

# Yumurta Kabuğu İlavésinin Kompost Oluřumuna Etkisi ve Kompost Karakterizasyonu; Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi Uygulama Örneđi

Gözde BUĞDAYCI<sup>1</sup>, Alev AKPINAR BORAZAN<sup>2</sup>, Çağlayan  
AÇIKGÖZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya  
Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bilecik 110301*

<sup>2</sup>*Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya ve  
Süreç Mühendisliği Bölümü, Bilecik 11030  
alev.akpinar@bilecik.edu.tr*

**Özet:** Bu çalışmada, Bilecik Seyh Edebalı Üniversitesi Mühendislik Fakültesi çay ocağı atıkları, üniversite yemekhanesi günlük öğün hazırlama atıkları ve öğrencilerin kuruyemiş atıkları kompost hammaddesi olarak kullanılmıştır. Araştırma kapsamında tasarlanan üretim için yeterli kapasitede ve ucuz olması nedeniyle kompost üretimi meşrubat şişesinden yapılan kolonlarda gerçekleştirilmiştir. Kompost karışımları; miktarları belirlenen çay, meyve kabuğu, yumurta kabuğu, yaprak/sebze kabuğu, kuruyemiş kabuğu, kâğıt ve üniversite bahçesinden alınan toprak karıştırılarak hazırlanmıştır. Bu araştırmada; kompost hammaddelerinden yumurta kabuğunun artan oranlarda ilavesinin kompost oluşum sürecine etkisi belirlenmiştir. Bu nedenle; kompost üretiminde yumurta kabuğu ağırlıkça farklı (% , a/a)oranlarda kullanılmıştır. Kompost hammaddelerinin her birinin elek analizi, kül, nem ve elementel analizleri yapılmıştır. Ayrıca oluşan kompost malzemenin SEM, FTIR, pH, nem içeriği ve elementel analizleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, yumurta kabuğu ilavesinin kompost oluşumuna etkisi belirlenmiş ve kompost karakterizasyonu yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Katı Atık, Kompost, C/N Oranı, Yumurta Kabuğu, Karakterizasyon

## **Effect of Eggshell Ratios on Compost Making and Compost Characterization; a Case Study on Compost Application of the Bilecik Seyh Edebali University**

**Abstract:** In this study, the tea waste of Bilecik Seyh Edebali University Engineering Faculty's tea houses, meal preparation wastes of University's refectory and some kind of nut shells eaten from students were used as a composting raw materials. The research designed for the production of composting were carried out in the cola bottle colons in order to be inexpensive and enough to build our own individualized systems. Raw materials of compost mixture were consist of wastes of tea, fruit -vegetable peel, leaf, egg and some kind of nut shells, paper and also soil from university garden. In this research; the effect of eggshell ratios on characteristic properties of compost and compost making process were investigated. Therefore; the eggshell was prepared with different ratio (% w/w) in the compost production. The each of raw materials of compost was analyzed; sieve, ash, moisture content and elemental analyzes. According to the results obtained in this study, it was determined the effect of the addition of compost egg shell to compost formation. And also, the compost(end-product) were analyzed; SEM, FTIR, pH, moisture content and elemental analyzes.

*Key words:* Solid Wastes, Compost, C/N Ratio, Eggshell, Characterization

### **1. Giriş**

Katı atıkların yönetimi, gelişmekte olan ülkelerde karşılaşılan en önemli çevre sorunlarından biridir. Kompostlaştırma işleminin katı atık yönetimi açısından önem kazanmasının başlıca nedeni, katı atığın kompostlaştırma ile bertaraf sorununun çözülmesinin yanı sıra tarımsal açıdan faydalı bir ürünün kazanılmış olmasıdır (Haug 1993). Kompost, katı atıkların özellikle mutfak ve bahçe atıklarının kontrol edilen çevresel şartlar altında biyolojik olarak ayrıştırılması ve stabilizasyonu prosesidir (Diaz ve ark., 2003). Kompostlama prosesi genelde aerobik bir prosesdir ve enerji kaynağı olarak organik atığı metabolize eden mikroorganizmalar tarafından yerine getirilmektedir (Diaz ve ark., 2003). Elde edilen ürün kokusuz, mükemmel yapıları ve düşük nem içeriklidir. Tarım, bahçe ve yeşil alanlarda uygulama için satılabilmektedir (Stelmachowski ve ark., 2003). Kompostlamanın üç evresi; mezofilik evre, termofilik evre ve iyileştirme evresi olarak adlandırılır. Kompostlamaya etki eden faktörler kompostlama işlemi üzerinde

etkilidirler. Kompostlama işlemi, sürecin verimini, hızını ve kalitesini değiştiren bir çok parametreye bağlıdır. Bunlar C/N oranı, sıcaklık, havalandırma, pH, su içeriği, zararlı maddeler, dane büyüklüğü ve aşu maddeleri olarak sınıflandırılabilir. Küçük parçalar mikroorganizmaların faaliyetlerini yani kompostlaşmayı hızlandırır. Yaklaşık 1 ile 3 cm büyüklüğündeki parçalar idealdir. Kompostta olması gereken nem oranı %40 ile 60% arasındadır. Nem; 40 % altında ise mikrobiyelaktivite yavaşlar ya da durur; 60% üzerinde ise kompost oluşumunun yavaşlaması ya da durmasının yanında rahatsız edici kokular oluşur (Meenemba ve ark., 2003). Kompostlama sürecindeki katı atıklarda gözlenen sıcaklık artışı, solunum metabolizmasıyla ilgili olan ekzotermik reaksiyonlar ile meydana gelmektedir. Hava akışının bulunduğu sistemler içerisinde gerçekleştirilen kompostlama da sıcaklık, hava akışı kontrol edilerek ve sıcaklık izlenerek düzene sokulabilmektedir (Tchobanoglous ve ark., 1993). Prosesteki mikroorganizmaların aktivitelerinin gelişimi, N ve C içeriğine bağlıdır. Mikroorganizmalar enerji kaynağı olarak C'ü kullanırlar, buna karşılık N ise protein sentezi için kullanılır ve mikroorganizmaların büyüme hızını arttırır. Azot miktarı sınırlı ise mikroorganizma popülasyonu azalır ve karbonun ayrışması uzun zaman alır (Tchobanoglous ve ark., 1993). Kompostlama organizmalarının çoğunluğunu oluşturan bakterilerde C/N oranı yaklaşık olarak 30'dur ve 25-35 aralığı kompostlaştırma için optimum aralıktır (Sharma ve ark., 1996). C/N oranındaki artışlar, kompostlama sırasındaki amonyak kaybı ile ilişkilidir (Michel ve Reddy, 1998). Atık pH'ı 6.0-8.0 arasında bulunmalı ve çevre sıcaklığı mikroorganizma gelişmesine uygun olmalıdır (Zhentong ve ark., 2013).

Bu çalışmada, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Mühendislik Fakültesi çay ocağı atıkları, Üniversite yemekhanesi günlük öğün hazırlama atıkları ve öğrencilerin kuruyemiş atıklarının kompostlaştırılabilme potansiyeli incelenmiş ve oluşan kompost kalitesinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, atıkların çevreye ve canlı sağlığına zarar vermemesi, geri dönüştürülerek ürün olarak ekonomiye kazandırılması bakımından önem taşımaktadır.

## **2. Materyal ve Yöntem**

Bu çalışmada üniversite yerleşkesindeki toprak matrisi olarak kullanılıp, fakülte çay ocağı atıkları, öğrencilerin mutfak atıkları (kahvaltı, meyve ve atıştırılacak çerez atıkları), kampüsteki ağaç yaprakları hammadde olarak değerlendirilmiştir. Kompost hammaddeleri ayrı ayrı (çekiçli değirmen, blender) öğütülmüş ve farklı partikül boyutunda eleme işlemleri

gerçekleştirilmiştir. Her bir hammaddenin nem, kül içeriği ve elementel analizleri yapılmıştır. Kompost hammaddelerinden yumurta kabuğunun artan oranlarda ilavesinin kompost oluşum sürecine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla yumurta kabuğu kompost üretiminde ağırlıkça farklı oranlarda kullanılmıştır. Kompost hammaddelerini (çay, meyve kabuğu, yaprak/sebze kabuğu, kuruyemiş kabuğu, kâğıt) aynı miktarda içeren karışımlara, artan oranlarda yumurta kabuğu ilave edilmiştir. Çalışmalar pet şişeler kullanılarak hazırlanan kolonlarda ve laboratuvar ölçekte gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 45 gün uygun koşullarda biyolojik olarak bozundurulması ve stabilizasyonunu sağlanmıştır. Kolon gövdesinde hava çıkışının sağlanması amacıyla delikler açılmıştır. Hızlı kompost üretiminde kontrollü bir ortam yaratmak amacıyla kolonlar çalkalamalı inkübatörde 45°C 'de muhafaza edilmiştir. Kullanılan materyallerin C/N oranı açısından uygun karışım miktarlarının belirlenmesinde Eşitlik(1)'den faydalanılmıştır (Rynk 1992).

$$R = \frac{Q1(C1 x (100 - M1) + Q2 (C2 x (100 - M2) + Q3(C3 x (100 - M3)+..}{Q1 (N1 x (100 - M1) + Q2 (N2 x (100 - M2) + Q3(N3 x (100 - M3)+..}$$

burada, R karışımın C:N oranı, Q<sub>n</sub> (n=1,2,3...) n. Materyalin kütlesi (yaş ağırlık, olduğu gibi), C<sub>n</sub> (n=1,2,3...), n. Materyalin karbon içeriği (%), N<sub>n</sub> (n=1,2,3....) n. Materyalin azot içeriği (%), M<sub>n</sub> (n=1,2,3...) n. Materyalin nem içeriği (%) dir.

Atıkların karıştırılması nem ve besin öğelerinin homojen dağılımı için önemlidir. Çalışmada kompost oluşumu süresince kolonlara 5 günde bir karıştırma işlemi uygulanmıştır.

Hammaddelerin ve kompostun nem içeriğinin belirlenmesi için numuneler etüvde 105 °C'de 24 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutma işleminde önce ve sonra kompost numunelerinin tartımı alınmıştır. Eşitlik(2)'den yararlanılarak nem içeriği hesaplanmıştır.

$$\%Nem = [(M_1 - M_2) / M_1] \times 100 \quad (2)$$

Burada;

M<sub>1</sub>: Kurutmadan önce kompost ağırlığı(gram)

M<sub>2</sub>: Kurutulduktan sonra kompost ağırlığı(gram)

Hammaddelerin kül içeriğinin belirlenmesi için porselen krozeler sabit tartıma getirilmiştir. Hammaddelerden 3-5 g numune krozeye tartılmıştır. Daha sonra 520 °C'deki kül fırınına koyularak 5-6 saat bekletilmiş, işlem sonunda krozeler desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelene kadar bekletilip, tartılmıştır. Eşitlik (3)'den yararlanılarak kül içeriği hesaplanmıştır.

$$\%Kül = [(M_2 - M_1) / m] \times 100 \quad (3)$$

Burada;

M<sub>1</sub>= Sabit tartıma getirilen krozenin ağırlığı, gram

M<sub>2</sub>= Yakmadan sonraki kroze ve kül ağırlığı, gram

m = Alınan örnek ağırlığı, gram

Fourier Transform Infrared Spektrophotometer (Perkin Elmer Spectrum 100 model FTIR spectrometer with an Attenuated Total Reflectance (ATR) kullanılarak kompost numunelerinin yapısı incelenmiştir.

Kompost numunelerinin morfolojik yapısının tanımlanabilmesi için görüntüleri taramalı elektron mikroskopu (SEM-ZEISS Supra 40VP) ile Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında çekilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1.Hammadde analizi ve kompost karışım reçetesi

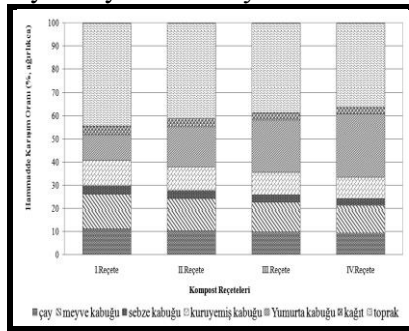
Kompost hammaddelerinin elementel analizi, nem ve kül içerikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge3.1. Kompost hammadde analiz sonuçları

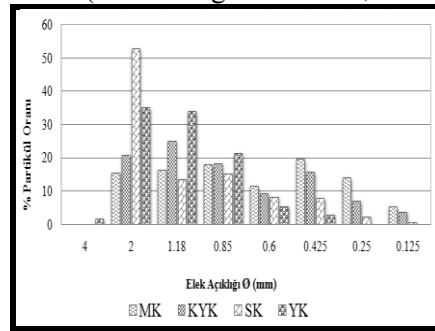
Kompost Hammaddesi	% N	% C	%Nem	%Kül
Çay posası	3,80	50,55	3,77	4,34
Meyve kabuklar	1,90	42,02	7,65	3,16
Sebze kabukları	1,29	36,62	23,91	6,17
Kuruyemiş kabukları	1,22	45,89	5,61	10,67
Yumurta kabukları	0,29	14,21	0,93	93,83
Atık Kağıt Peçete	0,00	41,70	6,61	0,33

Kompost karışımları için hazırlanan dört farklı reçetede kullanılan hammaddelerin ağırlıkça yüzde bileşimleri Şekil3.1'de gösterilmiştir. Partikül boyutu analizi Şekil 3.2'de verilmiştir.

Azaltılmış partikül boyutu, aerobik kompostlama prosesi boyunca biyokimyasal reaksiyon hızını arttırmaktadır(Tchobanoglous ve ark., 1993).



Şekil 3.1. Kompost karışım reçeteleri

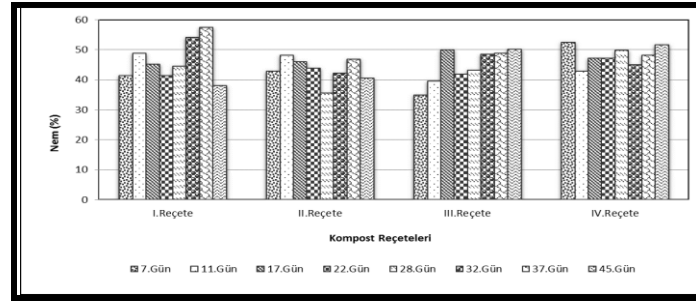


Şekil 3.2. Hammaddelerin % partikül boyut analizi

Şekil 3.2 incelendiğinde yapılan çalışmada hammaddelerin boyut dağılımı 3.00- 0.125 mm aralığındadır.

### 3.2. Nem İçeriği

Kompostlama sırasında materyalin nem içeriklerinin zamanla değişimi Şekil 3.3’de verilmiştir.

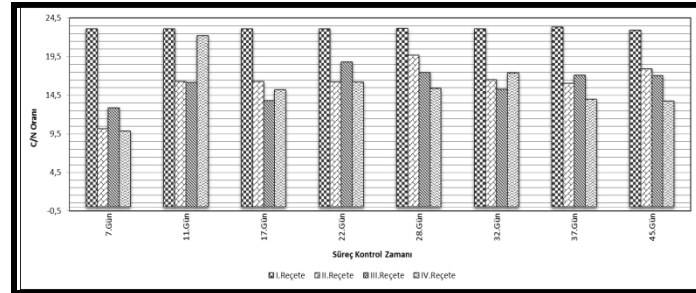


Şekil 3.3 Kompost oluşum sürecinde % nem oranları

Nem miktarı bileşenlerin karıştırılmasıyla veya suyun ilavesiyle ayarlanabilmektedir. Bu çalışmada nem içerikleri literatürde verilen değerler ile uyumludur.

### 3.3. C/N Oranı

Bu çalışmadaki materyalin C/N oranlarının zamanla değişimi Şekil 3.4’de gösterilmiştir. Deneysel çalışmalar sonunda, C/N oranı 15-24 olduğunda iyi bir kalitede ürün elde edildiği görülmüştür. Literatürde C/N oranındaki artışların kompostlama sırasındaki amonyak kaybı ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Yumurta kabuğu miktarındaki artış C/N oranını 15 seviyelerinde tutmuştur. Bu oran düşük olmakla birlikte literatürle uyumludur.



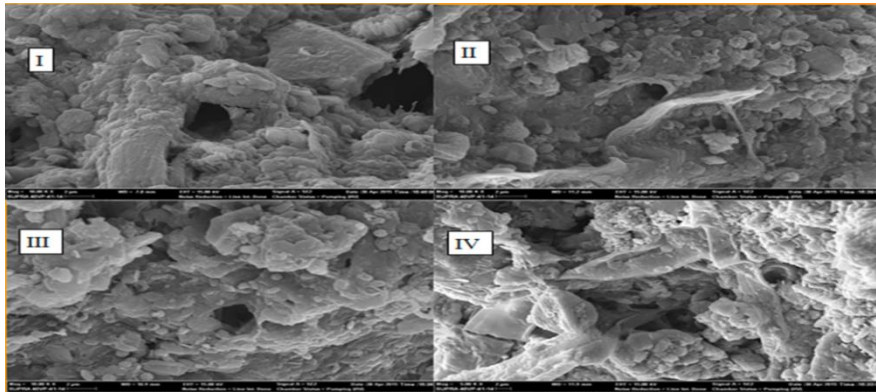
Şekil 3.4 Kompost reçetelerinde C/N oranlarının zamanla değişimi

### 3.4. FTIR Analizi

FTIR (Fourier Transform Infrared Spektrophotometer) spektrofotometre ile kompost numunelerinin yapı incelemesi yapılmıştır. Hazırlanan dört farklı kompost karışımının FTIR spektrumları benzerlik göstermiştir. Kompostun yapısında bulunan  $\text{CO}_3^{2-}$  grubuna ait 2 adet pik, 1419,83 ve  $872,17\text{cm}^{-1}$ , sırasıyla  $\text{CO}_3$  asimetrik gerilme ve  $\text{CO}_3$  düzlem dışı eğilme hareketlerinden kaynaklanmaktadır. Yine kompost yapısında bulunan  $\text{NO}_3$  gruplarına ait titreşimler,  $1635,53\text{cm}^{-1}$ 'de  $\text{NO}_2$  asimetrik gerilme,  $794,68\text{cm}^{-1}$ 'de N-O gerilmesi ve  $679,89\text{cm}^{-1}$ 'de  $\text{NO}_2$  gerilmesi şeklindedir.  $1003,68\text{cm}^{-1}$ 'deki pikler ise organik kökenli bileşenlerdeki  $\text{CH}_2$  gruplarının düzlem içi eğilme ve C-O gerilmelerinden kaynaklanmaktadır. IV numaralı reçeteye ait kompost numunesinde görülen  $1365\text{-}1280\text{cm}^{-1}$ 'deki pikler ise nitrat bileşiklerine aittir. III ve IV numaralı reçeteye ait kompost numunelerinde gözlemlenen  $2919\text{cm}^{-1}$  ve  $2847\text{cm}^{-1}$ 'deki pikler  $\text{NH}^{+2}$  titreşimlerine aittir. Kompost yapısındaki diğer pikler incelendiğinde,  $778\text{cm}^{-1}$ 'deki tepe  $\text{SiO}_2$  gruplarının titreşimlerine,  $710\text{cm}^{-1}$ 'deki pik ise ZnO moleküllerinin titreşimlerine ait olduğu düşünülmektedir.  $600\text{cm}^{-1}$ 'deki pik ise  $\text{Cu}_2\text{O}$  moleküllerine aittir.

### 3.4. SEM Analizi

Elde edilen kompostların SEM görüntüleri Şekil3.5'te verilmiştir. Kompost numunelerinin SEM görüntüleri incelendiğinde bozulmuş homojen organik madde (kompost) için çok gözenekli mikroyapı görülmektedir. Organik malzeme bir toprak iyileştirici olarak kullanılacağı zaman, bu gözenekli yapı değerlidir. Çünkü gözenekli organik madde toprak ve su tutma kabiliyeti yapısını geliştirir (Lleó ve ark., 2013).



Şekil 3.5. Kompost numuneleri SEM görüntüleri

#### 4. Sonuç

Bu çalışma sonucunda uygun kompost değerlerine ulaşılmış ve elde edilen sonuçlara göre Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi kantin atıklarından uygun ortam ve gerekli olgunlaşma süresi ayarlandığında çevre düzenlemesine uygun kompost elde edilebileceği görülmüştür. Daha sonraki araştırmalarımız, elde edilen kompostun bitki yetiştirmede kullanımı üzerine olacaktır. Bu çalışma, atıkların çevreye ve canlı sağlığına zarar vermemesi, geri dönüştürülerek ürün olarak ekonomiye kazandırılması bakımından önem taşımaktadır. Bu nedenlerden dolayı evsel kantin atıklarını kompostlama ülke yararına düşünülebilecek bir yöntemdir.

#### Kaynaklar

- Diaz M.J., Eugenio, M.E., Jimenez L., Madejon E., and Cabrera F., 2003, Modelling Vinasse/Cotton Waste Ratio Incubation For Optimum Composting, Chemical Engineering Journal, 93, 233- 240.
- Stelmachowski M., Jastrzebska M., and Zarzycki R., 2003, In-Vessel Composting For Utilizing Of Municipal Sewage-Sludge, Applied Energy 75, 249-256.
- Meenambal T., Uma R.N., Saravannan S., 2003, Study on biodegradation of fruit waste aerobic composting, Department of Geography, University of Madras and Faculty of Environmental Studies, York University, Pages 441-450.
- Sharma V.K., Canditelli M., Fortuna F. and Cornacchia G., 1996, Processing of urban and agroindustrial residues by aerobic composting, ENEA Research Centre, Trisaia, Department of Environment, Resource, Conservation and Recycling 23, 209-223.
- Tchobanoglous G., Theisen H., Vıgıl S.A., 1993, Integrated Solid Waste Management, Mc-Graw-Hill, International Editions, Civil Engineering Series.
- Rynk, R. (Ed.). 1992. On-farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Coop. Ext., NRAES-54 Ithaca, USA
- Michel F.C., Reddy C.A., 1998, Effect of oxygenation level on yard trimmings composting rate, odor production and compost quality in bench-scale reactors, Compost Sci. Util. 6 (4), 6-14.
- Lleó, T., Albacete, E., Barrena, R., Font, X., Adriana Artola, Antoni Sánchez Journal of Cleaner Production 47 (2013) 70-76
- Zhentong L., Hongwei L., Lixia R., Li H.,(2013) Experimental and modeling approaches for food waste composting: A review 93 (2013)1247-1257