



**KURAK İKLİM KOŞULLARINDA FARKLI
ARAZİ KULLANIMLARINDA KARBON
STOKLARINDAKİ DEĞİŞİM**

ŞAHİN ERDOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT

TEMMUZ -2020

Her Hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

KURAK İKLİM KOŞULLARINDA FARKLI
ARAZİ KULLANIMLARINDA KARBON
STOKLARINDAKİ DEĞİŞİM

ŞAHİN ERDOĞAN

TOKAT

TEMMUZ -2020

Her hakkı saklıdır

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Şahin ERDOĞAN

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, bilgileriyle beni aydınlatıp, öğüt ve tavsiyeleriyle her türlü yanımda olan, yüksek lisans tezimin planlanması ve yürütülmesinde bilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT'e, yüksek lisans denememde yardımını esirgemeyen ve her ihtiyaç anında gerekli ilgiyi gösteren sayın Dr. Öğr. Üyesi Saniye DEMİR'e, arkadaşım Erol SEVİL'e her zaman yanımda olup beni destekleyen, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen ve bu yolda akademik olarak ilerlemem için beni teşvik eden aileme teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Yüksek Lisans

KURAK İKLİM KOŞULLARINDA FARKLI ARAZİ KULLANIMLARINDA KARBON STOKLARINDAKİ DEĞİŞİM

Şahin ERDOĞAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT

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. Dünyamızda atmosfere salınımı CO₂ miktarı ne kadar fazla olursa küresel ısınmada o oranda hızlı gerçekleşmektedir. 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. Elde edilen tespitler sonucunda mevcut toprakların tekstür sınıfı Tınlı ve Killi tın olarak belirlenmiştir. pH değerlerinde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. ve pH 7.4 ile 7.7 arasında değişim göstermiştir. Kireç içeriği bahçe ve buğday ekimi yapılan alanda kademeli olarak yüzeyden derinlere doğru artmış, mera da ilk 0-15 cm’de yağışlara bağlı olarak yıkanma sonucunda artış olduğu tespit edilmiştir. 15-30 cm’de düştüğü tespit edilmiştir. Tarla kapasitesinde en düşük değer 31.3 en yüksek değer 36.3 olarak tespit edildi. Hacim ağırlıkları 1.07’ ile 1.40 arasında değişmiştir. Organik madde açısından önemli bir farklılık görülmemiştir. Organik karbon ve toplam karbon değerleri yüzeyden aşağıya doğru kademeli olarak artış göstermiştir. Arazi kullanımındaki 15 yıllık değişim organik C üzerinde henüz anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Mikrobiyal biyokütle C değerleri önemli bulunmuştur. Mera topraklarında yüzeyden derinlere doğru artış gözükmemekte, tarla ve bahçede 0-5 cm’de artış 15-30cm’de düşüşler tespit edilmiştir.

2020, 52 SAYFA

Anahtar Kelimeler: Mera, Bahçe, Tarla, Organik karbon, Karbon stoku, Mikrobiyal biyokütle karbon

ABSTRACT

MASTER THESIS

DETERMINING THE CHANGES OF SOIL ORGANIC CARBON STOCKS IN DIFFERENT LAND USES UNDER ARID CLIMATE CONDITION

Şahin ERDOĞAN

Tokat Gaziosmanpaşa University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT

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. In the world, the more amount of CO₂ emissions into the atmosphere, the faster it takes place in global warming. 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. As a result of this study, the soil texture class was determined as loam and clay loam. Soil pH was similar under the different land uses and ranged from 7.4 to 7.7. It has been determined that the lime content gradually increased from the surface to the depths in the garden and crop land, on the other hand, in the pasture lime content increased at the first 0-15 cm and decreased at 15-30 cm. The lowest field capacity was 31.3 and the highest value was 36.3. 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 gradually increased from the surface to the deeper depths. 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 an increase at 0-5 cm in the crop land and garden and decrease at 15-30 cm depth.

2020, 52 PAGES

Key Words: Grassland, Garden, crop Land, Organic Carbon, Carbon Stocks, Microbial Biomass Carbon

İÇİNDEKİLER

TEZ BEYANI.....	i
ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Toprak Karbonunun Önemi	3
1.2. Toprakta Karbon Bağlaması ve Depo Durumu	4
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL VE METOT.....	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. Arazinin Tanımı ve Coğrafi Konumu	16
3.1.2. İklim ve Bitki Örtüsü	19
3.2. Metot	20
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması.....	20
3.2.2. Fiziksel Toprak Analizleri	22
3.2.3. Kimyasal ve Biyolojik Toprak Analizleri.....	23
3.2.4. İstatistiki Analiz	24
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	25
5. SONUÇ	33
6. KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	42

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Karbon döngüsü (www.dunyaatlası.com)	3
Şekil 2. Çalışma alanının haritadaki yeri.....	17
Şekil 3.Çalışma alanın Google Earth'teki uydu görüntüsü (Anonim,2019. http://maps.google..)	18
Şekil 4. Mera arazisi	19
Şekil 5. Kayısı bahçesi.....	19
Şekil 6. Buğday arazisi	20
Şekil 7.Toprak Örneklerinin alınması	21
Şekil 8. Laboratuvaranaliz çalışmaları	22
Şekil 9. Mikrobiyal biokütle C'nin arazi kullanımı ve derinliğe bağlı olarak değişimi .	30

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. Doğanşehir’de yıllık ortalama sıcaklık ve toplam yağışlar (1980-2012).....	19
Çizelge 2. Farklı arazi kullanımı ve derinliğe bağlı olarak tekstür değişimi (0-5,5-15,15-30 cm)	25
Çizelge 3. Farklı arazi kullanımlarında toprakların pH, EC, Kireç ve organik madde değerleri.	26
Çizelge 4. Farklı arazi kullanımlarına bağlı toprakların hacim ağırlığı, nem, ve tarla kapasitesi değerleri.....	27
Çizelge 5. Farklı arazi kullanımlarına bağlı toprakların organik C, mikrobiyal biyokütle C, inorganik C, toplam C değerleri.....	28

1. GİRİŞ

Toprağın önemini anlamak için toprağın bozulmadan önce değerini bilmemiz ve bu doğrultuda gerekli tedbirleri uygulamamız gerekmektedir. Toprağın bozulması demek toprağın sağlığının bozulması demektir. Toprak bozulması, insan müdahaleleri sonucu toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde meydana gelen olumsuz değişimler sonucu fonksiyonlarını yeterince gerçekleştirememesidir. Toprağın bozulmasına etki eden birçok neden vardır bunların başında iklim değişiklikleri, kuraklık, amenajman ve arazi kullanımındaki değişimler şeklinde sıralanabilir. Toprakların bozulması ile iklim değişiklikleri doğrudan ilişkilidir. İklim değişince toprak yapısında bozulmalar, toprağın su ve rüzgâr erozyonuna duyarlılığında artma ve verimlilik ve üretkenliğinde hızlı düşüşler yaşanmaktadır. Tarımsal üretimin yapıldığı yerlerde bitki örtüsü toprağın üzerinde koruyucu örtü özelliği sağlayarak toprağın su ve rüzgâr etkisiyle taşınımını engellemektedir. Tarımsal üretimin yapılması ve sürekliliğinin sağlanması amacıyla toprakların korunmasına yönelik uygulamaları tarımsal üretimin olduğu veya olmadığı her yerde yapmak gerekmektedir.

Canlılık faaliyetlerinin en önemli yapı taşı karbondur. Karbonun toprakta bilinçli ve dengeli bir şekilde yönetilmesi için toprak oluşum ve gelişim süreçlerinin ortaya konulması ve fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Topraklarda meydana gelen agregatlaşma seviyesi ve buna bağlı olarak ortaya çıkan strüktürün korunumu ve sürekliliğinin sağlanması erozyonun oluşumunun önlenmesi ve bitkisel ürünlerin yetiştirilmesi yönünden oldukça önem teşkil etmektedir. Agregatların dayanıklılığı üzerine organik madde, kil miktarı ve kilin tipi, oksitlenme miktarının etkili olduğu bilinmektedir (Oades, 1984; Öztürkmen ve Savaş, 2014). Bununla birlikte organik karbon makro agregat dağılımında, seskioksitler ise mikro agregat dağılımında etkili olmaktadır (Yao ve ark., 1990). Dünyamızda 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).

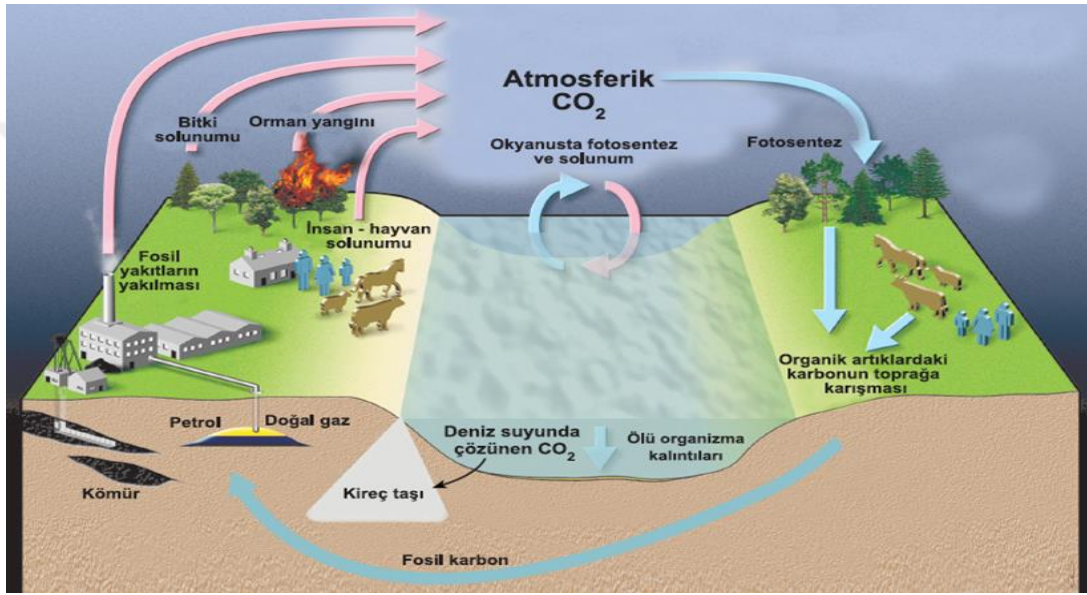
Toprakta depolanmış halde bulunan karbonun toprağa ve çevreye olan olumlu etkisi en iyi bilenen bir gerçektir (Marland ve ark., 2001). Karbonun, toprakta iyi bir şekilde korunarak depolanması ve sürekliliğinin sağlanması açısından organik maddenin iyi yönetimine ihtiyaç vardır. Türkiye arazi potansiyeli açısından %35’lik bir kısmı tarımsal alan, %27 mera ve çayır alanı, %27 orman alanı, %11 yerleşime açılmış alan ve %1’lik kısmı da göller ve akarsulardan meydana gelmektedir (Anonim, 2001).

Organik karbonun en fazla olduğu yerler arasında orman toprakları bulunmaktadır. Orman alanlarının bulunduğu coğrafya eğimli ve de dik yamaç şeklinde dahi olsa organik materyalin fazla olması organik karbon miktarını da artırmaktadır. Karadeniz Bölgesinde yer alan toprakların organik madde düzeyleri sıcaklığın az ve nemin fazla olması gibi sebeplere bağlı olarak yüksek olduğu bilinmektedir (Özkutlu, 2015).

Atmosferdeki karbondioksit miktarı sanayi devriminden önce 280 ppm civarındayken, 2005 yılında bu değerin 379 ppm, günümüzde ise 415.26ppm değerine yükseldiği görülmüştür (Mauna Loa Gözlemevi May.05.2020) Bu durumun nedenleri arasında özellikle fosil yakıtların kullanımının artması, arazi kullanımlarındaki farklılıklar, orman alanlarının kesilerek yok edilmesi ve yerlerine yenilerinin dikilmemesi, hasat atıkları ve organik atıkların yakılarak yok edilmesi gibi birçok neden yer almaktadır.

Dünyada karbonun bulunduğu havuzlar beş adet olup bunlar sırasıyla okyanuslar, jeolojik yapı, toprak, biyotik yapı ve atmosferdir (Şekil 1). Mevcut havuzlar içerisinde okyanusların karbon potansiyeli en büyük olup bunu sırasıyla diğerleri takip etmektedir. Okyanuslarda yaklaşık olarak 39 000 Pg C, Jeolojik karbon 5.000 – 10.000 Pg arasında olduğu tahmin edilmektedir. Toprak bünyesinde ve biyotik ortamda (karasal ekosistemler) yaklaşık 2.500 Pg ve atmosfer ortamında da 800 Pg C bulunmaktadır. Toprağın içermiş olduğu organik karbon, inorganik karbon, pedojenik karbon hepsi de mevcut karbon döngüsü içerisinde önemli bir görev yapmaktadırlar (Raich ve Schlesinger, 1992; Schlesinger ve Andrews, 2000; Janzen, 2004). Fosil yakıtların tüketimindeki artış, ormanların tahrip edilmesi, geleneksel tarımsal uygulamalar, mera alanlarının tarıma açılması, arazi kullanımlarındaki değişimler, endüstriyel gelişmelerin

etkisi gibi birçok sebepten dolayı atmosferdeki karbondioksit miktarı sürekli artış göstermektedir. Meydana gelen bu artışların önüne geçebilmek için en önemli ve de ekonomik yöntemin toprağa karbon depolamak olduğu herkes tarafından kabul görmektedir. Karasal ekosistemin karbon potansiyelini mevcut şartlardan daha iyi duruma getirerek hem atmosfer için hem bütün canlılar açısından daha sağlıklı bir ortam oluşturmak gerekmektedir. Bunun dışındaki yapılabilecek her türlü faaliyet, stok halde bulunan karbonun tükenmesi anlamına gelmektedir.



Şekil 1. Karbon döngüsü (<https://www.dunyaatlasi.com/karbon-dongusu-nedir-aciga-cikmasinin-ve-dogada-azalmasinin-baslica-nedenleri-nelerdir/>)

1.1. Toprak Karbonunun Önemi

Karasal ekosistemde canlılığın devamı, bitkilerin büyüüp gelişmesi için toprak organik karbonu toprağın verimliliği açısından en temel unsurdur. Toprak karbonu toprağın fiziksel kimyasal ve biyolojik yapısını düzenler. Bitkiler havada bulunan karbon dioksiti kullanarak organik maddenin oluşumuna yardım eder. Toprak üstü bitki aksamı toprağa düşünce toprağa karışır, ayrışmaya uğrayarak çözünür ve toprak organik materyalini oluşturur. İçermiş olduğu mineraller toprağa geçerken karbonun bir kısmı CO₂ halinde atmosfere salınır. Atmosferdeki CO₂ tekrardan toprağa bitkiler yardımıyla fotosentezle bağlanır, bağlanan C miktarını artırmak için orman ve mera alanlarını ve bitkisel üretimi

artırmak gerekir. Toprakta bulunan organik C miktarındaki artış bitkisel ürünlerin artışıını sağlayacaktır. Karbonun büyük bir kısmını toprakta organik C olarak depolanırsa atmosferdeki CO₂ miktarını azaltmış oluruz. Bunun sonucunda da küresel ısınmanın azalması sağlanmış olur.

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). Eğimli toprakların organik C içeriği düz ve taban arazilere göre daha düşüktür (Birkeland, 1984). 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.

1.2. Toprakta Karbon Bağlaması ve Depo Durumu

Atmosferde bulunan CO₂'nin toprak organik karbon havuzunda biriktirilmesi işlemine C bağlanması denir. Yapılan bu işlem bitkiler tarafından fotosentez yoluyla karbonun toprak organik karbonu formunda depolanması ile gerçekleşmektedir. Bunun dışında kurak ve yarı kurak iklimlerin hüküm sürdüğü yerlerde toprağa C bağlaması çoğunlukla toprakta yer alan karbondioksitin ikincil karbonatlar gibi inorganik formlara dönüştürülmesiyle de yapılır. Doğal ekosistemlerden tarımsal alanlara geçildiğinde toprağa ilave olan bitki kök ve kalıntı oranları azaldığından toprak organik C seviyesi düşmektedir. Bunun yanında aşırı toprak işleme ve kontrolsüz uygulamalar ayrışmayı ve erozyonu artırır. Bu nedenle mevcut toprak yönetim sistemleri ve geleneksel toprak kullanım yöntemleri, iklimsel kontroller ve ayrıca topoğrafik değişimler toprak karbon düzeyini etkilemektedir. Karbon stoku, organik ve inorganik karbon miktarını ifade etmektedir (Lal, 2005). Karbon bileşkesinde depo/yutak kelimesi, küresel iklim

sisteminin bir bileşeni anlamına gelmektedir. Küresel iklim sistemi bu iki bileşenin karşılıklı birbiriyle etkileşimi neticesinde değişikliğe uğramaktadır. Bunlar atmosferik ve karasal karbondur. Atmosferde bulunan bütün karbon, CO₂ gazları formunda yer almaktadır. Diğer ikinci bileşendeki C'nin çoğu çökelmiş ve çözünmüş organik bileşikler formunda bulunmaktadır. Karbon stoku iklim sisteminin paydası olduğu için toprakta tutulan C rezervi çoğunlukla atmosferik C düzeyini etkilemektedir (Lal, 2005). Toprakta bulunan karbonun yarıdan fazlası organik maddenin bünyesinde bulunur. Bununla birlikte kurak ve yarı kurak iklimde yer alan bölgelerde kireçli ana materyalin üzerinde oluşmuş topraklarda CO₂-C geniş bir yer tutar (Sanford ve ark. 1985). Topraklarda depolanmış olan bu karbon miktarları ekosistem çeşitliliğine göre farklılık göstermekle birlikte toprak içerisindeki dağılımı da değişkenlik göstermektedir.

Karbonun farklı bir depolanma şeklide CaCO₃ olarak inorganik formlarda depolanmasıdır. Yeryüzünde bulunan tortul kayalarda ve okyanus ve deniz diplerinde önemli miktarlarda inorganik formda karbon yer almaktadır.

Atmosferdeki CO₂ artışının önlenmesine yönelik en uygun yöntem toprağa karbon depolamasıdır. Karbonun topraklarda depolanması aynı anda toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirdiği gibi verimlilik durumunu da artırmaktadır. Mevcut organik karbonun korunup sürekliliğinin sağlanması toprak için yapılabilecek en büyük yararadır. Toprakta karbon depolanmasının çevrede ve bölgede yapacağı pozitif etkilerin yanında, bazı ülkelerde enerji üretimi yapan firmalar üreticilerin topraklarında depoladıkları karbona karşılık karbon kredisi imkanları sağlamaktadırlar (Marland ve ark. 2001).

Yapılan bu çalışmanın amacı kurak iklim koşulunda meradan tarımsal kullanım ve bahçeye dönüştürülen alanlarda yaklaşık 15 yıl sonra organik C fraksiyonlarındaki değişimin belirlenmesidir. Bu doğrultuda, bahçe, tarla ve mera alanlarından 0-5, 5-15, 15-30 cm derinliklerden toprak numuneleri alınarak toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik analizleri yapılarak değişimler belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bu değerler bizlere farklı kullanım alanlarındaki organik karbon değerlerinin tespitini hangi kullanım alanındaki karbon değerlerinin değişime uğradığını, ne tür uygulamaların

organik karbon açısından faydalı olduğunu ne tür uygulamaların organik karbon kayıplarına neden olduğunu veya artırdığını bilinmesi bakımından yapılmış bir çalışmadır.



2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Kushwaha ve ark. (2001), farklı toprak işleme ve hasat atığının suya dayanıklı agregatlar ve toprak organik maddesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Toprak organik karbon değerlerini en yüksek minimum toprak işleme ve organik atığın bırakıldığı uygulamalarda, en düşük geleneksel toprak işleme ve hasat atığının uzaklaştırıldığı uygulamalarda elde etmişlerdir. Makro agregatlardaki organik karbon miktarındaki artış mikro agregatlardakinden daha büyüktür. Makro ve mikro agregatlarda organik karbonun en düşük değerleri hasat atıklarının uzaklaştırıldığı uygulamalarda kaydedilmiş, en yüksek değerler ise atığın bırakıldığı uygulamalarda belirlenmiştir. Geleneksel ve sıfır toprak işlemede, makro agregatların kontrole göre %21-42 oranında arttığı bulunmuştur.

Filho ve ark. (2002), Brezilya- Parana'da IAPAR Araştırma istasyonunda iki farklı toprak işleme (geleneksel toprak işleme ve sıfır toprak işleme) ve üç bitki rotasyonunun (soya-buğday-soya, mısır-buğday-mısır ve soya-buğday-mısır) uygulandığı uzun süreli bir çalışmada; 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinde agregatstabiliteindeksi özellikleri belirlenmiş ve agregasyon indeksi 0-20 cm derinlikte organik karbon içeriğindeki artış nedeniyle sıfır sürüm uygulamasında en yüksek olarak bulunmuşlardır.

Evrendilek ve ark. (2004), yapmış oldukları bu çalışmada Akdeniz Bölgesi'ndeki arazilerde toprak organik C ve bazı toprak yapılarında oluşan farklılıkları tespit etmek amacıyla 12 yıl önce mera ve orman alanları iken daha sonradan tarımsal faaliyet amacıyla kullanıma dönüştürülmüş olan alanlardan 0-10 ve 10-20 cm derinlik mesafelerinden toprak numuneleri almışlardır. Bu numunelerin elde edilen analiz sonuçlarına göre toprak organik C miktarı 0-20 cm derinlikte tarım alanında 32.63 kg ha⁻¹, orman alanında 56.48 kg ha⁻¹ ve otlakta 57.31 kg ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Meradan ekili alana dönüşmüş alanda 0-20 cm toprak derinliğinde 12 yılda hacim ağırlığı %10.5 ve toprak erozyon faktörü %46.2 oranında artarken, toprak organik maddesi %48.8, organik C içeriği %43, su tutma kapasitesi %30.5 ve toplam porozite %9.1 azalmıştır. Toprak organik karbonu ile bazı toprakların niteliklerinde 12 yıllık süreçte değişimin önemli olduğu gözlenmiştir.

Morisada ve ark. (2004), orman topraklarında bulunan organik C stokunun tahmini için Japonya’da yapılan çalışmada, orman toprakları birbirinden farklı 15 toprak sınıfına ayrılmıştır. Her bir toprak sınıfına ait bilgiler dijital toprak ve arazi verilerinden tespit edilmiştir. Belirlenmiş olan 3391 toprak profil örneğinden her sınıfı temsil edecek şekilde organik C potansiyelinin bir temsil değeri belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada Andisol toprak yapısında 1m derinlikte 33.0 kg C m^{-2} , Regosol toprakta 8.2 kg C m^{-2} olarak birbirinden farklı değerler tespit edilmiştir. Çalışmanın yapıldığı bölgenin organik C’nin ortalama yoğunluğu ilk 30 cm toprak derinlikte 9.0 kg C m^{-2} ve 1 m derinlikte 18.8 kg C m^{-2} olduğu tespit edilmiştir. Japonya’da 1 m derinlikteki orman topraklarında tahmini organik C stoku $4570 \pm 500 \text{ Tg}$ olarak hesaplanmıştır. En büyük katkıyı 3000 Tg karbonun üzerindeki kahverengi orman toprakları (çoğunlukla Cambisol) yapmıştır. Toplam organik C stokunun %48’i (2180 Tg C) ilk 30 cm’lik derinlikte belirlenmiştir. Organik C stokuna yüzey katmanlarının etkisinin belirgin olduğu ve organik C yoğunluğunun toprak tipine göre büyük bir çeşitlilik gösterdiği belirtilmiştir.

Çelik (2005), yapmış olduğu bu çalışmada Akdeniz bölgesinde farklı arazi kullanımlarında toprağın organik maddesi ve bir kısım toprak özelliklerine olan etkisini araştırmıştır. Mera, orman ve tarım arazilerinin bulunduğu yerlerden 0-10 ve 10-20 cm derinliklerden 2 farklı toprak numunesi almıştır. Mera alanından tarımsal alana dönüşmüş alanda toprağın organik C havuzu 0-20 cm derinlikte önemli miktarda, ortalama %49 oranında azaldığı görülmüştür. Mera ve orman alanlarında ise toprak organik C değerleri birbirine yakın değerler de bulunmuştur. Netice itibariyle mera ve orman alanlarının tarım arazilerine dönüşmesiyle toprağın organik maddesi, hacim ağırlığı, agregat stabilitesi ve erozyona karşı hassasiyet durumunun büyük ölçüde değişime uğradığı görülmüştür.

Darıcı ve Aka (2005), yapmış oldukları çalışmada Adana bölgesinde bulunan iki farklı materyalden (marn ve konglomera) meydana gelmiş olan toprakta yetişmiş olan zeytin, kızılcım ve menengiç bitkilerinin bulunduğu topraklardaki C mineralizasyonu incelemişlerdir. Topraktaki C mineralizasyonu 28°C sıcaklık ve %80 nem koşullarında inkübasyon (30 gün) yöntemiyle tespit edilmiş olup organik maddenin kalitesi ve mikrobiyal faaliyetler arasında aktif bir bağlantı olduğu tespit edilmiştir. Bunun dışında

organik maddenin marnlı toprakta konglomeralı toprağa göre daha güçlü bir şekilde bağlandığını, biyolojik parçalanmaya karşı daha dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir.

Kara ve Bolat (2008), Bartın ili orman ve tarım topraklarının 0-5 cm derinliğindeki mikrobiyal biyokütle C ve N içeriklerini belirleyerek, bununla birlikte toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki bağlantıyı ortaya koymuşlardır. Bunun için orman ve tarım alanlarından 10'ar adet toprak numunesi alınmıştır. Araştırma sonucunda orman alanlarının mikrobiyal biyokütle içeriği $1076.01 \pm 45.68 \mu\text{g g}^{-1}$, tarım alanında ise $522.01 \pm 45.68 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Arazi kullanım biçimi mikrobiyal biyokütle C ve N değerlerini önemli ölçüde etkilemiştir. Ayrıca mikrobiyal biyokütle C ve N ile tekstür, organik C, toplam N, kireç içeriği, pH vb. özellikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu gözlenmiştir.

Koçyiğit (2008) son dönemlerde yapılmış olan çalışmalar, neticesinde toprakta bulunan karbon stoklarındaki hızlı oksidasyon sonucunda bulunduğumuz ortamda, çevremizde ve de özellikle atmosferin kimyasal yapısında çok önemli farklılıklara neden olduğunu ortaya çıkarmıştır. Atmosferde yer alan sera gazları içerisinde özellikle CO₂'nin seviyesindeki artışın iklimsel faaliyetleri, bitkilerin fizyolojik yapısını toprağın mikrobiyal aktivitelerini ve organik maddenin meydana gelişini ve parçalanmasını, dağılmasını önemli ölçüde etkilemektedir. Toprakların bünyesi atmosferde yer alan karbon yönünden bir depolanma yeri olduğu gibi bir kaynak noktası da olabilmektedir. Mevcut bir ekosistemde toprakta birikmiş olan ya da topraktan atmosfere salınmış olan C miktarı, net ekosistemden elde edilen üretimi ile ekosistemden atmosfere salınmış olan toplamdaki hetotrofik solunum durumuna bağlıdır. Yoğun arazi kullanımlarına bağlı olarak toprakların aşırı şekilde işlenmiş olması toprakta bulunan organik C'nin hızlı bir şekilde oksidasyona uğramasına neden olarak toprakların atmosferdeki CO₂ için bir kaynak olmasına sebep olabilmektedir. Uzun senelerdir yapılan geleneksel toprak işleme metotları neticesinde toprakların başlangıç itibariyle barındırmış oldukları karbon miktarının yaklaşık %50'si kadarı kaybolmuş veya tükenmiş durumdadır. Uygulanacak olan sıfır sürüm tarım ve minimum sürüm yöntemleri ile organik karbonun oksidasyon derecesini azaltarak toprağın net C kazanımına sebep olunur. Bundan dolayıdır ki çeşitli nedenlerle atmosfere salınmış olan C'nin yeniden toprakta bağlanması ve de depolanması sağlanabilir. Toprakta yüksek organik karbon miktarının

olması aynı zamanda toprağın kalitesini ve verimliliğini de artırır. Bu durumda topraklar atmosferdeki karbonun depolanması için iyi bir kaynak işlevi görmektedir.

Schulp ve ark. (2008), Hollanda’da kayın (*Fagussylvatica*), köknar (*Pseudotsugamenziesii*), sarıçam (*Pinussylvestris*), meşe (*Quercus robur*) ve karaçam (*Larixkaempferi*) türlerinin orman yüzeyi ve toprak C stoklarına etkisinin araştırıldığı çalışmada, orman yüzeyi C stoku değerleri kayında 11.1 Mg C ha⁻¹ ve karaçamda 29.6 Mg C ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Toprak organik C stoku ise 53.3 Mg C ha⁻¹ (kayın) ve 97.1 Mg C ha⁻¹ (karaçam) arasında değişmiştir. Kozalaklı ve geniş yapraklı ormanların C stokları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur.

Tolunay ve Çömez (2008), ülkemizde bulunan orman topraklarında stok durumda olan C miktarının belirlenmesi için ölü örtü tabakasında ve toprak bünyesinde yapılan çalışmalarda orman alanında depolanan C miktarı tespit edilmeye çalışılmıştır. Ağaçlandırma yapılan alanlarındaki toprakların ortalama C içerikleri birim alanda 83.2 Mg ha⁻¹, ibreli karışık orman sahasında 62.2 Mg ha⁻¹, ibreli yapraklı karışık orman sahasında 70.8 Mg ha⁻¹, yapraklı karışık orman sahasın da ise 161.4 Mg ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Numune alınmış olan 1003 ölü örtü örneğinde ise ortalama organik C miktarı 5.8 Mg ha⁻¹ bulunmuştur. Değerlendirilen 1234 toprak profiline göre ormanlarımızda bulunan ortalama toprak organik C miktarı 78.0 Mg ha⁻¹, ölü örtüde 5.8 Mg ha⁻¹ ve toplamda 83.8 Mg ha⁻¹ organik karbon olduğu sonucuna varılmıştır.

Zengin ve ark. (2008), farklı sıcaklık değerlerinde laboratuvar şartlarında (23°C ve 28 °C) ve uygun nem koşullarında (tarla kapasitesinin %60 ve %80’i) keçiboynuzu (*Ceratoniasiliqua* L., Fabaceae) topraklarındaki C mineralizasyonunun farklılaşım durumunu incelemeye almışlardır. Yapılan bu çalışma neticesinde sıcaklık artışıyla birlikte mikrobiyal faaliyetlerinin %60 ve %80 nem seviyesinde önemli bir derecede artış gösterdiği belirlenmiştir. Keçiboynuzu yetiştirilmesi yapılan topraklarının 28 °C sıcaklıkta ve tarla kapasitesinin %80’oranında 30 gün içinde iyi faaliyet gösterdiği bildirilmiştir.

Ren ve ark. (2010), Çin’in güney kesiminde yer alan bir bölgede farklı yaşlardaki *Sonneratiaapetala* plantasyonlarının biyokütle stokunu ve C depolama potansiyelini incelemiştir. Orman alanında biyokütle C stoku toprak üstünde ve kök bölgelerinde

4, 5, 8 ve 10 yaşlarındaki plantasyonlarda sırasıyla 199, 32.6, 42.0 ve 49.0 Mg ha⁻¹ olarak bulunmuştur. Yüzeyden 20 cm toprak derinliğinde toprak organik C içeriği ağaçlandırma yapılmadan 4, 5, 8 ve 10 yıl sonra sırasıyla 0.3, 6.8, 27.4 ve 35.0 Mg ha⁻¹ olarak artış göstermiştir.

Neumann-Cosel ve ark. (2011), farklı arazi kullanımında mineral toprak yapısındaki değişimin organik C stoklarında meydana getirmiş olduğu etkiyi araştırmışlardır. Daha önceden mera alanı olan ve ikincil kullanım olarak orman alanına dönüştürülmüş, farklı yaşlardaki, (5-8, 12-15 ve 100 yaşındaki) orman alanlarında organik C stoklarının karşılaştırılması yapılmış olup elde edilen sonuçlar tahmin edilenin aksine ilk 10 cm'deki C stoku genç ikincil orman gelişimi ile değişime uğramamıştır. Mera toprağında 10 cm derinlikte 24.88±2.9 Mg ha⁻¹ C birikimi gözlenmiştir. 100 yaşındaki ikincil orman toprağında ise toprak C birikimi ortalama 43.0±7.9 Mg ha⁻¹ C olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu sonuç Panama bölgesinin arazi kullanım değişiminden büyük ölçüde etkilenmediğini fakat toprağın C depolama kapasitesindeki artışın daha uzun bir sürede mümkün olabileceği belirtilmektedir.

Beheshti ve ark. (2012), İran'ın kuzey kesiminde arazi kullanımındaki değişimin (ormandan tarımsal alana dönüşüm) toplam organik C ve N miktarına olan etkisi, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısındaki farklılıkları incelemişlerdir. Yapılan çalışmada elde edilen toprak örnekleri 0-0.2 ve 0.2-0.4 m derinliklerden birbirine yakın mesafede olan tarım ve orman alanlarından elde edilmiştir. Çalışma yapılan alanların yıllık yağış miktarları ve toprağın yıllık işleme yoğunlukları birbirinden farklıdır. Orman alanından tarımsal alana dönüşmüş bölgelerde toprak özelliklerinde kayda değer önemli bir değişiklik tespit edilmiştir. Toprağın işlenmesiyle, 0-40 cm derinlikte 50-70 yıl sonra organik C içeriği ve toplam azot miktarı %29-66 oranında azalmıştır. Ormanın tarım alanına dönüşümüyle toprak yapısının bozulduğu, organik C ve toplam N miktarının düştüğü, agregat stablitesinin azaldığı ve organik C mineralizasyonunun arttığı belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma toprağın organik C kayıplarının düşük yağış ve yoğun toprak işleme uygulanan alanlarda, yüksek yağış ve işlenmesiz tarım yapılan alanlara göre daha belirgin bir şekilde olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Berhongaray ve ark. (2013), Arjantin Pampas'ta yüzey ve daha derin toprak tabakalarında organik C stokuna arazi kullanımı ve çevre şartlarının etkisini

incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada 4 farklı arazi kullanımından (ağaçlık, otlak, tarımsal alan, su altındaki alan ve ekili olmayan alanlardan) örneklemeler alınmıştır. Organik C içeriğinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Ortalama toprak organik C stoku 1 m derinlikte ağaçlık alanda 131 t ha^{-1} , ekili olmayan kontrol alanında 101 t ha^{-1} , otlakta 90 t ha^{-1} , tarlada 86 t ha^{-1} ve su altındaki alanda 70 t ha^{-1} olarak hesaplanmıştır. Tarım yapılan alanda 50 cm derinlikte toprak organik C içeriğinde %16 oranında ve 50-100 cm derinlikte %9 oranında bir azalma olduğu gözlenmiştir.

Kayıkçıoğlu ve Okur (2013), yapmış oldukları bu çalışmada farklı kullanım alanlarına sahip (mera, zeytinlik, buğday ve buğday-mısır-soya rotasyonu altında) toprakların mikrobiyal C, N ve P'nin mevsime bağlı olarak değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışma aşamasında 0-15 ve 15-30 cm olmak üzere iki farklı derinlikten, Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında toprak numuneleri almışlardır. Yapılan analiz sonuçlarına göre en yüksek mikrobiyal biyokütle değeri buğday ekimi yapılmış olan alanda tespit edilmiş olup, yüzey toprağının (0-15 cm), yüzey altı toprağına (15-30 cm) göre mikrobiyal biyokütle değeri daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Mevsimsel açıdan en yüksek mikrobiyal biyokütlenin Nisan ayında, en düşük değerin ise Ocak ayında yüzey altı toprakta olduğu belirlenmiştir.

Poeplau ve Don (2013), Avrupa'da arazi kullanımlarındaki değişimlerin toprak organik C stoku üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Ortalama organik C miktarındaki değişim 0-30 cm derinlikte, tarım arazisinden meraya dönüşümde $18 \pm 11 \text{ Mg ha}^{-1}$, tarım arazisinden ağaçlandırma alanına dönüşümde $21 \pm 13 \text{ Mg ha}^{-1}$, meradan tarım arazisine dönüşümde $-19 \pm 7 \text{ Mg ha}^{-1}$ ve meradan ağaçlandırma alanına dönüşümde $-10 \pm 7 \text{ Mg ha}^{-1}$ düzeyinde olduğunu ortaya koymuşlardır. Tarım arazilerinin ağaçlandırma ve mera alanlarına dönüşümü toprak organik karbonunda birbirine benzer bir birikimlere yol açmıştır.

Vesterdal ve ark. (2013), ılıman orman ekosisteminde ağaç türlerinin toprak C stokuna etkisini araştırmıştır. Mineral içerikli topraktaki C stokuna ağaç türlerinin etkisinin sınırlı olduğunu belirlemişlerdir. Karbon stokuna toprak yapısı veya iklim yapısının ağaç türünden daha fazla etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Wiesmeier ve ark. (2013), Almanya'nın güneydoğu kesiminde yapılan çalışmada orman topraklarındaki organik C stoku ve yönetimini belirlemek amacıyla 596 toprak profili örneklenerek toprak organik C stokundaki farklı orman tipi ve farklı çevresel parametrelerin etkisi saptanmıştır. Toprak organik C stoku 9.8 kg m^{-2} olarak hesaplanmıştır. Organik karbonun depolanmasının iklimin kontrolünde olduğu, serin bölgelerde stokta bir artış, yüksek sıcaklıktaki bölgelerde ise güçlü bir düşüş olduğunu saptamışlardır. Geniş yapraklı, iğne yapraklı ve karışık ormanlar arasında toprak organik C birikiminde önemli bir farklılık bulunamamıştır. Ormanlarda toplam organik C birikiminin sıcaklık ve yağışın kontrolünde olduğu sonucuna varılmıştır.

Lunstrum ve Chen (2014), Güneydoğu Çin'de organik C stokunun belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, yüzey toprağında (0-10 cm), 6 (*Kandeliaobovata* ve *Sonneratiaapetala*'dan oluşan), 20 (*S. Apetala*) ve 70 (*K. Obovata*) yaşlarındaki orman alanlarından örneklemeler yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde yüzeyde bulunan toprağın C konsantrasyonu 6 yılda önemli bir artış göstermiştir. Toprak karbonunun yaşla birlikte arttığı fakat yalnızca 70 yaşındaki orman toprağında istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir. Tüm alanlarda 1 m toprak derinliğindeki C konsantrasyonun (%0.62 ve 2.43) küresel ortalamalara göre düşük olduğu gözlenmiştir.

Cui ve ark. (2014), yangının toprak organik karbonuna etkisini belirlemek için Çin'in Daxiang bölgesinde yer alan dağlarda bir çalışma yapmışlar. Yangın olmadan önce kontrol altındaki bölgeden ve yangından 3 yıl sonraki bölgeden örneklemeler alınmıştır. Alınan bu toprak örnekleri 0-10 cm derinlikten alınmış olup yangın sonrasında toprak organik C içeriğinde önemli değişiklikler olduğu tespit edilmiştir. Yüzeyde bulunan toplam organik C miktarının yangından etkilendiği, meydana gelen değişimin büyük olasılıkla yanmanın şiddetine ve zamana bağlı olduğu gözlenmiştir. Seviyesi orta ve düşük olan yangınlarda toprak organik C içeriğinde önemli bir değişiklik belirlenmemiştir. Bir iki yıl sonra ise, düşük ve orta şiddetli yangınlarda yanan alanlarda yarı yarıya çürümüş olan ölü kökler toprağa dâhil oldukları için toprağın organik C içeriğinde bir artış belirlenmiştir. Ancak küçük çaplı bu artış 3. yılda azalmıştır. Yüksek dereceli şiddetli yangın toprağın üst tabakasında büyük oranda C kaybına neden olduğu tespit edilmiştir.

Wei ve ark. (2014), birbirine yakın orman alanlarının ekili alana dönüşümünden sonra organik C ve azot potansiyellerinin değişim durumlarını incelemişler. Orman alanlarının ekim yapılan alanlara dönüşmesiyle organik C ve N potansiyeli azalmıştır.

Liu ve ark. (2015), Çin'in güneybatı bölgesinde organik C miktarını etkileyen nedenleri tespit etmek için farklı arazi kullanım yöntemleriyle (çalılık, fundalık, otlak, birincil orman ve ikincil ormanların olduğu alanlarda araştırma yapmışlardır. Bu araştırma da toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, mikrobiyal biyokütle ve enzim aktivitesinin organik C miktarını etkilediği, vejetasyon farklılığıyla da organik C miktarının önemli oranda değişime uğradığı tespit edilmiştir. Toprağın fiziksel ve biyokimyasal özellikleri toprak organik C miktarını önemli oranda etkilemiştir. Farklı çeşitte dört vejetasyon modelinin de toprak mikrobiyal kütlesi açısından organik C üzerinde hakim bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Lu ve Liao (2017), yapmış oldukları bu çalışmada toprak CO₂ emisyonunu belirlemek amacıyla farklı toprak işleme yöntemlerini uygulayarak bir çalışma yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre sıfır toprak işlemeyle, çizel ve freze uygulamasında tespit edilen CO₂ emisyon hacmi kulaklı pulluk uygulaması yapılan alanda elde edilen sonuçtan daha az olduğu belirlenmiştir. Bunun dışında kurak iklim bölgelerinde uygulanan tarımsal faaliyetlerde çizel kullanımının ekonomik açıdan daha faydalı olduğu tespit edilmiştir.

Yılmaz ve Sönmez (2017), sera koşullarında yaptığı çalışmada, farklı organik ve biyogübre uygulamalarının tek başına veya kombinasyon halinde etkilerini araştırmışlardır. 90 günlük inkübasyon dönemi uygulanmış olup bu süre sonunda her iki boyuttaki agregatların organik karbon içeriği üzerine daha güçlü etkilere sahip olduğu görülmüştür.

Wu ve ark. (2018) yapılan bu çalışmada (CO₂) ve (N₂O) gibi gazların küresel ısınma ve atmosferik kimya üzerine etkilerini araştırmak için iki toprak inkübasyon deneyi yapmışlardır. CO₂ ve N₂O emisyonlarında amonyum sülfat ile iki yaygın biyokömür ilavesinin (mısır koçanı ve zeytin özü) iki zıt toprak yapısının (asit ve alkali kumlu toprakta) CO₂ ve N₂O emisyonu üzerindeki etkileri takip edilmiştir. Mısır koçanın alkalik killi toprakta CO₂ ve N₂O önemli bir etkisi bulunmamakla birlikte, asidik kumlu toprağa N-gübre karıştırıldığında CO₂ emisyonunun %18 ve N₂O emisyonunun

%26.9 azalttığı tespit edilmiştir. Buna rağmen zeytinyağı özü biyokömür ilavesinin CO₂ emisyonu üzerinde önemli bir etkisi görülmemiştir. Biyokömürün N₂O ve CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerinin asitli topraklarda daha belirgin halde olduğu sonucuna varılmıştır. Biyokömürün asitli topraklardaki N₂O emisyonunu azaltma potansiyeli toprakta NO₃'e bağlı olduğu görünmektedir.



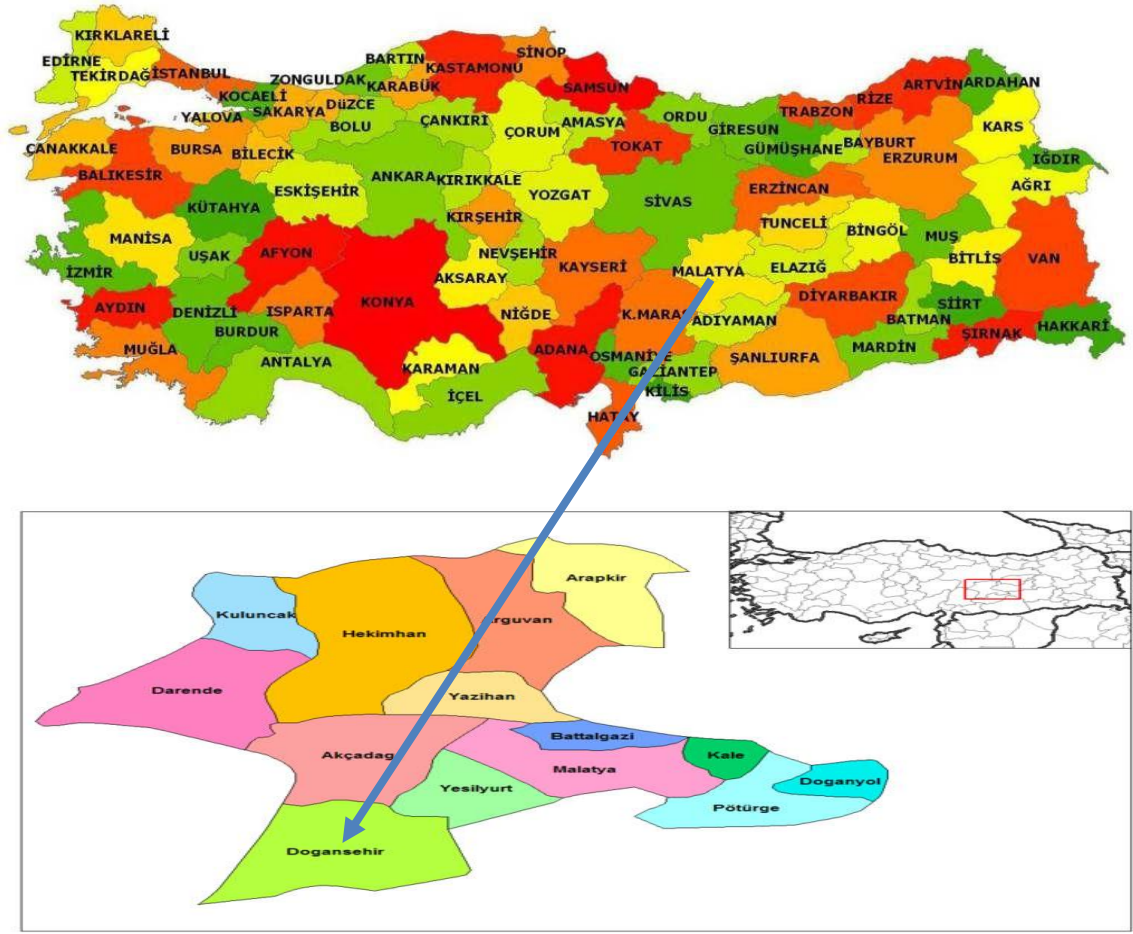
3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Arazinin Tanımı ve Coğrafi Konumu

Çalışma yapılan alan Malatya il merkezine 58 km, Doğanşehir İlçe merkezine 5 km, Yolkoru Mahallesine 2 km mesafede Boyalık mevkiinde yer almakta olup 39°9619.02 kuzey enlemleri, 42°22176.31 doğu, boylamları arasındadır. Toprak örneklerinin alındığı mera alanı 39°9987.79 kuzey enlemi, 42°22155.84 doğu boylamı arasında, buğday tarlası 40°0040.04 kuzey enlemi, 42°22161.58 doğu boylamı arasında ve kayısı bahçesi 39°9987.79 kuzey enlemi 42°22155.84 doğu boylamı arasında bulunmaktadır. Çalışma alanının coğrafi konumu Şekil 2 ve 3 de verilmiştir. Toprak yapısı itibarıyla Terra Rossa (Kırmızı toprak) gurubunda yer almaktadır. Yolkoru mahallesinin tarımsal alanı 3.595 dekar olup rakımı 1290 m'dir.

Çalışmanın yürütüldüğü mera alanı herhangi bir uygulama yapılmayan otlatmaya açık alan olarak kullanılmaktadır (Şekil 4). Kayısı bahçesi 2005 yılının ilkbaharında dikilmiş olup ilk 4 yıl boyunca düzenli bir şekilde bakımları (organik ve kimyasal gübreler, kimyasal mücadele ve kültürel uygulamalar) yapılmış olup, daha sonraki 6 yıl boyunca hiçbir kültürel ve kimyasal uygulama yapılmamıştır (Şekil 5). 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 (Şekil 6). Yalnızca bitkinin ihtiyacına bağlı olarak kimyasal gübre kullanılmaktadır. Mevcut alanda daha öncesinde tütün ve fasulye ekimi yapılmıştır.



Şekil 2. Çalışma alanının haritadaki yeri



Şekil3.Çalışma alanının Google Earth'teki uydu görüntüsü
(Anonim,2019.<http://maps.google>.)

3.1.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanında tipik karasal iklim hüküm sürmektedir. Kışlar soğuk ve uzun, yazlar sıcak ve kurak geçer. Yörenin yıllık ortalama sıcaklık değeri 13.5°C iken yıllık yağış ortalaması 393 mm'dir (Çizelge 1). İl merkezine göre yaz ayları daha serin olup, kış ayları daha soğuk ve karlı geçmektedir.

Doğanşehir ilçe merkezinde yarı kurak bir iklim ve buna göre şekillenmiş bir vejetasyon görülmektedir. Bunun yanında araştırma alanı ve çevresindeki toprakların oluşumunda yükselti, eğim, bakı, drenaj durumu, ana kaya da etkili olmuştur.

Çizelge 1. Doğanşehir’de yıllık ortalama sıcaklık ve toplam yağışlar (1980-2012)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort.
Ortalama Sıcaklık (°C)	1.4	1.6	6.7	12.7	17.7	22.8	27	26.4	22.2	14.7	7	2	13.5
Yıllık Yağış (mm)	34.5	32.8	56.4	67	49	22	2.1	1.4	4	41	43.4	39	393

Kaynak: DMİ.



Şekil 4. Mera arazisi



Şekil 5. Kayısı bahçesi



Şekil 6. Buğday arazisi

İlçe ve çevresinde bitki örtüsü itibariyle doğal mera alanları, elma ve kayısı bahçeleri ağırlıklı olmakla birlikte, çam, ardıç, kavak ve söğüt ağaçları bulunmaktadır. Mevcut üretim alanları içerisinde tarla bitkileri, meyve ağaçları, sebze, bağ ve nadas alanları bulunmaktadır. İlçe ve çevresinde üretimi yapılan ürünler kayısı, elma, tütün, nohut, mercimek, kuru fasulye, şeker pancarı, buğday, domates, biber, üzüm ve çilek yer almaktadır.

3.2. Metot

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması

Yapılan bu çalışma Malatya İli Doğanşehir İlçesi Boyalık mevkiinde bulunan buğday, kayısı bahçesi ve mera alanı olarak kullanılan alanlarda yürütülmüştür. Belirlemiş olduğumuz çalışma alanlarının topoğrafik özelliklerinin yanında iklim özelliklerinin aynı olmasına dikkat edilmiş ve seçilen alanların mümkün olduğunca birbirine yakın olmasına özen gösterilmiştir. Her bir alanda, araziyi iyi bir şekilde temsil edebilecek üç farklı örnek alma yeri rastgele seçilmiştir. Her bir örnek alma yerinden üç ayrı derinlik

den (0-5, 5-15, 15-30 cm) örnekler alınarak her biri ayrı ayrı poşetlere etiketlenerek konmuştur (Şekil 7). Bu çalışmada bütün toprak örnekleri el burgusu ve kürek yardımıyla 2018 yılı Kasım ayında alınmıştır. Alınan bu örnekler analiz anına kadar 4 °C’ de bekletilerek, bekleme süresince oluşabilecek değişimler minimum düzeye indirgenmiştir. Bu örneklerden 10 g alınarak 105 °C etüvde 24 saat kurumaya bırakılarak nem içerikleri belirlenmiştir.

Mevcut bu çalışmada 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.



Şekil 7.Toprak Örneklerinin alınması

3.2.2. Fiziksel Toprak Analizleri

Toprakların tanecik dağılımı Bouyocoushidrometreyöntemi ile belirlenmiştir (Bouyocous, 1951). Bu yöntemle göre, 40 gr toprak örneği alınarak 100 ml %10'luk sodyum- hegzametafosfat ve 250 ml saf su ilave edilerek disperse olması için bir gece bekletilmiştir. Mikserde 5 dakika karıştırma işleminden sonra tekstür silindirlerine konarak hidrometre içinde iken saf su ilave edilerek 1130 ml'ye tamamlanmış ve karıştırıcı ile süspansiyon homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Bundan sonra Kırkinci saniye ve ikinci saat hidrometre okumaları alınarak sıcaklıklar ölçölüp gerekli hesaplamalar yapılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Laboratuvar analiz çalışmaları

Bu çalışmada toprakların tarla kapasitesi SWAP (Soil-Water Atmosphere-Plant) Modeli ile belirlenmiştir. Bu yöntemle göre tekstür sonucunda elde edilen verilerin sistemde yer alan ekrandan kullanıcı bilgileri kısmından dosya ismini, başlık ismini, organizasyon kısmını ve adres bölümünün girişi yapılarak sisteme yüklenmek suretiyle elde edilmiştir (Van Dam ve ark. 1997).

Kuru hacim ağırlığı, 100 cm³ hacme sahip silindirler toprağa çakılmak suretiyle elde edilen numunelerin 105 °C deki tükde 48 saat bekletilmek şartıyla toprağın hacim ağırlığı tespit edilmiştir (Blake ve Hartge, 1986).

3.2.3. Kimyasal ve Biyolojik Toprak Analizleri

Toprak reaksiyonu 1:2.5 toprak: su (w:v) karışımı ile belirlenmiştir (Richards, 1954). Açık havada kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilmiş olan 10 g toprak örneği 50 ml'lik bir behere konarak üzerine 25 ml saf su ilave edilmiştir. Elde edilen bu karışım iyice karıştırıldıktan sonra pH metre ile okunarak toprak pH'sı belirlenmiştir.

Kireç içeriğini belirlemek için öncelikle 0.5g toprak örneği alınarak Scheiblerkalsimetresinde karbondioksitin çıkış hacmine göre kireç içeriği tespit edilmiştir (Çağlar, 1949). 0.5 g'lık toprak numunesi cam kavanoz içerisine konulmuş, üzerine %10'luk HCl çözeltisi küçük şişe yerleştirilmiştir. Kapağı kapatılan kavanoz sallanarak karbondioksit çıkışı ile kalsimetrede kireç içeriği tespit edilmiştir.

Organik madde ve organik karbon Walkley-Black yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Buna göre, 0,5 gr toprak örnekleri 500 ml'lik erlenmayerlere konularak üzerine 10 ml 1 N K₂Cr₂O₇ (potasyum dikromat) çözeltisi, 20 ml konsantre sülfürik asit konulup bir dakika süreyle karıştırılıp 30 dakika süreyle bekletildikten sonra 200 ml saf su ile 3-4 damla o-fenotrolin kompleks indikatörü katılarak FeSO₄.H₂O (demirsülfatheptahidrat) çözeltisiyle ortamın rengi maviden kırmızı rene dönene kadar titre edilerek belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

Mikrobiyal biyokütle fümigasyon ve inkübasyon yöntemiyle belirlenmiştir (Horwath ve Paul, 1994). Bu yöntem de erlenmayerlerin içerisine 20 g toprak örneği tartılarak, erlenmayerler ağzı açık olacak şekilde içerisinde kloroform (CHCl_3) bulunan desikatöre yerleştirilmiştir. Desikatör çeker ocak altında vakum edilmiş olarak 24 saat fümigasyon işlemine tabii tutulmuştur. Toplam sürenin sonunda kloroform desikatör içerisinden alınarak desikatör bir vakuma bağlanmış ve toprak gözenekleri içerisindeki CHCl_3 buharı birkaç kez yapılan vakumlama uygulamasıyla tamamen uzaklaştırılmıştır.

Yapmış olduğumuz bu işlemle topraktaki mikroorganizmaların %90'lık bir kısmı yok edilmiş olup %10'luk kısmı canlı olarak kalmıştır. İşlem yapılan bu fümigasyon numunelerine paralel olarak bir de fümige işlemi yapılmamış toprak numuneleri kontrol amaçlı olarak hazırlanmıştır. Yapılan bu işlemlerin sonunda örnekler, içerisinde NaOH bulunan kavanozlara yerleştirilerek 10 gün süreyle 25 °C'de inkübe edilmiş ve CO_2 miktarı geri titrasyon yöntemiyle tespit edilmiştir. Yapılan bu analiz sonucunda fümige olmuş veya olmamış numuneler arasındaki fark mikrobiyal biokütle C sonucunu elde etmemizi sağlamıştır.

3.2.4. İstatistiki Analiz

Yapılan çalışmalar sonucunda elde etmiş olduğumuz veriler Varyans Analizi (ANOVA) ve en küçük ortalama fark testi yapılmak suretiyle $\alpha = 0.05$ önemlilik düzeyine göre SPSS 11 kullanılarak analiz edilmiştir. Çizelgelerde yer aldığı şekilde önem düzeyleri ve ortalama değerler verilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada mera, bahçe (kayısı) ve tarım arazisi (buğday tarımı) topraklarının % kum, kil ve silt içerikleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Elde edilen sonuçlar çalışmanın oldukça homojen bir tekstüre sahip toprakta yapıldığını göstermektedir. Mevcut durumu yansıtan değerler Çizelge 2’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 tespit edilmiştir. Yapılan analizlerde kil oranı en yüksek %38.3olarak 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 kil içerikli toprakların organik karbon değerlerinin kumlu topraklara göre daha fazla olduğunu, bu durumun asıl nedeninin ise kil minerallerinin organik maddenin etrafını sarıp koruyarak ayrışmaya karşı dirençli hale getirmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Çizelge 2. Farklı arazi kullanımı ve derinliğe bağlı olarak tekstür değişimi (0-5,5-15,15-30 cm)

AraziKullanımı	Derinlik cm	Silt	Kil %	Kum	TekstürSınıfı
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
TarımArazisi	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

*Farklı harfler aynı sütun içerisinde istatistiksel olarak 0.05 önem düzeyinde önemlidir.

Toprakların kum içeriklerinin de benzer olduğu görülmektedir. En yüksek kum içeriği (%45.9) bahçe 0-5 cm de en düşük kum (%37.3) tarım arazisi0-5 cm’de belirlenmiştir. Arazi kullanımına bağlı olarak silt içeriklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Silt içeriği %21.3 ile %32.0 arasında değişim göstermiştir. Silt içerikleri açısından bütün topraklarda büyük çaplı bir farklılık görülmemiştir.

Farklı tarımsal alanlardaki topraklarının pH değerlerinde önemli bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 3). Kayısı bahçesinde toprak pH değerleri 7.4 ile 7.6 arasında yer almaktadır. Merada pH7.5 olarak ölçülmüştür. Tarım arazisinde pH değerleri 7.5 ile 7.7 arasında değişim göstermektedir. Tarım arazisinde pH değerlerinin hafif yükselme eğiliminde olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar mevcut toprakların hafif alkali bir pH' ya sahip olduğunu göstermektedir. EC değerleri açısından en yüksek değer mera 0-5 cm'de belirlenmiştir ($396.7\mu\text{Scm}^{-1}$). Mera ve bahçede yüzeyde tuzluluk değerlerinde bir artma eğilimi oluşurken tarım arazisinde genelde profilde homojen bir dağılım göstermiştir.

Çizelge 3. Farklı arazi kullanımlarında toprakların pH, EC, Kireç ve organik madde değerleri.

AraziKullanımı	Derinlik cm	pH	EC μScm^{-1}	Kireç %	Organikmadde %
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
TarımArazisi	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

*Farklı harfler aynı sütun içerisinde istatistiksel olarak 0.05 önem düzeyinde önemlidir.

Farklı arazi kullanımlarında yer alan toprakların kireç içeriğindeki değişimler Çizelge 3' de yer almaktadır. Farklı kullanımlar altındaki toprakların kireç içerikleri istatistiksel anlamda önemli bir farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). Kireç içerikleri %2.8 ile 5.7 arasında değişim göstermiştir. Toprakların kireç içeriklerinin çok yüksek olmadığı görülmektedir. Toprakların kireç içeriklerinde yaklaşık 15 yıllık arazi kullanımları süresince önemli bir değişim görülmemiştir.

Farklı kullanımlar altındaki toprakların organik madde değerlerine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır ($p>0.05$). Çalışma yapılan alanlar içerisinde organik madde miktarları birbirine yakın bulunmuştur. 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. Toprağın içerisinde yer alan organik madde miktarı fiziksel ve kimyasal şartlar doğrultusunda, iklim, bitki örtüsü, toprak işleme yöntemleri,

topoğrafya, drenaj, toprağa takviye edilen organik madde içeriği, kalitesi ve toprağa uygulama şartları ile birebir yakından ilgilidir. Toprakta yer alan organik madde miktarının değeri ve kalitesi, yeteri derecede organik materyalin ayrışması ve yararlı hale gelmesi toprak mikroorganizmalarının faaliyetleri ve sonucunda oluşmaktadır. Bu tür aktivitelerinde oluşabilmesi için iklimsel, fiziksel ve kimyasal şartların uygun olması gerekmektedir. İklimsel faaliyetler mikroorganizmalar ve enzim faaliyetlerini hızlandırmaktadır. Bitkisel faaliyetlerin yoğun olduğu her alanda toprak yüzeyi ve de içeriği organik madde açısından zengin durumdadır. 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 kaynaklanmaktadır. Organik madde içeriğinin bahçe ve tarım toprağında oldukça homojen bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4.Farklı arazi kullanımlarına bağlı toprakların hacim ağırlığı, nem, ve tarla kapasitesi değerleri.

Arazi Kullanımı	Derinlik	Hacim ağırlığı	Vol. Nem	Tarla kapasitesi
	cm	g cm ⁻³	%	%
Mera	0-5	1.24±0.0abc*	14.8±2.9ab	31.9±5.9a
	5-15	1.40±0.1c	22.6±7.7abc	31.7±1.4a
	15-30	1.46±0.1bc	28.0±3.6c	32.6±4.1a
Bahçe	0-5	1.22±0.1abc	11.8±2.5a	31.3±1.6a
	5-15	1.16±0.0ab	21.8±3.0abc	33.6±3.7a
	15-30	1.07±0.1a	22.1±8.5abc	32.2±4.9a
Tarım Arazisi	0-5	1.26±0.1abc	12.4±1.8ab	35.6±0.6a
	5-15	1.20±0.0ab	23.2±5.0bc	35.7±4.8a
	15-30	1.28±0.1abc	23.6±2.3bc	36.3±1.0a

*Farklı harfler aynı sütun içerisinde istatistiksel olarak 0.05 önem düzeyinde önemlidir.

Yapılan çalışmada Çizelge 4’de görüldüğü gibi hacim ağırlığı değerleri açısından bakıldığında mera alanında en yüksek hacim ağırlığı (1.46 g cm⁻³) değerlerinin ölçüldüğü görülmektedir. Bunun sebebi toprağın işlenmemiş olması, hayvan otlatması gibi mekaniksel dış etkenler sonucunda toprakta aşırı sıkışmalar gözenek hacmini düşürmüştür. Gözenek hacmi düşünce hacim ağırlığında artış olur. Bahçe ve tarım alanlarının işlenmesi neticesinde hacim ağırlıkları daha düşük seviyededir. Bahçede tarımsal işlemenin daha fazla olmasına bağlı olarak tarla ve mera alanına göre daha düşük bir hacim ağırlığı oluşmuştur. Toprakların organik madde içeriği, kök yayılımı ve

gelişim hızlı, toprak tekstürü ve taşlılığı hacim ağırlığını etkileyen faktörlerdendir. Toprakların hacim ağırlığı üzerinde etkili faktörlerden en önemlisi toprak tekstürüdür (Maithani ve ark., 1998). Çalışma yapılan alandaki toprakların volumetrik nem içeriği farklı kullanım alanlarına bağlı olarak istatistiki açıdan önemli görülmüştür ($p < 0.05$) (Çizelge 4). En yüksek nem içeriğine sahip olan mera alanı 15-30 cm de %28.0 oranında olup, %23.0 ile tarla 15-30 ve 5-15 cm de tespit edilmiştir. Bu farklılığın nedeni mera, bahçe ve tarla alanlarının bakı, eğim durumu ve toprak örtüsü gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca tarım toprağında nem içeriğinin alt katmanlarda arttığı yüzeyde ise düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun toprak işleme sonucu üst katmanda buharlaşma ve kurumanın yüksek olmasının bir sonucudur.

Farklı arazi kullanımlarında toprakların tarla kapasitelerinin değerleri Çizelge 4’de yer almaktadır. Bu değerlerler doğrultusunda tarla kapasitesi değerleri istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Toprağın bünyesinde yer alan organik materyalin ve kil miktarının topraklarda tarla kapasitesi üzerine etkilerinin yüksek olduğu bilinmektedir.

Tarla kapasitesini etkileyen organik madde, kil içeriği, geçirgenlik, tekstür ve strüktür durumları farklı topraklarda farklı sonuçlar vermektedir. Bu sonuç çalışma alanı topraklarını tekstürel açıdan ve organik madde içeriği bakımından birbirine oldukça benzer olmasının bir sonucudur.

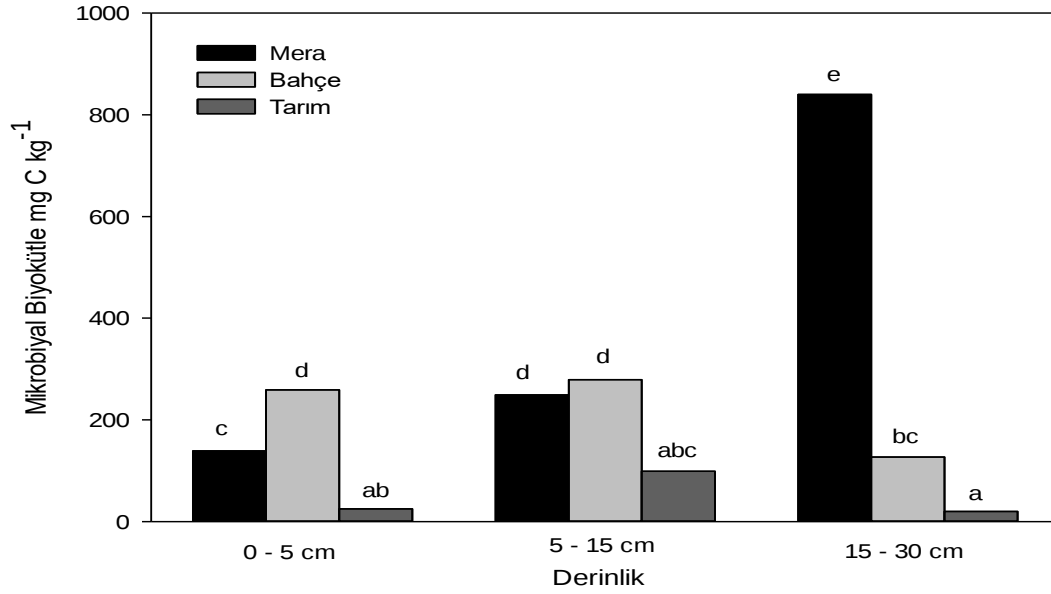
Çizelge 5. Farklı arazi kullanımlarına bağlı toprakların organik C, mikrobiyalbiyokütle C, inorganik C, toplam C değerleri

Arazi Kullanımı	Derinlik	Organik C	Mikrobiyalbiyokütle C	İnorganik C	Toplam C
	cm		g C m ⁻²		
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

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.

Mikrobiyal biyokütle C'nin değişimi farklı kullanım ve derinliğe bağlı olarak istatistiksel açıdan önemli görülmüştür(Şekil 9).Mera, bahçe ve tarla kullanımının mikrobiyal biyokütle C üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).Mevcut kullanımlar içerisinde mikrobiyal biyokütle C değerleri mera ve bahçe 0-5 ve 5-15 cm'de en yüksek olup, en düşük değer ise tarım toprağında belirlenmiştir. En yüksek mikrobiyal biyokütle C'nin 15-30 cm de $183.5 \text{ mg C kg}^{-1}$ olarak mera toprağında olduğu en düşük değer ise 0-5 cm'de 1.7 mg C kg^{-1} olarak tarım arazisinde olduğu tespit edilmiştir. 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. Yüksek organik madde miktarı ve yüksek nem içeriğinin olması mikrobiyal biokütle 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 oluşturmaktadır (Jabro ve ark., 2008; Akbolat, 2009). Mikrobiyal biyokütle C'nin mera arazisinin 15-30 cm'de yüksek çıkmasının nedeni mera alanında herhangi bir toprak işleme olmaması ve bu derinliklerde mera bitkisinin yoğun kök sistemine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca kolay kullanılabilir, suda çözülebilir organik C'nin alt katmanlara doğru suyla hareket etmesi de bir diğer etken olarak düşünülmektedir.



Şekil 9. Mikrobiyal biyokütle C'nin arazi kullanımı ve derinliğe bağlı olarak değişimi

Önceden yapılmış olan çalışmalar mikrobiyalbiyokütle C ve agregat oluşumu ve miktarlarının toprak işlemeye bağlı olarak büyük ölçüde azalma gösterdiğini, bunun yanında otlak alanlarına dönüştürülerek kullanılmasının da önemli derecede artış gösterdiğini ortaya koymaktadır (Haynes ve Swift, 1990; Haynes ve ark., 1991). Koçyiğit (2006) tarafından Tokat ilinde yapılan çalışmada mera ve otlak topraklarında buğday ekimi yapılmış topraklara oranla daha fazla mikrobiyal biyokütle C saptanmıştır. Hart ve ark., (1988) yapmış oldukları çalışmada sürüm yapılan topraklarda mikrobiyalbiyokütle C'da azalma tespit etmişlerdir. Organik karbon değerlerinin farklı arazi kullanımları üzerine olan etkisi bu çalışmada önemli bulunmuştur. 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 (Çizelge 5). 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. 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 halde iken 2015 yılında toprak işleme, sulama, budama ve kimyasal uygulamalar yeniden yapılmış olup bu süreç 1 dönem sürmüştür. Daha sonraki yıllar bu uygulamalar devam ettirilmemiştir. Kendi kendine gelişimini devam ettirmiştir. Uzun süreli işlemeli tarım uygulamasının yapılmadığı sadece ağaçların normal şartlarda kendi kendine gelişimlerini devam ettirmesi oluşan ağaç yapraklarının dökülmesi ve toprak yüzeyinde kendiliğinden gelişen otsu bitkilerin döküntü ve kalıntıları organik C kaynağını oluşturmaktadır. Bunun dışında bahçenin dikildiği andan itibaren ilk 4 yıl haricinde hiçbir şekilde organik gübre uygulaması yapılmamıştır. Toprak karbonun en büyük kısmını oluşturan toprak organik maddesidir. Topraktaki karbon içeriği toprağın sağlıklı olup olmamasının en önemli göstergesidir. Toprağın pH dengesini korumakla birlikte bitki besin maddelerinin topraktan yıkanarak uzaklaşmasını engeller ve özellikle mikro besin maddelerinin yarayışlılığını 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. Topraktaki organik karbon topraktaki organik madde potansiyeli ile ilgilidir. Bu yüzden toprak organik karbonu genellikle topraktaki organik maddenin ölçüsüdür. Tarla ve mera alanlarında organik madde seviyesinin belirli seviyede olması toprak karbonunu da doğrudan etkilemektedir. Bu alanlarda toprak karbonunun yüksekliği arazi kullanım şartları, toprakların yapısı, kil ve organik madde içeriği gibi etkenlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Birim alandaki mikrobiyalbiyokütle değerlerine bakıldığında, en yüksek mikrobiyal biyokütle C değerlerinin merada olduğu görülmektedir (Çizelge 5). 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. Bahçede mikrobiyal biyokütle C değerinin tarım alanına göre yüksek çıkması bahçeye birkaç defa uygulanmış olan organik gübrenin ve yalnızca birkaç defa yapılmış olan sınırlı toprak işlemenin bir sonucudur.

Farklı kullanımlar altındaki toprakların inorganik C içerikleri arasında önemli bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 5). Toplam C içeriğine bakıldığında en yüksek C değerlerin 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.

5. SONUÇ

Atmosferde bulunan CO₂ gazı küresel ısınmada büyük çapta etkilidir. Atmosferin dışında karbon toprağa organik madde halinde bağlanır. Karbonun farklı arazi kullanımları ve bitkisel ürün deseniyle organik karbon şeklinde toprağa bağlanması dünyamız açısından küresel ısınma anlamında yapılmış en büyük gelişme modelidir. İmkanlar dahilinde yapılması gereken en büyük işlem organik karbon stoklarını artırmak atmosferde CO₂salınımını azaltmaktır.

Karasal ekosistemde topraklarda C tutumunu artırmak, atmosfere CO₂ salınımını azaltmak için tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan CO₂ miktarının azaltılması gerekmektedir. Topraktaki organik karbon miktarlarındaki azalmanın en büyük nedeni işlemeli tarım yapılması, mera alanlarının tarıma açılması ve bunun yanında toprağa organik materyal aktarılmamasıdır. Topraklarda organik karbon kayıplarının en çok hissedildiği alanlar öncelikle tarıma açılmış alanlardadır. Organik karbon kayıplarının olduğu topraklarda mikrobiyalbiyokütle ve azot kayıplarında olmaktadır. Atmosferde bulunan CO₂ oranını düşürmek için yapılması gereken en önemli faaliyet fosil yakıtların sınırlandırılması, farklı toprak işleme metotlarında topraktaki karbonun muhafazasını sağlamak, hâlihazırda bulunan atmosferdeki CO₂ toprağa bağlamak ve depolamak olmalıdır. Farklı kullanım alanlarındaki organik karbon değerlerinin belirlenmesi için yapılan bu çalışmada mera, bahçe, tarla topraklarında fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Mevcut sonuçlara göre çalışma yapılan mera, bahçe ve tarlada topraklarının tekstürünün tınlı ve killi tınlı olarak belirlenmiştir. pH değerleri arasında mera bahçe ve tarla kullanımlarında önemli bir değişim oluşmamış olup hafif alkali sınıfındadır. Toprakların kireç oranları arazi kullanım durumuna göre değişkenlik göstermiş olup %2.8 ile 5.7 arasında değişmiştir. 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. Elde edilen sonuçlara göre en düşük mikrobiyal biyokütle 1.7 g C m⁻² ile tarla toprağında yer almakta olup en yüksek değer 183.5 g C m⁻² ile merada bulunmuştur. Ayırışma hızının yavaş olduğu mera alanlarında mikrobiyal biyokütlenin yüksek olması önemli değer teşkil etmektedir.

Arazilerin kullanım durumlarına göre organik madde miktarı ve kalitesi mikrobiyal biyokütlenin potansiyelini ve de kalitesini belirlemektedir. Farklı kullanımlar altında organik karbon miktarının mevcut amenajman uygulamalarıyla önemli ölçüde değişmediği görülmüştür. Bu durum bahçe ve tarım alanlarında yoğun toprak işlemenin yapılmaması ve düşük sıcaklıkla ayrışmanın yavaş olmasının bir sonucudur. Tarım alanlarında toprağa bırakılan hasat atıkları da organik karbonun tarım toprağında yüksek çıkmasının bir nedenidir. Toprakta organik karbon muhafazası için yapılması gerekenler öncelikle tarımsal üretimde minimum toprak işleme ya da işlemez tarım, münavebe, nadasa bırakma yerine bitkisel işlemlerin yıl boyu devam ettirilmesi, ekim dikim yapılırken hasat sonu atıkları bol olan ürünlerin tercih edilmesi ve tarım dışı alanlar mera ve otlak olarak kullanılmalıdır. Organik karbon miktarı kısmen bahçede daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun bahçede toprağa ilave olan organik atık miktarının tarım ve meraya göre daha düşük olmasının bir nedeni olarak düşünülebilir. 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. Bahçe ve tarlada mikrobiyal biyokütle C 0-5 ve 5-15 cm derinliklerde kademeli artış gösterirken, 15-30 cm de düşüşler görülmektedir. Bu durum bahçe ve tarlada mikroorganizmaların kullandığı organik C ve besin maddesi yoğunluğunun 0-15 cm’de daha fazla olmasıyla açıklanabilir. Bu çalışma Doğu Anadolu Bölgesinde yoğun toprak işleme yapılmayan bir alanda yaklaşık 15 yıllık bahçe ve tarım arazisinde mikrobiyalbiyokütle 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 görülmektedir. Farklı kullanım alanlarına göre topraklardaki organik karbon potansiyellerinin tespit edilerek mevcut karbon değerlerinin korunması ve topraklardaki karbon stoklarının artırılmasına yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Atmosferde meydana gelen CO₂ oranındaki artışlar küresel ısınmayla birlikte değerlendirildiğinde karbonun toprağa kazandırmanın ne denli önemli olduğunu anlamamızı sağlamaktadır. Yeryüzünde doğal yapıyı bozmadan karasal ekosisteminin

faaliyetlerini devam ettirebilmesi için toprakta bulunan organik karbonun büyük bir önemi bulunmaktadır. Toprağı ve karbonu iyi bir kombinasyon halinde kullanarak dünyamız ve canlılar için toprağın içermiş olduğı organik karbonun artışıını sağlayıcı uygulamalar ve metotlar oluşturulmalıdır.



6. KAYNAKLAR

- Akbolat, D. 2009. Tohum yatağı hazırlığında tapan kullanımının topraktan CO₂ çıkışına etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1): 23-30.
- Anonim, 2001. Bazı Ülkelerde Önemli Göstergeler 1998/2001 Yılı. <http://www.tarim.gov.tr/arayuz/9/icerik.asp?efl=../uretim/istatistikler/istatistikle.htm&curdir=\\uretim\\istatistikler&fl=bazitarimsal/gosterge.htm>
- Anonim, 2019. Çalışma alanının Google Earth'teki uydu görüntüsü <http://maps.google.com/>
- Beheshti, A., Raiesi, F., Golchin, A. 2012. Soil properties, C fractions and their dynamic sinland use conversion from native forests to croplands in northern Iran. Agriculture, Ecosystems & Environment, 148:121-133.
- Berhongaray, G., Alvarez, R., De Paepe, J., Caride, C. ve Cantet, R. 2013. Land use effect son soil carbon in the Argentine Pampas. Geoderma, 192:97-110.
- Birkeland, P.W. 1984. Soils and geomorphology. Oxford University Press. New York, NY.
- Blake, G.R. ve Hartge, K.H., 1986. Methods of Soil Analysis. Bulk Density, Part 1. 2nd Ed. Agronomy 9. ASA and SSSA, 363-375, Madison.
- Bouyocous, G.D., 1951. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. Agro. J., 43(1): 434-438.
- Cui, X., Gao, F., Song, J., Sang, Y., Sun, J., Di, X. 2014. Changes in soil total organic carbon after an experimental fire in a cold temperate coniferous forest: A sequenced monitoring approach. Geoderma, 226:260-269.
- Çağlar, K.Ö. 1949. Toprak Bilgisi Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Yayınları No:10, Ankara.
- Çelik, İ. 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a Southern Mediterranean highland of Turkey. Soil and Tillage Research, 83(2):270-277.
- Darıcı, C., ve Aka, H., 2005. Doğu Akdeniz bölgesindeki farklı anamateryalde yetişen Olea Europaea L., Pinus Brutia Ten., ve Pistacia Terebinthus L., topraklarında karbon mineralizasyonu. Ekoloji Dergisi, 14 (54):20-24.

- 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
- Dünya Atlası, 2018. Karbon döngüsü nedir, açığa çıkmasının ve doğada azalmasının başlıca nedenleri nelerdir. <https://www.dunyaatlası.com/karbondongusu-nedir-aciga-cikmasinin-ve-dogada-azalmasinin-baslica-nedenleri-nelerdir/>
- Evrendilek, F., Çelik, I., and Kılıç, S. 2004. Changes in a soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, and cropland ecosystems in Turkey. *Journal of Arid Environments*, 59: 743- 752.
- Fanning, D.S., and Fanning, M.C.B. 1989. Soil Morphology, Genesis, and classification. John Wiley & Sons. New York, USA.
- Filho, C., Lourenço, A., Guimaraes M.F, and Fonseca, I.C.B. 2002. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the state of Parana, Brazil, *Soil Tillage Research*, 65: 45-51.
- Hart, P.B.S., August, J.A., Ross, C.W. and Julian, J.F. 1988. Some biochemical and physical properties of Tokomaru silt loam under pasture and after 10 years of cereal cropping. *New Zealand Journal Agricultural Research*, 31: 77-86.
- Haynes, R.J. and 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. and 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. and Paul, E.A. 1994. Microbial biomass. Pages 753-773 in Weaver, R.W., Angle, S., Bottomley, P., Smith, D., Tabatabai, S., And A. Wollum, Editors. *Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties*. Soil Science Society of America, Segoe, Wisconsin, USA.

- IPCC., 2007. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli Raporu (IPCC) - Şubat 2007 In land use 1850–1990. Tellus, 50B, 298–313.
- 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.
- Janzen, H.H. 2004. Carbon Cycling in Earth Systems-a Soil Science Perspective, Agriculture, Ecosystem and Environment, 104:399-417.
- Kara, Ö.ve Bolat,İ. 2008. Bartın İli Orman ve Tarım Topraklarının Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}) ve Azot (N_{mic}) İçerikleri. Ekoloji 18(69): 32-40.
- Kayıkçıoğlu, H. H. ve Okur, N. 2013. Farklı bitki örtüsü altındaki topraklarda mikrobiyal C, N ve P'nin mevsimsel değişimi. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, 50(1): 57-65.
- Koçyiğit, R., 2006. Carbon dynamics in tallgrass prairie and wheat ecosystems. Turk J Agric For 28:141-153.
- Koçyiğit, R., 2008. Karasal ekosistemde karbon yönetimi ve önemi. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1): 81-85.
- Kushwaha, C.P., Tripathi, S. K., and Singh, K.P. 2001. Soil organic matter and water stable aggregates under different tillage and residue conditions in a tropical dryland agroecosystem, Applied Soil Ecology, 16:229-241.
- Lal, R., and Kimble, J. M. 1997. Conservation tillage for carbon sequestration. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 49: 243-253
- Lal, R., 2005. Soil erosion and carbon dynamics. Soil and Tillage Research, 81:137-142.
- Liu, S., Zhang, W., Wang, K., Pan, F., Yang, S., and Shu, S. 2015. Factors controlling accumulation of soil organic carbon along vegetation succession in a typical karst region in Southwest China. Science of The Total Environment, 521:52-58.
- Lu, X. and Liao, Y. 2017. Effect of tillage practices on net carbon flux and economic parameters from farmland on the Loess Plateau in China. Journal of Cleaner Production, 162:1617-1624.
- Lunstrum, A. and Chen, L. 2014. Soil carbon stocks and accumulation in young mangrove forests. Soil Biology and Biochemistry, 75:223-232.

- Maithani, K., Arunachalam, A., Tripathi, R.S. and Pandey, H.N. 1998. Influence of leaf litter quality on N mineralization in soils of subtropical humid forest regrowths. *Biology and Fertility of Soils*, 27: 44-50.
- Marland, G., Fruit, K., and Sedio, R. 2001. Accounting for Sequestered Carbon: The question of Permanence. *Environmental Science and Policy* 4: 259-268.
- Morisada, K., Ono, K. and Kanomata, H. 2004. Organic carbon stock in forest soils in Japan. *Geoderma*, 119(1-2):21-32.
- Neufeld, H., Reck, V.S.D. and Ayarza, M. 2002. Texture and land-use effects on soil organic matter in Cerrado Oxisols, Central Brazil, *Geoderma*, 107: 151-164.
- Neumann-Cosel, L., Zimmermann, B., Hall, J.S. and van Breugel, M., Elsenbeer, H. 2011. Soil carbon Dynamics under young tropical secondary forests on former pastures- A case study from Panama. *Forest Ecology and Management*, 261(10):1625-1633.
- Oades, J. M. 1984. Soil organic matter and structure stability, mechanisms and implication for measurement. *Plant and Soil*, 76: 319-337.
- Özkutlu, F., Akkaya, Ö., Ete, H., Şahin, Ö., ve Korkmaz, K. 2015. Rize ilindeki bazı çay bahçelerinin toprak ve yaprak analizi ile besin element düzeylerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 19: 94-103.
- Öztürkmen, A. R. ve Savaş, Y. 2014. Harran ovasındaki bazı toprak serilerinin sulama sonrası agregat stabilitesinin değişimi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 18 (2): 8-14.
- Poepplau, C. and Don, A. 2013. Sensitivity of soil organic carbon stocks and fractions to different land-use changes across Europe. *Geoderma*, 192:189-201.
- Raich, J.W. and Schlesinger, W.H. 1992. The Global Carbon Dioxide in Soil Respiration and Its Relation on a Scale from Vegetation to Climate. *Tellus*, 44 B: 81- 99.
- Ren, H., Chen, H., Li, Z. and Han, W., 2010. Biomass accumulation and carbon storage of four different aged *Sonneratia apetala* plantations in Southern China. *Plant Soil*, 327:279-291.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, U.S.D.A. Handbook, No: 60.
- Sanford, R.L., Saldarriaga, J., K.E. Clark, K.E., Uhe, C. and Herrera, R., 1985. Amazon Rainforest Fires. *Science*, 227(1):53-55.

- Schlesinger, W.H. and Andrews, J.F. 2000. Soil Respiration and the Global Carbon Cycle. *Biogeochemistry*, 48: 7 - 20.
- Schulp, C.J.E., Nabuurs, G.J., Verburg, P.H. and De Waal, R.W. 2008. Effect of tree species on carbon stocks in forest floor and mineral soil and implications for soil carbon inventories. *Forest Ecology and Management*, 256(3): 482 - 49
- Sivrikaya, F. ve Bozali, N. 2012. Karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi: Türkoğlu Planlama Birimi Örneği, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14: 69-76.
- Tolunay, D. ve Çömez, A., 2008. Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye'deki durum. *Küresel iklim değişimi ve su sorunlarının çözümünde ormanlar*, 13-14 Aralık 2007, İstanbul, 97-108.
- Tolunay, D. ve Çömez, A., 2008. Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları. *Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu 2008*, 22-25 Ekim 2008, Hatay. 750-765.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köylü İşleri Bakanlığı Köy. Hiz. Gen. Müd. Ankara.
- Van Dam, J.C., Huygen, J., Wesseling, J.G., Feddes, R.A., Kabat, P., Van Walsum P.E.V., Groenendijk, P. and Van Diepen, C.A. 1997. SWAP Version 2.0, Theory. Simulation of Water Flow, Solute Transport and Plant Growth in The Soil-Water-Atmosphere-Plant Environment. Report 71. Department of Water Resources, Wageningen Agricultural University. Technical Document 45 DLO Winand Staring Centre, Wageningen.
- Vesterdal, L., Clarke, N., Sigurdsson, B.D. and Gundersen, P. 2013. Do tree species influence soil carbon stocks in temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 309(1): 4-18.
- Wei, X., Huang, L., Xiang, Y., Shao, M., Zhang, X. and Gale, W. 2014. The Dynamics of soil OC and N after conversion of forest to cropland. *Agricultural and Forest Meteorology*, 194: 188-196.
- Whitbread, A. M., Lefroy, R. D. B. and Blair, G.J. 1996. Changes in soil physical properties and soil organic carbon fractions with cropping on a red brown earth soil. Department of Agronomy and Soil Science, University of England, Armidale, 2351p.

- Wiesmeier, M., Prietzel, J., Barthold, F., Spörlein, P., Geuß, U., Hangen, E., Reischl, A., Schilling, B., Lützow, M.V. and 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.
- Wu, D., Senbayram, M., Zan, H., Ugurlar, F., Aydemir, S., Brüggemann N., Kuzyakov, Y., Bol, R. and Blagodatskaya E. 2018. Effect of biochar origin and soil pH on greenhouse gas emissions from sandy and clay soils. *Applied Soil Ecology*, 129:121-127.
- Yao, X., Xu, X, and 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.
- Yilmaz, E. ve Sönmez, M. 2017. The role of organic/bio-fertilizer amendment on aggregate stability and organic carbon content in different aggregate scales. *Soil & Tillage Research*. 168:118-124.
- Zengin, E., Aka Sağlıker, H. ve Darıcı, C. 2008. Carbon mineralization of *Ceratonia siliqua* L. soils under different temperature and humidity conditions. *Turkish Journal Of Botany*, 32:123-127.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Şahin ERDOĞAN

Doğum Tarihi ve Yer : 03.02. 1975

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Telefon: 542 597 6857

e-mail : falcon4460@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Osmanpaşa Üniversitesi	15.06.2020
Lisans	Gazi Osmanpaşa Üniversitesi	2005
Lise	Doğanşehir Lisesi	1993

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007	TarsimMalatyaBölge Müdürlüğü	Hasar Tespit Uzmanı

Alınan Sertifika ve Belgeler:

- 1) Tarım Bakanlığı Tarım Sigortaları Havuz Ekspertlik Sertifikası
- 2) Toprak Koruma Yetki Belgesi
- 3) Çevre ve Halk Sağlığı Mesul Müdürlük Sertifikası