

FARKLI KOMPOST ORANLARI İLAVE EDİLMİŞ KERMES MEŞESİ TOPRAKLARININ KARBON MİNERALİZASYONU

Şahin CENKSEVEN¹, Cengiz DARICI¹, Hüsniye AKA SAĞLIKER^{2*}

¹Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 01330, Adana

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü,
Karacaoğlan Yerleşkesi, 80000, Osmaniye

Özet

Kompostlanmış tavuk gübresi mikroorganizmalar tarafından biyolojik olarak parçalanabilen bir organik maddedir. Mikroorganizmalar bu organik maddeyi ayrıştırırken CO₂ ve inorganik maddelere dönüştürürler. Bu çalışmanın amacı aynı laboratuvar koşulları altında (sabit nem, 28°C) üç farklı oranda steril ve steril olmayan kompostlanmış tavuk gübresi [(K=kompost, T=toprak), K+T1:6, K+T1:10 ve K+T1:12] ilavesinin kermes meşesi (*Quercus coccifera* L., Fagaceae) topraklarının karbon mineralizasyonunu nasıl etkilediğini belirlemektir. Tüm örneklerin karbon (C) mineralizasyonu 30 gün boyunca CO₂ respirasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Kumulatif C(CO₂) değerleri tüm kompost denemelerinde inkübasyon süresiyle birlikte net olarak artmıştır. Bu artış hem 1:10 hem de 1:12 oranında steril ve steril olmayan kompost ilaveli toprak karışımında 1:6 oranında steril ve steril olmayan kompost ilaveli ve kompost ilavesiz topraktan anlamlı düzeyde daha yüksektir (P < 0.001). Bu sonuçlara göre, hem 1:10 hem de 1:12 kompost:toprak oranlarının mikroorganizmalar ve onların aktiviteleri için 1:6 oranlıya göre daha uygun toprak koşulları sağladığı sonucuna varmak mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Karbon, mineralizasyon, tavuk gübresi, *Quercus coccifera*

CARBON MINERALIZATION OF KERMES OAK SOILS ADDED TO THE DIFFERENT COMPOST RATES

Abstract

Composted chicken manure is the organic matter that has been biologically decomposed by microorganisms. The microorganisms convert this organic matter into CO₂ and inorganic matters. The aim of this study was to determine how carbon mineralization of kermes oak soil (*Quercus coccifera* L., Fagaceae) are affected by the addition of sterilized and unsterilized composted chicken manure at three different rates [(C=compost, S=soil), C+S1:6, C+S1:10 and C+S1:12] under the same laboratory conditions (constant moist at 28°C). Carbon (C) mineralization of all samples was determined by the CO₂ respiration method during 30 days. Cumulative C(CO₂) respired clearly increased with incubation time in all compost treatments. This increase was significantly higher in both 1:10 and 1:12 rates of unsterilized and sterilized compost-soil mixtures than in 1:6 rate of unsterilized and sterilized compost-soil mixtures and soil with no added compost (P < 0.001 for all of them). According to these results, it is possible to conclude that both 1:10 and 1:12 of compost:soil rates provide more suitable soil conditions for microorganisms and their activities than 1:6.

Keywords: Carbon, mineralization, chicken manure, *Quercus coccifera*

1.Giriş

Organik gübre olarak hayvan gübresinin kullanımı özellikle doğal kaynakların korunmasında ve tarımda büyük yararlar sağlayabilmektedir [15,25]. Hayvan gübresinin yüksek organik madde ve azot içermesi toprağın organik madde içeriğinin artmasına ve bu sayede toprak agregat stabilitesi, su tutma kapasitesi, suyun süzülmesi ve hidrolik iletkenliğin artmasına yol açmaktadır [7,12,17,20]. Ayrıca hayvan gübresi toprağa sadece azot, fosfor gibi bitki için yararlı besin elementlerini sağlamakla kalmaz aynı zamanda Türkiye için çok önemli bir konu olan erozyonu engelleyici bir unsur olarak önemlidir [15].

Topraktaki organik artıklardan serbest kalan CO₂-C'in miktarı toprakta kullanılan materyalin cinsine (bitki kalıntısı, hayvan gübresi, lağım atığı gibi) bağlı olarak değişiklik göstermektedir [7]. Toprakta bu organik materyallerin degradasyonundan oluşan karbondioksit uzun süredir mikrobiyal aktivitenin değerli bir göstergesi olarak düşünülmektedir [26]. Toprak mikroorganizmaları CO₂ ve bitki besin elementleri salınımı ile bu organik materyallerin dekompozisyon aşamasını yönetmektedirler [8,24].

Hayvan gübresini toprağa uygulamadan önceki muamele aerobik kompostlama olabilir ki bu işlem gübrenin kompozisyonunu, mikrobiyal stabilitesini ve dolayısıyla bunun toprağa ilavelerinden sonra mineralleşmiş karbon (C) oranını değiştirmektedir [6]. Olgunlaşma derecesine bağlı olarak kompostlar yüksek mikrobiyal aktiviteyi destekleyen zengin ortamlar sağlamanın yanı sıra farklı mikrobiyal populasyonları da içerebilmektedir [11,13,18].

Bu çalışmada Akdeniz iklim koşullarının etkisi altında bulunan Çukurova Üniversitesi kampüsünden alınmış kermes meşesi (*Quercus coccifera* L., Fagaceae) topraklarında C mineralizasyonunu araştırılmıştır. C mineralizasyonu doğal toprakta, 3 farklı oranda [(K=kompost, T=toprak), K+T1:6, K+T1:10 ve K+T1:12]. steril edilmiş ve edilmemiş kompostlanmış tavuk gübresi ilave edilmiş topraklarda ölçülmüştür. Çalışmanın amacı aynı laboratuvar koşulları altında (30 gün, 28°C) kermes meşesi altından alınan toprakların C mineralizasyon oranının hangi kompost oranından daha çok etkileneceğinin belirlenmesidir. Bu oranların belirlenmesi doğal kaynakların korunması ve ekolojik tarım uygulamaları için oldukça önem arz etmektedir. Kermes meşesi (herdem yeşil çalı) Akdeniz iklim zonuna iyi adapte olması nedeniyle [5], bu zonu karakterize eden iyi bir biyo-indikatör bitkidir [30]. Bu çalışmada kermes meşesi ve toprakları insan müdahalesinden uzakta doğal olarak yetiştiği için seçilmiştir.

2. Materyal ve Metod

Çalışma alanı ve toprak karakteristikleri

Araştırma için seçilmiş alan yarı kurak Akdeniz iklim koşulları ile karakterize edilmekte olup Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan Çukurova Üniversitesi (Adana, ortalama yıllık yağış: 663 mm; ortalama yıllık sıcaklık: 18.7°C) kampüsüdür (2200 ha). Adana'nın yağış ve sıcaklık verileri 50 yılın ortalamasıdır [4]. Inkübasyon denemeleri için kullanılmış topraklar Alfisol olarak sınıflandırılmıştır [3].

Ekim 2004'de araştırma alanının şekli dikkate alınarak 3 farklı köşenin her birinden 0-10 cm derinlikten olmak üzere kermes meşesi toprağı örneklenmiştir. Her bir köşeden alınmış toprak örnekleri bir araya getirilerek iyice karıştırılmış ve yeterince homojenize edildikten sonra alanı temsil eden bir örnek olarak düşünülmüştür. Toprak örnekleri laboratuvarında kurutulmuş, organik artıklar ve iskeletinden arındırıldıktan sonra 2 mm'lik elekten eelenmiştir.

Toprağın bünye tipi Hidrometre yöntemi ile [9], toprakların Tarla Kapasitesi (%) 1/3 Atmosferlik Basıncılı Membran cihazı ile [14], Toprak pH'sı 1:2.5'lük Toprak-Su karışımında pH-metre ile [19], Kireç içeriği (%) Scheibler Kalsimetresi ile [1], toprakların organik karbon içeriği (% C) Anne metodu, total azot içeriği (% N) ise Kjeldahl metodu [16] ile belirlenmiştir.

Karışımların hazırlanması ve aerobik mineralizasyon ölçümleri

Kompostlanmış tavuk gübresi Çukurova Üniversitesi Biyoloji Bölümünün Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarından temin edilmiştir. Inkübasyon denemeleri kompostlanmış tavuk gübresi ve kermes meşesi toprak karışımından oluşmuştur (1:6, 1:10 ve 1:12). Toprak C mineralizasyonu 100 g kermes meşesi toprağında (kompost ilave edilmemiş kontrol toprağı), 16.7 g kompostlanmış tavuk gübresi (% 2.79 C) ve 83.3 g toprak (% 1.92 C, 1:6) karışımında, 10 g kompostlanmış tavuk gübresi (% 1.67 C) ve 90 g toprak (% 2.07 C, 1:10) karışımında ve 8.33 g

kompostlanmış tavuk gübresi (% 1.39 C) ve 91.7 g toprak (% 2.11 C, 1:12) karışımında belirlenmiştir. Bu kompost-toprak karışımlarının toplam organik C oranları sırasıyla % 4.71, % 3.74 ve % 3.50 olarak tespit edilmiştir. Aşağıda ifade edildiği gibi inkübasyon deneylerinde 3 farklı oranda kompostlanmış tavuk gübresi (K: Kompost, T: Toprak, Steril:S ve Steril olmayan: Kısaltma kullanılmamıştır) ile muamele edilmiş 6 farklı karışım hazırlanmıştır:

Karışımların kısaltmaları	Karışımlar
K+T1:6	Kompost+Toprak1:6
K+T1:10	Kompost+Toprak1:10
K+T1:12	Kompost+Toprak1:12
SK+T1:6	Steril Kompost+Toprak1:6
SK+T1:10	Steril Kompost+Toprak1:10
SK+T1:12	Steril Kompost+Toprak1:12

Komposta sterilizasyon işlemi; kermes meşesi topraklarının kendi toprak mikroorganizmalarından ve komposttan kaynaklanan mikroorganizma aktiviteleri arasındaki farklılıkları gözlemlemek için uygulanmıştır. Kompost örneklerinin sterilizasyon işlemleri Çukurova Üniversitesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Inkübasyondan önce kompostlanmış tavuk gübresi ve kermes meşesi toprak karışımlarının nem içeriği tarla kapasitesinin %80'ine ayarlanmıştır. Inkübasyon sıcaklığı sabit tutulmuş olup (28°C) C mineralizasyonu 3 günlük aralıklarla 30 gün boyunca CO₂ respirasyon yöntemiyle belirlenmiştir [29]. Karbon mineralizasyon oranları (%) 30 günlük inkübasyon periyodunda üretilmiş kumulatif C(CO₂) değerlerinin toplam organik karbona bölünmesi ile hesaplanmıştır.

İstatistiksel analiz

Zaman içindeki değişimleri bir arada görebilmek için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi (Repeated Measures; General Linear Model) ile steril ve steril olmayan kompostlanmış tavuk gübresi (3 farklı oranda; 1:6, 1:10, 1:12) ile karıştırılmış kermes meşesi toprakları ve zaman faktörleri analiz edilerek değerlendirilmiş ve ortalamaların çoklu karşılaştırılmasında çoklu karşılaştırma testi (TUKEY) kullanılmıştır [21]. Elde edilen değerler (3 tekrarlı) çizelge ve şekillerde ortalama ± standart hata şeklinde ifade edilmiştir. Karşılaştırmalarda önem seviyesi $P \leq 0.05$, 0.01 ve 0.001 olarak alınmıştır.

3.Bulgular ve Tartışma

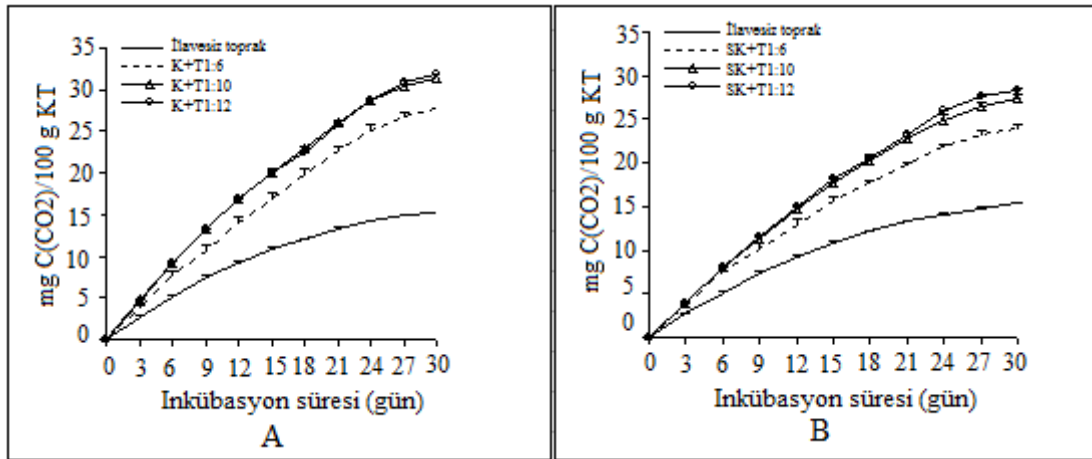
Kermes meşesi topraklarının bünye tipi siltli tın (SiL)'dir. Tarla kapasitesi %26.6 olup pH ve CaCO₃ içeriği (%) sırasıyla 7.87 ve 10.7 olarak belirlenmiştir. Toprak organik C içeriği %2.30 iken toprak N içeriği %2.0'dır. Toprağın C/N oranı ise 11.5 olarak tespit edilmiştir. Kompostlanmış tavuk gübresinin pH, %C, %N ve C/N oranı sırasıyla 9.18, 16.7, 1.09 ve 15.3 olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Kermes meşesi toprakları ile bu topraklara ilave edilmiş kompostlanmış tavuk gübresinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları (ortalama ± standart hata, $n = 3$)

Analizler	Kermes meşesi toprağı
Kil [< 0.002 mm (%)]	16.4 ± 0.31
Silt [0.02-0.002 mm (%)]	25.5 ± 0.36
Kum [2-0.02 mm (%)]	58.2 ± 0.54
Bünye tipi	Siltli tın (SiL)

Tarla kapasitesi (%)	26.6 ± 0.25
pH	7.87 ± 0.01
CaCO ₃ (%)	10.7 ± 2.30
C (%)	2.30 ± 0.03
N (%)	0.20 ± 0.01
C/N	11.5 ± 0.57
<i>Kompostlanmış tavuk gübresi</i>	
pH	9.18 ± 0.01
C (%)	16.7 ± 0.07
N (%)	1.09 ± 0.02
C/N	15.3 ± 0.40

Kompostlanmış tavuk gübresi ilave edilmemiş kontrol toprağının C mineralizasyonu istatistiksel olarak K+T1:6, K+T1:10, K+T1:12, SK+T1:6, SK+T1:10 ve SK+T1:12'den düşüktür ($P < 0.001$). Kumulatif C(CO₂) değerleri tüm kompost ilaveli karışımlarda inkübasyon süresine paralel olarak net bir şekilde artış göstermiştir (Şekil 1). Inkübasyon periyodunun sonunda bu artış K+T1:10 ve K+T1:12 karışımında K+T1:6 ve kompost ilavesiz kontrol toprağına göre anlamlı düzeyde daha yüksektir ($P < 0.001$). Tüm bunların yanı sıra K+T1:10 ve K+T1:12 karışımları arasında anlamlı bir farkın olmadığı saptanmıştır ($P > 0.05$, Şekil 1). Topraklara kompost uygulaması organik madde mineralizasyonunu artırmaktadır [22]. Aktüel ve potansiyel karbon mineralizasyonu toprağına ilave edilmiş kompostun miktarı ile anlamlı düzeyde artmaktadır [10,27].



Şekil 1. İlavesiz ile sterilize edilmemiş kompost ve toprak karışımı (A), ilavesiz ile sterilize edilmiş kompost ve toprak karışımının (B) farklı günlerdeki kumulatif karbon mineralizasyonu (ortalama ± standart hata, $n = 3$)

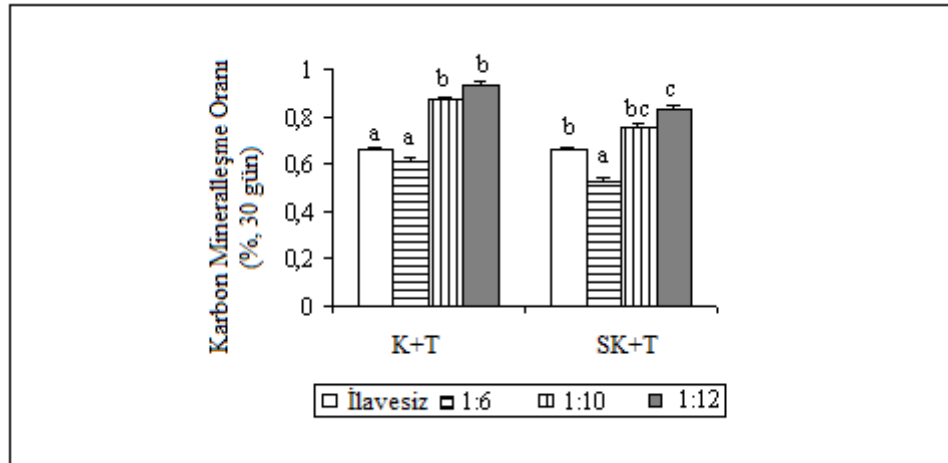
30 günlük inkübasyon periyodunun sonunda steril ve steril olmayan kompost ilave edilmiş kermes meşesi topraklarının her biri C mineralizasyonu açısından bir diğeri ile kıyaslandığında, SK+T1:6, SK+T1:10 ve SK+T1:12 istatistiksel olarak K+T1:6, K+T1:10 ve K+T1:12 karışımından daha düşüktür (SK+T1:6 ve K+T1:6, K+T1:10, K+T1:12 arasında $P < 0.001$, SK+T1:10 ve K+T1:10 arasında $P < 0.001$, SK+T1:10 ve K+T1:12 arasında $P < 0.001$, SK+T1:12 ve K+T1:10 arasında $P < 0.001$, SK+T1:12 ve K+T1:12 arasında $P < 0.001$). K+T1:6 karışımı hem SK+T1:10 hem de SK+T1:12 karışımından farklı bir mikrobiyal aktivite göstermemiştir ($P > 0.05$). Bu çalışmada kompostun steril edilmesinden dolayı C mineralizasyonunda azalma gözlenmiştir. Sterilizasyon işlemi komposttan

kaynaklanan mikroorganizmaların yok olmasına neden olmuştur. Bir başka çalışma, kompostun ilk sterilizasyonunun mikrobiyal komünitenin yapısı üzerine zayıf veya önemsiz etkisinin olduğunu tespit etmiştir. Bahsi geçen çalışmada toprak+yüksek düzeyde steril kompost karışımı ile toprak+yüksek düzeyde steril olmayan kompost karışımı kıyaslanmıştır [28]. Mevcut çalışmada inkübasyon periyodu boyunca, bu kompost karışımı örneklerin maksimum C mineralizasyonu inkübasyonun 1. ve 3. günleri arasında gerçekleşmiştir. Bu durum kompostta kolaylıkla parçalanabilen organik karbonun yüksek konsantrasyondaki varlığından dolayıdır ki bu da topraktaki mikrobiyal populasyonda büyük bir artışa olanak sağlamaktadır. Elde edilen bu bulgular bazı araştırmacıların 7 farklı kompost örneğiyle yaptığı çalışmadan elde ettikleri bulgularla benzerlik göstermektedir [7]. Inkübasyon süresi, inkübasyon süresi ve karışımlar arasındaki etkileşimler $P < 0.001$ düzeyinde anlamlıdır (Tablo 2).

Tablo 2. Mineralize olmuş tekrarlı C ölçümlerinin ANOVA (General Linear Model) sonuçları ($n = 21$) ile inkübasyon süresi ve karışımlar arasındaki etkileşimler

	Type III sum of squares	df	Mean square	F	Significance
Incubation time	22548.974	1	22548.974	22016.452	< 0.001
Incubation time x mixtures	1435.910	18	79.773	77.889	< 0.001
Residuals (time)	38.919	38	1.024		

K+T1:10 ve K+T1:12 karışımının C mineralizasyon oranı kompost ilavesiz kontrol toprağından ve K+T1:6 karışımından anlamlı düzeyde yüksektir [$P < 0.001$, (Şekil 2)].



Şekil 2. Inkübasyon periyodunun sonunda (30 gün) sterilize edilmemiş ve edilmiş kompost-toprak karışımlarında ve kompost ilavesiz toprakta organik karbonun mineralleşme oranları [$(C(CO_2)/C_{\text{toplam}}) \times 100/30$ gün, (ortalama \pm standart hata, $n = 3$)]. Şekil üzerindeki farklı harfler karışımlar arasındaki anlamlı farklılığı ifade etmektedir ($P \leq 0.05$).

C mineralizasyon oranı açısından değerlendirildiğinde K+T1:10 ve K+T1:12 karışımları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($P > 0.05$). Steril kompost toprağına farklı oranlarda ilave edildiğinde, SK+T1:10 ve SK+T1:12 karışımları SK+T1:6 karışımından anlamlı düzeyde yüksektir ($P < 0.001$). SK+T1:6 ve SK+T1:12 karışımları kompost ilavesiz kontrol toprağından anlamlı düzeyde farklıdır (SK+T1:6 ve kompost ilavesiz kontrol toprağı arasında $P = 0.003$, SK+T1:12 ve kompost ilavesiz kontrol toprağı arasında $P < 0.001$). Bu sonuçlar toprağın belli bir denge içinde olduğunu ve belli bir mikroorganizma populasyonuna sahip olduğunu göstermektedir. Toprakta artan kompost oranı ile mikrobiyal aktivitenin artması (1:10, 1:12), bu oranlar ile 1:6 ve kompost ilavesiz topraklar arasında anlamlı farklılığın oluşmasına neden olmuştur. Benzer bulgular Halep çamı ve kermes meşesi yaprakları ilave edilmiş keçiboynuzu topraklarında da gözlemlenmiştir [2]. Aminoasit ve karbonhidrat formunda çözünür organik karbonun yüksek oranına sahip olan bitki kalıntıları, hayvan gübreleri ve lağım çamurları gibi organik artıkların degradasyonu toprağına ilave edilmelerinden sonra derhal CO_2 üretimi ile kendini göstermektedir [23]. Bu çalışma ile toprağına ilave edilen organik madde miktarının önemi bir kez daha vurgulanmıştır.

Kaynaklar

- [1] L.E. Allison, C.D. Moodie, "Carbonate", In: C.A. Black et al. (Ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2, Agronomy series, American Society of Agronomy* 9, USA (1965).
- [2] H. Aka, C. Darıcı, "Carbon and nitrogen mineralization in carob soils with Kermes oak and Aleppo pine leaf litter" *European Journal of Soil Biology* 41, 31-38 (2005).
- [3] Anonymous, "Keys to Soil Taxonomy", *USDA-NRCS*, Washington (1998).
- [4] Anonymous, "Ortalama ve Ekstrem Kıymetler", *Meteoroloji Müdürlüğü Yayını*, Ankara (2001).
- [5] H. Arslan, S. Kırmızı, F.S. Sakar, G. Gülerüz, "Nitrate Reductase Activity (NRA) in Some Shrub Species from Mediterranean Environment", *Ekoloji* 71, 49-56 (2009).
- [6] M.P. Bernal, H. Kirchmann, "Carbon and nitrogen mineralization and ammonia volatilization from fresh, aerobically and anaerobically treated pig manure during incubation with soil", *Biology Fertility of Soils* 13, 135-141 (1992).
- [7] M.P. Bernal, M.A. Sánchez-Monedero, C. Paredes, A. Roig, "Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil", *Agriculture, Ecosystems and Environment* 69, 175-189 (1998).
- [8] J. Boulter, J. Trevors, G. Boland, "Microbial studies of compost: bacterial identification, and their potential for turfgrass pathogen suppression" *Journal Microbiology and Biotechnology* 18, 661-671 (2002).
- [9] G.S. Bouyoucos, "A Recalibration of the Hydrometer for Mohing Mechanical Analysis of Soil", *Agronomy Journal* 43, 434-438 (1951).
- [10] R.R. Busby, H.A. D.L. Torbert, "Gebhart Carbon and nitrogen mineralization of non-composted and composted municipal solid waste in sandy soils", *Soil Biology and Biochemistry* 39, 1277-1283 (2007).
- [11] C.Y. Chang, C.C. Chao, W.L. Chao, "Community structure and functional diversity of indigenious fluorescent *Pseudomonas* of long-term swine compost applied maize rhizosphere", *Soil Biology and Biochemistry* 40, 495-504 (2008).
- [12] İ. Çelik, İ. Ortaş, S. Kılıç, "Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil", *Soil Tillage Research* 78, 59-67 (2004).
- [13] A.K. Çolak, "Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası", *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* 98, Adana (1995).
- [14] İ. Demiralay, "Toprak Fiziksel Analizleri", *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* 143, Erzurum (1993).
- [15] S. Dinçer, H. Güvenmez, Ö. Çolak, "Mesophilic composting of food waste and bacterial pathogen reduction", *Annals of Microbiology* 53, 267-274 (2003).
- [16] P. Duchaufour, "Precis de Pedologie", *Masson et C^{le}*, Editeurs, Paris (1970).
- [17] H.V. Eck, B.A. Stewart, "Manure", In: Rechcigl JE (ed) *Soil Amendments and Environmental Quality*, *CRC Press*, Boca Raton, 169-198 (1995).
- [18] E. Hızalan, "Toprak Organizmaları", *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* 451, Ankara (1971).
- [19] M.L. Jackson, "Soil Chemical Analysis", *Pretice-Hall Inc.*, Englewood Cliffs, New Jersey (1958).
- [20] M.I. Khalil, M.B. Hossain, U. Schmidhalter, "Carbon and nitrogen mineralization in different upland soils of the subtropics treated with organic materials", *Soil Biology and Biochemistry* 37, 1507-1518 (2005).
- [21] D.G. Kleinbaum, L.L. Kupper, K.E. Muller, A. Nizam, "Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods", *Duxbury Press*, California (1998).
- [22] J. Leifeld, S. Siebert, I. Kögel-Knabner, "Biological activity and organic matter mineralization of soils amended with biowaste composts", *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 165, 151-159 (2002).
- [23] H. Marstorp, "Influence of soluble carbohydrates, free amino acids, and protein content on the decomposition of *Lolium multiflorum* shoots", *Biology and Fertility of Soils* 21, 257-263 (1996).
- [24] B. Mary, S. Recous, D. Darwis, D. Robin, "Interaction between decomposition of plant residues and nitrogen cycling in soils", *Plant Soil* 181, 71-82 (1996).
- [25] R. Moral, J. Moreno-Caselles, M.D. Perez-Murcia, A. Perez-Espinosa, B. Rufete, C. Paredes, "Characterisation of the organic matter pool in manures", *Bioresource Technology* 96, 153-158 (2005).
- [26] G.H. Rashid, R. Schaefer, "The seasonal pattern of carbon dioxide evolution from two temperatio forest "catena" soils", *Revue D Ecologie Et De Biologie Du Sol* 22, 419-431 (1985).
- [27] C. Saison, V. Degrange, R. Oliver, D. Montange, X. Le Roux, "Impact of Compost Amendment on The Activity, Size and Genetic Structure of Soil Microbial Community", *Geophysical Research Abstracts* 6, 7405 (2004).
- [28] C. Saison, V. Degrange, R. Oliver, P. Millard, C. Commeaux, D. Montange, X. Le Roux, "Alteration and resilience of the soil microbial community following compost amendment: effects of compost level and compost

borne microbial community”, *Environmental Microbiology* 8, 247-257 (2006).

[29] R. Schaefer, “Characteres et evolution des activites microbiennes dans une chaine de sols hidromorphes mesotrophiques de la plaine d’Alsace”, *Revue D Ecologie Et De Biologie Du Sol* 4, 567-592 (1967).

[30] C.N. Tsiouvaras, “Ecology and management of Kermes oak (*Quercus coccifera* L.) shrublands in Greece: A Review”, *Journal of Range Management* 40, 542-546 (1987).