



## Çay fabrikasyon atığının windrow yöntemine göre kompostlanması

Songül Rakıcıoğlu\*, Rıdvan Kızılkaya

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

### Özet

Bu çalışmada, çay fabrikasyon artıklarından oluşan biyokütleyle hayvan gübresinden ekstrakte edilen çözelti ilave edilerek % 60 nem koşulunda windrow yöntemi ile kompostlanmıştır. Kompost yığınının sıcaklık, nem, pH, EC, C/N oranı, N ve organik C içeriğindeki değişimler 30 günlük kompostlanma sürecince saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yığının sıcaklığı 2. günde termofilik faza ulaşmış, en yüksek sıcaklık 3. günde 60°C olarak belirlenmiş ve 26. günde termofilik faz tamamlanmıştır. Başlangıçta C/N oranı 22,56 olan çay atığının 30. gün sonunda C/N oranı 10,44'e düşmüştür. Renk analiz sonuçlarına göre başlangıçta çay atığının rengi 2.5YR3/4 iken son ürün olan çay kompostunun rengi 10YR2/1 olarak belirlenmiştir. Deneme sonunda, çay fabrikasyon artıklarının windrow yöntemi ile herhangi bir diğer bitkisel ve hayvansal atıklar ile karıştırılmaksızın, mikrobiyal inokülasyon ile başarılı bir şekilde kompostlanabileceği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çay fabrikasyon atığı, organik atık, kompostlama, windrow, C/N.

### Composting of the tea fabrication waste according to the windrow method

#### Abstract

In this study, the extract obtained from animal manure was added to the biomass including tea fabrication waste, and it was composted by windrow method at 70% humidity condition. Changes in temperature, pH, EC, C/N ratio, N and organic carbon content of compost pile were determined during the 30 days of composting process. According to the results, the temperature of the compost pile reached the thermophilic phase at 2nd day, the highest temperature was determined at 3rd days as 60°C and thermophilic phase completed at 26th days. The C/N ratio of tea waste, which was 22.56 at the beginning, decreased to 10.44 at the end of 30 days. According to the color analysis results, the initial tea waste was 2.5YR3/4, while the final product tea compost was determined as 10YR2/1. At the end of the experiment, it was determined that tea fabrication wastes could be successfully composted with only microbial inoculation by windrow method without mixing with any other plant and animal wastes.

**Keywords:** Tea fabrication waste, organic waste, composting, windrow, C/N.

© 2021 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Tarımsal ve evsel artık ve atıkların tamamına yakını organik materyallerden meydana gelmektedir. Organik materyaller aerobik kompostlanarak değerli bir organik toprak düzenleyicisine dönüştürülebilmektedir. Bu durum gerek çevre kirliliğine sebep olan organik artık ve atıkların değerlendirilmesi gerekse topraklar için değerli bir organik madde kaynağı elde edilmesi açısından önem taşımaktadır. Aerobik kompostlama, organik materyallerin aerobik koşullarda biyolojik olarak ayrışmasıdır. Biyolojik aktivite sonucu açığa çıkan ısının bir sonucu olarak termofilik sıcaklık artışına izin veren koşullar altında meydana gelen son ürün stabildir (Haug,1993; Hepşen Türkay, 2010). Pek çok organik atığın toprağa uygulanması ile kompostlarının uygulanması karşılaştırıldığında; kompost uygulaması, çevre sağlığı, düşük maliyet ve bitkisel verim açısından daha avantajlıdır (Hepşen Türkay, 2010). İntensif tarım yapılan alanlarda yoğun toprak işleme, kimyasal gübreleme ve ilaçlama yapıldığından bu alanlarda toprak organik maddesi hızla tükenmektedir. Geleneksel tarım sistemlerinde hayvansal ve bitkisel çiftlik atıklarının gübre olarak kullanılması ve bu uygulama ile elde edilen ürün arasında önemli pozitif bir ilişki mevcuttur (Hepşen Türkay, 2010). Tarım

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 05308862981

E-posta : rakicioglusongul@gmail.com

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 21 Eylül 2021

Kabul Tarihi : 06 Aralık 2021

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.998698

topraklarının organik madde kaynağı yalnızca organik materyal ilavesi ile mümkündür. Ancak aerobik kompostlama üzerine akademik çalışmalar genellikle ahır gübrelere ve bahçe atıklarının değerlendirilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Çay bitkisi (*Camellia sinensis*) gibi özellikle bölgesel olarak büyük miktarlarda açığa çıkan organik atıkların kompostlanma metodları detaylandırılmamış olmakla beraber bilinirliği ve uygulaması yaygın değildir (Edwards ve ark., 2011). Topraklara organik madde ilavesi veya başka bir deyişle toprak organik maddesi varlığı toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini doğrudan etkilemektedir (Kızılkaya ve Hepşen, 2007; Gülser ve ark., 2015; Demir ve Gülser, 2021). Organik materyallerin aerobik kompostlamasının gerçekleşebilmesi için gerekli çevresel faktörler sıcaklık, havalanma, nem, ortamın C/N oranı ve pH düzeyidir. Sıcaklık, ortamdaki mikroorganizma tipini, metabolik aktivite oranını ve organik atığın parçalanma-ayırışma oranını belirleyen temel bileşenlerdendir (Durmuş ve Kızılkaya, 2018).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de büyük miktarlarda açığa çıkan ve değerlendirilmeyen, çay bitkisi (*Camellia sinensis*) fabrikasyon atığının organik toprak düzenleyici olarak değerlendirilebilmesi için hayvansal kökenli atıklarla karıştırılarak yapılan klasik kompostlama sistemlerinin aksine, mikrobiyal inokülasyon ile kompostlanması ve kompostlanma sürecinde bitkisel kökenli yığının sıcaklık, nem, pH, EC, N, C ve C/N oranı gibi özelliklerdeki değişimlerin araştırılması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Türkiye Doğu Karadeniz Bölgesinde yaygın bir şekilde tarımı yapılan çay bitkisinin (*Camellia sinensis*) hasat sonu fabrikasyon artıklarının toprak organik materyali olarak değerlendirilebilmesi için aerobik kompostlanması sürecinde öncelikle çay fabrikasyon artıkları temin edilerek bu artıkların besin maddesi kapsamı ile kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 1). Çalışmanın amacı doğrultusunda çay bitkisi artıkları temin edildikten sonra materyal kompostlanma işlemi için, sıralı yığın sistemine uygun hale getirilmiştir.

Çizelge 1. Çay fabrikasyon atığının besin maddesi kapsamı ile kimyasal özelliklerinin saptanması amacıyla uygulanan yöntemler (Kacar 1972, 1995; Ryan ve ark. 2001)

Analiz	Uygulanan Yöntem
Toplam Organik madde	Kuru yakma (etil alkol içerisinde çözündürülmüş %5’lik H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ’den her 1 gr materyale 1 ml olacak şekilde ilave edilmesi sonucu porselen krozelerde 550°C’de yakılması) yöntemi ile
Toplam Azot	Kjeldahl yöntemine göre
C/N	Organik madde ve N analizleri sonucu hesaplama ile
pH	1:10 (w/v), toprak: organik atık karışımında pH-metre ile
EC	1:10 (w/v), toprak: organik atık karışımında EC-metre ile

Çay atıklarından kompost eldesi sağlamak için windrow yöntemi kullanılmıştır. Süreç boyunca çay bitkisi fabrikasyon atığı kompost eldesinde ideal koşullar belirlenmiş ve kompost eldesi sağlanmıştır. Bu amaçla, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde kurulu sıralı yığın kompostlama işlemi ile kompostlamayı sağlayan windrow kompostlayıcı kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çay atıklarının kompostlanmasında kullanılan windrow kompostlayıcı ve kompost eldesi

Artık ve atık çay bitkisi biyokütlesinin C/N oranını dengelemek amacıyla yöntem olarak, herhangi bir bitkisel ve hayvansal atık ile karıştırılarak yapılan klasik kompost eldesi değil sadece hayvan gübresindeki mikrofloranın ilavesi ile kompost eldesi tercih edilmiştir. Organik artıkların termofilik kompostlanması metodolojisine uygun olarak optimum süre ve ideal ortam şartlarının oluşturulması için ahır gübresi ve orman toprağı ekstraktları üzerine strarter mikrobiyal aktivite için enerji ve N ilavesi yapılmıştır. Materyal ideal kompost özelliklerine ulaşınca kadar windrow yöntemi ile kompostlanmıştır. Kompostlanmasının sağlanması amacıyla, taze orman toprağı ve ahır gübresi mikroorganizmaları ekstrakte edilerek kompostlama sırasında yığına inoküle edilmiştir. Karışımın nem içeriğı %70 olacak şekilde nemlendirilmiş ve her gün kompostlayıcı ile karıştırılarak ideal kompost özelliklerine gelinceye değin (termofilik koşullar sonlandığı zaman) windrow kompostlayıcıda işlemler sürdürülmüştür. Kompostlama süreci tamamlanincaya değin (30. güne kadar) karışımın içinde muhtelif yerlerinden her gün alınan örneklerde sıcaklık, nem, pH, EC, % organik C, % total N ve C/N oranları Çizelge 1’de verilen yöntemlere göre belirlenmiştir. Renk analizi ise Munsell toprak renk kataloğına göre yapılmış ve değerlendirilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

Kompostlama süreci başlamadan önce temin edilen artıkların bazı kimyasal özellikleri (pH, EC, toplam organik C, toplam N ve C/N) Çizelge 1’de verilen yöntemler ile belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Çay fabrikasyon atığının bazı kimyasal özellikleri

Analiz	Sonuç
pH 1:10	5.18
EC 1:10 (dS/m)	2.94
Organik madde, %	97.21
Toplam Organik C, %	56.39
Toplam N, %	2.50
C/N	22.56

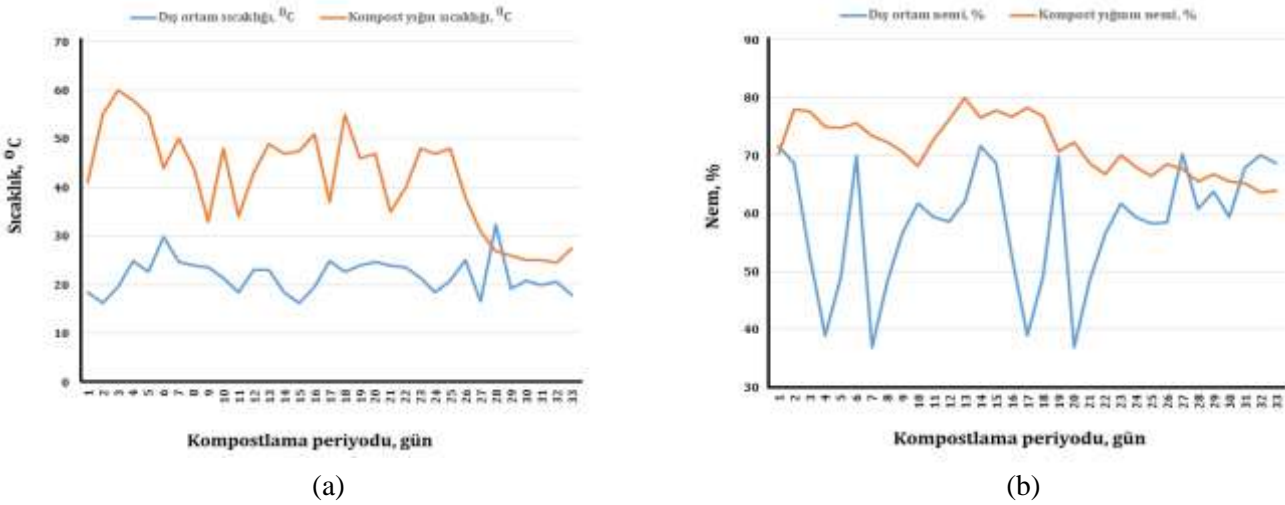
Çay fabrikasyon atıklarından aerobik koşullarda kompost eldesinin sağlanması amacıyla kullanılan “windrow yöntemi”, aerobik koşullarda gerçekleşen termofilik kompostlama yöntemidir. Yapılan çalışmalarda, termofilik kompostlama sürecinde yığın sıcaklığının belirli bir süre termofilik koşullar olan 45-65 °C seviyelerine ulaştığı ve bu sıcaklıkta belirli bir süre kaldığı bildirilmektedir (Gray ve Sherman, 1969; Poincelot, 1972; Zucconi ve de Bertoldi, 1987; Nielsen ve Berthelsen, 2002). Termofilik kompostlama sürecindeki sıcaklık artışı patojen mikroorganizma popülasyonu ve çeşitliliğini düşürürken, yabancı ot tohumları ve zararlı böcek larvalarını inaktive etmektedir. Termofilik kompostlama termofilik evre ve olgunlaşma evresi olmak üzere 2 fazdan meydana gelmektedir (Dominguez ve Edwards, 2011; Durmuş ve Kızılkaya, 2018). Dolayısıyla sürecin sıcaklık takibi ve süresi önemlidir. Kompostlama süreci başlarken ilave edilmiş olan ahır gübresi ve orman toprağından ekstraksiyon sonucu izole edilen mikroorganizma sayımında toplam bakteri hücresi  $129,3 \times 10^7 \text{ ml}^{-1}$  ve funguslar göz ardı edilecek kadar az sayıda tespit edilmiştir. Çalışmada kompostlama süreci tamamlanincaya değin kompost yığının içinden muhtelif yerlerinden her gün alınan örneklerde günlük olarak sıcaklık, nem, pH, EC, % organik C, % total N ve C/N oranları Çizelge 1’de verilen yöntemlere göre belirlenmiştir.

### Kompostun sıcaklık ve nem içeriklerinde meydana gelen değişimler

Çay fabrikasyon atıklarının aerobik koşullarda windrow yöntemi ile yapılan kompostlama işleminde yığının ve dış ortamın sıcaklık ve nem içeriğindeki değişimler Şekil 3’te verilmiştir. Kompost ısı, organik maddenin mikrobiyal parçalanmasının yan ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Isı üretimi; yığının büyüklüğüne, nem içeriğine, havalandırmaya ve C/N oranına bağlıdır. Kompostlanmanın başlangıç evresi olan parçalanma, en hızlı şekilde kompostlanmanın termofilik fazda gelişmektedir. Bu aşama aynı zamanda sıcaklığa duyarlı patojenler ve sinek larvaları gibi kompost bileşeninde olması arzu edilmeyen canlıların yok edilmesi açısından önemlidir. Denemede, yığın içi sıcaklığı 1. günde 41°C ile başlayıp 30.günde 27.5°C ile tamamlanmıştır. Kompostlama sürecinin ilk 4 günde 55-60°C’lere çıkan yığın sıcaklığı, ilerleyen günlerde 33°C’ye düşmesine rağmen kompostlanmanın 17., 18. ve 19. günlerinde yeniden yükselerek 49-55°C’lere çıkarak bir dalgalanma göstermiştir. Kompostlanma süresi boyunca yığın windrow sistemi ile her gün karıştırıldığı için sıcaklıkta meydana gelen dalgalanmanın sebebinin, ortama verilen moleküler oksijen ile kalan kolay parçalanabilir organik bileşiklerin parçalanması ile tekrar termofilik faza geçiş olduğu

düşünülmektedir. Kompostlanmanın son haftasında ise, yığın sıcaklığının düştüğü ve dış ortam sıcaklığına yakın bir seyir izlediği belirlenmiştir. Sonraki günlerde ise 30. güne kadar düşüş göstermiş ve mezofilik faza (olgunlaşma fazına) geçiş olmuştur (Şekil 2a). Son 1 haftada ise kompost yığının iç ve dış sıcaklığının birbirine yakın derecelerde seyrettiği belirlenmiştir.

Çay atıklardan oluşan yığının başlangıç nemi %70 olacak şekilde ıslatılan yığının nem içeriği, sıcaklık artışına bağlı olarak kompostlanmanın 2.günüden itibaren artış gösterdiği, ardından düşme eğilimine girdiği ve tekrar sıcaklık artışı ile beraber artış gösterdiği saptanmıştır (Şekil 2b). Bu durum, kompostlanmanın başlangıcında terfomilik fazda yer alan parçalanma işlemlerinde yığının nem içeriğinin arttığını ortaya koymaktadır. Bu durum kuşkusuz, organik bileşiklerin termofilik fazda parçalanması sonunda açığa çıkan CO<sub>2</sub>'nin atmosfere gaz olarak kaçıışı ve yine açığa çıkan H<sub>2</sub>O'nun yığın içerisinde kalışı il ilgilidir. Kompostlanmanın ilerleyen günleri olan olgunlaşma safhasında ise, ortam neminde düzenli bir düşüşün olduğu saptanmıştır. 30 günün sonunda ise, kompostun toplam nem içeriğinin ise %64 seviyesine düştüğü belirlenmiştir.



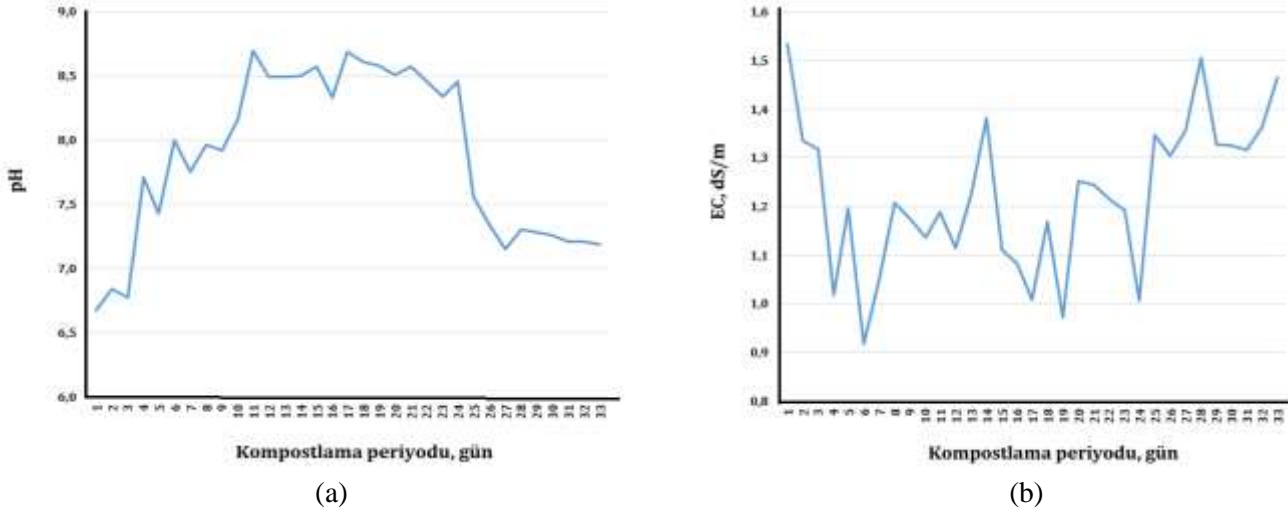
Şekil 2. Kompostlama periyodu boyunca çay atığı yığını ile dış ortamın sıcaklık (a) ve neminde (b) meydana gelen değişimler.

### Kompostun pH ve EC'sinde meydana gelen değişimler

Çay fabrikasyon atıklarının aerobik koşullarda windrow yöntemi ile yapılan kompostlama işleminde yığının pH ve EC'sinde meydana gelen değişimler Şekil 4'te verilmiştir. Kompost yığının başlangıç pH'sı 6.67 olup, kompostlama süreci sonunda 7.19 olarak belirlenmiştir. Kompostlanma süresince başlangıçtan sonuna değin pH değerlerinde dalgalanmaların olduğu belirlenmiştir (Şekil 3a). Kompostlama işlemine farklı spektrumdaki organizmalar katıldığı için bunlar pH'a karşı nispeten duyarsız olması da söz konusudur (Poincelot, 1972). Kompostlama işleminde ortam pH'sının 6,5-8 arasında olması istenmekle beraber kompostlanma sürecinin doğal tamponlama yeteneğinden dolayı daha geniş bir aralıkta bu sürecin gerçekleşmesini mümkün kılmaktadır. Kompostlama, pH 4,5 ile 5 arasında etkin bir şekilde ilerlemekle beraber, pH 5,5'ta veya pH 9'da da gerçekleşebilmektedir. Ancak, nötral (pH 7) koşullar ile karşılaştırıldığında süreç daha yavaş gerçekleşebilmektedir (Sundberg ve ark., 2004; Iqbal ve ark., 2010). Ortam pH'sının en büyük etkisi ortamın N içeriği üzerine olmaktadır. Ortam pH'sı 8.5'ten büyük olduğunda azotlu bileşikler amonyağa dönüşebilmekte, pH'ın 8'den küçük olması ise amonyak oluşumunu azaltmaktadır (Bilen ve Sezen, 1993). Açığa çıkan amonyak ise, gaz formunda ortamdaki uzaklaşarak ortamın azot içeriği azalabilmektedir. Bununla birlikte kompostlama sürecinde ortamın nem içeriğine bağlı olarak azotun sıvı amonyak şeklinde ortamda kalması da söz konusudur.

Kompost yığınının Elektriksel İletkenlik (EC) değerlerindeki değişimler, ortamın tuz içeriğinin açık bir göstergesidir. Kompostlanmanın başlangıcında yığının EC değeri 1,54 dS/m iken 1. termofilik fazda ortamın EC değerlerinde düşme meydana gelirken, 2. termofilik fazda ve mezofilik faz olan olgunlaşma fazında ortamın EC içeriğinde tekrar artışların olduğu ve en son ürün olan kompostta ise ortamın EC değerinin 1,46 dS/m olduğu belirlenmiştir (Şekil 3b). Yığının EC değerlerinde meydana gelen bu dalgalanmalarının temel sebebinin organik bileşiklerin parçalanması boyunca açığa çıkan iyonların suda çözünür formlarının

oluşturduğu tuz içeriğindeki dalgalanmalardan kaynaklanmaktadır. Özellikle inorganik formda açığa çıkan ve buharlaşmayan Ca, Mg, PO<sub>4</sub> ve SO<sub>4</sub> gibi iyonların ortamın tuz içeriğini artırdığı, buna karşın organik bileşiklerin parçalanması sonucu açığa çıkan CO<sub>2</sub>'nin ortamdaki nemin varlığında karbonik asit oluşturması ve CO<sub>2</sub>'nin tekrar atmosfer havasına kaçması gibi süreçler sonunda ortamın EC'sinde dalgalanmalar meydana geldiği düşünülmektedir. Bununla beraber, EC'de meydana gelen dalgalanmalar içerisinde meydana gelen düşmelerin, yığına yapılan mikrobiya inokülasyon ve artan mikrobiyal biyokütleinin parçalanma sonunda açığa çıkan inorganik iyonları tüketmesinden de kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

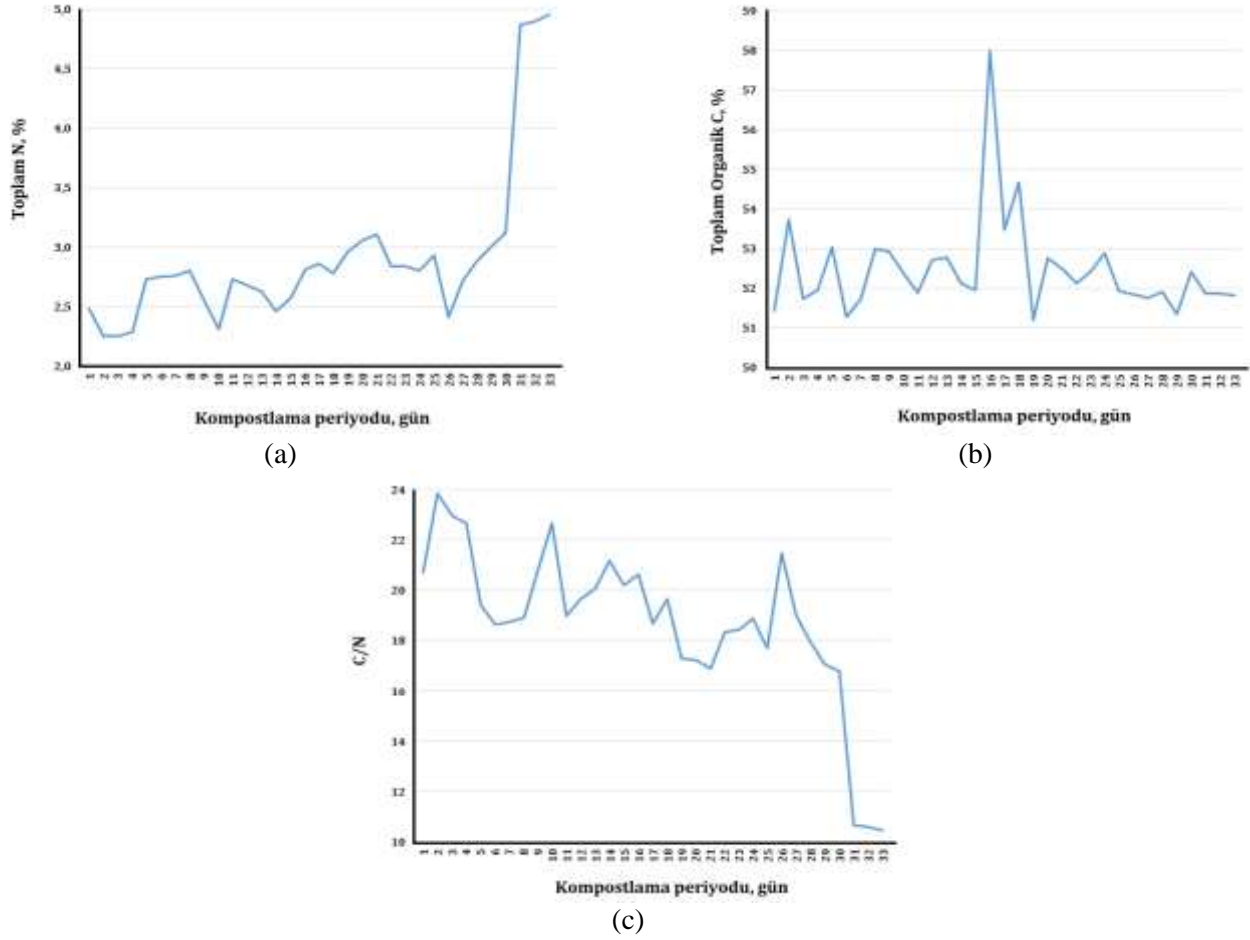


Şekil 3. Kompostlama periyodu boyunca çay atığı yığınının pH (a) ve EC (b) içeriğinde meydana gelen değişimler

### Kompostun N, organik C ve C/N oranında meydana gelen değişimler

Çay fabrikasyon atıklarının aerobik koşullarda windrow yöntemi ile yapılan kompostlama işleminde yığının N, organik C ve C/N oranında meydana gelen değişimler Şekil 4'te verilmiştir. Çalışmada, başlangıçta yığının Toplam N içeriği %2,48 seviyelerinde iken kompostlanma süreci boyunca ortamın toplam N içeriğinde düzenli bir artış olmuş, 90. günün sonunda ise, %4,96'ya ulaştığı saptanmıştır (Şekil 4a). Bu çalışmada, bitkisel ve hayvansal atıkların karıştırılarak yapıldığı klasik kompostlama yöntemlerinin aksine, çay fabrikasyon atığı herhangi bir bitkisel veya hayvansal kökenli artık ve atık ile karıştırılmaksızın, sadece hayvan gübresinden izole edilen mikroorganizmalar ve bunların enerji ve N ihtiyaçlarını karşılanma amacıyla, ortama yığına aşılama ve N çözeltisi ilave edilmiştir. Dolayısıyla, gübre yığınınında meydana gelen N'un artışın sebeplerinden birisi de bu süreçte mikrobiyal beslenmeyi temin için aşılama solüsyonunun mineral N içermesinden kaynaklanabilecektir.

Çay fabrikasyon atıklarından oluşan yığının organik karbon içeriği, kompostlama süresine bağlı olarak dalgalanma gösterdiği, başlangıçta %51,4 organik C içeren kompost yığını kompostlamanın sonunda yine başlangıçtaki seviyeye yakın olarak %51,8 organik C içerdiği belirlenmiştir (Şekil 4b). Kompostlama süreci kolayca parçalanabilen organik maddenin oksidasyonu ile başlamakta olup ortam mikroorganizmaları kompostlama süresi boyunca organik maddeden beslenirken O<sub>2</sub> tüketirler (Shimizu, 2017). Dolayısıyla, kompostlanma süresine bağlı olarak ortamın organik C içeriğinde meydana gelen azalma tamamen mikroorganizmaların beslenme amacıyla organik maddeyi tüketmesi ile ilgilidir. Başlangıçtaki artık ve atıkların mikrobiyal beslenme sonunda organik C tüketilmekte ve CO<sub>2</sub> oluşmaktadır. Oluşan CO<sub>2</sub>'nin atmosfere kaybı yüzünden hem organik C içeriği azalmakta hem de C:N oranı kompostlama esnasında düşmektedir (Şekil 4b, c). Ancak, çalışmada, organik C içeriğinde meydana gelmeyen azalmanın sebebinin, bitkisel kökenli organik C azalırken mikrobiyal kökenli organik C'nun artışı ile açıklanabilir. Bununla beraber, başlangıçta 20,74 olan C:N oranı, kompostlanma süresi boyunca %10,45'e düştüğü belirlenmiştir.



Şekil 4. Kompostlama periyodu boyunca çay atığı yığınının Toplam N (a), Toplam Organik C (b) ve C/N oranında (c) meydana gelen değişimler

### Kompostun kimyasal özelliklerinin birbirleri arasındaki ilişkiler

Çay fabrikasyon atığının kompostlama periyodu boyunca, kompost yığınından alınan örneklerde belirlenen özelliklerin birbirleri arasındaki ilişkiler (Korelasyon matrisi) Çizelge 3'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kompost yığınının C/N oranı ile yığının nem ve sıcaklığı ile önemli pozitif ( $P<0,01$ ), toplam N içeriği ile önemli negatif ilişkiler ( $P<0,01$ ) belirlenmiştir. Bununla beraber, yığın pH'sı ile EC arasında önemli negatif ( $P<0,01$ ), yığının N içeriği ile kompostun yığın nemi ve sıcaklığı arasında önemli negatif ( $P<0,01$ ), yığının toplam organik C içeriği ile kompost yığın nemi arasında önemli pozitif ( $p<0,05$ ) ilişkiler belirlenmesine karşın, kompost yığın sıcaklığı ile dış ortam sıcaklığı arasında önemli ilişki saptanmamıştır. Bu durum, yığın sıcaklığı ve sıcaklık dalgalanması üzerine dış ortam sıcaklığının her hangi bir etki göstermediğini açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca, çay fabrikasyon atığının başlangıç rengi 2.5YR3/4 iken, kompostlama periyodu sonunda ürün renginin ciddi bir koyulaşma gösterdiği saptanmış, nihai çay kompostunun renginin ise 10YR2/1 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. Çay fabrikasyon atığının kompostlama periyodu boyunca, kompost yığınından alınan örneklerde belirlenen özelliklerin birbirleri arasındaki ilişkiler

	DON	DOS	KYN	KYS	pH	EC	N	C	C/N
DON	1	-0,411*	-0,284	-0,354*	-0,286 <sup>0D</sup>	0,378*	0,239 <sup>0D</sup>	-0,318 <sup>0D</sup>	-0,207 <sup>0D</sup>
DOS		1	-0,005 <sup>0D</sup>	-0,024 <sup>0D</sup>	0,182 <sup>0D</sup>	-0,264 <sup>0D</sup>	-0,107 <sup>0D</sup>	-0,095 <sup>0D</sup>	0,006 <sup>0D</sup>
KYN			1	0,716**	0,368*	-0,454**	-0,582**	0,394*	0,639**
KYS				1	0,234 <sup>0D</sup>	-0,430*	-0,622**	0,316 <sup>0D</sup>	0,688**
pH					1	-0,637**	-0,207 <sup>0D</sup>	0,289 <sup>0D</sup>	0,118 <sup>0D</sup>
EC						1	0,290 <sup>0D</sup>	-0,222 <sup>0D</sup>	-0,251 <sup>0D</sup>
N							1	-0,129 <sup>0D</sup>	-0,962**
C								1	0,232 <sup>0D</sup>
C/N									1

DON : Dış ortam nemi; DOS : Dış ortam sıcaklığı; KYN : Kompost yığın nemi; KYS: Kompost yığın sıcaklığı  
\* $P<0,05$ ; \*\* $P<0,01$ , <sup>0D</sup> : Önemli değil

## Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, ülkemizde özellikle çay üretimi yapılan işletmelerden elde edilen çay bitkisine ait artık ve atıkların neden olduğu çevre kirliliğine çözüm üretmek ve bu organik atıkları değerlendirilmesini sağlamak amacıyla, çay atığı windrow yöntemi ile kompostlanarak, kompostlanma süreci boyunca yığının bazı özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Çalışma sonunda, çay fabrikasyon atıklarının mikrobiyal inokülasyon ile windrow yöntemine göre kompostlanabildiği ve elde edilen nihai kompostun ise, C/N oranı, pH gibi özelliklerinin tarım topraklarında güvenle kullanılabilir bir seviyeye geldiği belirlenmiştir. Özellikle yoğun tarımsal faaliyetler sonucunda ülkemiz tarım topraklarının organik madde miktarının önemli miktarlarda azaldığı, azalan organik madde miktarını artırmak için ise ülkemizdeki özellikle büyükbaş hayvansal gübrelerin miktarındaki yetersizlik ve çay bitkisi artık ve atıklarının ise kontrolsüz olarak doğaya terkedildiği göz önüne alındığında, bu atık ve atık biyokütlelerin kompostlanarak tekrar toprak ve doğaya kazandırılabilmesi sonucuna varılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışma, Songül Rakıcıoğlu'nun Doktora Tez çalışmasının bir kısmından üretilmiştir. Çalışmanın yürütülmesinde destek olan Ondokuz Mayıs Üniversitesi'ne teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

- Bilen S, Sezen Y, 1993. Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 24 (2): 156-166.
- Demir Z, Gülser C, 2021. Effects of Rice Husk Compost on Some Soil Properties, Water Use Efficiency and Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Yield under Greenhouse and Field Conditions. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 52(9), pp.1051-1068.
- Dominguez J, Edwards CA, 2011. Relationships between Composting and Vermicomposting. In: Vermiculture Technology, Edwards CA, Arancon N, Sherman R, CRC Press, pp 12-24.
- Durmuş M, Kızılkaya R, 2018. Domates üretim atık ve artıklarından kompost eldesi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 6(2) 95 – 100
- Edwards CA, Askar AM, Vasko-Bennett MA, Arancon N, 2011. Use of Aqueous Extracts from Vermicomposts or Teas in Suppression of Plant Pathogens. In: Vermiculture Technology, Edwards CA, Arancon N, Sherman R, CRC Press, pp 166-183.
- Gray KR, Sherman K, 1969. Accelerated Composting of Organic Wastes. Birmingham University Chemical Engineering 20:64-74.
- Gülser C, Kızılkaya R, Aşkın T, Ekberli İ, 2015. Changes in soil quality by compost and hazelnut husk applications in a hazelnut orchard. Compost Science & Utilization 23(3): 135-141.
- Haug RT, 1993. The practical handbook of compost engineering. Florida:Lewis Publishers.
- Hepşen Türkyay FŞ, 2010. Fındık zürufu ve arıtma çamurunun solucanlar ile kompostlanması ve elde edilen vermicompostun sera ve tarla koşullarında toprakların biyolojik özelliklerinde meydana getirdiği etkilerin belirlenmesi. OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun.
- Iqbal MK, Shafiq T, Ahmed K, 2010. Effect of different techniques of composting on stability and maturity of municipal solid waste compost. Environmental Technology 31 (2): 205-214.
- Kacar B, 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri I. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 453, Ankara.
- Kacar B, 1995. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri II. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No. 3, Ankara.
- Kızılkaya R, Hepşen Ş, 2007. Microbiological Properties in Earthworm Cast and Surrounding Soil Amended with Various Organic Wastes. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38:2861-2876, 2007.
- Nielsen H, Berthelsen L, 2002. A model for temperature dependency of thermophilic composting process rate. Compost Science & Utilization 10 (3): 249-257.
- Poincelot RP, 1972. The biochemistry and methodology of composting. Connecticut Agriculture Experiment Station Bulletin No.727. 38p
- Ryan J, Estefan G, Rashid A, 2001. Soil and plant analysis laboratory manual. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Syria
- Shimizu N, 2017. Process Optimization of Composting Systems. In: Robotics and Mechatronics for Agriculture Zhang D, Wei B. (Eds). CRC Press Boca Raton, FL. pp. 1-22.
- Sundberg C, Smars S, Jönsson H, 2004. Low pH as an inhibiting factor in the transition from mesophilic to thermophilic phase in composting. Bioresource Technology 95: 145-150.
- Zucconi F, de Bertoldi M, 1987. Compost specifications for the production and characterization of compost from municipal solid waste. In: Compost: production, quality and use. de Bertoldi M, Ferranti MP, L'Hermite P, Zucconi F. (Eds.). Elsevier Applied Science, Essex pp.30-50.