



Alınış tarihi(Received): 27.10.2021
Kabul tarihi (Accepted): 05.12.2021

Kurak İklim Koşullarında Yüksek Rakımlı Farklı Arazi Kullanımlarında Karbon Fraksiyonlarındaki Kısa Süreli Değişim

Şahin ERDOĞAN¹, Rasim KOÇYİĞİT^{1*}, İrfan OĞUZ¹

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat.

*Sorumlu Yazar: rasim.kocyigit@gop.edu.tr

ÖZET: Karasal ekosistemde farklı arazi kullanım aşamalarında toprakta organik karbonun tutulması ve mevcut olan karbonun muhafazasına yönelik yapılması gereken çalışmalar yaşamsal anlamda bütün canlılar için çok fazla önem arz etmektedir. Bundan dolayı yeryüzünde farklı arazi kullanımı altında karbon değerleri çok önemlidir. Yapılan bu çalışma ile kurak iklim koşullarında Malatya İli Doğanşehir İlçesi Yolkoru köyü, Boyalık mevkiinde yer alan aynı lokasyonda bulunan bahçe, tarla ve mera alanlarında bazı organik karbon fraksiyonlarındaki değişim belirlenmiştir. Toprak örnekleri her bir kullanımda 3 farklı noktadan ve 3 farklı derinlikten (0-5, 5-15 ve 15-30 cm) alınmıştır. Alınan bu numuneler analize hazır hale getirilerek toprakların tekstür, pH, kireç, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, toplam C, organik C ve mikrobiyal biyokütle C değerleri tespit edilmiştir. pH değerlerinde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Kireç içeriği bahçe ve buğday ekimi yapılan alanda kademeli olarak yüzeyden derinlere doğru artmıştır. Hacim ağırlıkları 1.07 ile 1.40 g cm⁻³ arasında değişmiştir. Organik madde açısından önemli bir farklılık görülmemiştir. Arazi kullanımındaki 15 yıllık değişim organik C üzerinde henüz anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Mikrobiyal biyokütle C değerleri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Mera topraklarında yüzeyden derinlere doğru artış gerçekleşmiş, tarla ve bahçede düşük mikrobiyal biyokütle gerçekleşmiştir. Tarımsal uygulamalar etkisi en kısa sürede mikrobiyal C üzerinde göstermektedir.

Anahtar Kelimeler – Organik karbon, Karbon fraksiyonu, Arazi kullanımı, Yüksek araziler.

Short-Term Change in Carbon Fractions in Different Land Uses at High Altitudes in Arid Climate Conditions

ABSTRACT: In the terrestrial ecosystem, in order to keep the existing organic carbon at different level under the different land uses are important for all living things. Therefore, carbon values are very important under different land use on the earth. In this study, the changes in some organic carbon fractions were determined in the garden, field and pasture areas located in Boyalık, Yolkoru village of Doğanşehir district in Malatya Province under arid climatic conditions. Soil samples were taken from three different sampling points and depths (0-5, 5-15 and 15-30 cm) in each use. These samples were used for determining soil particle distribution, pH, lime content, soil bulk density, field capacity, total C, organic C, and microbial biomass C values. Soil pH was similar under the different land uses. It has been determined that the lime content gradually increased from the surface to the depths in the garden and crop land. The soil bulk density ranged from 1.07 to 1.40 g cm⁻³. There was no significant difference in terms of organic matter. Organic carbon and total carbon values were similar in these land uses. The 15-year change in land use has not yet made any significant difference in organic C. Microbial biomass C values were found significant. There was an increase from the surface to the deeper depths in the pasture, but there is a decrease in the crop land and garden. Agricultural applications show the effect on microbial C as soon as possible.

Keywords – Organic carbon, Carbon fractions, Land use, High land.

1. Giriş

Karbonun toprakta bilinçli ve dengeli bir şekilde yönetilmesi için toprak oluşum ve gelişim süreçleri ile fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Topraklarda meydana gelen agregatlaşma seviyesi ve bunun korunması, erozyonun önlenmesi ve bitkisel üretim açısından büyük önem taşımaktadır. Agregatların dayanıklılığı üzerine organik madde, kil miktarı ve kilin tipi, oksitlenme miktarının etkili olduğu bilinmektedir (Öztürkmen ve Savaş, 2014). Bununla birlikte organik karbon makro agregat dağılımında, seskioksitler ise mikro agregat dağılımında etkili olmaktadır (Yao ve ark., 1990). Küresel ısınmanın asıl sebebi olarak, sanayileşme ve arazi kullanımlarındaki değişikliklerden kaynaklanan ve atmosfere salınan CO₂ düzeyindeki artış gösterilmektedir (Sivrikaya ve Bozali, 2012). Buna bağlı olarak alınması gereken önlemlerin bir an önce alınması, gelecekte oluşabilecek olumsuz sonuçların önüne geçilmesi açısından oldukça önemlidir. Atmosferde bulunan karbonun büyük bir kısmı CO₂ gazı halinde yer alırken karasal ekosistemde bulunan karbonun büyük bir çoğunluğu çözünmüş ve çökelmiş organik bileşikler halinde yer almaktadır (Lal, 2005).

Toprak organik karbonu toprak özellikleri yanı sıra birçok çevre faktörünün ortak bir fonksiyonudur. Çalışmalar killi toprakların organik C içeriklerinin kumlu topraklara göre daha yüksek olduğunu, bunun yegâne nedeninin ise killerin organik maddeyi tutarak ayrışmaya karşı dirençli hale getirmeleri olduğu belirtilmektedir (Neufeld ve ark., 2002; Dexter, 2004; Nunes ve ark., 2020). Eğimli toprakların organik C içeriği düz ve taban arazilere göre daha düşüktür. Çünkü eğimli topraklarda bitki örtüsünün nispeten daha zayıf olması ve yüzey akışları nedeniyle organik materyalin erozyonla alçak ve çukur alanlara taşınmasıdır. Diğer taraftan, aynı iklim ve eğim koşullarında kuzeye bakan yamaçlardaki toprakların organik madde içeriği güneye bakan yamaçlardaki topraklara nazaran daha yüksektir (Fanning ve Fanning, 1989). Bu durum kuzeye bakan yamaçlarda düşük sıcaklığa bağlı olarak organik C ayrışmasının güney yamaçlara göre düşük olmasının bir sonucudur. Yapılan bir çalışmada ormanlarda toplam organik C birikiminin sıcaklık ve yağışın kontrolünde olduğu vurgulanmıştır (Wiesmeier ve ark., 2013). Toprak organik karbon miktarı yağış miktarıyla artmasıyla artarken yıllık ortalama sıcaklığın artmasıyla azalmaktadır (Nunes ve ark., 2020). Genel olarak toprak organik karbonu koruyucu uygulamaların toprak sağlığına olan etkisini göstermek açısından iyi bir indikatördür (Lal, 2016).

Toprakta depolanmış halde bulunan karbonun toprağa ve çevreye olan olumlu etkisi en iyi bilenen bir gerçektir (Marland ve ark., 2001). Ortalama organik C miktarındaki değişim 0-30 cm derinlikte, tarım arazisinden meraya dönüşümde $18 \pm 11 \text{ Mg ha}^{-1}$, tarım arazisinden orman alanına dönüşümde $21 \pm 13 \text{ Mg ha}^{-1}$, meradan tarım arazisine dönüşümde $-19 \pm 7 \text{ Mg ha}^{-1}$ ve meradan orman alanına dönüşümde $-10 \pm 7 \text{ Mg ha}^{-1}$ düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Poeplau ve Don, 2013). Toprak organik karbon miktarındaki artış o ekosistemin yaşına bağlı olarak da farklılık göstermektedir. Lunstrum ve Chen (2014) Güneydoğu Çin bölgesinde orman yaşıyla birlikte toprak organik C miktarının arttığı, fakat yalnızca 70 yaşındaki ormanda istatistiksel olarak anlamlı görülmüştür. Orman ekosisteminde organik C'nin dağılımı toprak profilinde farklılık göstermekte ve yüzeyden aşağıya doğru hızla düşmektedir.

Yapılan bu çalışmanın amacı kurak iklim koşulunda meradan tarımsal kullanım ve bahçeye dönüştürülen alanlarda yaklaşık 15 yıl sonra organik C fraksiyonlarındaki değişimin belirlenmesi. Elde ettiğimiz bu değerler bizlere farklı kullanım alanlarındaki

organik karbon miktarının tespitini, hangi kullanımda karbon miktarının değişime uğradığını ve ne tür uygulamaların organik karbon açısından faydalı olduğunu bilmemiz açısından yapılmış bir çalışmadır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Malatya Doğanşehir İlçesi Yolkoru Mahallesi Boyalık mevkiinde 38°127'054.01 kuzey enlemleri, 37°858'500.48 doğu, boylamları arasındadır. Çalışma birbirine komşu mera, meyve bahçesi (kayısı) ve tarım alanlarında yürütülmüştür. Toprak yapısı itibariyle Terra Rossa (Kırmızı toprak) gurubunda yer almakta olup yükseklik 1290 m'dir. Yörenin yıllık ortalama sıcaklık değeri 13.5 iken yıllık yağış ortalaması 393 mm'dir. Çalışmanın yürütüldüğü mera alanı herhangi bir uygulama yapılmayan otlatmaya açık alan olarak kullanılmaktadır. Kayısı bahçesi 2005 yılı ilkbaharında dikilmiş, ilk 4 yıl boyunca düzenli bir şekilde bakımları (organik ve kimyasal gübreler, kimyasal mücadele ve kültürel uygulamalar) yapılmış ve daha sonraki 6 yıl boyunca hiçbir kültürel ve kimyasal uygulama yapılmamıştır. Ağaçlara 2015 yılında 10 yaşında iken kimyasal ilaçlama, budama, sulama ve suni gübre uygulaması yapılmış, organik gübre takviyesi hiçbir şekilde yapılmamıştır. 2015 yılı sonrası hiçbir bakım ve uygulama yapılmamıştır. Toprak yüzeyinde gelişen yabancı otlar toprak işleme ile yılsonunda toprağa karıştırılmaktadır. Tarım arazisi olarak kullanılan alanda son 6-7 yıldır buğday ve mısır ekimi yapılmaktadır. Yalnızca bitkinin ihtiyacına bağlı olarak kimyasal gübre kullanılmaktadır. Mevcut alanda daha öncesinde tütün ve fasulye ekimi yapılmıştır. Her bir alanda, araziyi iyi bir şekilde temsil edebilecek üç farklı örnek alma yeri rastgele seçilmiştir. Her bir örnek alma yerinden üç ayrı derinlikte (0-5, 5-15, 15-30 cm) toprak örnekleri alınmıştır. Bu çalışmada toprak örnekleri 2018 yılı Kasım ayında alınmıştır. Alınan bu örnekler analiz anına kadar 4 °C' de bekletilerek, bekleme süresince oluşabilecek değişimler minimum düzeye indirgenmiştir. Analize hazır hale getirilmiş olan toprak örneklerinde toprak reaksiyonu (pH), organik madde (%), kireç (%), tekstür, tarla kapasitesi, toplam C, organik C, mineralize C ve mikrobiyal biyokütle karbon belirlenmiştir. Toprakların tanecik dağılımı Bouyocous hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Bouyocous, 1951). Kuru hacim ağırlığı, 100 cm³ hacme sahip silindirler toprağa çakılmak suretiyle tespit edilmiştir (Blake and Hartge, 1986). Toprak reaksiyonu 1:2.5 toprak su (w:v) karışımı ile belirlenmiştir (Richards, 1954). Kireç içeriği Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir (Çağlar, 1949). Organik madde ve organik karbon yaş yakma yöntemi olan Walkley-Black metodu kullanılarak ölçülmüştür (Tüzüner, 1990). Mikrobiyal biyokütle karbon fümigasyon ve inkübasyon yöntemiyle belirlenmiştir (Horwath ve Paul, 1994). İnkübasyon sırasında açığa çıkan CO₂ alkali çözelti olan NaOH içerisinde tutulmuştur. Çözelti içerisindeki karbonatlar BaCl₂ ile çökeltilerek fazla hidroksiller 0.5M HCl yardımıyla geri titrasyonla belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen veriler Varyans Analizi (ANOVA) ve en küçük ortalama fark testi yapılarak $\alpha=0.05$ önem düzeyine göre SPSS 11 kullanılarak analiz edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan bu çalışmada mera, bahçe (kayısı) ve tarım arazisi (buğday tarımı) topraklarının % kum, kil ve silt içerikleri arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmamıştır. Tekstür durumunu yansıtan değerler Çizelge 1'de yer almaktadır. Bu sonuçlara göre mevcut alanların tekstür durumu tınlı ve killi tın şeklinde olup, mera alanına ait bütün derinliklerde ve bahçe 0-5 cm derinlikte toprak yapısının tınlı olduğu görülmektedir. Bahçe 5-15 ve 15-

30 cm'de ve tarlanın bütün derinliklerinde tekstür killi tın şeklinde belirlenmiştir. Yapılan analizlerde kil oranı en yüksek %38.3 olarak tarla 15-30 cm'de, en düşük kil oranı %29.7 ile bahçe ve merada belirlenmiştir. Neufeld ve ark. (2002) ve Dexter (2004) yapmış oldukları çalışmalarda killi toprakların organik karbon değerlerinin kumlu topraklara göre daha fazla olduğunu, bu durumun kil minerallerinin organik maddenin etrafını sararak ayrışmaya karşı korumasının bir sonucudur.

Çizelge 1. Farklı arazi kullanımı ve derinliğe bağlı olarak tekstür değişimi (0-5,5-15,15-30 cm)
Table 1. Variation in texture depending on different land use and depth (0-5.5-15.15-30 cm)

Arazi Kullanımı	Derinlik cm	Silt	Kil %	Kum	Tekstür Sınıfı
Mera	0-5	24.7±4.2a*	31.0±10.0a	44.4±9.6a	Tın
	5-15	27.3±3.1a	29.7±2.3a	43.3±3.5a	Tın
	15-30	28.7±4.2a	31.0±6.0a	40.6±9.5a	Tın
Bahçe	0-5	24.7±1.2a	29.7±2.3a	45.9±3.1a	Tın
	5-15	21.3±6.4a	34.3±5.8a	44.6±10.1a	Killi Tın
	15-30	32,0±2,0a	29.7±8.1a	38.6±9.0a	Killi Tın
Tarım Arazisi	0-5	26.7±2.3a	36.3±1.2a	37.3±2.0a	Killi Tın
	5-15	25.3±2.3a	34.3±8.1a	40.6±6.4a	Killi Tın
	15-30	23.3±3.1a	38.3±2.3a	38.6±1.2a	Killi Tın

± Standart hata; *Farklı harfler aynı sütun içerisinde istatistiksel olarak 0.05 önem düzeyinde önemlidir.

Farklı tarımsal alanlardaki toprakların pH değerlerinde değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Kayısı bahçesinde toprak pH değerleri 7.4 ile 7.6 arasında yer almaktadır. Merada pH 7.5 olarak ölçülmüştür. Tarım arazisinde pH değerleri 7.5 ile 7.7 arasında değişim göstermektedir. Tarım arazisinde pH değerlerinin hafif yükselme eğiliminde olduğu görülmektedir. EC değerleri açısından en yüksek değer mera 0-5 cm de belirlenmiştir (396.7 μScm^{-1}). Mera ve bahçede yüzeyde tuzluluk değerlerinde bir artma eğilimi oluşurken tarım arazisinde genelde profilde homojen bir dağılım göstermiştir.

Çizelge 2. Farklı arazi kullanımlarında toprakların pH, EC, Kireç ve organik madde değerleri.
Table 2. pH, EC, lime and organic matter values of soils in different land uses

Arazi Kullanımı	Derinlik cm	pH	EC μScm^{-1}	Kireç %	Organik madde %
Mera	0-5	7.5±0.1ab*	396.7±21.9d	5.0±2.1a	3.3±0.5a
	5-15	7.5±0.0ab	310.0±10.0bc	5.6±3.2a	3.1±0.2a
	15-30	7.5±0.1abc	310±11.6bc	3.8±1.7a	2.9±0.4a
Bahçe	0-5	7.6±0.0abc	326.7±12.0c	2.8±0.8a	3.5±0.5a
	5-15	7.6±0.0abc	226.7±24.1a	3.7±2.2a	3.4±0.1a
	15-30	7.4±0.1a	326.7±14.6c	3.4±0.5a	3.0±0.3a
Tarım Arazisi	0-5	7.5±0.0abc	276.7±13.4abc	3.9±2.0a	3.8±0.5a
	5-15	7.7±0.0c	290.0±15.3bc	4.3±2.7a	3.4±0.4a
	15-30	7.6±0.0b	266.7±8.8ab	5.7±1.6a	3.5±0.2a

± Standart hata; *Farklı harfler aynı sütun içerisinde istatistiksel olarak 0.05 önem düzeyinde önemlidir.

Farklı kullanımlar altındaki toprakların kireç içeriklerinde önemli bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 2). Kireç içerikleri %2.8 ile 5.7 arasında değişim göstermiştir.

Toprakların kireç içeriklerinde yaklaşık 15 yıllık arazi kullanımları süresince önemli bir değişim görülmemiştir. Toprakların organik madde değerlerine bakıldığında istatikselsel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır ($p>0.05$). Mevcut değerler arasında en yüksek oran %3.8 ile 0-5 cm tarlada, en düşük değer ise %2.9 ile mera 15-30 cm de tespit edilmiştir. Toprakta yer alan organik madde miktarı iklim, bitki örtüsü, toprak işleme yöntemleri, topoğrafya, drenaj, toprağa ilave edilen organik madde içeriği, kalitesi ve uygulama şekliyle yakından ilgilidir. Toprakta yer alan organik madde miktarının değeri ve kalitesi, yeteri derecede organik materyalin ayrışması ve yararlı hale gelmesi toprak mikroorganizmalarının faaliyetleri sonucunda oluşmaktadır. Çok çeşitli bitkisel ürün deseni ile kaplı olan alanlarda yüzeye dökülen bitki atıkları ve bitki kökleri vasıtasıyla toprakta yer alan organik madde miktarı artmaktadır. Farklı tarımsal kullanımların organik madde üzerinde henüz önemli bir etki oluşturmamış olması, geçen sürenin yeterli olmaması ve yoğun toprak işleme işlemlerinin yapılmamasından olduğu düşünülebilir. Organik madde içeriğinin bahçe ve tarım toprağında oldukça homojen bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 3. Farklı arazi kullanımlarına bağlı toprakların organik C, mikrobiyal biyokütle C, inorganik C, toplam C değerleri.

Table 3. Organic C, microbial biomass C, inorganic C, total C values of soils related to different land uses.

Arazi Kullanımı	Derinlik cm	Organik C	Mikrobiyal biyokütle C g C m ⁻²	İnorganik C	Toplam C
Mera	0-5	1189±136a ¹	8.7±1.6a	369±159a	1559±263ab
	5-15	2648±71cd	36.6±8.2c	987±551a	3635±479cd
	15-30	3739±602de	183.5±23.4d	971±379a	4711±331de
	0-30	7548±677a ²	228.8±24.2a	2328±514a	9906±1003a
Bahçe	0-5	1227±224a	15.8±4.8ab	209±70a	1436±292a
	5-15	2284±62abc	32.3±10.7bc	529±315a	2814±377abc
	15-30	2778±227cd	20.0±1.7abc	658±136a	3436±203cd
	0-30	6290±251a	68.1±16.4b	1379±517a	7687±712a
Tarım Arazisi	0-5	1370±158ab	1.7±1.0a	307±171a	1677±315ab
	5-15	2343±358bc	12.0±1.9a	636±419a	2980±650bc
	15-30	3969±516e	4.0±1.2a	1279±349a	5249±740e
	0-30	7683±673a	17.7±4.0c	2224±743a	9907±1123a

± Standart hata; ¹ Farklı harfler aynı sütun içinde ve derinlikler arasındaki farkı 0.05 önem düzeyinde gösteriyor; ² Farklı harfler aynı sütun içinde toplam değerler arasındaki farkı 0.05 önem düzeyinde gösteriyor.

Organik karbon değerlerinin farklı arazi kullanımları üzerine olan etkisi bu çalışmada farklı katmanlar arasında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Organik C değerlerinin yüksek olduğu yerler mera ve tarla toprakları, düşük olduğu yer ise bahçe toprağıdır. Organik C değerinde en yüksek oranın 0-30 cm' de tarla toprağında (7683 gr C kg⁻¹) olduğu, fakat kullanımlar arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır. Farklılıklar farklı katman ve derinlikler arasında oluşmuştur. Mera ve tarım 15-30 cm de bahçe kullanımına göre daha yüksek organik C içeriği belirlenmiştir. Bu durum merada yoğun kök sistemi ve tarım toprağında hasat atıklarının toprak işlemeyle alt katmanlara gömülmesinin bir etkisidir. Mera toprağında toprak işleme yapılmadığı için toprak agregatları toprak karbonunu muhafaza etmiştir. İşlemeli tarımın yapıldığı tarlada ise uzun yıllar organik maddece zengin ürünlerin (buğday, mısır, fasulye ve tütün) ekimi yapıldığı için toprağa karışan organik atıklardan dolayı organik karbon oranı yüksektir. Farklı bitki gruplarının yetiştirilmesinin sürekli yoğun olarak tahıl ve sebze yetiştirmeye göre organik karbon miktarında daha fazla artışa yol açtığı belirtilmektedir (Nunes ve ark., 2018; Nunes ve ark.,

2020). Bahçe alanında 2005 yılında fide dikiminden sonraki ilk 4 yıl toprak işleme, kültürel ve kimyasal uygulamalar yapılmış, 2009 yılından 2015 yılına kadar hiçbir bakım ve tarımsal uygulamalar yapılmamıştır. Bahçe terkedilmiş haldeyken 2015 yılında toprak işleme, sulama, budama ve kimyasal uygulamalar yeniden yapılmış ve bu süreç bir dönem sürmüştür. Daha sonraki yıllar bu uygulamalar devam ettirilmemiştir. Uzun süreli işlemeli tarım uygulamasının yapılmadığı, sadece ağaçların normal şartlarda kendi kendine gelişimlerini devam ettirmesi sonucu oluşan ağaç döküntüleri ve toprak yüzeyinde kendiliğinden gelişen otsu bitkiler ve kalıntıları organik C kaynağını oluşturmaktadır. Topraktaki karbon içeriği toprağın sağlıklı olup olmasının en önemli göstergesidir. Toprağın pH dengesini korumakla birlikte bitki besin maddelerinin topraktan yıkanarak uzaklaşmasını engeller ve özellikle mikro besin maddelerinin yarıyışlılığını artırır. Çalışma yapılan mera, bahçe ve tarla da organik karbonun yüksek çıkması, amenajmana bağlı toprakta oluşan değişimin süresinin yeterli olmadığını göstermektedir. Ayrıca tarımsal uygulamalarda yoğun toprak işlemenin yapılmaması da bir diğer önemli etken olarak düşünülebilir. Bu değerler toprak karbon değerlerinin de iyi durumda olduğunun göstergesidir. Birim alandaki mikrobiyal biyokütle değerlerine bakıldığında, en yüksek mikrobiyal biyokütle C değerlerinin merada olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Bu durum merada kısmen yüksek organik C miktarı ve toprak işleme gibi toprağın yapısına zarar veren uygulamaların olmamasının bir sonucudur. Bu çalışma aynı zamanda mikrobiyal biyokütle C miktarının tarımsal uygulamalara karşı en hassas özellik olduğunu göstermektedir. Gelecekte bu şekilde yapılan tarımsal uygulamanın başta organik C olmak üzere diğer özelliklerde de önemli değişime yol açacağı düşünülmektedir. Mikrobiyal biyokütle C'nin mera ve bahçe topraklarında yüksek çıkması bitkilerin ve ağaçların kök sisteminin çok yoğun olması, bahçede geçmiş dönemlerde yapılmış olan organik gübre uygulamasının bir etkisi olarak düşünülebilir. Yapılan bir çalışma da bölge şartlarına bağlı olarak birlikte hayvan gübresi uygulamasının organik C miktarında %21 ile %41 oranında bir artışa yol açtığı belirtilmektedir (Nunes ve ark., 2020). Bu çalışmada bahçeye hayvan gübresi yalnız bir kez dikim zamanında uygulandığından etkisi sınırlı olmuştur. Yüksek organik madde miktarı ve yüksek nem içeriğinin olması mikrobiyal biyokütle C'nin mera ve bahçe topraklarında yüksek çıkmasına sebep olmaktadır. Tarım topraklarında mikrobiyal biyokütle C değerlerinin düşük çıkmasının nedeni ise toprakta bulunan organik materyalin ayrışma sürelerinin farklı olması ve mikroorganizma faaliyetlerinin yetersiz kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İşlemeli tarım uygulamalarının yapıldığı topraklarda organik madde miktarının ve nem düzeyinin düşük olması toprakta oluşan canlı miktarının ve mikroorganizma faaliyetlerinin, çeşitliliğinin azalmasına neden olmaktadır (Jabro ve ark., 2008; Akbolat, 2009). Mikrobiyal biyokütle C ve agregat oluşumu toprak işlemeye bağlı olarak büyük ölçüde azalma göstermekte ve otlak alanına dönüştürülen alanlarda ise önemli derecede artış göstermektedir (Haynes ve Swift, 1990; Haynes ve ark., 1991). Yarı kurak iklim koşullarında yapılan çalışmada mera ve otlakta buğday ekimi yapılmış topraklara oranla daha fazla mikrobiyal biyokütle C saptanmıştır (Koçyiğit, 2006).

Farklı kullanımlar altındaki toprakların inorganik C içerikleri arasında önemli bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 3). Toplam C içeriğine bakıldığında en yüksek C değerleri mera ve tarım toprağında olduğu görülmektedir. Toplam C içeriği organik ve inorganik C içeriğinin toplamını ifade etmektedir. İnorganik C içerikleri benzer olduğundan toplam C içeriğindeki farklılığın ana etkenini organik C oluşturmaktadır. Çalışmanın yapıldığı bu alanda yaklaşık 15 yıllık bahçe ve tarla tarımı mikrobiyal biyokütle C ve organik C'nin farklı katmanlarda dağılımı üzerinde önemli bir değişime neden olurken 0-30 cm de toplam organik C üzerinde önemli bir değişim oluşturmamıştır. Çalışma alanının yüksek rakıma sahip olması ve kış

aylarında sıcaklıkların düşük olması organik C'nin ayrışmasını yavaşlatmakta ve bütün kullanımlarda organik C içeriğinin yüksek olmasının bir sonucu olarak düşünülmektedir.

4. Sonuç

Karasal ekosistemde topraklarda C tutumunu artırmak, atmosfere CO₂ salınımını azaltmak için tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan CO₂ miktarının azaltılması gerekmektedir. Farklı kullanım alanlarındaki organik karbon değerlerinin belirlenmesi için yapılan bu çalışmada mera, bahçe, tarla topraklarında fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Hayvan otlatmanın bir sonucu olarak en yüksek hacim ağırlıkları merada olup bahçe ve tarım arazisinde daha düşük bulunmuştur. Mikrobiyal biyokütle C toprakların kullanım durumlarına göre değişkenlik göstermektedir. Yapılan çalışmada mikrobiyal biyokütlenin farklı kullanımlara en hassas olduğunu göstermekte ve en yüksek biyokütlenin merada olduğu görülmüştür. Mera 15-30 cm derinlikte en yüksek mikrobiyal biyokütlenin olması yüksek organik C ve yoğun kök sisteminin bir sonucu olarak yorumlanmaktadır. Farklı kullanımlar altında organik karbon miktarının mevcut amenajman uygulamalarıyla önemli ölçüde değişmediği görülmüştür. Bu durum bahçe ve tarım alanlarında yoğun toprak işlemenin yapılmaması, düşük sıcaklıkla ayrışmanın yavaş olmasının bir sonucudur. Bu çalışma Doğu Anadolu Bölgesinde yoğun toprak işleme yapılmayan bir alanda, yaklaşık 15 yıllık bahçe ve tarım arazisinde mikrobiyal biyokütle hariç, diğer toprak özelliklerinde meraya göre önemli bir değişimin henüz oluşmadığını göstermiştir. Topraklarda organik C havuzu çok büyük olduğu için kısa süreli tarımsal uygulamaların yaratmış olduğu etkinin belirlenmesi oldukça zordur. Mikrobiyal biyokütle C toprakta yer alan en küçük ve en dinamik karbon havuzu olduğu için tarımsal uygulamaların etkisi ilk olarak bu havuzda görülmüştür. Farklı kullanım alanlarına göre topraklardaki organik karbon potansiyellerinin tespit edilerek, mevcut karbon değerlerinin korunması ve topraklardaki karbon stoklarının artırılmasına yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

5. Kaynaklar

- Akbolat, D., 2009. Tohum yatağı hazırlığında tapan kullanımının topraktan CO₂ çıkışına etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1): 23-30.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Methods of Soil Analysis. Bulk Density, Part 1. 2nd Ed. Agronomy 9.ASA, Madison, USA: SSSA, pp. 363-375.
- Bouyocous, G.D., 1951. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. *Agro. J.*, 43(1): 434-438.
- Çağlar, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Yayınları No:10, Ankara.
- Dexter, A.R., 2004. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density and organic matter, and effect on root growth. *Geoderma*, 120: 201-214.
- Fanning, D.S., Fanning, M.C.B., 1989. Soil Morphology, Genesis, and classification. John Wiley & Sons. New York, USA.
- Haynes, R.J., Swift, R.S., 1990. Stability of soil aggregates in relation to organic constituents and soil water content. *Journal of Soil Science*, 41: 73-83.
- Haynes, R.J., Swift, R.S., Stephen, R.C., 1991. Influence of mixed cropping rotations (pasture-arable) on organic matter content, water stable aggregation and clod porosity in a group of soils. *Soil Tillage Res.* 19: 77-87.
- Horwath, W.R., Paul, E.A., 1994. Microbial biomass. In: Weaver RW, Angle S, Bottomley, Bezdicek P, Smith D, Tabatabai S, Wollum A. Editors. Methods of Soil Analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties. Segoe, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America. Pp. 753-773.
- Jabro, J.D., Sainju U., Stevens, W.B., Evans, R.G., 2008. Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted from perennial forages to annual crops. *Journal of Environmental Management*, 88: 1478-1484.
- Koçyiğit, R., 2006. Carbon dynamics in tallgrass prairie and wheat ecosystems. *Turk J. Agric. For.* 28:141-153.

- Lal, R., 2005. Soil erosion and carbon dynamics. *Soil and Tillage Research*, 81:137-142.
- Lal, R., 2016. Soil health and carbon management. *Food Energy Secur.* 5:212-222.
- Lunstrum, A., Chen, L., 2014. Soil carbon stocks and accumulation in young man grove forests. *Soil Biology and Biochemistry*, 75:223-232.
- Marland, G., Fruit, K., Sedio, R., 2001. Accounting for Sequestered Carbon: The question of Permanence. *Environmental Science and Policy*, 4: 259-268.
- Neufeld, H., Reck, V.S.D., Ayarza, M., 2002. Texture and land-use effects on soil organic matter in Cerrado Oxisols, Central Brazil, *Geoderma*, 107: 151-164.
- Nunes, M.R., van Es, H.M., Schindelbeck, R.R., Ristow, A.J., Ryan, M., 2018. No-till and cropping system diversification improve soil health and crop yield. *Geoderma*, 328: 30-43.
- Nunes, M.R., van Es, H.M., Veum, K.S., Joseph P. Amsili, J.P., Karlen, D.L., 2020. Anthropogenic and inherent effects on soil organic carbon across the U.S. *Sustainability*, 12:5695; doi:10.3390/su12145695.
- Öztürkmen, A. R., Savaş, Y., 2014. Harran ovasındaki bazı toprak serilerinin sulama sonrası agregat stabilitesinin değişimi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18 (2): 8-14.
- Poepflau, C., Don, A., 2013. Sensitivity of soil organic carbon stocks and fractions to different land-use changes across Europe. *Geoderma*, 192:189-201.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, U.S.D.A. Handbook, No: 60.
- Sivrikaya, F., Bozali, N., 2012. Karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi: Türkoğlu Planlama Birimi Örneği, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14: 69-76.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy. Hiz. Gen. Müd. Ankara.
- Yao, X., Xu, X., Yu, D., 1990. Formation of structure in red soils in the different forms of utilization (in Chinese with English abstract). *Acta Pedol. Sin.* 27:2533.
- Wiesmeier, M., Prietzel, J., Barthold, F., Spörlein, P., Geuß, U., Hangen, E., Reischl, A., Schilling, B., Lützw, M.V., Kögel-Knabner, I., 2013. Storage and drivers of organic carbon in forest soils of southeast Germany (Bavaria) – Implications for carbon sequestration. *Forest Ecology and Management*, 295:162-172.