T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

FARKLI MEŞCERELERDE TOPRAKTA VE ÖLÜ ÖRTÜDE DEPOLANAN KARBON MİKTARININ BELİRLENMESİ

MOHAMMED ALİ MIFTAH MAETOUQ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. MİRAÇ AYDIN

HAZİRAN- 2021
KASTAMONU

TEZ ONAYI

MOHAMMED ALİ MIFTAH MAETOUQ tarafından hazırlanan "**FARKLI MEŞCERELERDE TOPRAKTA VE ÖLÜ ÖRTÜDE DEPOLANAN KARBON MİKTARININ BELİRLENMESİ**" adlı tez çalışmasının savunma sınavı **09.07.2021** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Miraç AYDIN Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL Bartın Üniversitesi	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü Prof. Dr. İzzet ŞENER .....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Mohammed Ali Mıftah MAETOUQ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI MEŞCERELERDE TOPRAKTA VE ÖLÜ ÖRTÜDE DEPOLANAN KARBON MİKTARININ BELİRLENMESİ

MOHAMMED ALİ MIFTAH MAETOUQ

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
DANIŞMAN:DOÇ. DR. MİRAÇ AYDIN

Bu çalışmada, toprak verimliliği ve canlılığının bir göstergesi olan toprak organik karbon içeriğinin bilinmesi ve bununla ilgili diğer bazı değişkenlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Gölköy Orman İşletme Şefliği sınırlarında yer alan sarıçam ve karaçam meşcerelerinin topraklarında depolanan karbon miktarının yanı sıra topraktaki pH, elektriksel iletkenlik, organik madde ve tekstür analizleri yapılmıştır. Sarıçam meşceresinde ortalama değerler olarak pH 6,19 olarak; hacim ağırlığı 1,08 gr/cm^3; organik madde %6,64; elektriksel iletkenlik 229,20 µs/cm; karbon oranı %4,29; toplam karbon miktarı 39,81 ton/ha; kum oranı %53,25; kil oranı %35,65 ve toz oranı %11,11 olarak tespit edilmiştir. Karaçam meşceresinde ise ortalama değerler olarak pH 6,14 olarak, hacim ağırlığı 1,04 gr/cm^3; organik madde %7,42; elektriksel iletkenlik 256,13 µs/cm; karbon oranı %4,41; toplam karbon miktarı 41,65 ton/ha; kum oranı %52,16; kil oranı %35,80 ve toz oranı %12,03 olarak tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Toprak organik karbonu, organik madde, Sarıçam, Karaçam

Temmuz 2021, 32 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

DETERMINING THE AMOUNT OF CARBON STORED IN THE SOIL AND LITTER IN DIFFERENT STANDS

MOHAMMED ALI MIFTAH MAETOUQ

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF FOREST ENGINEERING
SUPERVISOR:ASSOC. PROF. MIRAC AYDIN

This study aimed to know the soil organic carbon content, which is an indicator of soil fertility and vitality, and to examine some other related variables. In the study, pH, electrical conductivity, organic matter, and texture analyzes in the soil, as well as the amount of carbon stored in the soil of Scotch pine and black pine stands located within the borders of Kastamonu Regional Directorate of Forestry, Gölköy Forest Management Chiefdom was carried out. Average pH values in Scots pine stand were 6.19; volume weight 1.08 g/cm^3; organic matter 6.64%; electrical conductivity 229.20 µs/cm; carbon ratio of 4.29%; total carbon amount is 39.81 tons/ha; sand content of 53.25%; clay rate was determined as 35.65% and dust rate as 11.11%. In the black pine stand, the average values are pH 6.14, the volume weight is 1.04 gr/cm; organic matter 7.42%; electrical conductivity 256.13 µs/cm; carbon content of 4.41%; total carbon amount is 41.65 tons/ha; com rate 52.16%; clay rate was determined as 35.80% and dust rate as 12.03%.

KEYWORDS: Soil organic carbon, organic material, Black pine, Scotch pine

July 2021, 32 Page

TEŞEKKÜR

Öncelikle çalışmamın her aşamasında hem bilgi hem de deneyimlerini benimle paylaşan, yardımlarını eksik etmeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Miraç AYDIN'a şükranlarımı sunarım.

Çalışmamın ülkemiz ormancılığına ve benzer konularda çalışacak araştırmacılara yararlı olmasını dilerim.

MOHAMMED ALI MIFTAH MAETOUQ

Kastamonu, 2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI ... **ii**
TAAHHÜTNAME ... **iii**
ÖZET ... **iv**
ABSTRACT ... **v**
TEŞEKKÜR ... **vi**
İÇİNDEKİLER ... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ... **ix**
TABLOLAR DİZİNİ ... **x**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ... **xi**
1. GİRİŞ ... **1**
1.1 Toprak Organik Karbon Miktarını Etkileyen Faktörler ve Önemi ... 2
2. LİTERATÜR ÖZETİ ... **4**
3. MATERYAL VE METOT ... **7**
3.1 Çalışma Alanı ... 7
3.1.1 Coğrafi Konum ... 7
3.1.2 İklim ... 7
3.1.3 Jeolojik Yapı ... 9
3.1.4 Vejetasyon ... 9
3.2 Metot ... 10
3.2.1 Örnek Alanların Seçilmesi ... 10
3.2.2 Toprak Örneklerinin Alınması ... 10
3.2.3 Laboratuvar Yöntemleri ... 11
3.2.3.1 Hacim ağırlığı ... 11
3.2.3.2 Organik madde ... 11
3.2.3.3 pH ... 11
3.2.3.4 Elektriksel iletkenlik (EC) ... 11
3.2.3.5 Tekstür analizi ... 12
3.2.3.6 Karbon oranı ve karbon miktarı ... 12
3.2.4 İstatistiksel Analizler ... 12
4. BULGULAR ... **14**
4.1 Üst Toprağa İlişkin Bulgular ... 14
4.1.1 Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular ... 15
4.1.2 Organik Maddeye İlişkin Bulgular ... 15
4.1.3 pH Değerlerine İlişkin Bulgular ... 16
4.1.4 Elektriksel İletkenliğe İlişkin Bulgular ... 17
4.1.5 Karbon Oranına İlişkin Bulgular ... 17
4.1.6 Toplam Karbona İlişkin Bulgular ... 18
4.1.7 Tekstür Analizine İlişkin Bulgular ... 18
4.2 Alt Toprağa İlişkin Bulgular ... 19
4.2.1 Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular ... 20
4.2.2 Organik Maddeye İlişkin Bulgular ... 21
4.2.3 pH Değerlerine İlişkin Bulgular ... 22
4.2.4 Elektriksel İletkenliğe İlişkin Bulgular ... 22
4.2.5 Karbon Oranına İlişkin Bulgular ... 23

4.2.6 Toplam Karbona İlişkin Bulgular 23
4.2.7 Tekstür Analizine İlişkin Bulgular 24
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA 25
6. ÖNERİLER..... 28
KAYNAKLAR 29
ÖZGEÇMİŞ..... 32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu 7
Şekil 4.1 Hacim ağırlığı değerlerinin değişimi 15
Şekil 4.2 Organik madde değerlerinin değişimi 16
Şekil 4.3 pH değerlerinin değişimi 16
Şekil 4.4 EC değerlerindeki değişim 17
Şekil 4.5 Karbon oranı değerlerindeki değişim 17
Şekil 4.6 Toplam karbon değerlerindeki değişim 18
Şekil 4.7 Sarıçam meşceresinde tekstür analizi değerleri 19
Şekil 4.8 Karaçam meşceresinde tekstür analizi değerleri 19
Şekil 4.9 Hacim ağırlığı değerlerinin değişimi 21
Şekil 4.10 Organik madde değerlerinin değişimi 21
Şekil 4.11 pH değerlerinin değişimi 22
Şekil 4.12 Elektriksel iletkenlik değerlerinin değişimi 22
Şekil 4.13 Karbon oranı değerlerinin değişimi 23
Şekil 4.14 Toplam karbon değerlerindeki değişim 23
Şekil 4.15 Sarıçam meşceresinde tekstür analizi değerleri 24
Şekil 4.16 Karaçam meşceresinde tekstür analizi değerleri 24

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1 Ortalama iklim değerleri (1930-2020) 8
Tablo 3.3 Gölköy orman işletme şefliğindeki başlıca bitki türleri 10
Tablo 3.4 Verilerin Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi ile normal dağılımın kontrolü 13
Tablo 4.1 Üst toprağa ilişkin bulgular 14
Tablo 4.2 Alt toprağa ilişkin bulgular 20

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

EC **:** Elektriksel iletkenlik
Çk **:** Karaçam
Çs **:** Sarıçam

Kısaltmalar

gr **:** gram
ha **:** hektar
µs/cm **:** mikrosimens/santimetre
% **:** yüzde

1. GİRİŞ

Toprak karbonu, iklim değişikliği, toprak verimliliği, toprak su depolama kapasitesi ve toprağın erozyondan korunması ve bakımı ile ilgili çalışmalar için bilinmesi gereken önemli bir parametredir.

Topraklardaki karbon stokları, özellikle toprak organik maddesi ve biyomların özellikleri ve farklı arazi kullanımlarına ve yönetim sistemlerine verilen yanıtlar gibi diğer birçok toprak özelliğiyle bağlantılı birçok değişkene bağlıdır (Batjes, 1998). Toprak organik karbonunun (SOC) dağılımı, bazı yardımcı değişkenlerin etkisi ve bu değişkenler, SOC dağılımının altında yatan nedenleri daha iyi açıklamak için kullanılabilir. Bölgenin özelliklerine bağlı olarak toprakların SOC içeriğini değiştirmek için değişkenlerin bir kısmı veya tamamı veya tek bir değişken önemli olabilir. Toprağın yüzey tabakası (30 cm'ye kadar) için SOC dağılımını etkileyen en önemli faktörün iklim, genel olarak yağış ve sıcaklık olduğu literatürde yaygın olarak belirtilmektedir (Jenny, 1980; Bui vd., 2009). Literatürden, arazi kullanımı/yönetimi, ana malzeme (litoloji ve kil içeriği dahil) ve topografya (eğim ve bakı dahil) gibi faktörlere atfedilen göreceli etki konusunda daha az tutarlılık olduğu sonucuna varılabilir. Bazı faktörlerin göreceli etkisi, daha yerel ölçeklerde önemi artıyor gibi görünen arazi kullanımı ve topografya gibi ölçeğe göre değişir (Minasny vd., 2013). Bu nedenle, bu çalışmanın temel amacı, bir çalışma alanı için Üst Toprak Toprak Üst toprakların organik karbonu (0-40 cm) Temsili toprak örnekleri, mevcut mekansal girdi veri setleri ve güvenilir bilimsel metodoloji (toprak gibi farklı değişkenlere dayalı olarak) kullanılarak Jeo-uzamsal Veri Tabanı oluşturmaktır. özellikler, iklim, organizmalar, ana materyaller, yaş, yükseklik ve mekansal konum). Jeo-Uzamsal Toprak Organik Karbon Bilgi Sisteminin önemli bir mekansal olarak açık temel olarak hizmet edebileceğini ve iklim değişikliğine uyum stratejileri, arazi bozulması tarafsızlığının sağlanması, tarımsal karbon ayak izi, kırsal kalkınma ve biyolojik çeşitliliğin korunması için rehberlik edebileceğini umuyoruz.

1.1 Toprak Organik Karbon Miktarını Etkileyen Faktörler ve Önemi

Topraktaki organik karbon, bitki ve hayvan maddelerinin, canlı ve ölü mikroorganizmaların, bitki köklerinin ve toprak biyotasının ayrışmasının bir sonucudur. Topraktaki SOC miktarı rengi, besin kapasitesini (katyon ve anyon değişim kapasitesi–CEC), besin stabilitesini ve devrini, su ilişkilerini, havalandırmayı, ekimi, bitki büyümesini ve sağlığını etkiler. SOC, toprak mikroorganizmaları için ana enerji kaynağıdır ve bitki büyümesi için mineralizasyon yoluyla besin mevcudiyeti için bir tetikleyicidir.

SOC seviyeleri büyük ölçüde üç faktör tarafından belirlenir:

1- Yetiştirilen biyokütle miktarı – yağış, toprak verimliliği ve mahsul tipi, bitki biyokütlesinin miktarını ve dolayısıyla toprağa potansiyel olarak geri döndürülebilecek organik madde miktarını belirler.

2- Yönetim – toprağın işlenmesi, organik maddeleri parçalayan organizmalara maruz bırakarak SOC'yi azaltır. Kalıntıların otlatılması veya yakılması, toprağa geri dönen organik madde miktarını da azaltır. Tipik olarak, mera sistemleri, kırpma sistemlerinden daha yüksek SOC seviyelerine sahip olma eğilimindedir.

3- Toprak dokusu – kil mikroplar tarafından ayrışmaya karşı koruma sağlar. Kil içeriği ne kadar yüksek olursa, toprakların organik karbon depolama potansiyeli de o kadar yüksek olur. SOC esasen sabit bir akış halindedir, organik madde girdilerindeki değişikliklere ve organik karbonun mineralize olmasına ve atmosfere karbondioksit olarak kaybolmasına neden olan mikrobiyal ayrışma yoluyla kayıplara yanıt verir. Bozunma hızı, organik materyalin doğasına, toprak faktörlerine (örneğin kil miktarı) ve iklim faktörlerine bağlıdır (Broos ve Baldock, 2008).

Artan SOC ile ilişkili birçok üretim ve çevresel fayda vardır. Bunlar şunları içerir:

- geliştirilmiş toprak yapısı

-artan toprak verimliliği

- artan su tutma kapasitesi

- artan su kullanım verimliliği

- artan biyolojik aktivite

- artan bitki büyümesi ve verimi

- kuru dönemlere karşı artan esneklik

- azaltılmış erozyon riski

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Toprak derinliği SOC dağılımında önemli bir rol oynar. SOC konsantrasyonları artan derinlikle lineer olarak azalmasına rağmen, toplam SOC depolaması daha derin toprak katmanlarında yüzeye göre daha fazladır. Aslında, daha derin toprak katmanlarındaki artan kütle nedeniyle, küresel SOC stokunun %50'den fazlası daha derin toprak katmanlarında (~20 cm'nin altında) depolanır. (Batjes, 1996; Jobbágy ve Jackson, 2000) SOC'nin radyokarbon yaşları da derinlikle artar, derin SOC genellikle 1000 ile 10.000 yıldan daha eskidir. Yüzeyden daha derin toprağa doğru SOC yaşının keskin artışı, SOC'nin daha derin toprak katmanlarında daha uzun süre depolandığını göstermektedir (Schmidt, vd., 2011). SOC, toprak sıkışmasının sonucu olarak kütle yoğunluğu değişikliklerini tahmin etmek için hassas bir parametredir (Rawls, 1983; Benites vd., 2007; Ruehlmann ve Körschens, 2009). Kaur vd., (2002), SOC konsantrasyonundaki değişikliklerden yığın yoğunluğunu tahmin etmek için bir dizi pedotransfer fonksiyonundan bahsetti. Yığın yoğunluğu, artan SOC konsantrasyonu ile doğrusal veya üstel olarak azalabilir (Rawls, 1983; Kay vd., 1997; Ruehlmann ve Körschens, 2009). Avrupa'daki 176 sahada, tek eksenli sıkıştırma testi ile belirlenen kütle yoğunluğu, organik madde konsantrasyonunun <%15 olduğu topraklarda organik madde içeriğindeki artışla birlikte azaldığını tespit etmişlerdir (Keller ve Håkansson, 2010). Toprak organik C, yığın yoğunluğunu etkilemek için genellikle toprak parçacık boyutu dağılımı ile etkileşime girer.

Blake ve Hartge, (1986). Yıgın yoğunluk ölçümleri, kütle-hacim dönüşümlerinde ve gözeneklilik ve boşluk oranlarının hesaplanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Hillel, (1998) Toprak yığın yoğunluğu, katıların kütlesinin yığın toprak hacmine oranıdır. Değerler tipik olarak dokuya, yapıya, sıkıştırma derecesine ve büzülme-şişme özelliklerine bağlı olarak 1,2 ila 1,6 g cm^3 arasında değişir (Mason vd., 1957; Soil Survey Division Staff, 1993).

Grossman ve Reinsch, (2002) yığın yoğunluk değerleri aynı zamanda kök penetrasyonunun kolaylığını, su hareketini ve toprak mukavemetini gösteren toprak kalitesinin bir ölçüsü olarak kullanılır.

Ürdün vd., (2010) 0-1-5-10 ve 15 Mg/ha buğday samanının 3 yıl boyunca işlenmeyen bir toprağa uygulanmasının, SOC konsantrasyonundaki ve biyolojik aktivitedeki artışa bağlı olarak yığın yoğunluğunu azalttığını bildirmiştir. 15 Mg/ha saman eklendiğinde 0-10 cm derinlikte yığın yoğunluğunun 1,45'ten 1,32 Mg/m^3'e düştüğünü, oysa SOC konsantrasyonunun 1'den 117 g/kg'ye yükseldiğini gözlemlediler. Amerika Birleşik Devletleri'nin doğusundaki toprak işlemesiz topraklardan mısır ocağının çıkarılmasından bir yıl sonra, SOC konsantrasyonundaki bir azalma, eğimli bir silt tınlı ve neredeyse düz kil tınlı içindeki kütle yoğunluğundaki bir artışla önemli ölçüde ve negatif olarak ilişkiliydi, ancak SOC konsantrasyonu arasındaki korelasyon ve hemen hemen düz bir siltli balçıktaki kütle yoğunluğu 0-5 cm derinlikte önemli değildi.

Lv ve Liang, (2012) üç derinlik için, SOC'nin değişim kapsamı, toprak işleme alanında orman alanlarına göre daha küçük olduğunu belirtmişlerdir. Üç derinliğin ortalama SOC'si artan orman yaşı ile artmıştır. 10a ve 25a orman alanlarındaki ortalama SOC değerleri, toprak işleme ile karşılaştırıldığında, restorasyonun 31. yılında azalmış, orijinal seviyesine (toprak işleme sahası değeri) yükselmiş ve sonrasında sürekli olarak yükselmiştir. SOC, C99, C84, C78 ve C74 orman alanlarında 20 cm'de artan yaşla birlikte arttı. Ancak SOC, C99 ve C84'te 40 ve 60 cm'de azalmıştır. Ortalama olarak, üç derinlikteki ve 20 cm'deki SOC, orman ve toprak işleme alanları arasında daha dikkat çekici çeşitlilik derecelerine sahiptir. C74'teki (35a) SOC, her derinlikte toprak işleme alanındakinden (farklı çeşitlilik derecesi, $p = 0,05$) önemli ölçüde daha yüksek çıkmıştır.

Dengiz, vd., (2015) Madendere Havzası'ndaki toprak horizonları için organik karbon miktarını araştırmıştır. Haplustept (37,58 $kg.m^2$), Dystrustept (10,20 $kg.m^2$), Calciustept (5,69 $kg.m^2$) ve Ustorthent (3,78 $kg.m^2$) ile akan diğer toprak büyük gruplarından önemli ölçüde daha yüksektir. Bu sonuç için toprak tiplerinde SOC yoğunluğundan etkilenen iki önemli vaka olduğunu bildirmişlerdir. Bunlardan biri ağırlıklı olarak pedolojik gelişim ve toprak katmanlarının derinliği, ikincisi ise arazi kullanımı ve arazi örtüleridir.

Savacı ve Sarıyıldız, (2018) beş tip arazi altında altı derinlikte organik karbon stokları çalışılmış ve beş farklı arazi kullanımı tipi arasında toprak pH'ı ve toprak kütle yoğunluğu benzer bulunmuştur.

Jin ve Wang, (2018) karbonatlı topraklarda toprak pH'ı ile SOC ve SIC arasındaki ilişkileri incelediler. Sonuçlar; 1) düşen toprak pH'ının SIC'yi azaltacağını ancak Çin'in karbonatlı topraklarında SOC'yi artıracağını; 2) üst toprak katmanındaki SOC ve SIC için yanıt oranları, alt toprak katmanından daha yüksekti; 3) SIC'nin üst topraktaki nispi önemi, alt topraktakinden daha fazla azalmıştır.

Jin ve Wang (2018), toprak asitlenmesi toprak inorganik karbon (SIC) kaybına neden olur ve toprak organik karbon (SOC) dinamiklerini etkileyebilmektedir.

Dengiz vd., (2019) toprak derinliği arttıkça SOCD'nin ortalama değerinin azaldığı ve yaklaşık 3,6 kg.m^2 ile 1,7 kg.m^2 arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca her bir toprak numunesi için 0-30 cm'de 0.44 ile 15.39 kg.m^2 arasında SOCD düzeyi belirlenmiştir.

Yang vd., (2019) SOC, TN ve Ca arasındaki korelasyon, sıfır derece koşulu altında veya kontrol faktörü olarak pH değeri ile anlamlıydı. Ca ve AvP konsantrasyonu arasında basit bir negatif korelasyon vardı, ancak Ca ve AvP konsantrasyonu arasındaki Pearson korelasyon katsayısı, pH kontrol faktörü olduğunda önemli ölçüde azaldı. Toprak pH'ı, SOC ve TN (sıfır dereceli) ile pozitif korelasyon gösterdi, ancak Ca'nın kontrol faktörü olması koşuluyla hem SOC hem de TN ve pH arasındaki kısmi korelasyon önemli ölçüde negatifti. Bu nedenle, Ca, SOC ve TN konsantrasyonlarını etkileyen çekirdek elementtir.

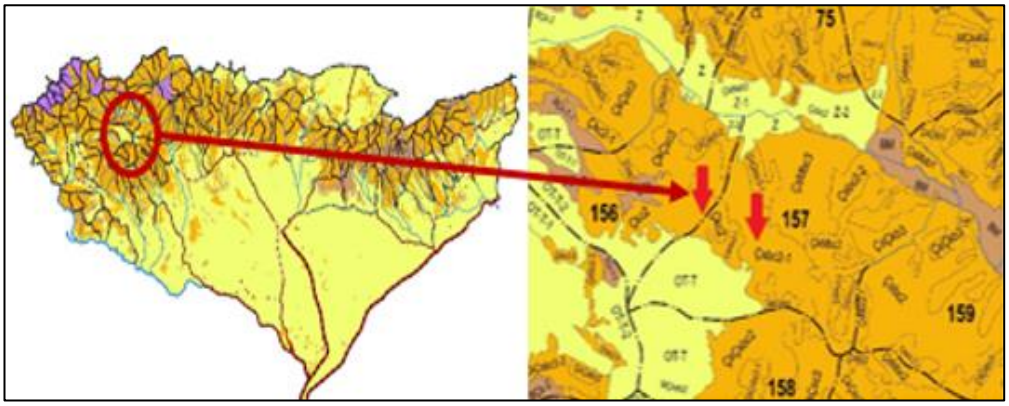
Yu vd., (2019) Toplam veya kararlı SOC'nin iğne yapraklı ormandan geniş yapraklı ormana doğru arttığını ve derinlikle azaldığını, ancak toprak pH'ının orman türü veya derinliği ile önemli ölçüde değişmediğini buldular, SOC arasındaki korelasyonlar veya toprak derinliğine sahip kararlı SOC fraksiyonu yalnızca iğne yapraklı ormanda önemliydi ve diğer iki ormanda önemli değildi, Bu nedenle, toprak pH'ı ve toprak derinliği, bu alanlarda SOC birikimi veya stabilizasyonu için önemli bir itici güç değildi.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Çalışma Alanı

3.1.1 Coğrafi Konum

Çalışma alanı, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde Gölköy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu

Kastamonu ili, Batı Karadeniz bölgesinde 41°21' kuzey enlemi ile 33°46' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Rakımı deniz seviyesinden 775 metredir. Yüzölçümü 13108,1 km² olup, ülke topraklarının %1,7'sini oluşturmaktadır. Alanın %74,6'sı dağlık ve ormanlık, %21,6'sı plato ve %3,8'i ovadır.

Çalışma alanı olarak seçilen Gölköy Orman İşletme Müdürlüğü, mülki idare açısından Kastamonu il sınırları içerisinde olup, idari açıdan Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlıdır.

3.1.2 İklim

Kastamonu Meteoroloji Gözlem İstasyonu verilerine göre yıllık yağış miktarı 481,9 mm'dir. Yıllık ortalama sıcaklık 9,8 °C'dir. Yıllık ortalama maksimum sıcaklık 16,3 °C ve yıllık ortalama minimum sıcaklık 4,1 °C'dir (Tablo 3.1).

Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Kastamonu ve çevresi, İsfendiyar Küre Dağları'nın güney eteklerinden geçen kurak iklim sınırları içerisindedir. Bölge nemli Karadeniz iklimine dahil değildir. Kastamonu ve çevresi, güneydeki kurak bölgelerin iklim özelliklerine daha çok benzemektedir. Thornthwaite yöntemi ile yapılan su dengesi değerlendirmesine göre; Temmuz ve Ekim ayları arasında Kastamonu'da su sıkıntısı yaşanıyor.

Tablo 3.1 Ortalama iklim değerleri (1930-2020)

	Ölçüm Periyodu: 1930- 2020												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ort. Sıcaklık (˚ C)	-1,0	0,7	4,3	9,6	14,2	17,6	20,3	20,0	15,7	10,7	5,1	0,8	9,8
Ort. En Yüksek Sıcaklık (˚ C)	3,1	6,0	10,9	16,6	21,2	24,7	27,8	28,1	23,9	18,1	10,9	4,8	16,3
Ort. En Düşük Sıcaklık (˚ C)	-4,6	-3,5	-0,9	3,4	7,6	10,4	12,3	12,2	8,9	5,2	0,9	-2,5	4,1
En Yüksek Sıcaklık (˚ C)	17,3	21,1	27,8	31,4	35,1	37,5	42,2	40,2	36,5	32,5	24,7	21,1	42,2
En Düşük Sıcaklık (˚ C)	-26,9	-22,3	-19,7	-8,5	-3,6	0,2	3,8	0,9	-1,5	-7,5	-19,3	-23,7	-26,9
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	2,4	3,7	4,6	5,8	7,3	8,6	9,9	9,6	7,4	5,6	3,8	2,1	70,8
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	12,4	11,4	12,1	12,9	14,6	11,9	6,4	5,7	6,6	9,1	9,7	12,0	124,8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ort. (mm)	29,8	27,1	35,3	51,4	74,6	71,4	32,4	30,9	30,6	35,4	29,1	33,9	481,9

3.1.3 Jeolojik Yapı

MTA tarafından hazırlanan jeolojik haritaya göre araştırma alanı ve çevredeki alanlar Paleozoik ve Mesozoyik temel kayaçları; metamorfitler, ofiyolitler ve kireçtaşları.

Paleozoik metamorfitler bölgede yüzeylenen en eski birimlerdir. Kuzey Tokat Metamorfitleri batıda iki farklı birim olan Akdağ Metamorfitleridir. Tespit edildi. Bölgenin kuzeyinde Üst Kretase yaşlı ofiyolitik seri yer almaktadır. Güney-doğu-batı yönünde uzanan iki ayrı kuşak şeklindedir.

Pazarcık Volkanitleri, Yıldızeli-Akdağmadeni arasında, havzanın kuzeybatısında mostra vermektedir. Bazalt, andezit, tüf ve aglomeralardan oluşur. Tabanda, açısal uyumsuzlukla kayalar üzerinde kaide. Havzanın batısı ve kuzeybatısı Akdağ Metamorfitleri üzerinde uyumsuzdur. Birim Paleosen Eski Pazarcık Volkanitleri ile uyumludur. Tarlanın denizden yüksekliği 1650 metredir. Genel bakış kuzey yönündedir.

Eğim Baskın meili %15-20 arasındadır. Mikrotopografi açısından yer yer oynak ama genellikle düz bir yapıya sahiptir.

3.1.4 Vejetasyon

Plan birimine ait ormanlarda ölçülen örnek alanların değerlendirilmesinde ve arazi gözlemlerinde, plan biriminde aşağıdaki ağaçlar, çalılar, gür bitkiler, çeşitli ayçiçeği ve otsu bitkilerin bulunduğu tespit edilmiştir. Plan ünitesinde iğne yapraklı ve yapraklı türler bulunmakta olup, tespit edilen odunsu ve otsu bitkiler aşağıda listelenmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2 Gölköy orman işletme şefliğindeki başlıca bitki türleri

Karaçam	Pinus nigra	Menekşe	Viola Kitaibeliana
Sarıçam	Pinus sylvestris	Eğrelti	Pteridium
Göknar	Abies nordmanniana	Isırgan	Urtica
Sedir	Cedrus libani	Ateş dikeni	Pyracantha
Kayın	Fagus orientalis	Sütleğen	Euphorbia
Meşe	Quercus	Ökse otu	Viscum album
Kavak	Populus tremula	Siklamen	Cyclamen
Ardıç	Juniperus oxycedrus	Atkuyruğu	Equisetum
Akçaağaç	Acer	Böğürtlen	Rubus
Gürgen	Carpinus betulus	Kuşburnu	Rosa
Yalancı akasya	Robinia Pseudoacacia	Menengiç	Pistacia
Dişbudak	Fraxinus	Orman çileği	Fragania vesca
Ceviz	Juglans regia	Orman sarmaşığı	Hedera helix
Ahlat	Pyrus	Çayır otları	Graminea
Kızılcık	Cornus mas	Alıç	Crataegus
Laden	Cistus laurifolius	Fındık	Corylus

3.2 Metot

3.2.1 Örnek Alanların Seçilmesi

Çalışmada Gölköy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan karaçam ve sarıçam meşcerelerinin yayılış gösterdiği alanlar ARCGIS programı kullanılarak harita üzerinde tespit edilmiştir. Harita üzerinde tespit edilen karaçam ve sarıçam meşcereleri arazide incelenerek güncel durumları belirlenmiştir. Belirlenen alanlar içerisinden araştırma amacına uygun olanlar seçilmiştir.

Kalıpsız (1976)'a göre ideal bir deney, diğer bütün değişkenleri sabit tutarak, sadece incelenmek istenilenin bir tanesini değiştirmek ve bu değişkenin etkilerini incelemek şeklinde ifade edilmektedir. Bu nedenle araştırma alanında belirlenen örnek alanlar eğim, bakı, mevki, yükseklik, ana kaya özellikleri benzer alanlardan seçilmeye çalışılmıştır (Zengin, 1997).

3.2.2 Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak silindir örnekleri her bir örnek alandan 0-20 cm ve 20-40 cm olmak üzere iki farklı derinlik kademesinden ve 15 farklı noktadan alınmıştır. Toplamda 30 adet

Karaçam meşceresinden 30 adette Sarıçam meşceresinden olmak üzere 60 adet toprak örneği alınmıştır.

3.2.3 Laboratuvar Yöntemleri

3.2.3.1 Hacim ağırlığı

Hacim ağırlığını belirlemek için, alınan silindir örnekleri içindeki toprak boşaltılmış ve 105ºC deki kuru ağırlığı belirlenmiştir. Alınan toprakların silindir hacmi belli olduğuna göre örneklerin fırın kurusu ağırlığı silindir hacmine bölünmek sureti ile hacim ağırlığı gr/cm^3 olarak tespit edilmiştir (Özyuvacı, 1978).

3.2.3.2 Organik madde

Ateşte Kayıp miktarı, yakma fırında 700-800ºC'ye kadar kurutularak darası alınmış olan krozeler kullanılarak, 10 gr toprak örnekleri 2mm'lik elekten geçirilmiştir. Önce krozelere konulan toprak örnekleri 105ºC 'de 24 saat kurutulmuş ve mutlak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra yakma fırınına alınmış ve 2 saat süre ile yakılarak içerisindeki organik maddeler ile kolloidlere ve kil minerallerine bağlı su bertaraf edilmiştir. Örnekler yakma süresince tam bir yanma için birkaç kez karıştırılmış süre sonunda örnekler tartılmış ve iki ağırlık arasındaki farktan ağırlık yüzdesi olarak ateşte kayıp miktarı belirlenmiştir (Gülçur, 1974).

3.2.3.3 pH

Toprak reaksiyonu 1:2,5 oranındaki toprak–saf su süspansiyonu hazırlanarak LaMotte pH metresi kullanılarak ölçülmüştür (Özyuvacı, 1971).

3.2.3.4 Elektriksel iletkenlik (EC)

Toprak örneklerine ait elektrik iletkenlik değeri 1:2,5 oranındaki toprak – saf su süspansiyonu hazırlanarak LaMotte CON6 model elektrik iletkenlik cihazı ile ölçülmüştür. Değerler µs/cm olarak ifade edilmiştir. (Gülçur, 1974).

3.2.3.5 Tekstür analizi

Araziden alınan toprak örnekleri belirli bir süre bekletilip hava kurusu hale geldikten sonra elenerek hassas terazi ile yüzer gram olacak şekilde ölçülüp 600 ml'lik beherlere koyulmuştur. Üzerine %5'lik 100 ml Na-Hegzametafosfat (kalgon) ilave edilmiş ve bu karışım 250 ml olana kadar saf su ilave edilerek karıştırılmıştır. Kil tanecikleri arasında bağlayıcı görev yapan Ca ve Na'nın yer değiştirmesini sağlamak için karışım bir gün bekletildi. İkinci gün beherdeki solüsyon, çırpıcı kabından dışarı taşmasını engellemek için en az miktarda su kullanılarak çırpıcı kabına boşaltıldı. Çırpıcı kabına alınan karışım 5 dakika süre ile karıştırılarak ve elde edilen karışım yine saf su kullanılarak tekstür kabına boşaltılmıştır. Karışıma 1000 ml'ye gelene kadar saf su ilave edilmiş ve bir karıştırıcı yardımı ile 20 dakika süre ile karıştırılmıştır. 4 dakika 48 saniye sonra hidrometre aleti karışıma yavaş bir şekilde bırakıldı. Denge haline gelmesi için beklenip ve tam dengede olduğu zamanda ilk okuma yapılmıştır. Daha sonra termometre ile sıcaklığına bakıldı. İki saat bekledikten sonra ikinci okuma yapılmıştır (Özyuvacı, 1971).

3.2.3.6 Karbon oranı ve karbon miktarı

Topraktaki karbon oranı ve karbon miktarını belirlenmesindeki hesaplama karbon oranı yüzde için organik madde (ateşte kayıp) yüzdesi ile 0,58 katsayısı çarpılmıştır. Toplam karbon miktarını ise hacim ağırlığı, karbon oranı yüzdesi ve örnek derinliği (cm) ile çarpılmıştır. Aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Guo ve Gıfford, 2002).

$$Cc\% = 0{,}58 \times OM\%$$

$$Ct = BD \times Cc\% \times D\ (cm)$$

3.2.4 İstatistiksel Analizler

Bilindiği gibi varyans analizinin uygulanabilmesi için veriler iki varsayımı yerine getirmelidir. Bu varsayımlardan ilki veriler en az aralık ölçeğine sahip olmalıdır. İkinci varsayım ise veriler normal dağılım göstermelidirler. İstatistiki Analizimizi farklı yaş gruplarındaki aynı derinlik katmanında Hacim Ağırlığı, Organik Madde, Karbon Oranı

ve Karbon Miktarı için karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler nicel veriler olması ilk varsayımı sağlamaktadır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov (K-S) tek örnek testi ile kontrol edilmiştir (Tablo 1). Verilerin normal dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir. (P>0,05) (Özdamar,2004).

Büyük örneklerde (n>30) Gruplardaki denek sayısı arttıkça kullanılan testin gücü ve güvenirliği artar. Gruplardaki denek sayısı az olduğunda (genellikle 30‟dan az olduğunda) parametrik olmayan testler kullanılmalıdır. Çünkü denek sayısı azaldıkça parametrik testlerde varsayımların bozulma olasılığı artar. İki ya da daha çok grup karşılaştırılıyorsa deney düzenlenirken gruplardaki denek sayılarının eşit olması için gerekli önlem alınmalıdır. Gruplardaki denek sayılarının eşit olamadığı durumlarda birbirine yakın olmalı, arada çok fazla fark bulunmamalıdır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2007).

Tablo 3.3 Verilerin Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi ile normal dağılımın kontrolü

		p (significance level)	
		Sarıçam	Karaçam
Üst Toprak	Hacim Ağırlığı	0,200	0,016
	Organik Madde	0,001	0,000
	pH	0,200	0,200
	EC	0,075	0,200
	Karbon Oranı	0,001	0,000
	Toplam Karbon	0,003	0,000
	Kum	0,174	0,200
	Kil	0,200	0,200
	Toz	0,036	0,031
Alt Toprak	Hacim Ağırlığı	0,170	0,029
	Organik Madde	0,044	0,000
	pH	0,200	0,200
	EC	0,200	0,030
	Karbon Oranı	0,044	0,000
	Toplam Karbon	0,107	0,000
	Kum	0,200	0,200
	Kil	0,114	0,200
	Toz	0,018	0,000

4. BULGULAR

Bu çalışmada Gölköy İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan alandaki karaçam ve sarıçam meçerelerinde üst toprak (0-20 cm) ve alt toprak (20-40 cm) için ph, elektriksel iletkenlik, tekstür analizi, hacim ağırlığı, organik madde, karbon oranı ve karbon miktarların belirlenmesi ile elde edilen bulgular değerlendirilmektedir.

4.1 Üst Toprağa İlişkin Bulgular

Üst toprakta (0-20 cm) yapılan analizler sonucunda elde edilen ph, EC, organik madde, tekstür analizi, hacim ağırlığı, karbon miktarı ve karbon oranına ait veriler Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 Üst toprağa ilişkin bulgular

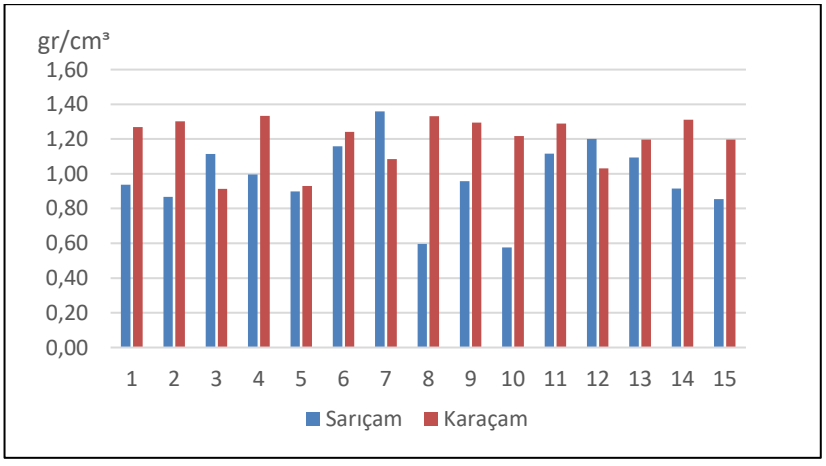
örnek adı	Derinlik (cm)	hacim ağırlığı (gr/cm³)	organik madde (%)	pH	EC (µs/cm)	Karbon oranı (%)	Toplam karbon (t/ha)	kum %	kil %	toz %
Çs-1	0-20	0,94	9,19	6,85	218,00	5,33	49,94	54,94	36,95	8,11
Çs-2	0-20	0,87	4,14	6,95	240,00	3,40	44,33	52,34	34,15	13,51
Çs-3	0-20	1,11	5,55	6,05	212,00	6,12	36,49	56,25	34,90	8,86
Çs-4	0-20	1,00	9,19	5,52	172,00	5,33	56,19	52,20	38,20	9,60
Çs-5	0-20	0,90	9,45	5,92	346,00	5,48	38,52	32,87	34,66	32,47
Çs-6	0-20	1,16	8,96	6,47	170,00	2,39	57,52	57,82	33,17	9,01
Çs-7	0-20	1,36	7,52	6,74	286,00	2,56	48,85	56,71	27,37	15,91
Çs-8	0-20	0,60	9,08	5,45	272,00	5,26	62,86	62,33	35,87	1,80
Çs-9	0-20	0,96	9,20	6,17	208,00	5,34	32,14	44,15	38,18	17,67
Çs-10	0-20	0,58	5,41	6,02	376,00	6,04	69,51	49,90	38,40	11,70
Çs-11	0-20	1,12	6,47	6,26	211,00	3,75	30,84	61,09	29,47	9,44
Çs-12	0-20	1,20	5,74	6,57	168,00	2,43	37,07	60,47	31,23	8,30
Çs-13	0-20	1,09	4,63	5,98	230,00	2,20	27,18	59,21	32,08	8,71
Çs-14	0-20	0,91	4,05	6,08	238,00	4,95	45,37	57,00	29,12	13,89
Çs-15	0-20	0,85	9,00	5,36	364,00	4,02	33,44	61,30	30,29	8,41
Çk-1	0-20	1,27	8,38	5,98	354,00	4,86	23,44	47,43	38,71	13,86
Çk-2	0-20	1,30	7,70	5,29	184,00	4,47	36,33	54,75	36,01	9,24
Çk-3	0-20	0,91	5,19	6,15	150,00	2,11	31,37	57,00	31,05	11,95
Çk-4	0-20	1,33	3,48	5,48	224,00	2,02	53,81	53,43	32,41	14,16
Çk-5	0-20	0,93	9,49	5,92	326,00	5,50	42,43	41,98	45,29	12,73
Çk-6	0-20	1,24	7,98	6,45	140,00	4,63	44,80	53,66	37,14	9,20

Tablo 4.1'in devamı

Çk-7	0-20	1,09	8,09	6,51	308,00	4,69	31,87	58,70	37,08	4,23
Çk-8	0-20	1,33	9,59	6,94	326,00	5,56	48,22	42,93	44,62	12,45
Çk-9	0-20	1,29	56,56	5,69	188,00	3,80	48,92	44,16	31,66	24,19
Çk-10	0-20	1,22	9,01	5,68	260,00	5,23	27,28	59,75	32,20	8,05
Çk-11	0-20	1,29	79,72	6,29	158,00	4,24	32,01	49,25	38,19	12,56
Çk-12	0-20	1,03	77,11	6,13	158,00	4,73	22,00	53,29	34,49	12,22
Çk-13	0-20	1,20	68,81	5,92	218,00	3,91	45,34	47,90	40,90	11,19
Çk-14	0-20	1,31	85,56	5,68	168,00	4,63	31,72	53,08	38,26	8,66
Çk-15	0-20	1,20	88,06	6,03	201,00	5,08	23,04	49,89	36,99	13,12
F		11,256	0,103	0,794	0,812	0,103	0,538	1,943	5,472	0,000
Sig. (p)		0,002*	0,750	0,380	0,375	0,750	0,452	0,174	0,027*	0,989

4.1.1 Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada üst toprak derinliği (0-20 cm) için ortalama hacim ağırlığı değerleri sarıçam meşceresi için 0,98 gr/cm^3 olarak, karaçam meşceresi için ise 1,20 gr/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Hacim ağırlığına ait veriler Şekil 4.1'de verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların hacim ağırlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,005$).

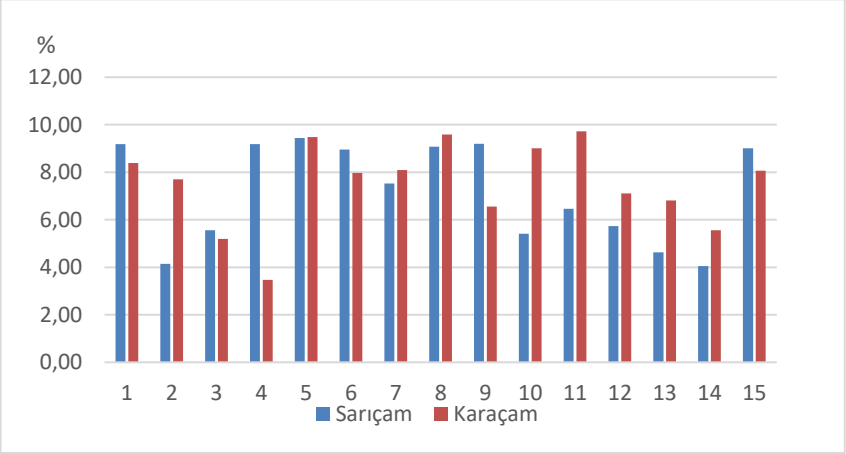


Şekil 4.1 Hacim ağırlığı değerlerinin değişimi

4.1.2 Organik Maddeye İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada üst toprak derinliği (0-20 cm) için ortalama organik madde miktarı sarıçam meşceresi için %7,17 olarak, karaçam meşceresi için ise %7,52 olarak tespit edilmiştir. Organik maddeye ait veriler Şekil 4.2'de verilmiştir. Sarıçam ve karaçam

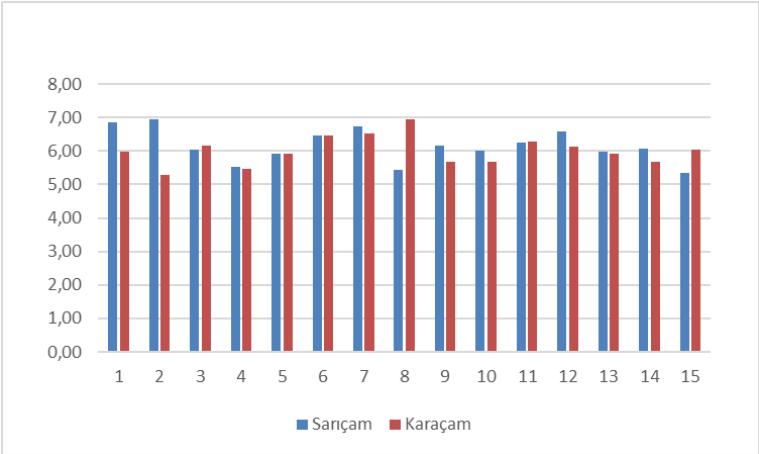
meşcerelerine ait toprakların organik madde içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0,005).



Şekil 4.2 Organik madde değerlerinin değişimi

4.1.3 pH Değerlerine İlişkin Bulgular

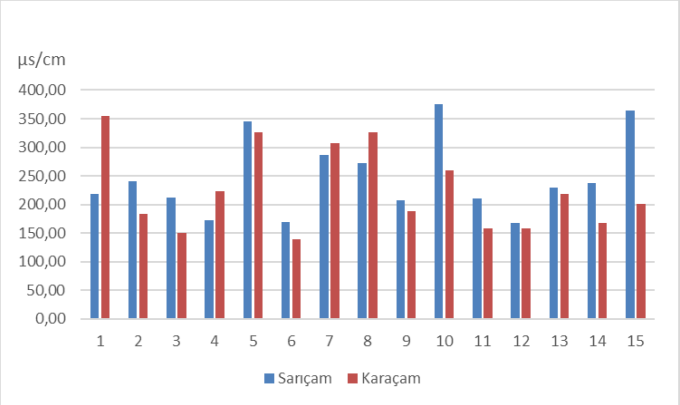
Yapılan çalışmada üst toprak derinliği (0-20 cm) için ortalama pH değerleri sarıçam meşceresi için 6,01 olarak, karaçam meşceresi için ise 6,16 olarak tespit edilmiştir. pH değerlerine ait veriler Şekil 4.3'te verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların pH arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0,005).



Şekil 4.3 pH değerlerinin değişimi

4.1.4 Elektriksel İletkenliğe İlişkin Bulgular

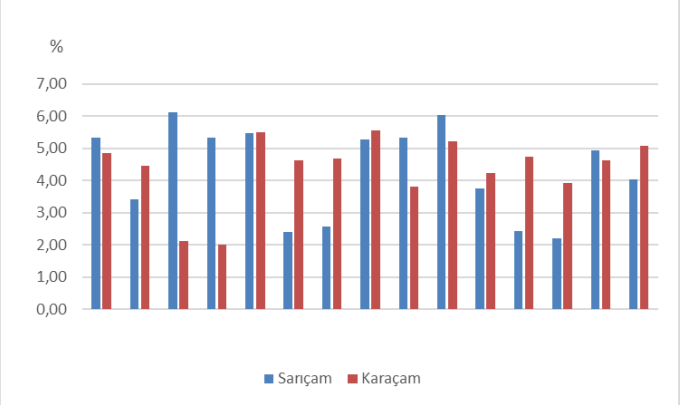
Yapılan çalışmada üst toprak derinliği (0-20 cm) için ortalama EC değerleri sarıçam meşceresi için 224,20 µs/cm olarak, karaçam meşceresi için ise 247,40 µs/cm olarak tespit edilmiştir. EC değerlerine ait veriler Şekil 4.4'te verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların EC arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0,005).



Şekil 4.4 EC değerlerindeki değişim

4.1.5 Karbon Oranına İlişkin Bulgular

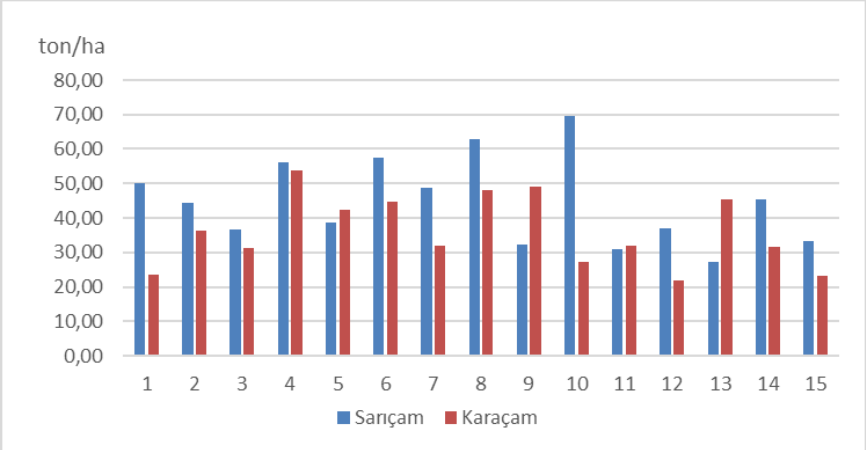
Yapılan çalışmada üst toprak derinliği (0-20 cm) için ortalama karbon oranı değerleri sarıçam meşceresi için %4,31 olarak, karaçam meşceresi için ise %4,36 olarak tespit edilmiştir. Karbon oranı değerlerine ait veriler Şekil 4.5'te verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların karbon oranı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0,005).



Şekil 4.5 Karbon oranı değerlerindeki değişim

4.1.6 Toplam Karbona İlişkin Bulgular

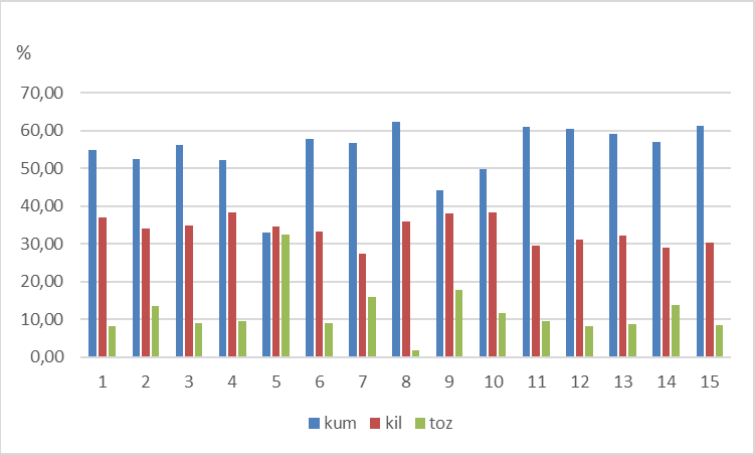
Yapılan çalışmada üst toprak derinliği (0-20 cm) için ortalama toplam karbon miktarı sarıçam meşceresi için 44,68 ton/ha olarak, karaçam meşceresi için ise 36,17 ton/ha olarak tespit edilmiştir. Toplam karbon miktarına ait veriler Şekil 4.6'da verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların toplam karbon değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0,005).



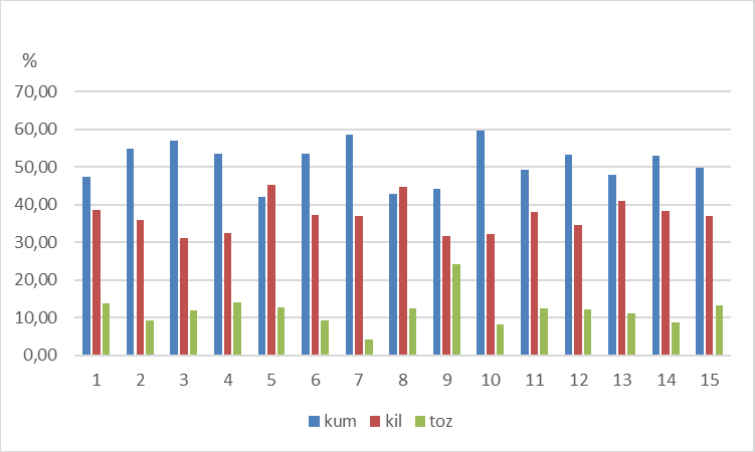
Şekil 4.6 Toplam karbon değerlerindeki değişim

4.1.7 Tekstür Analizine İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada üst toprak derinliği (0-20 cm) için ortalama kum miktarı sarıçam meşceresi için %51,15olarak, karaçam meşceresi için ise %54,57 olarak; ortalama kil miktarı sarıçam meşceresi için %37 olarak, karaçam meşceresi için %33,60 olarak ve ortalama kil miktarı ise sarıçam meşceresi için %11,85 olarak, karaçam meşceresi için ise %11,83 olarak tespit edilmiştir. Tekstür analizine ait veriler Şekil 4.7 ve 4.8'de verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların kum ve toz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı (p>0,005), kil değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir tespit edilmiştir (p<0,005).



Şekil 4.7 Sarıçam meşceresinde tekstür analizi değerleri



Şekil 4.8 Karaçam meşceresinde tekstür analizi değerleri

4.2 Alt Toprağa İlişkin Bulgular

Alt toprakta (20-40 cm) yapılan analizler sonucunda elde edilen ph, EC, organik madde, tekstür analizi, hacim ağırlığı, karbon miktarı ve karbon oranına ait veriler Tablo 4.2'de verilmiştir.

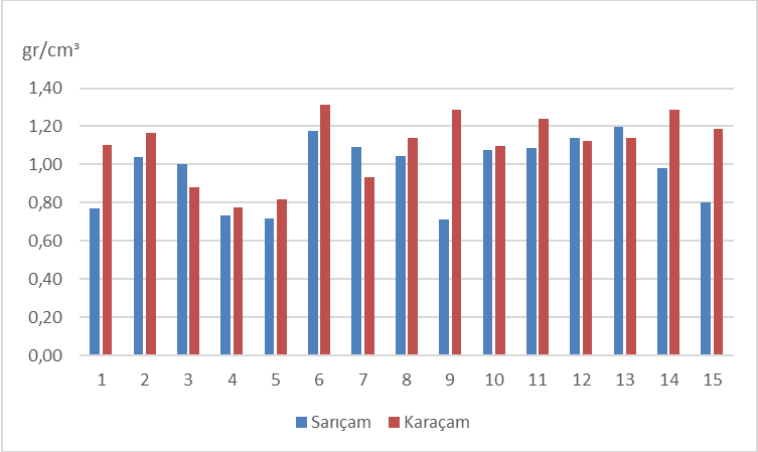
Tablo 4.2 Alt toprağa ilişkin bulgular

örnek adı	Derinlik (cm)	hacim ağırlığı (gr/cm³)	organik madde (%)	pH	EC (µs/cm)	Karbon oranı (%)	Toplam karbon (t/ha)	kum %	kil %	toz %
Çs1	20-40	0,77	1,90	6,93	256,00	3,10	34,93	54,44	36,30	9,26
Çs2	20-40	1,04	1,13	6,34	226,00	2,65	25,03	57,78	38,80	3,42
Çs3	20-40	1,00	9,79	6,21	180,00	5,68	34,13	52,40	36,98	10,63
Çs4	20-40	0,74	8,87	5,66	202,00	5,15	25,82	50,16	40,81	9,03
Çs5	20-40	0,72	9,83	6,12	262,00	5,70	32,12	58,08	28,76	13,16
Çs6	20-40	1,18	8,75	6,50	128,00	5,68	24,19	58,86	34,22	6,93
Çs7	20-40	1,09	7,98	6,85	342,00	4,23	26,99	61,36	24,52	14,12
Çs8	20-40	1,04	6,86	6,26	234,00	3,98	33,10	43,73	45,88	10,38
Çs9	20-40	0,71	4,54	6,16	144,00	3,63	44,82	48,85	36,57	14,58
Çs10	20-40	1,08	9,04	6,11	328,00	5,24	43,04	53,85	33,36	12,79
Çs11	20-40	1,08	3,56	6,51	184,00	3,06	33,99	61,37	37,59	1,04
Çs12	20-40	1,14	5,61	6,67	322,00	2,36	39,96	55,86	30,94	13,20
Çs13	20-40	1,20	4,18	6,54	194,00	5,63	43,48	55,67	31,29	13,03
Çs14	20-40	0,98	5,57	6,46	302,00	4,83	31,63	59,61	27,07	13,32
Çs15	20-40	0,80	3,89	6,24	209,00	3,25	51,00	58,18	31,31	10,51
Çk-1	20-40	1,10	8,32	5,84	314,00	4,83	36,40	47,84	41,75	10,41
Çk-2	20-40	1,17	8,25	5,53	296,00	4,78	41,45	52,61	38,14	9,25
Çk-3	20-40	0,88	6,92	6,11	210,00	3,01	43,62	56,30	32,00	11,70
Çk-4	20-40	0,77	7,63	6,02	206,00	4,43	38,58	47,96	38,22	13,82
Çk-5	20-40	0,82	8,75	5,80	300,00	5,08	33,10	48,60	41,12	10,28
Çk-6	20-40	1,32	7,46	5,95	366,00	4,33	33,82	54,99	34,81	10,20
Çk-7	20-40	0,94	8,05	5,69	320,00	4,67	37,42	56,90	32,82	10,28
Çk-8	20-40	1,14	8,51	6,77	310,00	4,93	42,62	40,55	46,94	12,50
Çk-9	20-40	1,29	8,16	6,78	300,00	4,74	31,82	43,96	32,26	23,78
Çk-10	20-40	1,10	8,50	6,26	320,00	4,93	38,39	45,95	41,57	12,48
Çk-11	20-40	1,24	5,09	6,33	223,00	1,95	22,79	50,95	36,40	12,65
Çk-12	20-40	1,12	4,82	6,01	210,00	6,88	52,33	52,43	35,39	12,18
Çk-13	20-40	1,14	7,01	6,65	176,00	5,47	50,39	50,45	39,50	10,06
Çk-14	20-40	1,29	4,83	6,24	186,00	3,60	36,76	51,42	36,36	12,22
Çk-15	20-40	1,19	7,55	5,94	236,00	3,38	37,61	45,40	42,78	11,82
F		4,156	1,03	3,58	1,754	1,031	0,293	1,042	1,288	2,713
Sig. (p)		0,051	0,319	0,069	0,196	0,319	0,592	0,002*	0,266	0,111

4.2.1 Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada alt toprak derinliği (20-40 cm) için ortalama hacim ağırlığı değerleri sarıçam meşceresi için 0,97 gr/cm^3 olarak, karaçam meşceresi için ise 1,10 gr/cm^3 olarak tespit edilmiştir. Hacim ağırlığına ait veriler Şekil 4.9'da verilmiştir.

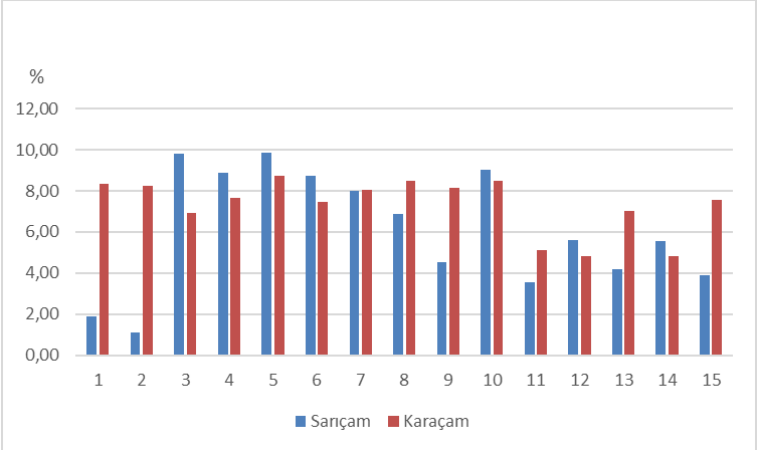
Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların hacim ağırlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0,005).



Şekil 4.9 Hacim ağırlığı değerlerinin değişimi

4.2.2 Organik Maddeye İlişkin Bulgular

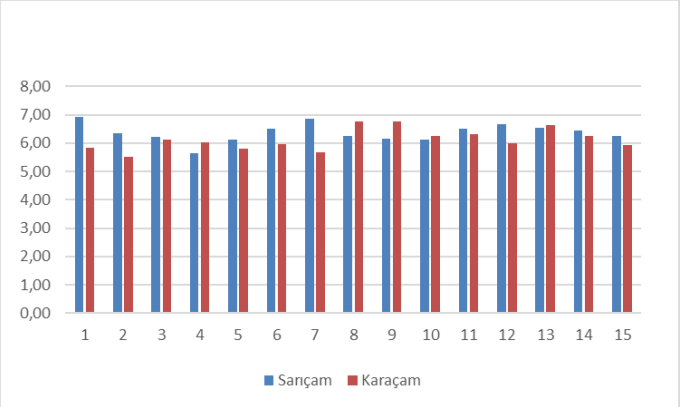
Yapılan çalışmada alt toprak derinliği (20-40 cm) için ortalama organik madde miktarı sarıçam meşceresi için %6,10 olarak, karaçam meşceresi için ise %7,32 olarak tespit edilmiştir. Organik maddeye ait veriler Şekil 4.10'da verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların organik madde içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0,005).



Şekil 4.10 Organik madde değerlerinin değişimi

4.2.3 pH Değerlerine İlişkin Bulgular

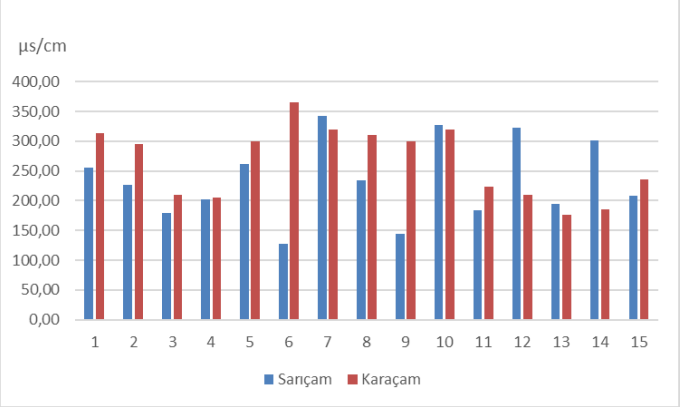
Yapılan çalışmada alt toprak derinliği (20-40 cm) için ortalama pH değerleri sarıçam meşceresi için 6,37 olarak, karaçam meşceresi için ise 6,13 olarak tespit edilmiştir. pH değerlerine ait veriler Şekil 4.11'de verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların pH arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0,005).



Şekil 4.11 pH değerlerinin değişimi

4.2.4 Elektriksel İletkenliğe İlişkin Bulgular

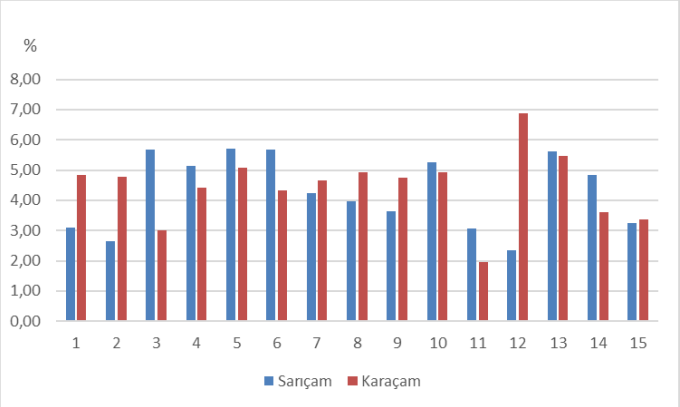
Yapılan çalışmada alt toprak derinliği (20-40 cm) için ortalama EC değerleri sarıçam meşceresi için 234,20 µs/cm olarak, karaçam meşceresi için ise 264,87 µs/cm olarak tespit edilmiştir. EC değerlerine ait veriler Şekil 4.12'de verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların EC arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0,005).



Şekil 4.12 Elektriksel iletkenlik değerlerinin değişimi

4.2.5 Karbon Oranına İlişkin Bulgular

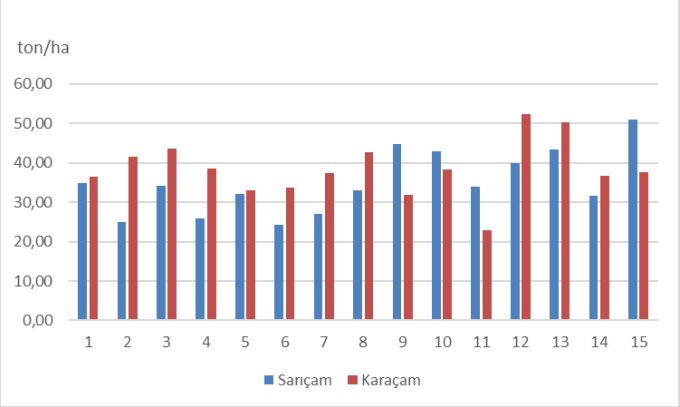
Yapılan çalışmada alt toprak derinliği (20-40 cm) için ortalama karbon oranı değerleri sarıçam meşceresi için %4,28 olarak, karaçam meşceresi için ise %4,47 olarak tespit edilmiştir. Karbon oranı değerlerine ait veriler Şekil 4.13'te verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların karbon oranı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0,005).



Şekil 4.13 Karbon oranı değerlerinin değişimi

4.2.6 Toplam Karbona İlişkin Bulgular

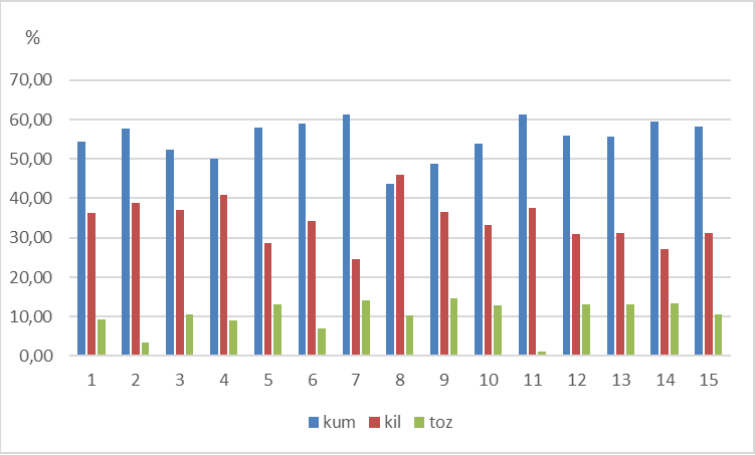
Yapılan çalışmada alt toprak derinliği (20-40 cm) için ortalama toplam karbon miktarı sarıçam meşceresi için 34,95 ton/ha olarak, karaçam meşceresi için ise 38,47 ton/ha olarak tespit edilmiştir. Toplam karbon miktarına ait veriler Şekil 4.14'te verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların toplam karbon değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p>0,005).



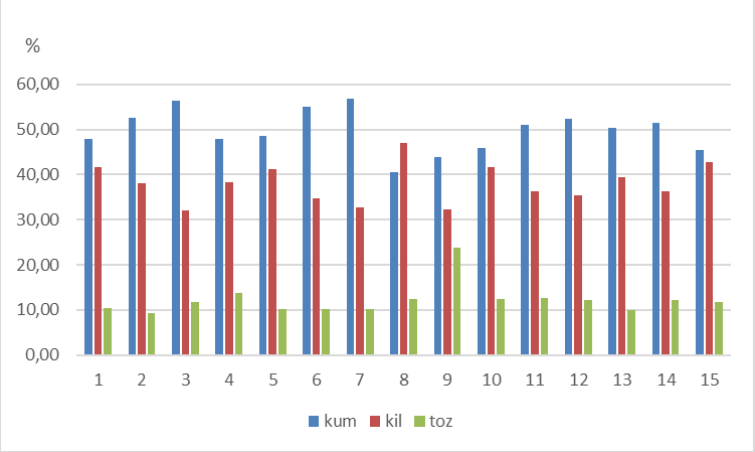
Şekil 4.14 Toplam karbon değerlerindeki değişim

4.2.7 Tekstür Analizine İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada alt toprak derinliği (20-40 cm) için ortalama kum miktarı sarıçam meşceresi için %55,48olarak, karaçam meşceresi için ise %49,75 olarak; ortalama kil miktarı sarıçam meşceresi için %35,36 olarak, karaçam meşceresi için %38 olarak ve ortalama kil miktarı ise sarıçam meşceresi için %9,16olarak, karaçam meşceresi için ise %12,24 olarak tespit edilmiştir. Tekstür analizine ait veriler Şekil 4.15 ve 4.16'da verilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerine ait toprakların kil ve toz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı ($p>0,005$), kum değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir tespit edilmiştir ($p<0,005$).



Şekil 4.15 Sarıçam meşceresinde tekstür analizi değerleri



Şekil 4.16 Karaçam meşceresinde tekstür analizi değerleri

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, Gölköy Orman İşletme Şefliği sınırlarında bulunan sarıçam ve karaçam meşcerelerinden alınan toprak örneklerindeki hacim ağırlığı, organik madde oranı, pH, EC, karbon oranı, karbon miktar, kum, kil ve toz değerleri arasındaki farklılıklar bakımından istatistiki olarak incelenmiş ve örnek alanlar arasındaki farklılıklar ortaya çıkarılmıştır.

Sarıçam ve karaçam meşcerelerinden üst topraktan ve alt topraktan alınan toprak örneklerinin incelenmesi sonucunda; sarıçam meşceresinde hacim ağırlığı, organik madde miktarı, karbon oranı, toplam karbon miktarı, kil ve toz oranlarının üst topraktan alt toprağa doğru gidildikçe azaldığı tespit edilmiştir. Karaçam meşcerelerinde ise organik madde miktarı, pH ve kum değerlerinde üst topraktan alt toprağa doğru gidildikçe azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Koçyiğit (2008) toprakta depolanan karbon miktarının genellikle derinlere inildikçe azaldığını belirtmiştir. Hiederer (2009) farklı toprak derinliklerinde yapılan çalışmaların sonuçlarına göre yüzeye yaklaştıkça toprakta depolanan karbon miktarında artma meydana geldiğini belirtmiştir. Makineci (2004) üst toprak katmanında organik karbon miktarının daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Sarıçam meşceresinde depolanan toplam karbon miktarı 39,81 ton/ha olarak, karaçam meşceresinde depolanan toplam karbon miktarı ise 41,65 ton/ha olarak tespit edilmiştir. Tolunay ve Çömez (2008) ülkemiz ormanlarında bir hektar alanda depolanan toplam karbon miktarının 83,8 ton olduğunu hesaplamışlardır. Kantarcı (1979) Ulıdağ göknarı meşcerelerinin topraklarında depolanan karbon miktarının 89,85 ton/ha ile 139,31 ton/ha arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Erkut (2013) kayın meşcerelerinde toprakta depolanan karbon miktarının 81,1 ton/ha olduğunu ifade etmiştir. Sarıyıldız vd., (2015) 0-20 cm üst toprak katmanında depolanan karbon miktarının 67 ton/ha olduğunu belirtmiştir.

Orman topraklarında ve diğer karasal ekosistemlerde toprak karbonunun ana kaynağı, toprağa karışan ve ayrışan organik maddedir. Toprakta bulunan organik madde

miktarının toprak yüzeyinde yüksek olması ve yer yer humus tabakalarıyla karışması sebebiyle toprakta gevşek bir yapı oluşur. Toprak yüzeyinden derinlere doğru inildikçe topraktaki organik madde miktarında azalma meydana gelmesi nedeniyle toprak yapısındaki gevşek doku yok olmaya başlamakta ve hacim ağırlığında artışlar meydana gelmektedir. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarında da görüldüğü üzere üst toprak katmanında daha yüksek olan organik madde içeriği toprağın kırıntılı gevşek bünye oluşturmasına imkân sağlamış ve yüzeye yakın kısımlarda hacim ağırlığını daha düşük değerlerde göstermiştir.

Sarıçam ve karaçam meşcerelerinde elektriksel iletkenlik değerlerinin üst toprak katmanından alt toprak katmanına doğru gidildikçe artış gösterdiği tespit edilmiştir. Sarıçam meşceresinde üst toprakta 224,20 µs/cm olan elektriksel iletkenlik değeri alt toprak katmanında 234,20 µs/cm olarak ölçülmüştür. Karaçam meşceresinde ise üst toprakta 247,40 µs/cm olan elektriksel iletkenlik değeri alt toprak katmanında 264,87 µs/cm olarak ölçülmüştür.

Sarıçam meşceresinde ölçülen pH değerlerinin üst topraktan alt toprağa doğru artış gösterdiği tespit edilmiştir. 0-20 cm'lik üst toprak katmanında 6,01 olan pH değeri 20-40 cm'lik alt toprak katmanında 6,37 olarak ölçülmüştür. Karaçam meşceresinde ise alt toprak ile üst toprakta ölçülen pH değerlerinin birbirlerine çok yakın değerler aldıkları ve alt toprağın daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Karaçam meşceresinde 0-2- cm'lik üst toprak katmanında ölçülen pH değeri 6,16 iken, 20-40 cm'lik alt toprak katmanında ölçülen pH değerlerinin 6,13 olduğu tespit edilmiştir. Sarıçam ve karaçam meşcerelerinde alt toprak ve üst toprakta tespit edilen pH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Sarıçam ve karaçam meşcerelerinden alınan toprak örneklerinde yapılan tekstür analizi sonuçlarına göre çalışma alanının genel toprak yapısının kumlu balçık bir yapıda olduğu tespit edilmiştir. Sarıçam meşceresinde üst toprak katmanında ölçülen kum oranı %51,15 iken alt toprak katmanında ölçülen kum oranı %55,35'tir. Üst toprak katmanında ölçülen kil oranı %37 iken alt toprak katmanında ölçülen kil oranının %34,29 olduğu tespit edilmiştir. Üst toprakta ölçülen toz oranının %11,85 iken alt toprak katmanında %10,36 olduğu tespit edilmiştir. Karaçam meşceresinde ise üst

toprak katmanında ölçülen kum miktarının %54,57 olduğu, alt toprak katmanında ölçülen kum miktarının ise %49,75 olduğu tespit edilmiştir. Karaçam meşceresinde üst toprak katmanında ölçülen kil miktarı %33,60 iken alt toprak katmanında ölçülen kil miktarı %38 olarak tespit edilmiştir. Karaçam meşceresinde üst toprak katmanında ölçülen toz miktarı %11,83 iken alt toprak katmanında ölçülen toz miktarı ise %12,24 olarak ölçülmüştür.

Sarıçam ve Karaçam meşceresinde tekstür analizi sonucunda elde edilen kum, kil ve toz değerlerini istatistiksel olarak değerlendirdiğimizde üst toprak katmanında kum ve toz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oladığı ($p>0,005$), kil değerlerinde ise anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,005$). Alt topreak katmanından elde edilen verileri değerlendirdiğimiz de ise kil ve toz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olamadığı ($p>0,005$), kum değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ($p<0,005$) tespit edilmiştir.

6. ÖNERİLER

Son yıllarda meydana gelen küresel iklim değişikliği ve küresel ısınmanın dünyadaki canlılar için yaşamı önemli derecede etkilediği görülmektedir. Atmosferdeki karbondioksit ve sare gazlarının konsatrasyonlarının son yıllarda artış göstermesi beraberinde iklim değişikliğinide getirmektedir özellikle sıcaklık ve yağış rejiminde oldukça belirgin değişiklikler meydana gelmektedir. Dolayısı ile atmosferdeki karbonun depolanmasında en önemli rolü oynayan orman ekosistemlerinin depoladıkları karbon miktarlarının bilinmesi küresel ısınmanın önlemebilmesi için alınabilecek önlemlerde oldukça önemlidir. Bu nedenle farklı orman ekosistemlerinin depoladıkları karbon miktarlarının tespit edilebilmesi için bu tür çalışmaların desteklenmesine önem verilmelidir.

Karbon miktarının azaltılmasında önemli rol oynayan orman ekosistemleri tarafından depolanan karbon miktarının artırılabilmesi için açık alan niteliğindeki sahaların ve bozuk orman sahalarının rehabilite edilerek ağaçlandırma çalışmalarına gereken önem verilmelidir.

Mevcut ormanlık alanların kaçak ve yanlış kullanımlar sonucunda tahrip edilmemesi için gerekli bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Alexandra, B. & José B., (2005). the importance of soil organic matter key to drought-resistant soil and sustained food and production, food and agriculture organization of the united nations, Rome.

Aliye, S. B., Çağatay, T. & Oğuz, C.T., (2015). Effects of surface fire on soil properties in a mixed chestnut-beech-pine forest in Turkey. Flamma, 6 (2), 78-80.

Anderson, D.W., Saggar, S., Bettany, J.R. & Stewart, J.W.B., (1981). Particle size fractions and their use in studies of soil organicmatter: I. the nature and distribution of forms of carbon, nitrogen, and sulfur. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:767–772.

Anonim, (2014), Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Gölköy Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı 2014-2033.

Batjes, N.H. (1996). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. Eur. J. Soil Sci. 1996, 47.

Benites, V.M, Machado, P., Fidalgo, E.C.C., Coelho, M.R. & Madari, B.E. (2007). Pedotransfer functions for estimating soil bulk density from existing soil survey reports in Brazil. Geoderma 139, 90–97.

Blake, G.R. & Hartge, K.H. (1986). Bulk density. In: Methods of Soil Analysis Part 1 Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition, Klute, A., (Ed). American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA.pp. 363-375.

Bouyoucos, G.J. (1962) Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils. Agronomy Journal, 54, 464-465. http://dx.doi.org/10.2134/agronj1962.00021962005400050028x.

Broos, K. & Baldock, J. (2008). Building soil carbon for productivity and implications for carbon accounting. South Australian GRDC Grains Research Update.

Christensen, B.T. (2001). Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. Eur. J. Soil Sci. 2001, 52, 345–353.

Christopher, A & Larry J.C. (2016). Relationships Between Soil Carbon and Soil Texture in the Northern Great Plains, Soil Science.

Cresswell H.P. & Hamilton, H. (2002). Particle Size Analysis. In: Soil Physical Measurement and Interpretation For Land Evaluation. (Eds. NJ McKenzie, HP Cresswell and KJ Coughlan) CSIRO Publishing: Collingwood, Victoria. pp 224-239.

Dengiz, O., Sağlam, M. & Türkmen, F. (2015). Effects of soil types and land use - land cover on soil organic carbon density at Madendere Basin. Eurasian Journal of Soil Science 4(2): 82 – 87.

Grossman, R. B. & Reinsch, T. G. (2002). Bulk density and linear exten-sibility, in: Methods of Soil Analysis: Part 4 Physical Methods, methods of soil and, edited by: Dane, J. M. and Topp, G. C., SoilScience Society of America, Madison, Wisconsin, USA, 2002.

Hui, Y., Peng, Z., Tongbin, Z., Qiang, L. & Jianhua C. (2019). The Characteristics of Soil C, N, and P Stoichiometric Ratios as A ected by Geological Background in a Karst Graben Area, Southwest China, Forests 2019, 10, 601.

Inci, S.K., Temel, S., Mehmet, C., Nurcan, Y., Hakan, S. & Gamze, S. (2018). Evaluation Of The Soil Properties And Primary Forest Tree Species In Taskopru (Kastamonu) District, Fresenius Environmental Bulletin, Volume 27 – No. 3/2018 pages 1613-1617.

Jobbágy, E.G. (2000). Jackson, R.B. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. Ecol. Appl.

Jordán, A., Zavala, L.M., & Gil, J., (2010). Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. Catena, 81, 77–85.

Kaur, B., Gupta, S.R. & Singh, G., (2002). Carbon storage and nitrogen cycling in silvopastoral systems on a sodic soil in northwestern India. Agrofor. Syst., 54: 21-29.

Keller,T. & Håkansson, I. (2010). Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content Geoderma 154 (3-4), 398-406.

Konen, M.E., Burras, C.L. & Sandor, J.A. (2003). Organic carbon, texture and quantitative color measurement relationships for cultivated soils in North Central Iowa. Soil Sci. Soc. Am. J. 67:1823–1830.

Lv, H. & Liang, Z. (2012). Dynamics of soil organic carbon and dissolved organic carbon in Robina pseudoacacia forests, Journal of Soil Science and Plant Nutrition 2012, 12 (4).

Mason, D.D., Lutz, J.F. & Petersen, R.G. (1957). Hydraulic conductivity as related to certain soil properties in a number of great soil groups—Sampling errors involved. Soil Science Society of America Proceedings 21:554–561.

Minasny, B., McBratney, A.B., Malone, B.P. & Wheeler, I. (2013)). Digital Mapping of Soil Carbon.Advances in Agronomy,118. Academic Press, Newark, NJ.

Oğuz, İ. & Acar, M. (2011) Tokat Kazova Koşullarında Farklı Arazi Kullanım Türlerinin Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisinin Araştırılması. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi. 28(2), 171-178.

Orhan, D, Fikret, S.B. & Ali, İ. (2019). Spatial variability of soil organic carbon density under different land covers and soil types in a sub-humid terrestrial ecosystem. . / Eurasian J Soil Sci 2019, 8 (1) 35 – 43.

Primavesi, A. (1984). Manejo ecológico del suelo. Río de Janeiro Brasil. Editorial El Ateneo.

Rawls, W.J., Brakensiek, D.L. & Soni, B. (1983). Agricultural management effects on soil water processes: Part I Soil Water Retention and Green-Ampt Paramters. Transactions ASAE 26(6):1747–1752.

Ruehlmann, J., & Korschens, M. (2009). Calculating the effect of soil organic matter concentration on soil bulk density. Soil Sci. Soc. Am. J. 73:876Y885.

Savacı, G. & Sarıyıldız, T. (2018). A comparison of soil organic carbon and total nitrogen stock capacity between cultivated, agriculture and forest soils. Journal of Innovative Science and Engineering. 2(2): 51-60.

Schmidt, M.W.I. (2011). Torn, M.S.; Abiven, S.; Dittmar, T.; Guggenberger, G.; Janssens, I.A.; Kleber, M.;Kögel-Knabner, I.; Lehmann, J.; Manning, D.A.C.; et al. Persistence of soil organic matter as an ecosystemproperty. Nature 2011,478, 49–56.

Shaofei, J. & Hesong, W. (2018). Relationships between soil pH and soil carbon in China's carbonate soils, Article in Fresenius Environmental Bulletin · January 2018.

Survey Staff, (1993). National Soil Survey Handbook, title 430-VI. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

Vinícius, M.B., Pedro, L.O.A., Machadob, E., Fidalgoa, C.C., Maurício, R., Coelhoa, B. & Madari, E. (2007). Pedotransfer functions for estimating soil bulk density from existing soil survey reports in Brazil. Geoderma 139: 90-97.

Wei, B., Lingwei, K., Aiguo, G. & Kun, M., (2014). Swell-Shrinking Deformation of Fissured Lateritic Soil in Wetting-Drying, Soil Behavior and Geomechanics GSP 236 © ASCE 2014.

Yu, M., Wang, Y., Jiang, J., Wang, C., Zhou, G., & Yan, J. (2019). Soil organic carbon stabilization in the three subtropical forests: Importance of clay and metal oxides. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 124. https://doi.org/10.1029/ 2018JG004995.

Zaffar, M. % Lu, S.G. (2015). Pore Size Distribution of Clayey Soils and Its Correlation with Soil Organic Matter.Pedosphere 2015, 25, 240–249.

Zekun, Z., Zhengxing, C., Yadong, X., Chengjie, R., Gaihe, Y., Xinhui, H., Guangxin, R. & Yongzhong F., (2018). Relationship between Soil Organic Carbon Stocks and Clay Content under Different Climatic Conditions in Central China , Forests.