



## Comparison of Sivas-Koyulhisar Forest (*Fagus orientalis* Lipsky.) Soils and Agricultural Soils in Terms of Carbon Mineralization

Ahu Kutlay<sup>1,a,\*</sup>, Fikret Koçbulut<sup>2,b</sup>, Ahmet Demirbaş<sup>3,c</sup>, Tolga Karaköy<sup>4,d</sup>

<sup>1</sup>Forestry Department, Koyulhisar Vocational School, Sivas Cumhuriyet University, 58140 Sivas, Turkey

<sup>2</sup>Department of Geological Engineering, Faculty of Engineering, Sivas Cumhuriyet University, 58140 Sivas, Turkey

<sup>3</sup>Plant and Animal Production Department, Sivas Technical Sciences Vocational School, Sivas Cumhuriyet University, 58140 Sivas, Turkey

<sup>4</sup>Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Sivas Science and Technology University, 58140 Sivas, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 04/11/2021 Accepted : 19/11/2021</p> <p>Keywords: Carbon Nitrogen Carbon mineralization <i>Fagus orientalis</i> Agricultural fields</p>	<p>In this study, the dynamism of forest areas was tried to be determined by determining the ecological differences between the areas where <i>Fagus orientalis</i> Lipsky. (Eastern beech, Fagaceae), a very important species for forestry in Turkey, and the soils of agricultural fields. lime %, total salt %, pH, texture, field capacity %, C%, N%, C/N ratios, 30-day carbon mineralization of the lands of Eastern beech forests and agricultural fields, which are naturally formed in Sivas province Koyulhisar district, under controlled conditions (28°C, 80 humidity %) was determined by the respiration method, and two areas in two different ecosystems were compared. When the carbon mineralizations of eastern beech soils were examined seasonally, it was determined as 19.54&gt;18.23&gt;17.87&gt;17.18 mg C(CO<sub>2</sub>)/100g DS/30 day in spring&gt;autumn&gt;summer&gt;winter seasons, while it was determined as 14.46&gt;13.87&gt;13.68&gt;13.65 mg C(CO<sub>2</sub>)/100g DS/30 day in autumn&gt;summer&gt;spring&gt;winter seasons in agricultural soils, respectively. Significant relationships were found between the C%, N%, 30-day carbon mineralization cumulative values and % carbon mineralization rates between both areas.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(11): 2081-2086, 2021

## Sivas- Koyulhisar Orman (*Fagus Orientalis* Lipsky.) Toprakları ile Tarım Topraklarının Karbon Mineralizasyonu Yönünden Karşılaştırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 04/11/2021 Kabul : 19/11/2021</p> <p>Anahtar Kelimeler: Karbon Azot Karbon mineralizasyonu <i>Fagus orientalis</i> Tarım alanları</p>	<p>Bu çalışmada, Türkiye ormancılığı için çok önemli bir tür olan <i>Fagus orientalis</i> Lipsky (Doğu kayını, Fagaceae) bulunduğu alanlar ile tarım alanları topraklarının arasında ekolojik açıdan farklılıklar belirlenerek orman alanlarının dinamikliği ortaya konulmaya çalışılmıştır. Sivas ili Koyulhisar ilçesinde doğal olarak oluşan Doğu kayını ormanları toprakları ve tarım alanları topraklarının % kireç, % total tuz, pH, tekstür, % tarla kapasitesi %C, %N, C/N oranları, 30 günlük karbon mineralizasyonları kontrollü koşullarda (28°C, %80 nem) respirasyon metodu ile belirlenerek, iki farklı ekosistem içindeki iki alanın karşılaştırılması yapılmıştır. Doğu kayını topraklarının karbon mineralizasyonları mevsimsel olarak incelendiğinde ilkbahar&gt;sonbahar&gt;yaz&gt;kış mevsimlerinde sırasıyla 19,54&gt;18,23&gt;17,87&gt;17,18 mg C(CO<sub>2</sub>)/100g KT/30 gün iken, tarım topraklarında sonbahar&gt;yaz&gt;ilkbahar&gt;kış mevsimlerinde sırasıyla 14,46&gt;13,87&gt;13,68&gt;13,65 mg C (CO<sub>2</sub>)/100g KT/30 gün olarak belirlenmiştir. Her iki alan arasında topraklarının %C, %N, 30 günlük kümülatif karbon mineralizasyon değerleri ve % karbon mineralleşme oranları arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur.</p>

<sup>a</sup> [akutlay@cumhuriyet.edu.tr](mailto:akutlay@cumhuriyet.edu.tr)

<sup>b</sup> <http://orcid.org/0000-0001-5309-8759>

<sup>c</sup> [fbulut@cumhuriyet.edu.tr](mailto:fbulut@cumhuriyet.edu.tr)

<sup>d</sup> <http://orcid.org/0000-0003-3578-029X>

<sup>c</sup> [ademirbas@cumhuriyet.edu.tr](mailto:ademirbas@cumhuriyet.edu.tr)

<sup>d</sup> <http://orcid.org/0000-0003-2523-7322>

<sup>d</sup> [tkarakoy@sivas.edu.tr](mailto:tkarakoy@sivas.edu.tr)

<sup>d</sup> <http://orcid.org/0000-0002-5428-1907>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Giriş

2015 yılı Orman ve Su İşleri Bakanlığının Türkiye orman varlığına göre ülkemizde kullanılan arazilerin %28,6'sını (22.342.935 ha) ormanlar oluşturmaktadır. Doğu kayını bu alanların %8,50 (1.899.929 ha)'unu oluşturmaktadır (OGM, 2015). Araştırma alanını kapsayan Koyulhisar Orman Şefliğine ait bölgede doğal olarak yetişen *Fagus orientalis* (Fagaceae) alanları ise 421,2 ha alanı kaplamaktadır (GOBM, 2012).

Doğu Kayını, dünya üzerinde Bulgaristan'dan başlayarak, Türkiye, Kafkasya ve İran'da da doğal olarak yayılış göstermektedir. Doğu kayını rutubetçe zengin, yağışın dengeli olduğu, 700-1200 (2000) m yükseltilerde ılıman iklimlerde yetişir (Anşın ve Özkan., 2006; Akman ve ark., 2007; Yılmaz. 2020).

Toprak organik maddesi, toprağın ekolojik dengesinin devamlılığında ve verimliliğinde önemli bir faktör olup toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri tarafından kontrol edilmekte ve bunlar üzerinde olumlu etkide bulunmaktadır (Tiessen ve ark., 1994; Franzluebbers, 2002; Koçyiğit., 2008;). Toprak organik karbonun sekustrasyonunda karbon stoğunun kalite ve büyüklüğü; iklim, topraklar, ağaç türü ve yönetimi arasında kompleks bir etkileşim vardır ve baskın ağaç türünün ölü örtüsünün kimyasal bileşimine bağlıdır (Lal, 2005). Toprak üzerine dökülen bitki artıklarının karbon ve azot içeriklerine bağlı olarak, toprakların mikrobiyal faaliyetini değiştirmektedir. Bu bitki artıklarında (ölü örtü) bulunan besin elementleri mineralleşme sonucunda toprağa karışmakta ve topraktaki karbon/ azot oranı oluşturmaktadır. Toprak karbon mineralizasyonu, mikrobiyal aktivite sonucunda CO<sub>2</sub> salınımıyla ölçülmekte ve etkileyen faktörler arasında toprağın ana materyal yapısı, nemi, sıcaklığı, organik maddesinin miktarı ve kalitesidir. (Tüfekçi ve ark., 2012; Cenkseven ve ark., 2017; Sağlıker ve ark., 2018). Toprak organik madde miktarını; toprağın nemi, pH'sı, sıcaklığı, C, N ve O<sub>2</sub> miktarı etkilemektedir. Toprak organik maddesi topraklarda kaba porları bulunan agregat strüktürünün oluşmasını ve bunun stabil olmasını sağlar. Siltli, killi ve tınlı topraklarda bu özelliğiyle toprakların hava ve su bütçesini iyileştirme özelliği vardır (Özbek ve ark. 2007). Toprak organik maddesi hem biyolojik olayların kaynağı hem de bitkilere sürekli bir besin deposudur (Staben ve ark., 1997; Zhang ve ark., 2009).

Organik maddenin ayrışması bütün heterotrofların bir özelliği olduğundan, mikrobiyal aktivitenin göstergesi olarak kabul edilir (Haktanır ve Arcak, 1997). Toprak solunumunu kontrol eden faktörler ise toprak organik madde miktarını etkileyen faktörlerle aynı olup ek olarak bitki türü ve mikroorganizmalar da etkilemektedir (Luo ve Zhou, 2006). Toprakta geçen biokimyasal reaksiyonları mikroorganizmalar gerçekleştirmektedir (Jonasson ve ark., 1996). Mikroorganizmalar organik maddenin ayrıştırılmasında ve toprakta besin elementlerinin döngüsünde en aktif bileşendir (Akhtar ve ark., 2009; Malboobi ve ark., 2009). Genellikle heterotrof olan toprak mikroorganizmaları salgıladıkları enzimlerle organik maddeyi protein, nişasta, selüloz, lignin ve fosfat esterleri gibi kompleks bileşikleri hem kendileri hem de bitkilerin kullanabileceği formlara dönüştürürler (Haktanır ve Arcak, 1997). Ortamda bulunan organik madde miktarı arttığında

mikroorganizma sayısında da artış olur. Bundan dolayı organik madde mineralizasyonu hızlanmaktadır (Bellitürk ve ark., 2009).

Toprak organik maddesi toprağın genel parametreleri içerisinde yer almasından ve karbon döngüsünde önemli bir besin kaynağı olmasından, bu süreçte besinlerin salınımı ve kullanılmasında merkezi bir rol oynadığı belirtilmiştir (Schoenholtz ve ark., 2000).

Orman ve meraların tarıma açılmasıyla toprak organik karbonunun 1/5'i oranında azaldığı belirlenmiştir (Mann, 1986). Bu çalışmada, Koyulhisar Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı ormanlık alanlar ve tarım alanlarından bir yıl süresince dört mevsimde alınan toprak örneklerinin toprak organik maddesinin ve karbonunun mineralleşme oranları karşılaştırılarak belirlenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Toprak Örnek Alımları

Sivas-Koyulhisar İlçesinde, 40°14'04''- 40°23'36'' kuzey enlemleri ile 37°35'03''- 37°59'48''doğu boylamları arasında yer alan Koyulhisar Orman İşletme Şefliği içerisinde Yeniaslan Köyünde; tarım alanları %1,2 – 1,9 eğimde, 1545- 1547 m rakımda, güney batı yönünde, *Fagus orientalis* alanları %22,2 – 25,7 eğimde, 1620- 1663 m rakımda, güney yönünden 10 cm derinlikten toprak örnekleri üç tekrarlı olarak dört mevsim alınmıştır. Yaz (20 Ağustos 2016), sonbahar (4 Kasım 2016), kış (3 Nisan 2017) ve ilkbahar (4 Mayıs 2017) dönemlerinde örnekler alınmıştır. Kış döneminde yoğun kar yağışından dolayı alana girilememesinden dolayı ilkbahar başında örnek alınmak zorunda kalınmıştır.

### Toprak Analizleri

Toprak örnekleri laboratuarda kurutulup, bitki atıkları ve iskelet kısımları temizlenmiş, 2 mm'lik elekten elenerek analize hazırlanmıştır. Toprak tekstür tipi Bouyoucos (1951)'a göre, pH'sı ve total tuz içerikleri 1:2,5'lik toprak-su karışımında pH-metre ve Wheatstone köprüsü yöntemi ile saptanmıştır (Jackson, 1958; U. S. Salinity Laboratory Staff, 1954). Kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile Çağlar (1949)'a göre, tarla kapasitesi (TK, %) 1/3 atm'lik basınçlı vakum pompası ile Demiralay (1993)'a göre, toprakların toplam organik karbon içeriği (%C) Anne metodu (Duchaufour, 1970), total azot içeriği (%N) ise Kjeldahl yöntemiyle Bremner (1965)'e göre belirlenmiştir. Topraklardaki karbon mineralizasyonu 30 gün süresince üç günlük aralıklarla CO<sub>2</sub> respirasyonu metodu [(Ba(OH)<sub>2</sub>+Oxalix asit)] ile kontrollü koşullarda (28°C, tarla kapasitesinin %80 oranında nemlendirilerek) incelenmiş (Schaefer, 1967). C mineralizasyonu her dönem toprakları için kurulmuş ve üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Karbon mineralleşme oranları, karbon mineralizasyonu oranlarının 30 günlük toplam kümülatif C(CO<sub>2</sub>) değerlerinin, toplam organik karbona bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Alanların kendi içinde % toplam organik karbon, % toplam azot, karbon mineralizasyonu ve % karbon mineralleşme oranlarının mevsimsel olarak karşılaştırılması için SPSS(v20) programında varyans (LSD)-Duncan testi yapılmıştır.

Çizelge 1. *Fagus orientalis* Lipsky. ve tarım alanları topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleriTable 1. Some physical and chemical properties of *Fagus orientalis* Lipsky. and agricultural soils

Toprak	% Kum	% Silt	% Kil	Bünye Tipi	% Tarla Kapasitesi	pH	% Tuz	% Kireç
Kayın	55,31±2,62	26,87±1,87	17,20±1,13	KUMLU TIN (SL)	45,24±4,71	5,97±0,39	0,25±0,09	2,71±0,28
Tarım	47,24±1,52	38,36±2,81	14,60±1,18	TINLI (L)	30,01±1,86	6,11±0,11	0,08±0,03	2,57±0,19

Çizelge 2. *Fagus orientalis* Lipsky. ve tarım topraklarının mevsimsel % toplam organik C, % total N içerikleri ve C/N oranlarıTable 2. Seasonal % total organic C, % total N contents and C/N ratios of *Fagus orientalis* Lipsky. and agricultural soils

Alan	Mevsimler	%C	%N	C/N
Kayın	Yaz	7,48±1,82 <sup>a</sup>	0,49±0,08 <sup>a</sup>	15,20±1,20 <sup>ab</sup>
	Sonbahar	7,76±0,96 <sup>a</sup>	0,48±0,17 <sup>a</sup>	17,78±5,69 <sup>a</sup>
	Kış	6,38±1,70 <sup>ab</sup>	0,53±0,09 <sup>a</sup>	11,96±1,46 <sup>c</sup>
	İlkbahar	5,55±1,76 <sup>b</sup>	0,57±0,16 <sup>a</sup>	9,63±1,04 <sup>d</sup>
Tarım	Yaz	2,11±0,24 <sup>a</sup>	0,24±0,04 <sup>b</sup>	9,27±2,55 <sup>a</sup>
	Sonbahar	1,90±0,43 <sup>ab</sup>	0,35±0,16 <sup>a</sup>	6,27±2,36 <sup>b</sup>
	Kış	1,78±0,14 <sup>bc</sup>	0,27±0,02 <sup>ab</sup>	6,70±1,05 <sup>b</sup>
	İlkbahar	1,57±0,18 <sup>c</sup>	0,26±0,14 <sup>b</sup>	6,10±0,71 <sup>b</sup>

Çizelge 3. *Fagus orientalis* Lipsky. ve tarım alanı topraklarının yaz, sonbahar, kış, ilkbahar mevsimlerinde kümülatif karbon mineralizasyonları [mg C (CO<sub>2</sub>)/100 g KT/30 gün]Table 3. Cumulative carbon mineralization of *Fagus orientalis* Lipsky. and agricultural land soils in summer, autumn, winter and spring [mg C (CO<sub>2</sub>)/100 g DS/30 day]

Alan	Mevsim	Karbon Mineralizasyon [mg C(CO <sub>2</sub> )/100 g KT/30 gün]
Kayın	Yaz	17,87±2,05 <sup>ab</sup>
	Sonbahar	18,23±2,47 <sup>ab</sup>
	Kış	17,18±1,84 <sup>b</sup>
	İlkbahar	19,54±2,16 <sup>a</sup>
Tarım	Yaz	13,87±1,33 <sup>a</sup>
	Sonbahar	14,46±1,50 <sup>a</sup>
	Kış	13,65±1,50 <sup>a</sup>
	İlkbahar	13,68±1,79 <sup>a</sup>

## Bulgular Tartışma

Çizelge 1’de her iki alanın tarla kapasiteleri, bünyeleri, pH, tuz ve kireç içerikleri verilmiştir. Buna göre kayın ağaçlarında tarla kapasitesi %45,24 iken, tarım alanlarında %30,01 olarak belirlenmiştir. Kayın ormanlarının topraklarında % kum miktarı, tarım topraklarından daha yüksek olmasına rağmen, tarla kapasitesinin daha yüksek olmasını; orman alanlarındaki organik madde miktarlarının daha yüksek olması ve strüktür yapısının toprağın işlenmemesiyle bozulmamış olmasından dolayı kaynaklığı olduğu söylenebilir (Aydın ve Kılıç, 2013).

Toprak pH’nın kayın alanında 5,97 hafif asitli, tarım alanında 6,11 orta derecede asitli, % tuz içerikleri kayın alanları %0,25 hafif tuzlu; tarım alanları %0,08 tuzsuz, % kireç içerikleri kayında %2,71 ve tarım alanında %2,57 hafif kireçli olarak belirlenmiştir (Çizelge 1) (Aydın ve Kılıç, 2013). Doğu kayınında Jaafari ve ark. (2014) pH 4,75 iken; Karaöz (1988) pH’ı 3,9 ile 4,6 arasında; Demirköy-Kırklareli’de yapılan çalışmada Kara (2005) pH’ı 4,44 olarak belirlemişlerdir. Toprakların 0-5 cm derinliğindeki farkların ölü örtüden kaynaklandığını ve kayın ekosistemlerinde yapraklarının üst üste yığılmasından dolayı ölü örtüsünün iyi havalanamaması dolayısıyla humuslaşması için aşamalı bir süreç geçirmesi gerektiğini, bunun sonucunda asit ayrışma ürünleri vererek üst toprağın asitliğinin artırdığı Karaöz (1998) Belgrad Ormanlarında yaptığı çalışmada ifade etmiştir.

Çizelge 2’de her iki alan topraklarının % toplam organik karbon, % toplam azot içerikleri ve C/N oranları

verilmiştir. Kayın ormanı topraklarında dört mevsim % toplam organik C içeriği mevsimsel olarak yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimleri sırasıyla 7,48; 7,76; 6,38; 5,55 olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda, Karaöz (1988) Doğu kayını topraklarında organik madde içeriğini %0,24 – 6,00 arasında; Jaafari ve ark. (2014) % organik karbonu %3,48-3,70 arasında belirlediklerini rapor etmişlerdir. Doğu Kayını alanlarında % toplam organik C içeriğinin alan içinde ilkbahar dönemiyle yaz ve sonbahar dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur (P<0,05).

Çizelge 2’de kayın alanlarının % total N içeriği 0,48-0,57 arasında olduğu belirtilmiştir. Kayın alanlarındaki önceki çalışmalarda, %0,02-0,19 (Karaöz, 1988) İran’da %0,26 (Jaafari ve ark., 2014) olarak bulduklarını ifade etmişlerdir. Kayın topraklarında mevsimsel olarak alan içinde değerlendirildiğinde kış ve ilkbahar döneminde % toplam organik C içerikleri azalırken, % toplam N içeriği artış göstermiştir.

Ormanlarda, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimi organik maddenin miktarı yapısı, ormanın sıcaklık ve nem ilişkilerini etkilemektedir (Çepel, 1996). Örneklemenin yapıldığı yıl yoğun kar yağışının yaşanması % toplam organik C ve %N içeriğinin aynı mevsimde aynı alanlarda nem farklılıklarının oluşmasına bağlı olabileceğini söyleyebiliriz.

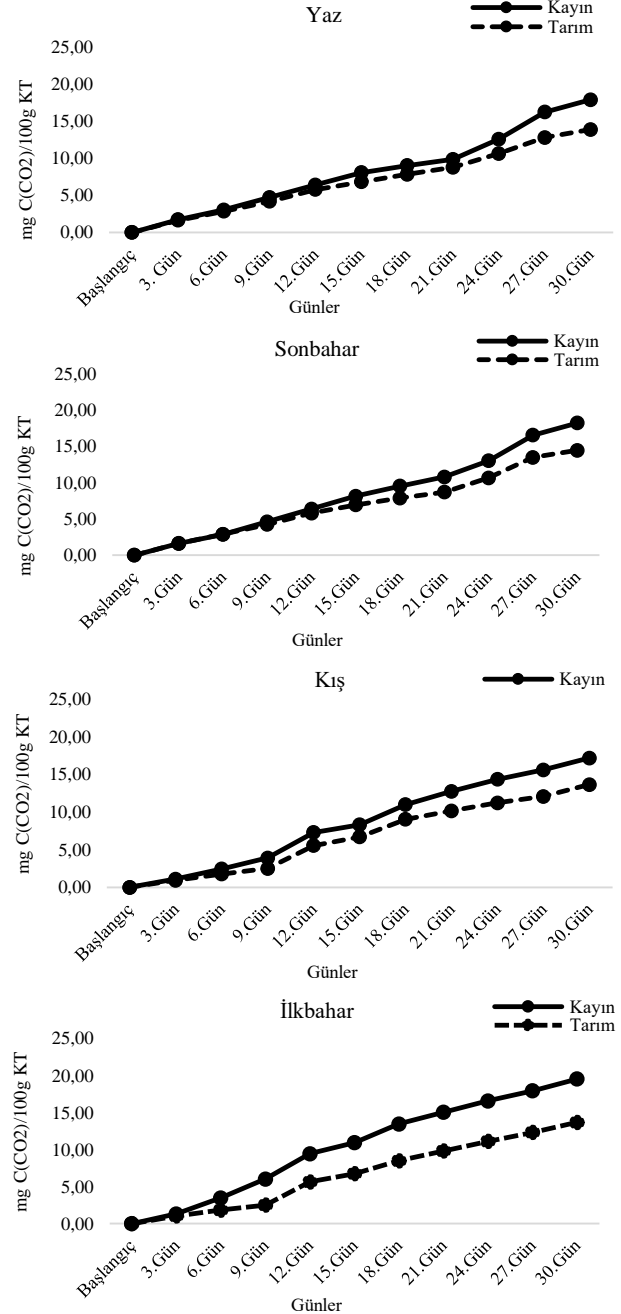
Tarım topraklarının % toplam organik C içerikleri incelendiğinde yaz mevsiminde %2,11, sonbaharda %1,90,

kışın %1,78, ilkbaharda %1,57 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Tarım alanlarında karbon kaynağı olarak bir ölü örtü varlığının azlığı ve üzerinde tarım bitkileri yetişmesinden dolayı karbon içerikleri kayın ormanlarına göre çok daha düşük bulunmuştur. Tarım topraklarında organik madde girişinin olmamasına ek olarak, ayrıca toprakların sürülüp işlenmesi toprak organik maddesinin zamanla azalmasına neden olmaktadır. Tarım alanlarının topraklarının % toplam organik C içerikleri ilkbahar dönemi ile yaz ve sonbahar arasında anlamlı ilişkiler belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). Tarım alanlarının N değerlerinde dört mevsimde her iki alanda %0,24–0,57 arasında belirlenmiştir (Çizelge 2.) İran'da Doğu kayını, Adi huş, Kestane yapraklı meşe, Kızılağaç ve Akçağaç içeren bir ormanlık alanda, tarım alanı ve otlak alan incelendiğinde toprakta % organik karbon sırasıyla (%4,73; %1,37; %1,76) iken %N içerikleri %0,47; %0,25; %0,32 olarak belirlemişlerdir (Jafarian ve Kavian, 2013). Tarım alanları ve orman alanı arasında %C içeriği bakımından her iki alan arasında anlamlı farklar gözlenmiştir ( $P<0,05$ ). Doğu kayını alanları arasında %N değerleri arasında anlamlı farklar yoktur ( $P>0,05$ ), fakat tarım alanları arasında sonbahar döneminin yaz ve ilkbahar dönemiyle arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Kara ve Bolat (2008), Bartın'da ormanlık (Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Gürgen) ve tarım (Buğday ve Mısır) alanlarını bazı özellikleriyle kıyaslamışlardır; ormanlık alanlarda toprak organik maddesi %4,11 ve N miktarı %0,31, tarım alanlarında toprak organik maddesi %1,19 ve N miktarı %0,17 olarak belirlemişler bununla birlikte tarım alanlarında, ormanlık alanlardan daha düşük bir toprak organik maddesi ve toplam azot miktarı olduğunu ifade etmişlerdir. Demirci (2008), yarı kurak iklimde bulunan Tokat'ta geleneksel toprak işleme yöntemiyle yönetilen topraklar ile doğal (mera ve orman) alanları topraklarında C ve N' un fraksiyonlarındaki değişimine baktığı çalışmada; toplam organik C miktarı işlemeli tarım yapılan alanda mera ve orman toprağına göre daha düşük bulduklarını ifade etmişlerdir.

Hem Doğu kayını alanları ve hem de tarım alanlarının kontrollü koşullardaki ( $28^{\circ}\text{C}$ 'de, %80 tarla kapasitesi) 30 gün boyunca incelenmiş, 3 günlük arayla yapılan toprak karbon mineralizasyonları mevsimsel olarak Çizelge 3'te verilmiştir. Doğu kayını topraklarının karbon mineralizasyonlarını mevsimsel olarak ilkbahar>sonbahar>yaz>kış sırasıyla 19,54>18,23>17,87>17,18 mg C(CO<sub>2</sub>)/100g KT/30 gün olarak belirlenmiştir. Doğu kayını topraklarının 30. günlük kümülatif karbon mineralizasyonları dört mevsim arasında incelendiğinde ilkbaharla kış mevsimi arasında anlamlı farklılaşma olduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). Tarım topraklarında ise sonbahar>yaz>ilkbahar>kış sırasıyla 14,46>13,87>13,68>1,65 mg C(CO<sub>2</sub>)/100g KT/30 gün olarak belirlenmiş (Çizelge 3) ve bu alanda mevsimler arasında anlamlı farklılaşma belirlenmemiştir ( $P>0,05$ ). Cenkseven (2013), Doğu Akdeniz Bölgesinde Okalipütüs plantasyonlarında üç farklı uygulamayı (traşlanıp bırakılan, traşlanıp sürülen ve doğal bırakılan alanlar) yaklaşık üç yıl boyunca mevsimsel olarak bazı toprak özellikleri ve karbon mineralizasyonlarını belirlediği çalışmada, doğal bırakılan alanlarda diğer alanlara göre en yüksek karbon mineralizasyonunun gerçekleştiğini ifade etmiştir. Ortaş ve ark. (2013)'de aynı bölgede mevsimsel olarak yürüttükleri çalışmada tarım alanlarının ve boş alanların karbon mineralizasyonunun Okalipütüs plantasyonu içeren alanlara göre daha düşük olduğunu ve aralarında  $P<0,01$  düzeyinde

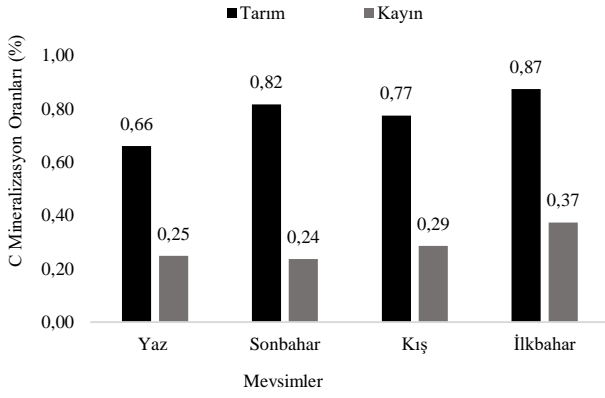
anlamlı farkların olduğunu ifade etmişlerdir. Tarım alanlarının işlenmesi ve devamlı ölü örtü girişlerinin az olmasından dolayı her iki alan arasındaki farklılıklara sebep olduğu söylenebilir.

Şekil 1'de her iki alanın mevsimsel olarak 30 günlük karbon mineralizasyonu eğrileri verilmiştir. Her iki alanın her bir mevsimde kıyaslanmaları yapıldığında istatistiksel farklılıkları sonbahar döneminde önemsiz iken ( $P>0,05$ ), yaz, kış ve ilkbahar dönemlerinde ise önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $P<0,05$ ).



Şekil 1. *Fagus orientalis* Lipsky. ve tarım alanı topraklarının yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar döneminin kümülatif karbon mineralizasyonları [mg C(CO<sub>2</sub>)/100 g KT/30 gün]

Figure 1. Cumulative carbon mineralizations of *Fagus orientalis* Lipsky. and agricultural land soils in summer, autumn, winter and spring [mg C(CO<sub>2</sub>)/100 g DS/30 day]



Şekil 2. *Fagus orientalis* Lipsky. ve tarım alanı topraklarının % karbon mineralleşme oranları [mg C(CO<sub>2</sub>)/100g KT (30 gün) / C<sub>org</sub>]

Figure 2. % Karbon mineralization rates of *Fagus orientalis* Lipsky. and agricultural land soils [mg C(CO<sub>2</sub>)/100g DS (30 day) / C<sub>org</sub>]

Kızıldağ (2015); Cenkseven (2013) yaptıkları çalışmalarda toprak karbon mineralizasyonların da nem ve sıcaklık faktörleri gibi iklimsel faktörlerin etkili olduğunu özellikle sonbaharda ve ilkbaharda alınan topraklarda karbon mineralizasyonun yüksek olduğunu kış ve yaz aylarında ise bu oranın düştüğünü belirtmişlerdir. İlkbahar döneminde sıcaklıkların artmasıyla birlikte kar sularının erimesi ve yağmurların artmasıyla; toprağın nem seviyesinde yükselme sonrasında ortamda toprak mikro canlılarının popülasyonlarının gelişmesini etkilediği için mikrobiyal faaliyette arttırdığını düşündürmüştür. Kayın alanındaki en yüksek karbon mineralizasyonunun ilkbahar döneminde, en düşük dönemin ise kış ve yaz dönemlerinde olmasının bu değişimlerden kaynaklanabilmektedir (Çizelge 3, Şekil 1).

Şekil 2' de tarım ve kayın alanları topraklarının dört mevsimine ait % karbon mineralleşme oranları grafikte verilmiştir [mg C(CO<sub>2</sub>)/100g KT (30 gün) / C<sub>org</sub>]. % Karbon mineralleşme oranlarını kıyasladığımızda dört mevsim içerisinde tarım alanlarında sırasıyla ilkbahar>kış>yaz>sonbahar ve kayın alanlarında ilkbahar>sonbahar> kış>yaz mevsimlerinde belirlenmiştir (Şekil 2). Tarım alanlarında, doğu kayını alanlarına göre mineralleşme oranları dört mevsimde de yüksek bulunmuştur. Cenkseven (2013), Okalıptus plantasyonlarında yaptığı çalışmasında sürüm ve ormansızlaşma ile müdahale edilmiş alanların doğal alanlara göre daha yüksek olduğunu fakat aralarında anlamlı farklar belirlemediğini ifade etmiştir. Çalışmamızda da her mevsimi iki alan arasında kıyasladığımızda anlamlı farklılıklar bulunmuştur (P<0,001).

Mevsimsel olarak topraktaki karbon ve azot oranının değişmesiyle mineralleşme oranları arasında da bir bağlantı görülmektedir. Çalışmamızdaki her iki alanda da C/N oranları arasındaki fark azalmasıyla karbon mineralleşme oranlarında bir artış gözlenmiştir. C/N oranlarının düşmesi ile organik maddenin ayrışmasını arttırdığını (Aydın ve Kılıç, 2013), C/N değerlerinde mikroorganizmaların faaliyetlerinin (Tüfekçi ve ark., 2012) ve iklimsel faktörlerin etkisinde olduğunu ifade etmişlerdir (Sakın ve ark., 2011).

## Sonuç

Bu çalışmada tarım alanları ile orman alanları mevsimsel olarak kendi içlerinde ve alansal olarak değerlendirilmiş ve bazı ekolojik özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Kayın alanları topraklarında en yüksek % organik karbonu (7,76) ve C/N oranı (17,78) sonbahar döneminde, en yüksek % N (0,57) ve % karbon mineralizasyonu (19,54) ve % karbon mineralleşme oranı (0,37) ilkbahar döneminde belirlenmiştir. Tarım alanları topraklarında en yüksek % organik karbon (2,11) ve C/N oranı (9,27) yaz döneminde, en yüksek N içeriği %0,35, % karbon mineralizasyonu (14,46) sonbahar döneminde, % karbon mineralleşme oranı (0,87) ilkbahar döneminde belirlenmiştir. Kara ve Bolat (2008), Bartın'da ormanlık ve tarım alanları arasında yaptıkları çalışmada ekosistemler için çok büyük öneme sahip olan toprak mikroorganizmalarının orman alanlarında tarım alanlarına kıyasla daha fazla ve aktif olduklarını ifade etmişlerdir. Her iki alan arasında belirlenen farklılıklarda ormanlık alanlarda ölü örtü ile madde akışlarının devam ettiğini ormanlık alanlarımızın korunmasının ve devamlılığının sağlanmasını tarım alanlarına dönüştürüldüğünde bu farkların daha da arttığı tekrar ortaya konmaya çalışılmıştır. Aynı bölge ve yakın toprak özelliklerine sahip bu iki alanda tarım topraklarındaki kullanımla birlikte uzun yıllarda karbon miktarları ve karbon mineralizasyonlarında bir düşüşü birlikte getirdiği gözlenmiştir.

Bu her iki alanda % karbon mineralleşme oranları ise tarım alanlarında, orman alanlarına göre yüksek bulunmuştur. Orman topraklarında karbon mineralizasyonu yüksek olmasına rağmen %C mineralleşmesinin topraktaki C/N miktarının düşük olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

## Teşekkür

Bu çalışma, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) tarafından KMYO-005 proje numarası ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Akhtar MS, Oki Y, Adachi T. 2009. Mobilization and Acquisition of Sparingly Soluble P-sources by Brassica Cultivars under P-starved Environment II. Rhizospheric Ph changes, Redesigned Root Architecture and Pi-uptake Kinetics. J. Integr. Plant Biol. 51: 1024–1039.
- Akman Y, Ketenoğlu O, Kurt L, Güney K, Hamzaoğlu E, Tuğ N. 2007. Angiospermae (Kapalı Tohumlular). Palme Yayıncılık. Ankara. 94s.
- Anşin R, Özkan ZC. 2006. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunu Taksonlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Genel Yayın No: 167 Fakülte Yayın No: 19. Trabzon, 292s.
- Aydın M, Kılıç Ş. 2013. Toprak Bilimi. Nobel Akademik Yayınlar. Ankara, 51-75s.
- Bellitürk K, Danişman F, Sözübek B. 2009. Tekirdağ yöresindeki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mineralizasyon kapasiteleri arasındaki ilişkiler. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2): 141-147.
- Bouyoucos GH. 1951. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43: 434-438. <https://doi.org/10.2134/agronj1951.00021962004300090005x>

- Bremner JM. 1965. Method of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological methods. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wise, USA. 1149-1178.
- Cenkseven Ş. 2013. Doğu Akdeniz Bölgesinde yetişen farklı yaşlardaki *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. plantasyonlarında toprak organik madde mineralizasyonunun mevsimsel olarak karşılaştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 83 s, Adana, Türkiye.
- Cenkseven Ş, Kızıldağ N, Koçak B, Sağlıker HA, Darıcı C. 2017. Soil organic matter mineralization under different temperatures and moisture conditions in Kızıldağ Plateau, Turkey. *Sains Malaysiana* 46(5): 763–771. <http://dx.doi.org/10.17576/jsm-2017-4605-11>
- Çağlar KÖ. 1949. Toprak bilgisi A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 10, Ankara, Türkiye.
- Çepel N. 1996. Toprak ilmi. İ.Ü. Yayın No: 3945, Orman Fakültesi Yayın No:438, İstanbul, Türkiye.
- Demiralay İ. 1993. Toprak fiziksel analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, Erzurum, 78-89.
- Demirci S. 2008. Farklı arazi kullanımlarında agregatlara bağlı karbon ile biyolojik karbon ve azot fraksiyonlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 38 S, Tokat, Türkiye.
- Duchaufour P. 1970. *Precis de pedologie*. Masson et Cie, Editeurs, Paris, 435-437.
- Franzluebbers AJ. 2002. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. *Soil Tillage Res.* 66: 197-205.
- Giresun Orman Bölge Müdürlüğü. 2012. Koyulhisar Orman İşletme Müdürlüğü, İğdırdağı Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı, 84-89.
- Haktanır H, Arçak S. 1997. Toprak biyolojisi (Toprak ekosistemine giriş). Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayın No: 1486, Ders Kitabı: 447: 237.
- Jaafari A, Najafi A, Zenner EK. 2014. Ground-based skidder traffic changes chemical soil properties in a mountainous oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest in Iran. *Journal of Terramechanics.* 55: 39-46.
- Jackson ML. 1958. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey, U.S.A. 1-498.
- Jafarian Z, Kaviani A. 2013. Effect of land-use change on soil organic carbon and nitrogen. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* 44: 339-346.
- Jonasson S, Michelsen A, Schmidt IK. 1996. Microbial biomass C, N and P in two arctic soils and responses to addition of N P K fertilizer and sugar: Implications for plant nutrient uptake. *Oecologia* 106: 507-515.
- Kara Ö. 2005. Kuzey Trakya dağlık yetişme ortamı bölgesindeki meşe, kayın ve karaçam ormanlarındaki toprak mikrofungusları. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi.* 6(2): 167-174.
- Kara Ö, Bolat İ. 2008. Bartın ili orman ve tarım topraklarının mikrobiyal biyokütle karbon (Cmic) ve azot (Nmic) içerikleri. *Ekoloji.* 18(69): 32-40.
- Karaöz Ö. 1988. Belgrad Ormanında bazı iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman ekosistemlerinin önemli edafik özellikleri ile bitkisel kütle karakteristikleri bakımından karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.* A38(1): 159-190.
- Kızıldağ N. 2015. Çukurova bölgesinde *Pinus pinea* L. ve *Ceratonia siliqua* L.'nin ölü örtü ayrışması ile topraklarının karbon ve azot dinamiğinin karşılaştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 125S, Adana, Türkiye.
- Koçyiğit R. 2008. Karasal ekosistemde karbon yönetimi ve önemi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi.* 25(1): 81-85.
- Lal R. 2005. Forest soils and carbon sequestration. *Forest Ecology and Management* 220: 242-258.
- Luo Y, Zhou X. 2006. Soil respiration and the environment. San Diego: Academic/Elsevier press. 79-104.
- Malboobi MA, Owlia P, Behbahani M, Sarokhani E, Moradi S, Yakhchali B, Deljou A, Heravi KM. 2009. Solubilization of organic and inorganic phosphates by three highly efficient soil bacterial isolates. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 25: 1471–1477.
- Mann LK. 1986. Changes in soil carbon storage after cultivation. *Soil Science.* 142: 279-288.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı 2015 <https://web.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/> (Erişim 31.10.2021)
- Ortaş İ, Darıcı C, Tüfekçi S. 2013. Farklı yaşlardaki ökaliptüs ormanlarında hasat edilmiş ve edilmemiş alanlarda karbon depolama potansiyelinin belirlenmesi ve toprak organik madde içeriğine bitki kökleri ve mikoriza mantarlarının katkısının araştırılması. *Tübitak Projesi Sonuç Raporu.* Proje No: 109 O 027. 84.
- Özbek H, Kaya Z, Gök M, Kaptan H. 2007. Toprak bilimi. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: A-16. 80-82. Adana, Türkiye.
- Sağlıker HA, Cenkseven S, Kızıldağ N, Koçak B, Özdeniz E, Ozbey BG, Bölükbaşı A, Kurt L. 2018. Is parent material an important factor in soil carbon and nitrogen mineralization? *European Journal of Soil Biology.* 89: 45-50.
- Sakın E, Deliboran A, Sakın ED, Aslan H. 2011. Carbon and nitrogen stocks and C:N ratios of Harran Plain soils. *Romanian Agricultural Research.* 28:171-180.
- Schaefer R. 1967. Caracteres et evolution des activites microbiennes dans une chaine de sols hidromorphes mesotrophiques de la plained'alsace. *Revue d'Ecologie et de Biologie du sol (IV)* 4: 567-592.
- Schoenholtz SH, Van Miegroet H, Burger JA. 2000. Physical and chemical properties as indicators of forest soil quality: Challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management* 138: 335-356.
- Staben ML, Bezdiciek DF, Smith JL, Fauci MF. 1997. Assessment of soil quality in conservation reserve program and wheat-fallow soils. *Soil Science Society of America Journal.* 61: 124-130.
- Tiessen H, Cuevas E, Chacon P. 1994. The role of soil organic-matter in sustaining soil fertility. *Nature* 371, 6500: 783-785.
- Tüfekçi S, Polat O, Polat S, Topal A. 2012. Toprak organik maddesine ökaliptüs plantasyonunun etkisi. 3-5 Mayıs, Ekoloji 2012 Sempozyumu Kilis. 316s.
- US, Salinity Laboratory Staff. 1954. *Diagnosis and improvement of, saline and alkaline Soils* (Ed L. A. Richards). USDA Agriculture Handbook B, No: 60, U. S. Gov. Printing Office, Washington, 160 p.
- Yılmaz H. 2020. Türkiye'nin bütün ağaçları ve çalıkları- Fagaceae. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 631s.
- Zhang J, Wang SL, Feng ZW, Wang QK. 2009. Carbon mineralization of soils from native evergreen broadleaf forest and three plantations in mid subtropic China. *Commun. Soil Science Plant Analysis.* 40: 1964-1982.