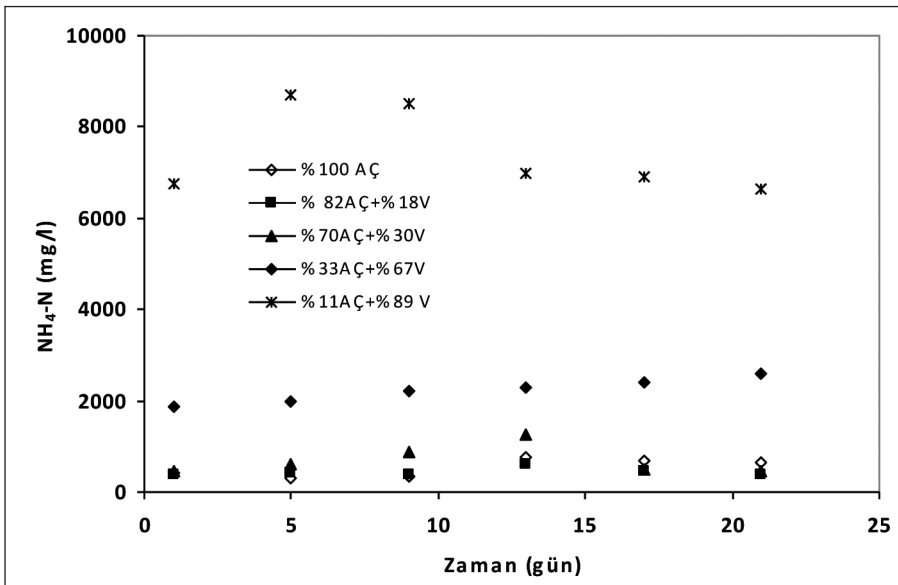
Reaksiyon kinetiği arıtma sistemlerinin işletilmesi ve geliştirilmesinde merkezi bir rol oynamaktadır. Biyolojik



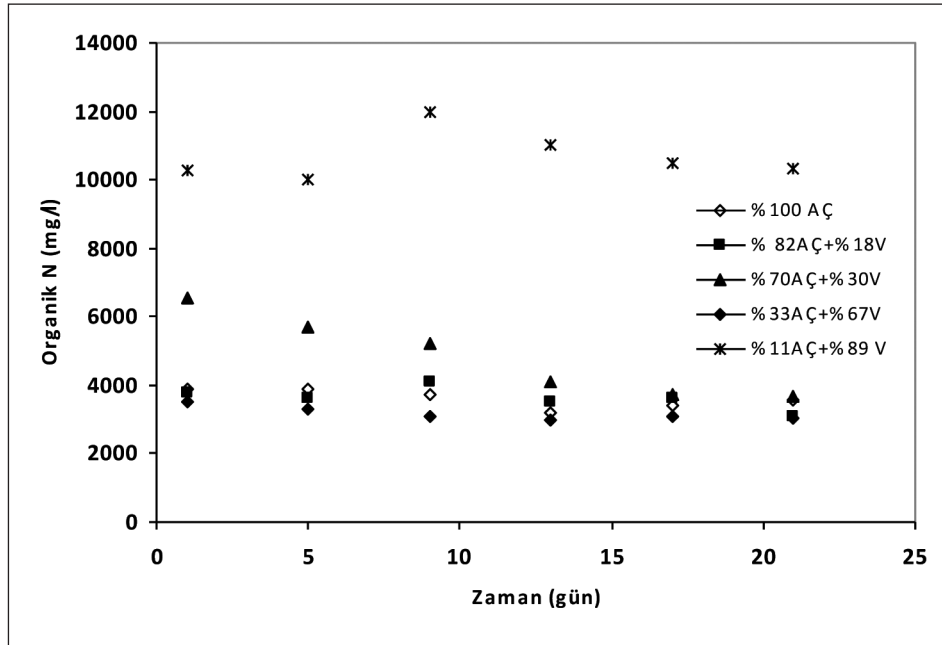
Şekil 2. Farklı kompost karışım oranlarına göre KOİ'deki değişim.



Şekil 3. Farklı kompost karışım oranlarına göre TOK'daki değişim.



Şekil 4. Farklı kompost karışım oranlarına göre NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N'deki değişim.



Şekil 5. Farklı kompost karışım oranlarına göre Organik N'deki değişim.

proseslerde mikrobiyolojik ve biyokimyasal süreçler baz alındığında kinetik analiz, kontrol ve tasarım için mantıksal bir temel sağlamaktadır. Ayrıca proses kinetiği, atık kullanım hızlarının konsantrasyona bağlı ifadesini, bu hızlara operasyonel ve çevresel faktörlerin etkilerini, proses optimizasyonunu, stabil bir işletmeyi ve iyi bir proses kontrolünü sağlamaktadır (Pavlostathis ve Girolodo-Gomez 1991). Organik madde parçalanma süreci, 1.dereceden kinetikle açıklanmaktadır (Hamoda vd. 1998). 1.dereceden reaksiyon kinetiği şu şekilde ifade edilir:

$$\frac{dC}{dt} = -kC \quad (1)$$

Burada

C: herhangi bir zamanda biyolojik olarak parçalanabilir uçucu katıların miktarı (mg/l)

t: zaman (gün)

k: reaksiyon hız sabiti (1/gün)'dir.

(1) denklemi entegre edildiğinde ifade aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$\ln \frac{C}{C_0} = -kt \quad (2)$$

Bu çalışmada kompostlama esnasındaki organik madde parçalanma kinetikleri, karışımların uçucu katı madde içerikleri göz önünde bulundurularak tespit edilmiştir. Reaksiyon derecesi 1. Dereceden kinetikle ifade edilmekte ve reaksiyon hız sabiti (1) denklemi kullanılarak bulunmaktadır. Farklı katı madde oranlarına göre deneysel çalışmaların sonuçları Şekil 6 (a, b, c, d, e)'de gösterilmektedir.

Şekil 6'te tüm karışımlar için R<sup>2</sup> değerlerinin 1'e yakın olduğu görülmektedir. Bu nedenle deneylerden elde edilen verilerin 1. Dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olduğu görülmektedir.

Çizelge 2'de farklı katı madde oranlarına göre hız sabitleri gösterilmektedir. Bu veriler değerlendirildiğinde %70AÇ+%30V karışımında reaksiyon daha hızlı gerçekleşmektedir.

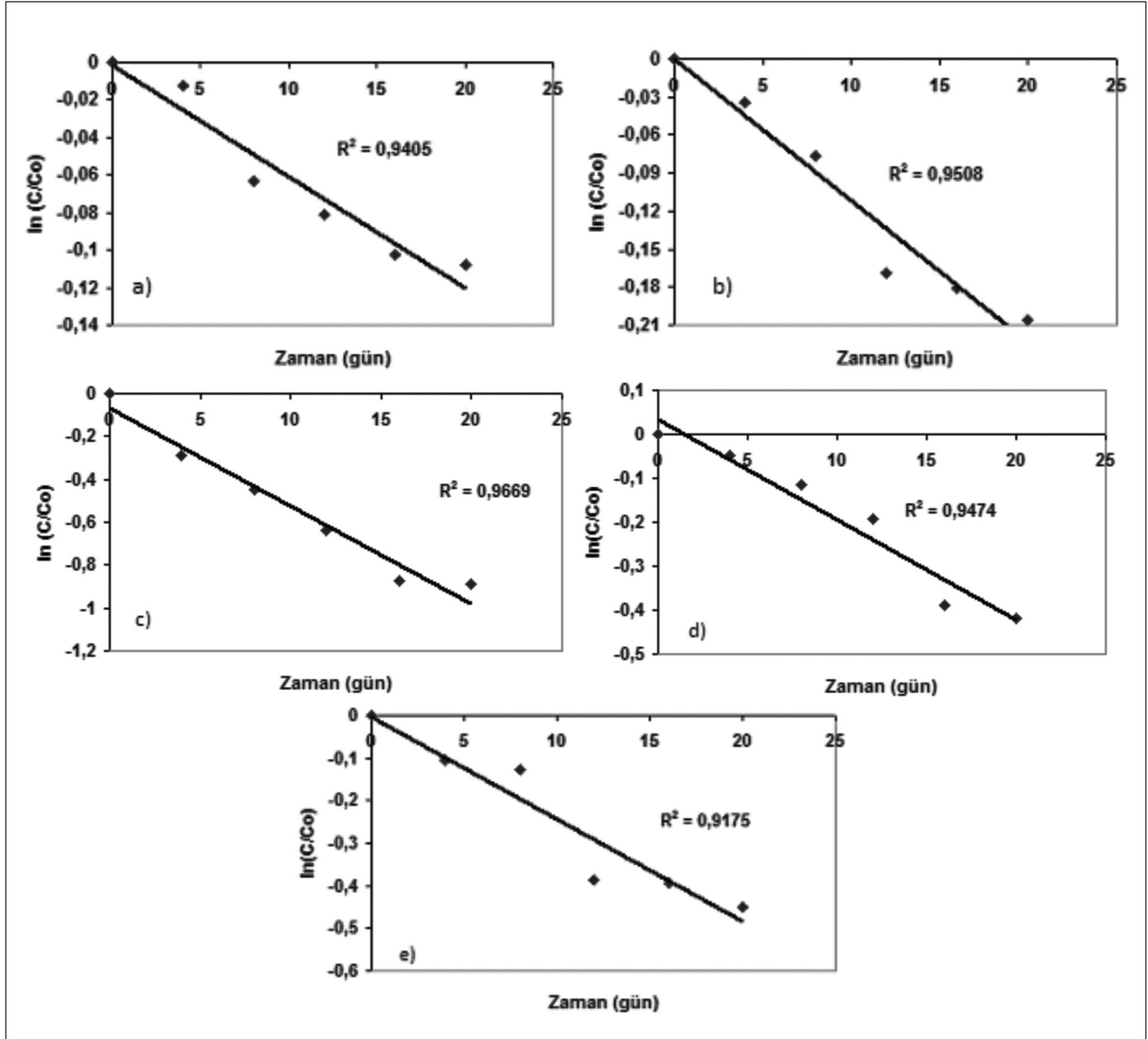
### 3.3 Kompostun tarımsal değeri

Tüm kompost karışımları incelendiğinde en iyi karışımın %70AÇ+%30V olduğu görülmüştür. Bu karışımdan elde edilen kompostun gübre olarak kullanılabilirliği içeriğindeki azot, fosfor ve potasyum miktarı incelenerek kontrol edilmiş ve literatür sonucu ile karşılaştırılarak Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Arıtma çamurlarının bir ön arıtım uygulanmadan araziye dökülmesiyle çamur içeriğindeki patojen mikroorganizmalar, toksik organik kimyasallar, tuzlar ve ağır metaller nedeniyle bir çok çevresel problem oluşturmaktadır (Wong vd. 2001). Bu nedenle elde edilen kompostta ağır metal, patojen ve PCB gibi analizlerin yapılması gerekmektedir (TKKY 2005). Çalışmada kullanılan arıtma çamuru ve vinas bir gıda endüstrisi atığı olması nedeniyle ağır metal, PCB gibi organik kimyasal madde analizleri yapılmamıştır.

### 3.4 Kompostun stabilitesi ve olgunluğu

Kompostlama süresinin sonlanması ve kompostun toprakta güvenli bir şekilde kullanılması için stabilite ve olgunluk derecesi önemlidir.



Şekil 6. Organik madde parçalanma kinetiği: (a: %100AÇ; b: %82AÇ+%18V; c: %70AÇ+%30V; d: %33AÇ+%67V; e: %11AÇ+%89V).

Çizelge 2. Farklı katı madde oranlarına göre hız sabitleri

	%100AÇ	%82AÇ+%18V	%70AÇ+%30V	%33AÇ+%67V	%11AÇ+%89V
<b>k (1/gün)</b>	0.006	0.011	0.046	0.023	0.024

Çizelge 3. %70AÇ + %30V karışımından hazırlanan kompostun nütrient seviyeleri

	Nütrient, %		
	Azot	Fosfor	Potasyum
Tarımsal amaçlı kullanılan gübreler (İleri 2000)	5	10	10
%70AÇ+%30V oranlı karışımından hazırlanan kompost	6	0.1	11

Çizelge 4. Stabilite göstergeleri

Karışım oranları	C/N	(C/N)son / (C/N)başl.
%100AÇ	6.0	1.0
%82AÇ+%18V	7.1	1.1
%70 AÇ+%30V	4.1	1.1
%33AÇ+% 67V	3.6	0.6
%11AÇ+% 89V	2.6	0.6
Önerilen Değerler	<12 (Bernai et al. 1998)	0.49–0.85 (Jimenez and Garcia 1989) 0.55 – 0.7 (Aydn and Kocasoy 2002)

AÇ: Arıtma Çamuru, V: Vinas, TKM: Toplam Katı Madde (mg/l), UKM: Uçucu Katı Madde (mg/l), KOİ: Kimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/l), TOK: Toplam Organik Karbon (mg/l), C: herhangi bir zamanda biyolojik olarak parçalanabilir uçucu katıların miktarı (mg/l), t: zaman (gün), k: reaksiyon hız sabiti (1/gün).

Bu çalışmada oluşan ürünlerin stabilitesini belirlemek için 20. gün sonunda kompost sıcaklığındaki düşüş, UKM (Fersiz vd. 2010), C/N, (C/N)son / (C/N)başlangıç, parametreleri incelenmiştir. Bu değerlere göre oluşan ürünün stabil olduğu görülerek çalışma sonlandırılmıştır. Çizelge 4’de çalışmada hesaplanan stabilite göstergeleri ile literatürde önerilen değerler karşılaştırılmıştır.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Çalışmada bir fermantasyon endüstrisi atıkları olan arıtma çamuru ve vinas karışımlarının aerobik kompostlaştırılması incelenmiştir. Bu amaçla farklı oranlarda arıtma çamuru/vinas kompostu hazırlanmış ve KOİ, TOK, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N ve organik N parametreleri ölçülmüştür. Reaksiyon süresi sonunda KOİ ve TOK değerlerinde en fazla azalma % 70AÇ+%30V karışımında elde edilmiştir. Aynı karışımında Organik azotta %44 oranında bir parçalanma görülmüştür. Kompostlama çalışması sonunda tüm karışımlarda NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N miktarı, organik azotun mineralizasyonu nedeniyle başlangıç değerlerine göre artmıştır. Tüm karışımların 1. dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olduğu görülmüştür. %70AÇ+%30V oranlı arıtma çamuru/vinas kompostunun azot ve potasyum yönünden yeterli zenginlikte olduğu gözükürken fosfor içeriğinin düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca 20. gün sonunda kompost karışımlarının stabilite değerleri belirlenmiştir.

#### 5. Kaynaklar

APHA, 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington. DC.

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik. 2010. Resmi Gazete Sayısı: 27533. <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?MevzuatKod>

Aydn, GG., Kocasoy, G. 2002. Investigation of appropriate initial composting and aeration method for co-composting of yard waste and market wastes. ISWA’ 2002 Dünya Çevre Kongre ve Fuarı, s. 1277-1284, İstanbul.

Bernai, MP., Paredes, C., Sánchez-Monedero, MA., Cegarra, J. 1998. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Biore. Tech.*, 63,1 : 91-99.

Diaz, MJ., Madejo’n, E., Lo’pez, F., Lo’pez, R., Cabrera, F. 2002. Optimization of the rate vinasse/grape marc for co-composting process. *Proc. Biochem.*, 37: 1143-1150.

Diaz, MJ., Eugenio, ME., Jiménez, L., Madejón, E., Cabrera, F. 2003. Modelling vinasse/cotton waste ratio incubation for optimum composting. *Chem. Eng. J.*, 93: 233-240.

EC Landfill Directive, 1999/31/EC. [http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill\\_index.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill_index.htm).

EC Directive, 2008/98/EC. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:EN:PDF>

Fersiz, S., Veli, S., Dağaşan, L., Türker, M. 2010. Kompostlamada vinasın etkisi. 9. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Hamoda, MF., Abu Qdais, HA., Newham, J. 1998. Evaluation of municipal solid waste composting kinetics. *Conservation Recycling*, 23, 4 : 209-223.

İleri, R. 2000. Çevre biyoteknolojisi. Değişim Yayınları, Adapazarı, 388-389 s. 3.

Jimenez, EI., Garcia, VP. 1989. Evaluation of city refuse compost maturity. *Biol. Wastes*, 27: 115-142.

Mahimairaja, S., Bolan, NS., Hedley, MJ., McGregor, AN. 1998. Losses and transformations of nitrogen during composting of poultry manure with different amendments: an incubation experiment. *Biore. Tec.*, 47 : 265-273.

Mathur, SP., Owen, G., Dinel, H., Schnitzer, M. 1993. Determination of compost biomaturity literature review. *Biol. Agric. Hortic.*, 10: 65-85.

Parnaudeau, V., Condom, N., Oliver, R., Cazevielle, P., Recous, S. 2008. Vinasse organic matter quality and mineralization potential, as influenced by raw material, fermentation and concentration processes. *Biore. Tec.*, 99: 1553-1562.

- Pavlostathis, SG., Girollo-Gomez, E. 1991.** Kinetics of anaerobic treatment. anaerobic treatment technology for municipal and industrial wastewater. *Wat. Sci. Technol.*, 24: 35-65.
- Robles-González, V., Galíndez-Mayer, J., Rinderknecht-Seijas, N., Poggi-Varaldo, HM. 2012.** Treatment of mezcäl vinasses: a review. *J. Biotec.*, 157: 524-546.
- Santana,VS., Fernandes-Machado, NRC. 2008.** Photocatalytic degradation of the vinasse under solar radiation. *Catalysis Today*, 133-135: 606-610.
- Siles, JA., García-García, I., Martín, A., Martín MA. 2011.** Integrated ozonation and biomethanization treatments of vinasse derived from ethanol manufacturing. *J. Haz. Mat.*, 188: 247-253.
- Tejada, M., Gonzalez, J.L., García-Martínez, A.M., Parrado, J. 2008.** Application of green manure and green composted with beet vinasse on soil restoration: effects on soil properties. *Bioresource Technology*, 99, 11: 4949-4957.
- Tejada, M., García-Martínez AM., Parrado J. 2009.** Effects of a vermicompost composted with beet vinasse on soil properties, soil losses and soil restoration. *Catena*, 77: 238-247.
- TKKY. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. 2005.** Resmi Gazete: 31.05.2005 ve 25831 sayı. <http://www.ibb.gov.tr/trTR/kurumsal/Birimler/CevreKorumaMd/Documents/toprakyonetmelik.doc>.
- Tosun, C., Binici, M.S., Mehmetli, E., Baban, A., Manav, N., Çoşkun, T., Debik, E. 2011.** Composting of animal manure. *Sigma*, 117-125.
- TÜİK. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu. 1993.** 1993 Verileri.
- TÜİK. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu. Belediye Atık İstatistikleri. 2008.** <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=6214>. 2008.
- Vlyssides, A.G., Israilides, C.J., Loizidou, M., Karvouni, G., Mourafeti V. 1997.** Electrochemical treatment of vinasse from beet molasses. *Water Sci. Tech.*, 36 : 2-3.
- Wong, JWC., Li, K., Kure, L.K., Su, DC. 2001.** Toxicity evaluation of sewage sludges in Hong Kong. *Environ. Int.*, 27 : 373-380.
- Zayas, T., R'omero, V., Salgado, L., Meraz, M., Morales, U. 2007.** Applicability of coagulation/flocculation and electrochemical processes to the purification of biologically treated vinasse effluent. *Sep. Pur. Tech.*, 57 : 270-276.