



FARKLI ARAZİ KULLANIM TİPLERİNE GÖRE TOPRAK ORGANİK KARBONUNUN DEĞİŞİMİ

Emine AÇIL

**2022
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DUYAR**

**FARKLI ARAZİ KULLANIM TIPLERİNE GÖRE TOPRAK ORGANİK
KARBONUNUN DEĞİŞİMİ**

Emine AÇIL

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DUYAR**

**KARABÜK
Haziran 2022**

Emine AÇIL tarafından hazırlanan “FARKLI ARAZİ KULLANIM TİPLERİNE GÖRE TOPRAK ORGANİK KARBONUNUN DEĞİŞİMİ ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DUYAR

.....

Tez Danışmanı, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 23/06/2022

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Ömer KARA (KTÜ)

.....

Üye : Doç. Dr. Cumhuri GÜNGÖROĞLU (KBÜ)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi. Ahmet DUYAR (KBÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Emine AÇIL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ARAZİ KULLANIM TİPLERİNE GÖRE TOPRAK ORGANİK KARBONUNUN DEĞİŞİMİ

Emine AÇIL

**Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DUYAR
Haziran 2022, 61 sayfa**

Toprak, karasal ekosistemler içerisinde önemli organik karbon havuzlarından birini oluşturmaktadır. Toprak Organik Karbon (TOK) havuzunun temel girdisi, üzerinde yetişen bitkilerden gelmektedir. Orman, tarım ve mera gibi farklı arazi kullanım tipleri; üzerlerinde yetişen bitkilerin özellikleri ve toprağın işlenmesi gibi faktörler nedeniyle değişik miktarlarda karbon tutma imkanına sahiptir. Bu çalışmada, aynı yörede orman, tarım ve mera olarak kullanılmakta olan arazilerin, toprak organik karbon miktarlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Toprak örnekleri dört farklı toprak derinlik kademesinden (0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm ve 40-80 cm) alınmış ve bu örneklerin karbon miktarının yanı sıra bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ölçümleri de yapılmıştır. Ormanlık alanlarda toprakların yanı sıra ölü örtü incelemesi de yapılmıştır. Çalışma sonucunda toprak ve ölü örtünün karbon tutmada önemli rol oynadığı ortaya konmuştur. Orman, mera ve tarım alanlarından alınan toprak

örneklerinden elde edilen %Karbon değeri orman alanlarında en yüksek (2,05) ve tarım alanlarında en düşük (1,48) olarak bulunmuştur.

Karbon($g \cdot l^{-1}$) değeri orman alanlarında en yüksek ve mera alanlarında en düşük olarak bulunmuştur. %Azot değeri bakımından yapılan kıyaslamada en yüksek azot miktarının yine orman alanlarında tutulduğu ve mera-tarım alanlarındaki tutulmanın ise eşit olduğu görülmüştür. C/N oranına bakıldığında ise orman alanlarında en yüksek (21,56) olduğu ve tarım alanlarında ise en düşük (16,49) olduğu görülmektedir.

Anahtar Sözcükler : Orman, mera, tarım arazisi, tekstür, karbon.

Bilim Kodu : 120504

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

VARIATION OF SOIL ORGANIC CARBON IN DIFFERENT LAND USE TYPES

Emine AÇIL

**Karabük University
Institute of Graduate Programs
Forest Engineering Department**

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Ahmet DUYAR

June 2022, 61 pages

Soil constitutes one of the essential organic carbon pools in terrestrial ecosystems. The primary input of the Soil Organic Carbon (SOC) pool comes from the plants growing on it. Different land-use types such as forest, agriculture, and pasture; due to factors such as the characteristics of the plants grown on them and the cultivation of the soil, they have the possibility of sequestering carbon in different amounts. In this study, it was aimed to compare the soil organic carbon amounts of the lands used as forest, agriculture, and pasture in the same region. Soil samples were taken from four different soil depth levels (0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm, and 40-80 cm), and some physical and chemical properties were measured as well as the carbon content of these samples. In addition to soils in forest areas, litter analysis was also carried out. As a result of the study, it was revealed that soil and litter play an important role in carbon sequestration. The carbon % value obtained from soil samples taken from the

forest, pasture, and agricultural areas was found to be the highest (2.05) in forest areas and the lowest (1.48) in agricultural areas.

The carbon ($\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) value was found to be highest in forest areas and lowest in pasture areas. In the comparison made in terms of % nitrogen value, it was seen that the highest amount of nitrogen was kept in forest areas, and the retention in pasture-agricultural areas was equal. When the C/N ratio is considered, it is seen that it is the highest (21,56) in forest areas and the lowest (16,49) in agricultural areas.

Key Word : Forest, pasture, agricultural, carbon, soil texture,

Science Code : 120504

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında yanımda olan, ilgi ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, kıymetli bilgilerinden ve tecrübelerinden yararlandığım, çalışmama çok büyük katkı sağlayan sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DUYAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen eşim Ar. Gör. Ahmet AÇIL'a ve yine arazi çalışmalarında iş makinası desteği sağlayan Bolu ili Yeniçağa ilçe Belediyesi ve Belediye Başkanı sayın Recai ÇAĞLAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sevgili aileme, manevi hiçbir yardımı esirgmeden yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

Ayrıca bu tez çalışmasının hazırlamasında Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince KBÜBAP-21-YL-075 numaralı proje kapsamında verilen maddi destekten dolayı Karabük Üniversitesi Rektörlüğü'ne de şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	4
LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
BÖLÜM 3	9
MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. MATERYAL.....	9
3.1.1. Çalışma Alanının Genel ve Özel Konumu	9
3.1.2. Çalışma Alanının Özellikleri	10
3.1.2.1. Orman Özellikleri	10
3.1.2.2. Mera Özellikleri	10
3.1.2.3. Tarım Özellikleri.....	10
3.1.3. Çalışma Alanının İklim Durumu	10
3.1.4. Çalışma Alanının Jeolojisi	11
3.1.5. Örnek Alımında Kullanılan Malzemeler	12
3.1.6. Örnekleme Deseni	12
3.2. YÖNTEM.....	14

	<u>Sayfa</u>
3.2.1. Araştırma Yöntemleri	14
3.2.1.1. Ölü Örtü Özelliklerinin Belirlenmesi.....	14
3.2.1.2. Toprağın Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	15
3.2.1.3. Toprağın Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi.....	16
3.2.2. İstatistiksel Analizler	19
BÖLÜM 4	21
BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1. ÖLÜ ÖRTÜ	21
4.1.1. Ölü Örtünün Miktarı	21
4.1.2. Ölü Örtü Bileşenleri.....	21
4.1.3. Ölü Örtüde Karbon ve Azot İçeriği	22
4.2. TOPRAĞIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ.....	24
4.2.1. Hacim Ağırlığı ve Gözeneklilik	24
4.2.1.1. Hacim Ağırlığı ($g \cdot l^{-1}$).....	24
4.2.1.2. Gözeneklilik (Porozite).....	26
4.2.2. Nem İçeriği (%) ve Su İçeriği ($g \cdot l^{-1}$)	28
4.2.2.1. Nem içeriği (%).....	28
4.2.2.2. Su İçeriği ($g \cdot l^{-1}$).....	29
4.2.3. İskelet ve İnce Toprak Miktarı	31
4.2.3.1. İskelet Miktarı	31
4.2.3.2. İnce Toprak Miktarı	32
4.2.4. Toprak Tekstürü.....	34
4.3. TOPRAĞIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ.....	39
4.3.1. Toprak Reaksiyonu ve Elektriksel İletkenlik	39
4.3.1.1. Toprak Reaksiyonu(pH).....	39
4.3.1.2. Elektriksel İletkenlik.....	41
4.3.2. Kireçlilik	43
4.3.3. Karbon ve Azot İçeriği	44
4.3.3.1. %C İçeriği	44
4.3.3.2. Karbon Miktarı.....	46
4.3.3.3. %N Oranı	48

	<u>Sayfa</u>
4.3.3.4. Azot Miktarı (g·l ⁻¹)	50
4.3.3.5. C/N İçeriği	51
BÖLÜM 5	54
5.1. SONUÇ	54
5.2. ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	61

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Çalışma alanı konum haritası.....	9
Şekil 3.2. Thorthwaite sistemine göre Yeniçağa ilçesi için yağış ve potansiyel evapotranspirasyonun (PET) karşılaştırılması.....	11
Şekil 3.3. Çalışma alanı Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü jeoloji haritası.	12
Şekil 3.4. Toprak çukurlarının kepçe yardımıyla açılması a) ve b) toprak profillerinin incelenmesi.	13
Şekil 3.5. Ölü örtü örneklerinin çerçeve kullanılarak alınması.....	14
Şekil 3.6. Araziden alınan örneklerin kurutulması.....	15
Şekil 3.7. Toprakların analize hazırlanması.....	17
Şekil 3.8. Scheibler Kalsimetresi (Sönmez vd., 2020).....	18
Şekil 4.1. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre hacim ağırlığını gösterir grafik.	26
Şekil 4.2. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre porozite oranını gösterir grafik.	27
Şekil 4.3. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre % nem içeriğini gösterir grafik	29
Şekil 4.4. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre su içeriğini gösterir grafik.	30
Şekil 4.5. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre iskelet miktarını gösterir grafik.	32
Şekil 4.6. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre ince toprak miktarını gösterir grafik.....	33
Şekil 4.7. Çalışma alanında toprak taneciklerinin derinlik kademelerine dağılımını gösterir grafik.	36
Şekil 4.8. Orman alanlarının kum, toz, kil oranlarının en düşük ve en yüksek değerleri alınarak toprak üçgenine aktarılıp toprak tipinin bulunması.....	37
Şekil 4.9. Mera alanlarının kum, toz, kil oranlarının en düşük ve en yüksek değerleri alınarak toprak üçgenine aktarılıp toprak tipinin bulunması.	38
Şekil 4.10. Tarım alanlarının kum, toz, kil oranlarının en düşük ve en yüksek değerleri alınarak toprak üçgenine aktarılıp toprak tipinin bulunması.....	38
Şekil 4.11. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre pH miktarını gösterir grafik.	40

Sayfa

Şekil 4.12. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre tuzluluk miktarını gösterir grafik.....	42
Şekil 4.13. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre kireç oranını gösterir grafik.	44
Şekil 4.14. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre %karbon oranını gösterir grafik	46
Şekil 4.15. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre karbon miktarını gösterir grafik.....	48
Şekil 4.16. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre %azot oranını gösterir grafik.	49
Şekil 4.17. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre azot miktarını gösterir grafik.	51
Şekil 4.18. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre C/N oranını gösterir grafik.	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Meşcere özellikleri.....	10
Çizelge 3.2. Yeniçağa ilçesi ikliminin Thornthwaite sistemine göre değerlendirilmesi.	11
Çizelge 3.3. Toprakların pH değerine göre sınıflandırılması (Sönmez vd., 2020). ...	17
Çizelge 3.4. Toprağın elektriksel iletkenliğine göre sınıflandırılması (Sönmez vd., 2020).	18
Çizelge 3.5. Toprağın kireç içeriğine göre sınıflandırılması (Sönmez vd., 2020).	19
Çizelge 4.1. Hektarda ölü örtü özelliklerinin değişimi.	22
Çizelge 4.2. Ölü örtü bileşenlerinin Kruskal Wallis Testi ile karşılaştırılması.....	23
Çizelge 4.3. Çalışma alanında hacim ağırlığı miktarının değişimi ($g \cdot l^{-1}$).....	25
Çizelge 4.4. Çalışma alanında gözeneklilik oranının değişimi (%).	27
Çizelge 4.5. Çalışma alanında nem içeriği oranının değişimi (%).	28
Çizelge 4.6. Çalışma alanında su içeriği oranının değişimi ($g \cdot l^{-1}$).....	30
Çizelge 4.7. Çalışma alanında iskelet miktarının değişimi ($g \cdot l^{-1}$).....	31
Çizelge 4.8. Çalışma alanında ince toprak miktarının değişimi ($g \cdot l^{-1}$).	33
Çizelge 4.9. Çalışma alanında toprak taneciklerinin oranının değişimi (%).	36
Çizelge 4.10. Çalışma alanının pH değerinin değişimi.	39
Çizelge 4.11. Çalışma alanında tuzluluk miktarının değişimi (μS).	41
Çizelge 4.12. Çalışma alanında kireçlilik oranının değişimi (%).	43
Çizelge 4.13. Çalışma alanında karbon oranının değişimi (%).	45
Çizelge 4.14. Çalışma alanında karbon miktarının değişimi ($g \cdot l^{-1}$).	47
Çizelge 4.15. Çalışma alanında azot oranının değişimi (%).	49
Çizelge 4.16. Çalışma alanında azot miktarının değişimi ($g \cdot l^{-1}$).	51
Çizelge 4.17. Çalışma alanında C/N oranının değişimi.	52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

H₂O : Su Buharı

CO₂ : Karbondioksit

HC₄ : Metan

O₃ : Ozon

C : Karbon

Mg : Megagram

ha : Hektar

kg : Kilogram

% : Yüzde

cm : Santimetre

mm : Milimetre

r : Yarıçap

h : Yükseklik

ml : Mililitre

pH : Toprak Reaksiyonu

EC : Elektriksel İletkenlik

P : Anlamlılık Değeri

N : Azot

C/N : Karbon/Azot Oranı

μS : Mikrosiemens

CaCO₃: Kalsiyum Karbonat

KISALTMALAR

IPCC : Devletlerarası İklim Değişikliği Paneli

TOCS : Toplam Organik Karbon Stoğu

K-S : Kolmogorov-Smirrov

HCl : Hidroklorik Asit

TOK : Toprak Organik Karbon

MTA : Maden Tetkik Arama

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması, sanayi devrimiyle endüstrinin gelişmesi ve üretim süreçlerinin hızlanması doğal kaynaklara olan taleplerin çeşitlenerek hızlı bir şekilde artmasına neden olmuştur. Söz konusu talebin karşılanması için doğal kaynakların plansız, bilinçsiz olarak kullanılması sonucunda iklim değişikliği, çölleşme, kirlilik, küresel ısınma gibi birçok sorun ortaya çıkmaktadır (Asan 1995, Sivrikaya ve Bozali 2012). Bu sorunlardan iklim değişikliği ve küresel ısınma geleceğimizi önemli ölçüde tehdit etmektedir. Şöyle ki; giderek artış gösteren sera gazları atmosferdeki dengeyi bozmaktadır. Karbondioksit salınımının artış göstermesinde arazi kullanımının da etkili olduğu belirtilmiştir. Devletlerarası İklim Değişikliği Panelinde de (IPCC) arazi kullanımının neden olduğu karbon salımı konusu üzerinde durulmaktadır (Asan 1995, Sivrikaya ve Bozali 2012, Tolunay ve Çömez 2008).

Atmosferde gündün güne artan sera gazları karasal alanlar ve okyanuslar tarafından tutulmaktadır. Karasal alanlarda toprağın üst kısmında tutulan karbonun %80'inden fazlası, tüm toprak organik karbonunun da %70'inden fazlası ormanlar tarafından tutulmaktadır (Jandl vd., 2007). Ormanlar hem toprak üstü biyokütle hem de toprak altı biyoküttelede karbon depolamasını sağlamaktadır. Dolayısıyla bu da çok daha fazla karbon depolanması demektir (Pehlivan, 2014). Orman arazileri ziraat ve mera arazilerine oranla daha fazla miktarda ölü örtü içermektedir. Ziraat arazilerinde bulunan bitkisel vejetasyonun alandan uzaklaştırılması ve toprak işleme yapılarak organik karbon atmosfere geri salınmakta böylelikle karbon uzun süre toprakta muhafaza edilememektedir. Toprak organik karbon miktarının önemli derecede azalmasında arazi kullanımındaki değişimlerde son derece etkilidir (Tolunay ve Çömez, 2008).

Dünyadaki bütün canlıların yaşamı için mutlak gerekli olan atmosfer, birden fazla gaz karışımından meydana gelmektedir. Bu karışımın içinde yer alan gazlardan su

buharı (H₂O), CO₂, metan (CH₄), diazotmonoksit (N₂O) ve ozon (O₃) gazları sera etkisinde oldukça önemlidir.

Sera etkisi, atmosferin kısa dalga boyuna sahip ışınları geçirmesi ve uzun dalga boyuna sahip ışınları tutma eğiliminde olmasıyla meydana gelmektedir. Sera etkisi ile ısı dünyanın yüzeyine hapsolmakta, buna bağlı olarak yeryüzü daha çok ısıtılmakta ve çevreyi daha fazla tehdit edebilir hale gelmektedir (Türkeş, 2011b).

Küresel ısınma için ormansızlaşma, artan insan nüfusu dolayısıyla daha da gelişen endüstri, fosil yakıtları kullanımı gibi pek çok etken kaynak oluşturmaktadır. Özellikle fosil yakıtların büyük oranda kullanımı dolayısıyla ortaya sera gazı salınmakta ve sıcaklıklar artmakta böylece küresel ısınma yeryüzündeki sıcaklık ortalamalarının artması olarak tanımlanabilmektedir (Güvenç, 2020).

Küresel ısınma ile bazı sorunlar da açığa çıkmaktadır. Canlı yaşamının devam ettirilmesinde etkili olan faktörlerden biri olan iklimde de değişimler meydana getirmesi kaçınılmaz olacaktır. İklim değişikliği, küresel ısınmaya bağlı olarak ortaya çıkan sıcaklıklarda ve yağışlardaki farklılaşma, dünya üzerinde lokal ölçekte farklı etkiler gösterecektir. Bu nedenle bazı ormanlar daha uygun sıcaklıklara ve yağışa kavuşurken, çoğunlukta kalan diğer ormanlar ise kuraklık, yangın, toprak kaybı ve böcek istilası gibi sorunlarla karşılaşacaktır. Ormanların coğrafya üzerinde dağılımları değişebilir. Orman ekosistemleri karbon tüketicisi olmakla birlikte orman yangınlarıyla tersi rol oynamakta, atmosfere karbondioksit vermektedirler. Daha yüksek sıcaklıklar ise orman yangınlarının daha sık, daha geniş alanlı ve daha şiddetli olmasına yol açacaktır. İklim değişikliğinin, zengin biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlere sahip ülkemizdeki doğal ekolojik sistemlerin bileşimini ve üretkenliğini bozacağı ve biyolojik çeşitliliği azaltacağı, bitki, hayvan ve mikroorganizmaların doğal yaşam alanlarında değişikliğe yol açacağı kaçınılmaz bir gerçektir (Kanat ve Keskin, 2018).

Ülkemizde farklı arazi kullanımına ait alanların karbon ve azot miktarları üzerindeki etkilerini saptamak amacıyla yapılacak çalışmaların çoğalmasının topraklarımızdaki karbon ve azot kapasitelerinin daha gerçekçi şekilde ortaya koyulmasına katkı sağlayacaktır. Buradan yola çıkarak Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanan bu

Çalışmada Bolu ili Yeniçağa ilçesi Hamzabey köyü yöresinde mera, orman, ziraat alanları seçilerek farklı arazi tiplerinin toprak organik karbonu miktarına etkisi üzerine çalışılmıştır.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÖZETİ

Başaran (2003) yılında yaptığı çalışmada depolanan ve salınan karbon miktarını araştırması sonucunda karbon yutak alanlarında depo edilerek tutulan toplam organik karbon miktarını yaklaşık 7,7 milyar ton, toplam salınan ise 217 milyon ton/yıl olarak tespit etmiştir.

Göl (2007) Çankırı İlinde yaptığı çalışmada (tarım, orman, mera) toprağın fiziksel özellikleri, karbon depolama gibi konular üzerine çalışmıştır. Karbon miktarının Kuzey Bakıdaki orman toprağında (%2,84) en yüksek, mera toprağında (%2,10) tarım toprağında (%1,07) en düşük olarak tespit edilirken, Güney bakıda ise yine orman toprağında (%1,62) en yüksek, mera toprağında (%1,64), tarım toprağında (%0,63) en düşük olarak bulunmuştur.

Yavuz (2019), Borçka-Deviskel deresi havzasında farklı arazi kullanımları altındaki topraklarda yaptığı inceleme neticesinde alınan toprakların özelliklerinin arazi kullanımına göre ve yükselti etkenine bağlı olarak 15'inin istatistiki açıdan farklılık olduğunu tespit etmiştir.

Evliyaoğlu (2019), Farklı arazi örtüsü altındaki topraklardaki TOK üzerine yaptığı çalışmasında tarım topraklarının aksine mera ve orman topraklarında TOK değerlerinde derinliğe bağlı olarak azalma olduğu saptanmıştır.

Yılmaz ve Dengiz (2021), Farklı arazi kullanımının toprak organik karbonuna etkisinin araştırıldığı çalışması sonucunda orman topraklarındaki TOK miktarını en yüksek bulurken, tarım arazilerinde ise en düşük olduğu saptanmıştır.

Tokel (2021), Farklı arazi kullanımı altındaki topraklarda gerçekleştirdiği çalışmasının sonucunda toprağın bazı özelliklerinin arazi kullanım tipinden etkilendiği saptanmıştır.

Kara ve Bolat (2008), Bartın İli Orman ve Tarım Topraklarının Mikrobiyal Biyokütle Karbon ve Azot içerikleri belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmanın sonucunda karbon miktarının ve azot miktarının orman topraklarında daha fazla olduğu saptanmıştır.

Budak ve Günal (2018), Yukarı Dicle Havzasında Farklı Arazi Kullanımları Altındaki Toprakların Karbon Depolama Potansiyellerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 8700 km² genişliğindeki çalışma alanından toplam 210 adet bozulmuş ve bozulmamış yüzey (0-20 cm) toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca toprağın özelliklerinin kısa mesafeler için değişip değişmediğini tespit etmek için, 42 adet toprak örneği daha alınmıştır. Alınan toprak örneklerinin organik C ve hacim ağırlıkları tespit edilmiş ve çalışma alanının toprak organik C stoku (TOCS) haritası hazırlanmıştır. Farklı arazi kullanım tiplerinin TOCS üzerine etkisinin önemli olduğu ortaya çıkarılmıştır. Çalışma alanındaki TOCS miktarı 8,06 ile 66,68 Mg·ha⁻¹ arasında değişmekte olup, ortalama TOCS miktarı 30,33 Mg·ha⁻¹ 'dir. Farklı arazi kullanım tipleri arasında en çok TOCS miktarı ormanlık alanlarda mevcut olduğu, en az TOCS miktarının ise tarım arazilerinde olduğu saptanmıştır. Sonuçların bu yönde olmamasının sebebi mera alanlarındaki fazla otlatma ve tarım arazilerinde uygulanan geleneksel toprak işlemenin yanı sıra hasat atıklarının yakılarak imha edilmesinin Yukarı Dicle Havzasında TOCS miktarı üzerinde olumsuz rol oynadığı belirlenmiştir.

Şahbaz Yağdı (2018), Ankara-Çamkoru mevkiinde farklı arazi kullanımı (tarım-orman-mera) altındaki topraklarda depolanan toplam karbon ve toplam azot miktarlarının belirlenmesine yönelik yaptığı çalışmasında 0-20 cm derinlikte depolanan toplam C miktarları depolanan karbon bakımından orman ilk sırada yer alırken mera ikinci sırada tarım alanları ise üçüncü sırada yer almıştır. Toplam N miktarı açısından bakıldığında ise yine orman alanları birinci sıradaki yerini korumakta iken mera ikinci sırada tarım alanları da yine üçüncü sırada yer almaktadır.

Maral (2016), Kastamonu Yöresinde Arazi Kullanım Farklılığının (Orman-Çayırılık-Tarım Alanları) Toprak Karbon ve Azot Tutulumuna Olan Etkileri isimli çalışmasının sonucunda orman arazilerinde yer alan topraklar en fazla karbon

depolama özelliğine sahip olduğu bunu sırasıyla çayırılık ve tarım arazilerinde yer alan toprakların takip ettiği saptanmıştır. Ortalama azot depolamasının ise en yüksek miktara çayırılık alanların sahip olduğu tespit edilirken bunu sırasıyla ormanlık alanlar ve ziraat alanları takip ettiği bulunmuştur.

Tolunay ve Çömez (2008), Türkiye Ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda Türkiye ormanlarındaki toprakları içerdiği karbon miktarı 1 hektar alanda $78,0 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, ölü örtülerin ise $5,8 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ olup toplam $83,8 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ organik karbon içerdiği belirlenmiştir.

Tolunay ve Çömez (2007), Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye'deki durumun tespiti için yaptıkları çalışmada topraktaki organik karbon stoğu üzerine etki eden faktörler incelenmiş Türkiye orman topraklarında 1159 toprak çukuru açılarak yapılan çalışma neticesinde bir hektar alanda $77,8 \text{ Mg}$ kadar karbon depolandığı belirlenmiştir.

Çömez (2010), Sündiken Dağlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) Meşcerelerinde Karbon Birikimini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında araştırmada alanında bulunan sarıçamlarda karbon içeriği $\%52,463$ olarak tespit edilmiştir.

Kahyaoğlu (2017) Sinop Yöresi Doğu Kayını (*Fagus orientalis Lipsky.*) Ormanlarının Toprak Üstü Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesine yönelik çalışmasının sonucunda karbonu en çok gövde odununun depoladığı ve gövde odunundan sonra sırasıyla dal, kabuk, yaprak gibi ağaç kısımlarının takip ettiği belirlenmiştir.

Erkut (2013), "Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü Saf Kayın Meşcerelerinin Ekosistem Bazında Karbon Depolama Kapasitesi" başlıklı çalışmasının sonucunda saf kayın meşcereleri içinde bulunan her bir ağacın gövdesinde 255 kg , dalında 157 kg , yaprağında 52 kg ve kabuğunda 21 kg karbon depolandığını saptamıştır ve böylece ağacın tamamında 485 kg karbon depolandığı sonucuna ulaşılmıştır. Kayın meşcerelerinin ölü örtüsünde $4,1 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ve diri örtüsünde $0,07 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ karbon depolandığı bulunmuştur. Böylelikle Akkuş İşletme

Müdürlüğü kayın meşcerelerinin toprak üstü organlarının karbon depolama kapasitesi $175,9 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Topraktaki karbon depolama kapasitesi ise $81,1 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Çiftçi (2019), Gençlik Çağındaki Karaçam (*P. nigra*) Meşcerelerinde Toprak Üstü Karbon Miktarının Araştırılmasına yönelik yaptığı çalışması sonucunda toprak üstünde depolanan karbon miktarı $1123,36 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Pirizoğlu (2019), Sıklık Çağındaki Karaçam (*P. nigra*) Meşcerelerinde Toprak Üstü Karbon Miktarının Araştırılmasına yönelik çalışması Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Karadere Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde yer alan Çaltepe Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan 10 – 20 yaşındaki Karaçam meşcerelerinde yürütülmüş ve toprak üstü biyokütlede depolanan karbon miktarları hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda ise toprak üstünde depolanan karbon miktarının $23,99 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ olduğu saptanmıştır.

Babur (2018), Karstik Orman Ekosistemlerinde Aynı Yaşlı Karaçam, Sedir ve Kayın Ormanlarının Ölü Örtü ve Topraklarında Depolanan Karbon-Azot Miktarlarının Belirlenmesi; Bazı Mikrobiyal Özelliklerinin Mevsimsel Değişimlerinin İzlenmesine yönelik yaptığı çalışma sonucunda karaçam meşcerelerinin ölü örtülerinde en yüksek miktarda karbon ve azot depolandığı, sırasıyla sedir ve kayın meşcerelerinin takip ettiği saptanmıştır. Bunların yanında mikrobiyal faaliyetlere bağlı olarak en yüksek karbon ve azotun sedir meşcerelerinde depolandığı belirlenmiştir.

Koçyiğit ve Oğuz (2016), mineralize C ve N içeriğinin farklı arazi kullanım tiplerinde değişimini inceledikleri çalışmaları sonucunda karbon miktarını en fazla orman alanlarında azot miktarını ise üç kullanım tipinde önemli olacak şekilde farklılık bulunmadığı saptanmıştır.

Çetiner (2016), Yaylacık Araştırma Ormanı Mühendisliği alanı içerisinde saf kayın meşcerelerinde farklı meşcerelerinde toprakta tutulan karbon miktarının belirlenmesine yönelik yaptığı çalışmasının sonucunda bozuk meşcerelerde bulunan topraklardaki ortalama karbon miktarının en yüksek miktarda olduğu, (a) meşcere kuruluşuna ait topraklarda bulunan ortalama karbon miktarlarının da en düşük

değerlere sahip oldukları belirlenmiştir. (b) meşcere kuruluşunda bulunan topraklardaki karbon miktarının diğer meşcere kuruluşlarıyla karşılaştırıldığında (a, c ve d) daha yüksek miktarda karbon içerdiği belirlenmiştir.

Jenkinson (1971) yaptığı çalışma neticesinde tarım alanın meşe ormanı haline getirilmesiyle birlikte karbon miktarında bir artış olduğunu saptamıştır.

Büyüköner (2007) Tokat'ta farklı arazi kullanım tiplerinde yaptığı çalışmada üst toprakta bulunan organik madde miktarını ve azot değerini orman alanlarında en yüksek, hacim ağırlığını orman topraklarında daha az olarak tespit etmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Çalışma Alanının Genel ve Özel Konumu

Çalışma Bolu ili Yeniçağa ilçesinde yapılmıştır. Çalışma alanı Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Gerede Orman işletme Müdürlüğü, Yeniçağa Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanı konum haritası.

3.1.2. Çalışma Alanının Özellikleri

3.1.2.1. Orman Özellikleri

Örnek alanlardaki incelemelere göre ağaçların göğüs çapları 14,1 – 23,8 cm arasında ve ortalaması 20,5 cm olup, orman alanları b ile c çağındaki karaçam ormanlarından oluşmaktadır. Hektardaki ağaç sayısı 800 ile 1900 arasında olup ortalama ağaç sayısı 1331’ dir. Meşcere üst boyu ortalama 17,5 metredir. Ağaçların göğüs yüksekliği yaşı ortalama 17 ile 50 yıl arasında değişmektedir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Meşcere özellikleri.

	Ağaç Sayısı	Çap	Göğüs Yüzeği	Boy	Yaş
	Adet.ha ⁻¹	cm	m ² . ha ⁻¹	m	Yıl
Ortalama	1331	20,5	52,8	14,4	34,8
Enküçük	800	14,1	24,3	9,0	17,0
Enbüyük	1900	23,8	88,0	17,5	50,0

3.1.2.2. Mera Özellikleri

Mera alanlarında serbest otlatma yapılmaktadır.

3.1.2.3. Tarım Özellikleri

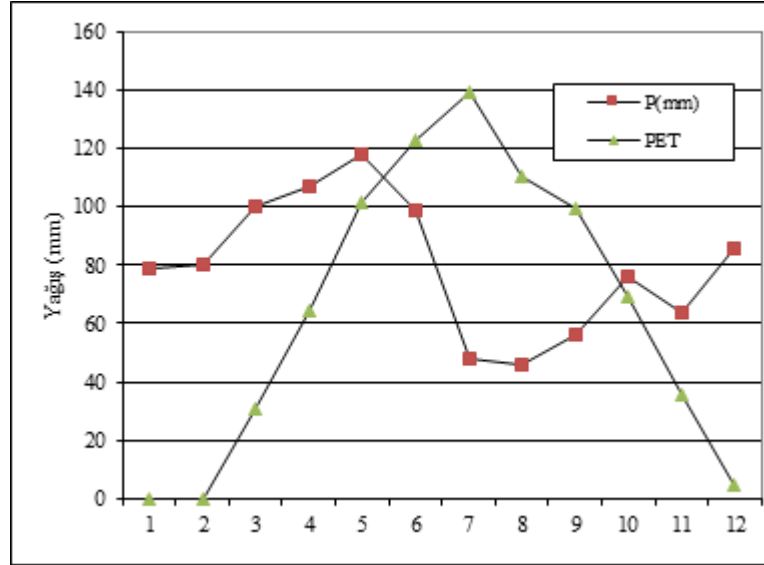
Arpa, buğday, yulaf gibi tarım ürünleri yetiştirilmektedir. Araziler çok eğimli olmaması nedeniyle makinalı tarım yapılmaktadır. Tarım arazilerinde gübreleme uygulanmaktadır.

3.1.3. Çalışma Alanının İklim Durumu

Thorthwaite sistemine göre yapılan değerlendirmede; Yeniçağa ilçesi için B4 B'2 r a' simgeleriyle tanımlanan nemli, ılıman, su noksanı yok veya çok az olan, kısmen deniz etkisi altında bir iklim tipindedir (Çizelge 3.2; Şekil 3.2).

Çizelge 3.2. Yeniçağa ilçesi ikliminin Thorthwaite sistemine göre değerlendirilmesi.

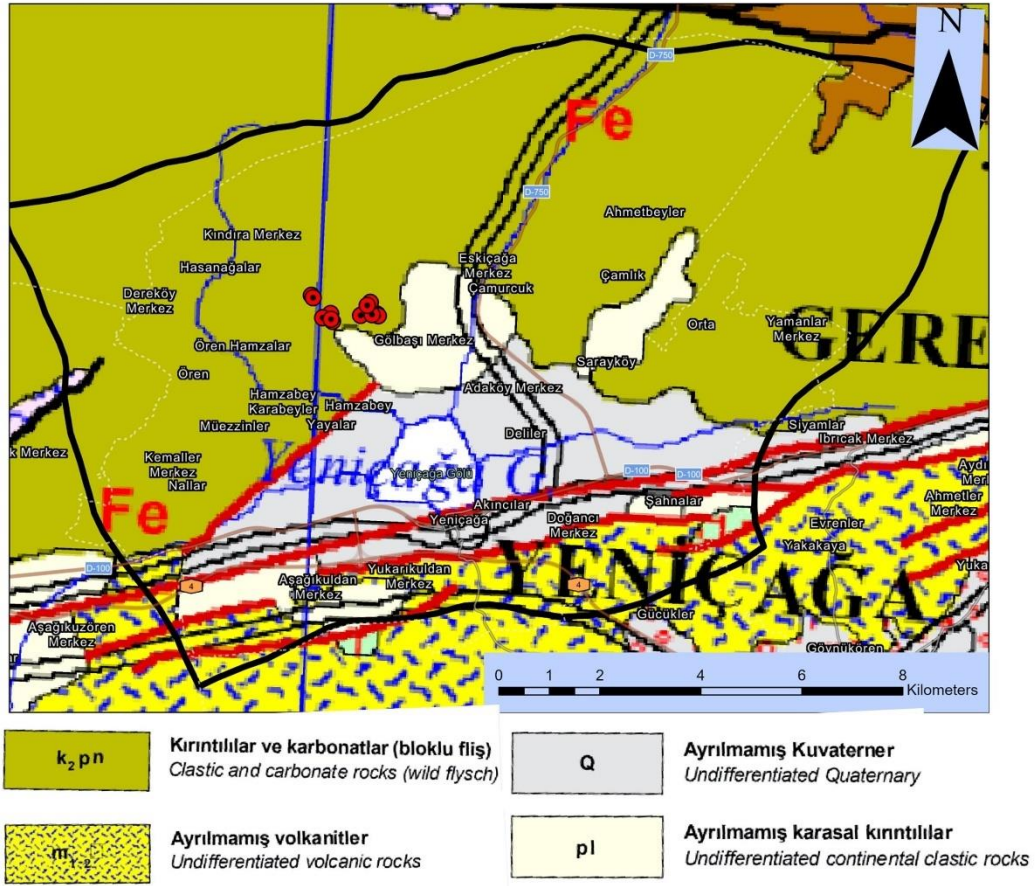
Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T (°C)	-1.6	-0.3	3.1	7.7	12.2	15.7	18.3	18.8	15.3	10.4	5.1	0.3
P(mm)	79	80	100	107	118	99	48	46	56	76	64	86
PET	0	0	31	65	101	123	139	110	99	69	36	5
AET	0	0	31	65	101	123	139	59	56	69	36	5
PAW	128	128	128	128	128	104	13	0	0	7	35	117
dS	11	0	0	0	0	-24	-91	-13	0	7	28	81
Surplus	68	80	69	42	17	0	0	0	0	0	0	0
Deficit	0	0	0	0	0	0	0	-51	-43	0	0	0



Şekil 3.2. Thorthwaite sistemine göre Yeniçağa ilçesi için yağış ve potansiyel evapotranspirasyonun (PET) karşılaştırılması.

3.1.4. Çalışma Alanının Jeolojisi

Toprak çukurlarının kazıldığı alan jeoloji haritasına göre kırıntılı ve karbonatlı anakaya üzerinde gelişmiş toprakları barındırmaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Çalışma alanı Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü jeoloji haritası.

3.1.5. Örnek Alımında Kullanılan Malzemeler

Kürek, kazma, katlanır metre, işaretleyici kalem, fotoğraf makinası, örnek torbası, örnek etiketleri, örnek çerçeve, hacim ağırlığı silindirleri, çekiç, GPS, harita kullanılarak örnekler alınmıştır.

3.1.6. Örneklemeye Deseni

Farklı arazi kullanım şekillerinde karbon miktarının değişiminin araştırılması amacıyla her profilden (0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm, 40-80 cm derinlik kademelerinden) toprak örnekleri alınmıştır. Örnek alanlardaki toprak çukurları kepçe yardımıyla açılmıştır (Şekil 3.4). Farklı arazi kullanım şekillerinde karbon miktarının değişiminin araştırılması amacıyla her arazi kullanım tipinden 4'er tane olmak üzere toplamda 12 adet toprak çukuru açılmıştır. Her toprak çukurunda 4'er tane olacak şekilde 12 adet toprak profilinde çalışılmıştır (Şekil 3.4). Her derinlik

kademesine 5'er adet 100 cm³ lük (r: 2,53 cm ve h: 5 cm) silindir çakılarak doğal yapısı bozulmamış 48 adet hacim örneği alınmıştır. Ayrıca ilgili derinlik kademesinden doğal yapısının bozulmasına dikkat edilmeksizin 48 adet analiz örneği alınmıştır. Alınan bu örnekler toprak nemini kaybetmemesi için plastik torbalara konulmuş ve arazi kullanım türü, profil numarası ve derinlik kademesinin yer aldığı etiketler yapıştırılmıştır. Karbon tutma bakımından orman arazilerinde ölü örtü de etkin rol oynadığı için ormanlardan ölü örtü örnekleri de alınmıştır. 12 adet ölü örneği alınmıştır ve bu örnekler metal çerçeve kullanılarak elde edilmiştir.



a)



b)

Şekil 3.4. Toprak çukurlarının kepçe yardımıyla açılması a) ve b) toprak profillerinin incelenmesi.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Araştırma Yöntemleri

3.2.1.1. Ölü Örtü Özelliklerinin Belirlenmesi

Farklı yerlerde bulunan 4 adet ormandan her birinden 3'er adet olmak üzere 12 adet ölü örtü örneği metal çerçeve yardımıyla alınmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Ölü örtü örneklerinin çerçeve kullanılarak alınması.

Ölü Örtünün Miktarı:

Ölü örtü örneklerinin laboratuvarında ilk olarak yaş ağırlıkları tartılmıştır. Sonrasında tepsilere serilerek 65 °C'lik fırında sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletildikten sonra kuru ağırlıkları tartılmıştır.

Ölü Örtünün Bileşenleri:

Fırın kurusu hale getirilen ölü örtü örneklerinin yaprak tabakası, çürüntü ve humus miktarları ayrı ayrı tayin edilmiştir. Ölü örtünün yaprak tabakasının miktarının tayini için ölü örtünün üst kısmında bulunan ve henüz ayrışma süreci başlamamış olan

kozalak, yaprak, dal, ibre vb. ayrılarak tartılmıştır. Yaprak tabakasının haricindeki kısım 2 mm'lik elekten elenerek elekten geçmeyen kısım çürüntü olarak, eleğin altına geçen kısım ise humus olarak tartılmıştır.

Ölü Örtüde Karbon ve Azot İçeriği:

Ölü örtü karbon ve toplam azotu İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi Laboratuvarında CN analiz cihazında (Leco Truspec 2000) kuru yakma yöntemine göre tayin edilmiştir (Güner ve Makineci, 2017).

3.2.1.2. Toprağın Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Toprağın hacim ağırlığı, porozite, nem durumu, su içeriği, iskelet ve ince toprak miktarı gibi bazı fiziksel özelliklerinin belirlenebilmesi için öncesinde doğal yapısı bozulmamış toprak örnekleri 105 °C'lik fırında sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Araziden alınan örneklerin kurutulması.

Hacim Ağırlığı ve Gözeneklilik

Hacim ağırlığı ve gözeneklilik oranı (%) doğal yapısı bozulmamış toprak örneklerinde silindir yöntemine göre tayin edilmiştir (Sarıyıldız vd., 2020).

Nem İçeriği

Doğal yapısı bozulmamış silindir toprak örnekleri üzerinden saptanmıştır. Öncelikle bu toprak örneklerinin su içeriği ve kuru hacim ağırlıkları hesaplanmıştır. Sonrasında (su içeriği/kuru hacim ağırlığı) * 100 hesaplaması sonucunda (%) nem durumu tayin edilmiştir.

İskelet ve İnce Toprak Miktarı

Belirli bir hacimdeki doğal yapısı bozulmamış kurutulmuş toprak örnekleri tartıldıktan sonra 2 mm gözenekli elekten su içerisinde yıkanarak 2 mm'den ince boyuttaki partiküller uzaklaştırılmıştır. Geri kalan 2 mm büyük taş parçaları kurutulup tartılarak iskelet içeriği ve ilk tartım arasındaki farka bağlı olarak da ince toprak miktarı belirlenmiştir (Duyar, 2014).

Toprak Tekstürü

Toprak tekstürü Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir (Bouyoucos, 1962). 2 mm'lik elekten geirilmış olan topraklardan 250 cm³ hacmindeki beherlere 50'şer gram tartılarak koyulmuştur. zerine 50 ml %10'luk kalgon zltisi ve 100 ml saf su ekleyip karıştırılmıştır. Bir gün beklemeye alınmıştır. Analiz günü beherdeki karışım toprak tekstür mikserinde beş dakika karıştırılmıştır. Daha sonra karışım 1000 ml'lik tekstür silindirine aktarılmıştır. Karışım saf su eklenerek, 1000 ml kadar tamamlanmıştır. Silindirin içerisindeki karışımın bir dakika boyunca el ırpıcısı ile karıştırılması ile analiz ölümleri başlatılmıştır. Daha sonra her örnek için termometre ve hidrometre kullanılarak birinci okumalar 4'48'' saniye sonunda yapılmıştır. İki saatlik beklemeden sonra 120. dakikada örneklerin ikinci sıcaklık ve hidrometre değerleri kaydedilmiştir.

3.2.1.3. Toprağın Kimyasal zelliklerinin Belirlenmesi

Toprak rnekleri içerisinden doğal yapısı bozularak elde edilen örnekler, tepsilere serilerek laboratuvar ortamında hava kurusu haline gelinceye kadar bekletilmiştir. Hava kurusu haline gelen örnekler porselen el havanında ğtlerek, 2 mm lik elekten geirilmış ve yapılacak analizler için hazırlanmıştır (şekil 3.7).



Şekil 3.7. Toprakların analize hazırlanması.

Toprak Reaksiyonu (pH) ve Elektriksel İletkenlik (EC)

Toprakların reaksiyonu cam elektrotlu elektronik pH metre metodu ile 1/2,5 toprak/su karışımında ölçülmüştür (Gülçur, 1974). Doğal yapısı bozulmuş, hava kuru hale getirilmiş ve 2 mm'lik elekten elenmiş toprak örneğinden kapaklı pH ölçüm kaplarına 20'şer gram toprak koyulmuştur. Üzerine 50 ml saf su eklenip karıştırılmıştır ve bir gün beklemeye alınmıştır. Ertesi gün AD800 pH/Mv/EC/TDS cihazı kullanılarak pH değeri ölçülmüştür. pH analizi bitince aynı karışımlar ve aynı cihaz kullanılarak EC analizleri yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Toprakların pH değerine göre sınıflandırılması (Sönmez vd., 2020).

pH değeri	Reaksiyon sınıfı	pH değeri	Reaksiyon sınıfı
<4,5	Aşırı asit	6,6-7,3	nötr
4,5-5,0	Çok şiddetli asit	7,4-7,8	Hafif alkalin(bazik)
5,1-5,5	Şiddetli asit	7,9-8,4	Orta derecede alkalin
5,6-6,0	Orta derecede asit	8,5-9,0	Kuvvetli bazik
6,1-6,5	Hafif asit	>9,1	Çok kuvvetli bazik

pH ve EC değerlerine bağlı olarak toprakların reaksiyonu ve tuzluluk değerleri sınıflandırılmıştır (Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Toprağın elektriksel iletkenliğine göre sınıflandırılması (Sönmez vd., 2020).

Elektriksel iletkenlik (EC) (mmhos/cm=mSiemens)	Tuzluluk Derecesi
<4	Az tuzlu
>4	Tuzlu / çok tuzlu

Karbonatların Belirlenmesi

Topraktaki karbonatlar denilince genelde akla ilk gelen kireç (CaCO_3) olmaktadır. Bu çalışmada toprak içerisindeki karbonatların belirlenmesinde Scheibler kalsimetre (Şekil 3.8) yöntemi kullanılmıştır (Gülçur, 1974; Kantarcı, 1979).



Şekil 3.8. Scheibler Kalsimetresi (Sönmez vd., 2020).

Bu yöntem toprağı %10 HCl asit çözeltisi ile muamele ederek topraktaki karbonatların HCl ile reaksiyona girmesi ve reaksiyon sonucu açığa çıkan CO_2

gazının hacminin ölçülmesi prensibine dayanır (Faas ve Wartel, 1977). İşlem yapılmadan önce kalsimetre kireç taşı (mermer) parçalarının hidroklorik asit ile tepkimeye sokulmasıyla karbondioksite doygun hale getirilmiştir. Daha sonra sistemdeki musluk açılarak sistemdeki fazla CO₂ boşaltılmıştır. Doğal yapısı bozulmuş, hava kurusu hale getirilmiş ve 2 mm'lik elekten elenmiş toprak örnekleri, havanda ezildikten sonra 0,5 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Bu topraklar 0,5 mm'lik elekten elenerek 0,5- 1 gram olacak şekilde kalsimetre şişelerine konmuştur. Kalsimetre üzerinde yer alan musluk kapatılmış ve kalsimetre şişeleri tıpa yardımı ile sisteme bağlanarak 3 ml HCl asit çözeltisi eklenmiştir. Karışım, kalsimetre tüpünde biriken gaz seviyesinin artışı durana kadar çalkalanmıştır. Oda hava basıncı ve sıcaklık değerleri, oluşan CO₂ gaz hacmi ile eşzamanlı okunarak not edilmiştir. Bu değerler kullanılarak gerekli termometrik ve barometrik düzeltmeler yapılmış ve CO₂ gaz hacminden kireç oranını veren hesaplamalar yapılarak kireç oranları tayin edilmiştir.

Çizelge 3.5. Toprağın kireç içeriğine göre sınıflandırılması (Sönmez vd., 2020).

%Kireç (CaCO ₃)miktarı	Sınıfı
0-1	Az kireçli
1-5	Kireçli
5-15	Orta kireçli
15-25	Fazla kireçli
25-30	Aşırı kireçli
>30	Marn

Karbon ve Azot içeriği

Toprak organik karbonu ve toplam azotu İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi Laboratuvarında CN analiz cihazında (Leco Truspec 2000) kuru yakma yöntemine göre tayin edilmiştir (Güner ve Makineci, 2017).

3.2.2. İstatistiksel Analizler

Arazi kullanım tiplerine ait karbon stoklarının karşılaştırılmasında basit varyans analizi kullanılmıştır. İstatistiksel analizlerden önce veri setlerinin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov – Smirnov (K-S) testi ile kontrol edilmiştir. K-S testi p<0,05'ten anlamlı ise veri setinin normal dağılım gösterdiği kabul edilecektir.

Normal dağılım göstermeyen verilerde farklılıkların belirlenmesi için varyans analizi yerine Kruskal Wallis testi yapılmıştır. Varyans analizi sonucuna göre karşılaştırılan gruplar arasında farklılıklar olduğunda gruplar arasındaki farklılıklar Duncan testi ($p<0,05$) ile analiz edilmiştir. Değişkenler arası ilişkiler korelasyon analizleri ile incelenmiştir (Tolunay, 2010).

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. ÖLÜ ÖRTÜ

4.1.1. Ölü Örtünün Miktarı

Karbon tutmada orman topraklarının yanı sıra, bu topraklar üzerinde bulunan ölü örtünün de karbon depolama bakımından önemli olması itibariyle ölü örtü örnekleri de araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda ölü örtünün taze ağırlığı hektarda ortalama $91,836 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ iken; bu değer örnekler arasında $33,364 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ - $207,253 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ olarak değişmektedir. Fırın kurusu ölü örtünün ağırlığı ise hektarda ortalama $41,281 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Kuru ağırlık ise $17,123 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ - $87,585 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ arasında değişkenliğe sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

4.1.2. Ölü Örtü Bileşenleri

Ölü örtünün bileşenleri olarak yaprak, çürüntü ve humus tabakası yapılan çalışma sırasında ayrı ayrı incelenmiştir. Çürüntü miktarı diğer iki bileşene göre alanda daha fazla miktarda bulunmaktadır. Ölü örtü bileşenlerinin ortalama miktarı yaprak tabakasında $7,976 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($2,964$ - $18,667 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ arası), çürüntü tabakasında $26,510 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($8,344$ - $58,818 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ arası) ve humus tabakasında $6,796 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($1,410$ - $11,744 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ arası) olarak bulunmuştur. Taze ve kurutulmuş ölü örtü miktarlarının ağırlık farkına bağlı olarak, ölü örtüde bulunan su içeriğinin miktarı hektarda ortalama $50,555 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ olarak belirlenmiş ve su içeriği değerinin $16,241 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ - $119,668 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ arasında değişim gösterdiği görülmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Hektarda ölü örtü özelliklerinin değişimi.

Hektarda Ölü Örtü Özelliklerinin Değişimi				
Ölü Örtü Özellikleri	N	Ort	Enküçük	Enbüyük
Kuru Ağırlık (ton·ha⁻¹)	12	41,281	17,123	87,585
Su İçeriği Ağırlık (ton·ha⁻¹)	12	50,555	16,241	119,668
Yaprak Miktarı (ton·ha⁻¹)	12	7,976	2,964	18,667
Çürüntü Miktarı (ton·ha⁻¹)	12	26,510	8,344	58,818
Humus Miktarı (ton·ha⁻¹)	12	6,796	1,410	11,744

4.1.3. Ölü Örtüde Karbon ve Azot İçeriği

12 adet alınan ölü örtü örnekleri arasında yaprak miktarı 296 gram metre kare ile 1867 arasında değişecek kadar geniş bir dağılıma sahiptir. Çürüntü miktarı ise alınan örnekler arasında 834 ile 5882 arasında değişmiştir. Humus miktarları ise örnekler arasında 141 ile 1174 arasında değişmiştir. Ağırlık olarak yaprak miktarı ile humus miktarı birbirine benzemektedir. Yaprak döküntülerinin son yıla ait döküntüler olduğunu kabul edersek bunun 3 katı çürüntü içerisinde hala mevcut iken ayrışmaya devam ederken bir katı kadarı humus haline dönüşmüş vaziyette toplam en az 5 yıllık dökülmüş ölü örtü halen ayrışma süreci içerisinde varlığını sürdürmektedir. Tamamen toprağa karışma süreci oldukça uzun yıllar alacaktır (Çizelge 4.2).

%N ise humus miktarı ile yaprak miktarı birbirine yakın olmasına rağmen, humusun ayrışmış materyal olmasından dolayı azot miktarı yaprak miktarının neredeyse 2 katına yaklaşmıştır. Ayrışma miktarının artmasıyla azot miktarının arasında pozitif ilişki olduğu söylenebilir. Değerler istatistiki olarak anlamlı farklı olmakla birlikte, % karbon değeri çürüntü ve humusta benzerlik göstermekte iken, yaprak benzerlik göstermemektedir. %N değeri için ise çürüntü, humus ve yaprak kendi aralarında benzer grup oluşturmadığı görülmektedir (Çizelge 4.2).

Çürüntü tabakasının en fazla karbon miktarına sahip olduğu görülmektedir. İstatistiki farklılık olduğu anlaşılacakla beraber, yaprak ve humus tabakası kendi arasında benzer gruplar oluşturduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.2).

Azot miktarı da yine karbon miktarında olduğu gibi çürüntü miktarında en fazla görülmektedir. İstatistiki olarak çürüntü farklı olup, yaprak ve humus tabakası benzer gruplar oluşturmaktadır (Çizelge 4.2).

C/N oranına baktığımızda ortalama değer %17 olarak tespit edilmiştir. Burada azot mineralizasyonunun devam ettiği anlaşılmaktadır. Yani nispeten hızlı ayrılan bir ölü örtü olduğu düşünülmektedir. Ölü örtü bileşenleri arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. Çürüntü ve humusun C/N oranı benzer grup oluşturduğu görülmektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Ölü örtü bileşenlerinin Kruskal Wallis Testi ile karşılaştırılması.

		N	Mean (g·m ⁻²)	Std. Deviation (g·m ⁻²)	Minimum (g·m ⁻²)	Maximum (g·m ⁻²)
Miktar	Yaprak	12	797,55 a	422,706	296	1867
	Çürüntü	12	2650,95 b	1572,367	834	5882
	Humus	12	679,62 a	309,477	141	1174
	Total	36	1376,04	1304,447	141	5882
	P		0,00			
Karbon%	Yaprak	12	50,63 b	,991429	49,492	51,838
	Çürüntü	12	37,63 a	6,651056	29,305	45,001
	Humus	12	37,49 a	4,881068	32,590	42,606
	Total	36	41,91483	7,790884	29,305	51,838
	P		0,00			
Azot%	Yaprak	12	1,99 a	,7512813	,8710	2,7140
	Çürüntü	12	2,99 b	,4407271	2,4120	3,4440
	Humus	12	3,67 c	,4768301	3,0780	4,3610
	Total	36	2,890000	,8923245	,8710	4,3610
	P		0,00			
Karbon Miktarı	Yaprak	12	404,05 a	218,01328	151,87	967,64
	Çürüntü	12	917,65 b	423,41338	354,38	1723,65
	Humus	12	244,04 a	96,50981	60,09	388,42
	Total	36	521,9124	398,92619	60,09	1723,65
	P		0,00			
Azot Miktarı	Yaprak	12	15,93 a	11,54869	5,18	47,02
	Çürüntü	12	76,98 b	42,95036	24,02	154,06
	Humus	12	25,39 a	11,86460	4,34	42,57
	Total	36	39,4312	37,50055	4,34	154,06
	P		0,00			
C/N	Yaprak	12	30,73 b	16,02033	18,88	56,82
	Çürüntü	12	12,69 a	2,30981	10,08	16,20
	Humus	12	10,40 a	2,09258	9,03	13,84
	Total	36	17,9375	12,99187	9,03	56,82
	P		0,0001			

Azot oranları farklı, madde miktarları farklı ve ayrışma hızları farklı olduğu için azot birikimlerinin de farklılık arz ettiği görülmektedir. Karbon/azot oranı 30'dan büyük olması durumunda ayrışma hızının yavaş veya ayrışmanın henüz başlamamış olduğu anlamına gelmektedir (Çepel, 1996). Görüldüğü üzere de yaprak tabakası olduğundan henüz ayrışma meydana gelmediği anlaşılmaktadır. Humus ve çürüntünün karbon ve azot oranları biraz daha birbirine yakın olmasına karşın humusunki daha düşüktür. İşcan (2021) tarafından yapılan çalışmada odunun gövdesindeki karbonu yaklaşık %50 civarında bulmuştur. Bu çalışma sonucunda da ölü örtü yaprak tabakasında elde edilen sonuç odunun gövdesinde bulunan değer kadar karbon bulunmuştur. Yaprak kısmında henüz neredeyse hiç ayrışma olmadığı anlaşılmaktadır. Daha sonra ayrışmaya başlamış ve çürüntü olarak ifade edilen materyalin yaklaşık %13 karbonu azalmış hatta humusta da benzer bir azalma olduğu görülmesine rağmen hala daha ayrışacak materyalin olduğu ve tamamının inorganik materyale dönüşmediği anlaşılmaktadır. Bununla beraber bu ayrışma hızından dolayı azot oranı yaprağın %2 si kadar iken çürüntüde bu değer %3'e humusta ise %3,67'ye neredeyse %4 doğru yükselmektedir. Ancak karbon neredeyse çürüntüdeki değer kadardır. Yani gittikçe organik maddenin azaldığı mineral madde bakımından yoğunlaşma olduğu anlaşılmaktadır. En fazla %C yaprak tabakasında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2).

4.2. TOPRAĞIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

4.2.1. Hacim Ağırlığı ve Gözeneklilik

4.2.1.1. Hacim Ağırlığı ($g \cdot l^{-1}$)

Hacim ağırlığı arazi kullanımları arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimini ele aldığımızda; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak anlamlı farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,584$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında yine istatistiki anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

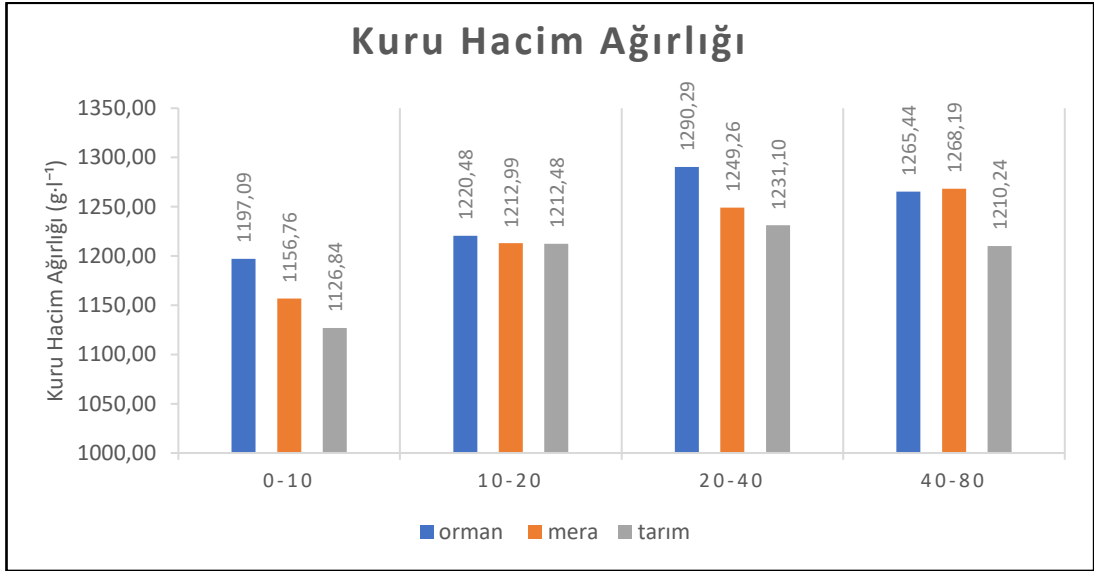
Hacim ağırlığı orman alanlarında en yüksek (1243,33) ve tarım alanlarında en düşük (1195,16) olarak bulunmaktadır.

Her bir arazi kullanım tiplerinin hacim ağırlığı derinlik kademeleri boyunca değerlendirilmesi halinde anlamlı farklılık ortaya çıkmamıştır. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirmede ise hacim ağırlığı 0-10 cm derinlik kademesinde en düşük (1160,23) ve 20-40 cm derinlik kademesinde en yüksek değerde (1256,88) bulunmaktadır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Çalışma alanında hacim ağırlığı miktarının değişimi ($g \cdot l^{-1}$).

Derinlik kademeleri cm	Orman $g \cdot l^{-1}$	Mera $g \cdot l^{-1}$	Tarım $g \cdot l^{-1}$	Ortalama \pm Sts $g \cdot l^{-1}$	P
0-10 cm	1197,09	1156,76	1126,84	1160,23 \pm 84,45	0,500
10-20 cm	1220,48	1212,99	1212,48	1215,32 \pm 99,56	0,926
20-40 cm	1290,29	1249,26	1231,10	1256,88 \pm 117,89	0,841
40-80 cm	1265,44	1268,19	1210,24	1247,95 \pm 97,52	0,799
Ortalama	1243,33	1221,80	1195,16	1220,1 \pm 104,56	0,584
P	0,792	0,485	0,343	0,149	

Arazi kullanım tiplerinin kendi içlerindeki derinlik kademeleri incelendiğinde anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır (Çizelge 4.3). Derinlik kademelerinin artışıyla doğru orantılı olarak mera alanlarının kuru hacim ağırlığı değerleri artış yönünde bir eğilime sahip olduğu anlaşılmaktadır. Orman ve tarım alanlarının 0-10 cm derinlik kademesinde sahip olduğu değerlerin 10-20 cm ve 20-40 cm derinlik kademelerinde artış yönünde iken 40-80 cm derinlik kademesinde az miktarda da olsa azalış gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma alanının 10-20 cm derinlik kademesinde ise birbirine oldukça yakın değerler gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre hacim ağırlığını gösterir grafik.

Tokel (2021) çalışması sonucunda hacim ağırlığı en yüksek mera ve tarım alanlarında tespit etmiştir. Bunun sebebi olarak mera alanlarında otlatma yapılması ve tarım alanlarında ise toprak işlemeden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

4.2.1.2. Gözeneklilik (Porozite)

Gözeneklilik oranının arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimini ele alındığında; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak anlamlı farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,584$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında yine istatistiki anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

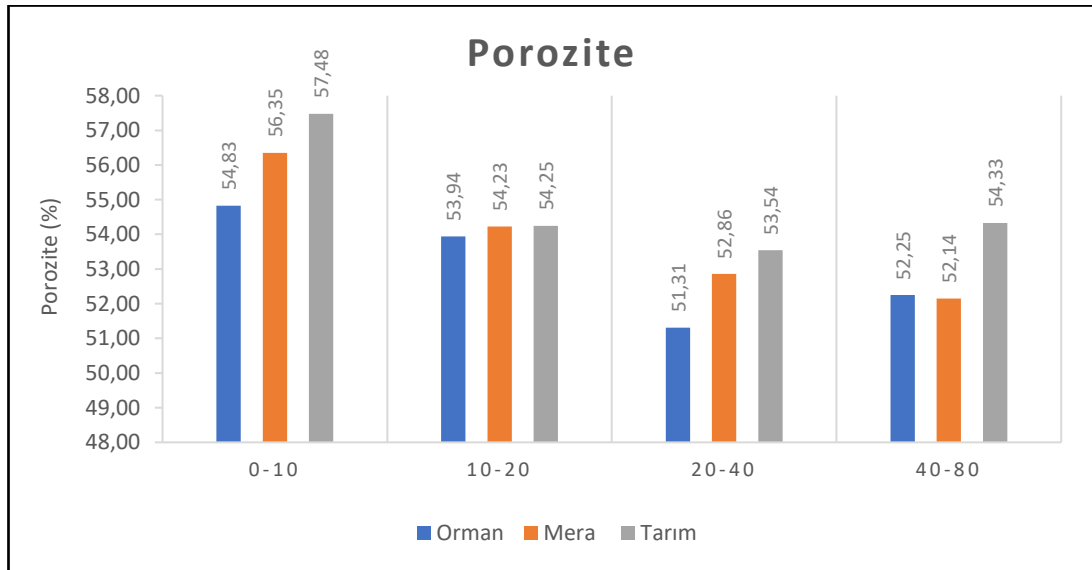
Gözeneklilik oranı tarım alanlarında en yüksek % (54,90) ve orman alanlarında en düşük % (53,08) olarak görülmektedir.

Her bir arazi kullanım tiplerinin gözeneklilik derinlik kademeleri boyunca değerlendirilmesi halinde anlamlı farklılık ortaya çıkmamıştır. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirmede ise gözeneklilik değeri 20-40 cm derinlik kademesinde en düşük (%52,57) ve en yüksek değer 0-10 cm derinlik kademesinde (%56,22) bulunmaktadır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Çalışma alanında gözeneklilik oranının değişimi (%).

Derinlik kademesi cm	Orman %	Mera %	Tarım %	Ortalama \pm Sts %	P
0-10 cm	54,83	56,35	57,48	56,22 \pm 3,19	0,500
10-20 cm	53,94	54,23	54,25	54,14 \pm 3,76	0,926
20-40 cm	51,31	52,86	53,54	52,57 \pm 4,45	0,841
40-80 cm	52,25	52,14	54,33	52,91 \pm 3,68	0,794
Ortalama	53,08	53,89	54,90	53,96 \pm 3,95	0,584
P	0,792	0,485	0,343	0,149	

Arazi kullanım tiplerinin kendi içlerindeki derinlik kademeleri incelendiğinde istatistiki farklılık olmadığı anlaşılmaktadır (Çizelge 4.4). Derinlik artışıyla birlikte mera alanlarının porozite değerleri azalış eğilimindedir. 10-20 cm derinlik kademesinde ise her bir çalışma alanının porozite değerlerini birbirlerine oldukça yakın oldukları ortaya konulmaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre porozite oranını gösterir grafik.

Kara ve Bolat (2008) yaptıkları çalışma sonucunda çalışmamızın sonucuna benzer olarak tarım alanlarındaki toprakların gözenek hacminin yüksek olduğu belirtilmiştir. Ancak aradaki farkın istatistiki olarak anlamlı olduğu saptanmıştır.

Tarım alanındaki gözeneklilik değerinin fazla çıkmasının nedeni; tarım topraklarının daha yüksek kil içermesi veya toprak işlemeden kaynaklı olabileceği

düşünülmektedir. Killi toprakların gözeneklilik hacminin daha yüksek olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Brady 1990, Çepel 1996, Kantarcı 2000). Gerçekleştirilen başka bir çalışmada arazi kullanım tipi farklılaştıkça gözenek hacminde de değişiklikler olabileceği belirtilmiştir (Hızal 1984).

4.2.2. Nem İçeriği (%) ve Su İçeriği (g·l⁻¹)

4.2.2.1. Nem içeriği (%)

Nem içeriği arazi kullanımları arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimini ele alındığında; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak istatistiki farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P>0,05$ ($P=0,150$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında yine istatistiki farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

Toprak nem içeriği tarım alanlarında en yüksek (30,73) ve mera alanlarında en düşük (25,73) bulunmaktadır.

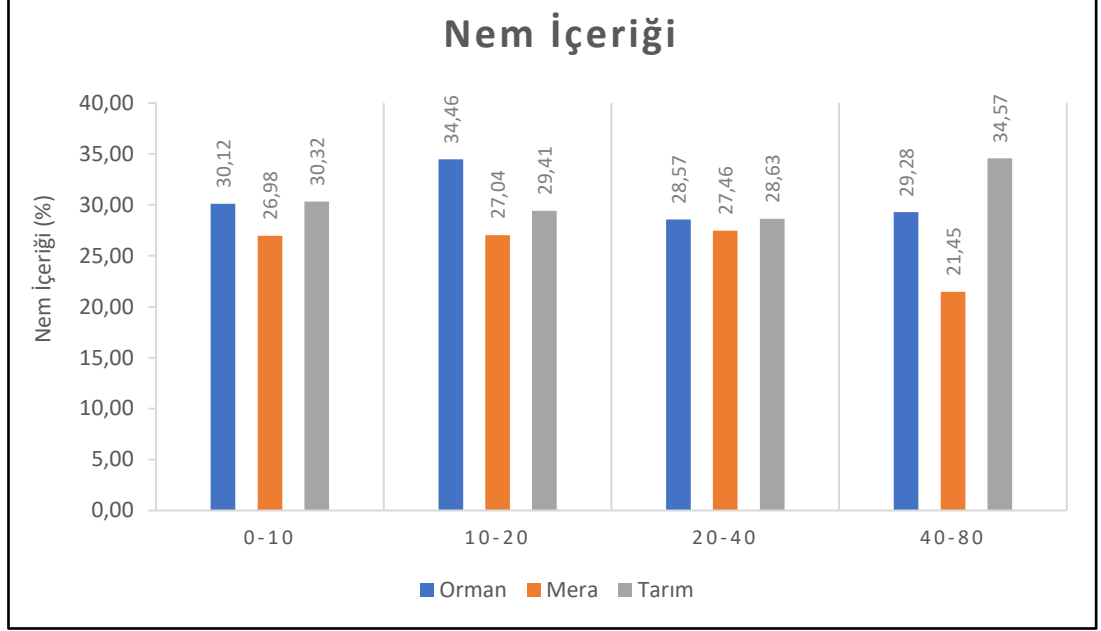
Her bir arazi kullanım tiplerinin nem içeriği derinlik kademeleri boyunca değerlendirilmesi halinde istatistiki farklılık ortaya çıkmamıştır. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirmede ise nem içeriği değeri 20-40 cm derinlik kademesinde en düşük (28,22) ve 10-20 cm derinlik kademesinde en yüksek (30,3) olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Çalışma alanında nem içeriği oranının değişimi (%).

Derinlik kademesi cm	Orman %	Mera %	Tarım %	Ortalama ± Sts %	P
0-10 cm	30,12	26,98	30,32	29,14±5,95	0,694
10-20 cm	34,46	27,04	29,41	30,3±9,51	0,874
20-40 cm	28,57	27,46	28,63	28,22±6,5	0,794
40-80 cm	29,28	21,45	34,57	28,43±10,16	0,246
Ortalama	30,61	25,73	30,73	29,02±8,01	0,150
P	0,936	0,599	0,897	0,956	

Orman, mera ve tarım alanlarının kendi içlerindeki derinlik kademelerinde istatistiki olarak anlamlı farklılık yoktur (Çizelge 4.5). 20-40 cm derinlik kademesinde orman, mera ve tarım alanlarının nem içeriği birbirine yakın değerler gösterdiği tespit

edilmektedir. Derinlik kademesinin artışıyla beraber özellikle mera alanlarında azalış eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre % nem içeriğini gösterir grafik

4.2.2.2. Su İçeriği ($g \cdot l^{-1}$)

Su içeriği arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimini ele alındığında; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak istatistiki farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,121$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında yine istatistiki farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

Su içeriği orman alanlarında en yüksek (370,40) ve mera alanlarında en düşük (311,33) bulunmaktadır.

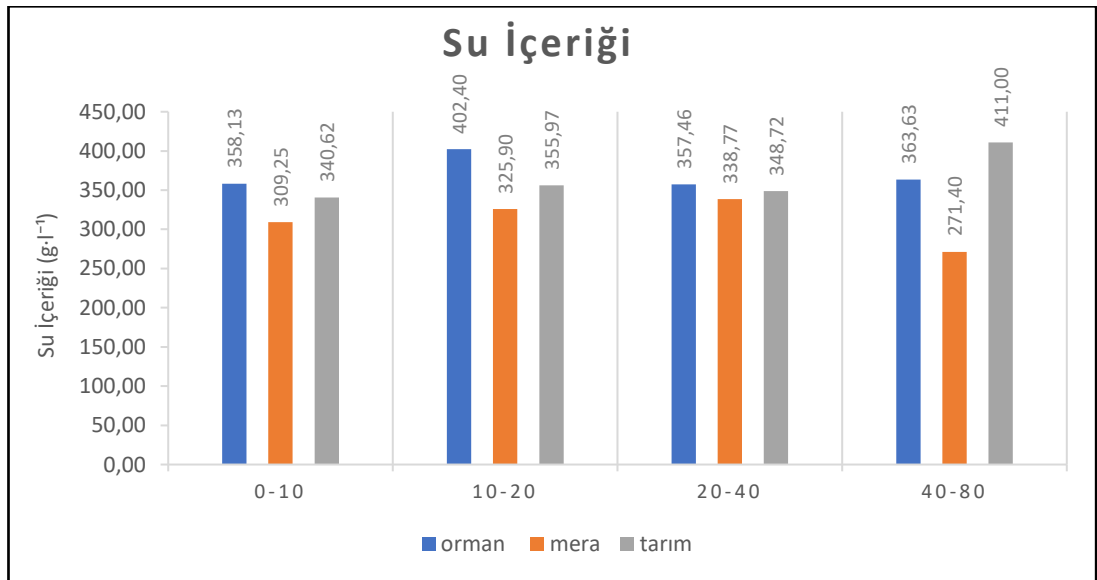
Her bir arazi kullanım tiplerinin toprak su içeriğinin derinlik kademeleri boyunca değerlendirilmesi halinde istatistiki farklılık ortaya çıkmamıştır. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirmede ise su içeriği değeri 0-10 cm derinlik kademesinde en düşük (336,00) ve 10-20 cm

derinlik kademesinde en yüksek değer (361,42) tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Toprak su içeriği, arazi kullanım tiplerinin kendi içerisindeki derinlik kademelerine bağlı olarak istatistiki farklılık yoktur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Çalışma alanında su içeriği oranının değişimi ($g \cdot l^{-1}$).

Derinlik kademesi cm	Orman $g \cdot l^{-1}$	Mera $g \cdot l^{-1}$	Tarım $g \cdot l^{-1}$	Ortalama \pm Sts $g \cdot l^{-1}$	P
0-10 cm	358,13	309,25	340,62	336 \pm 61,98	0,584
10-20 cm	402,40	325,90	355,97	361,42 \pm 85,33	0,735
20-40 cm	357,46	338,77	348,72	348,32 \pm 55,75	0,874
40-80 cm	363,63	271,40	411,00	348,68 \pm 103,04	0,246
Ortalama	370,40	311,33	364,08	348,6 \pm 76,8	0,121
P	0,917	0,647	0,599	0,949	

Nem oranında görüldüğü üzere orman alanlarının 10-20 cm derinlik kademesinde en yüksek değere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Mera alanları ise ilk üç derinlik kademesinde artış eğiliminde iken 40-80 cm derinlik kademesinde azalış göstermektedir. 20-40 cm derinlik kademesinde arazi kullanım tipleri birbirine yakın değerler göstermektedir (şekil 4.4).



şekil 4.4. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre su içeriğini gösterir grafik.

Yılmaz (2007) çalışmasında su tutma kapasitesini tarım topraklarında en yüksek olarak tespit edilmiş olup, arazi kullanım tipleri su içeriği bakımından yakın değerler göstermektedir.

4.2.3. İskelet ve İnce Toprak Miktarı

4.2.3.1. İskelet Miktarı

İskelet miktarının arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi ele alındığında; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak anlamlı farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,412$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında yine anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

İskelet miktarı mera alanlarında en yüksek (181,34) ve tarım alanlarında en düşük (108,61) olduğu görülmektedir.

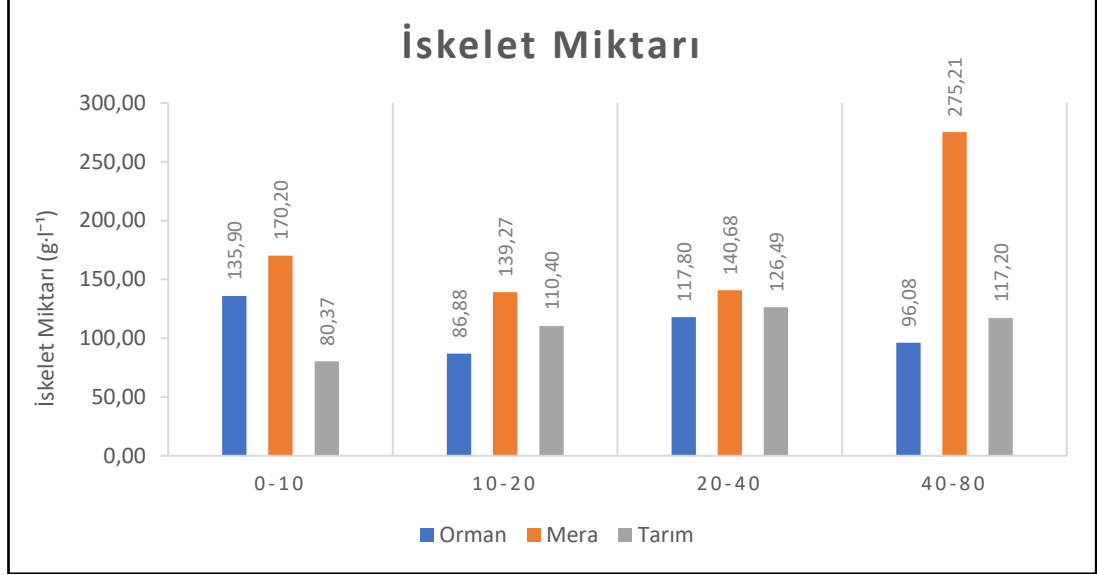
Her bir arazi kullanım tiplerinin iskelet miktarı derinlik kademeleri boyunca değerlendirilmesi halinde anlamlı farklılık ortaya çıkmamıştır. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirmede ise ince toprak miktarının değeri 10-20 cm derinlik kademesinde en düşük (112,18) ve 40-80 cm derinlik kademesinde en yüksek değer (162,83) bulunmaktadır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Çalışma alanında iskelet miktarının değişimi ($g \cdot l^{-1}$).

Derinlik kademesi cm	Orman $g \cdot l^{-1}$	Mera $g \cdot l^{-1}$	Tarım $g \cdot l^{-1}$	Ortalama \pm Sts $g \cdot l^{-1}$	P
0-10 cm	135,90	170,20	80,37	128,82 \pm 123,02	0,874
10-20 cm	86,88	139,27	110,40	112,18 \pm 89,54	0,694
20-40 cm	117,80	140,68	126,49	128,32 \pm 153,36	0,779
40-80 cm	96,08	275,21	117,20	162,83 \pm 189,2	0,500
Ortalama	109,16	181,34	108,61	133,04 \pm 140,17	0,412
P	0,782	0,927	0,846	0,972	

İskelet miktarının arazi kullanım tiplerinin kendi içlerindeki derinlik kademeleri incelendiğinde istatistiki farklılık olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.7). İskelet miktarına göre 20-40 cm derinlik kademesinde üç arazi kullanım tipinin değerlerinin

arasında çok fazla fark olmamasına rağmen, derinlik artışıyla beraber 40-80 cm kademesinde mera alanının belirgin bir artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre iskelet miktarını gösterir grafik.

Yavuz (2019) iskelet miktarını en yüksek tarım ve en düşük mera alanlarında bulmuştur.

4.2.3.2. İnce Toprak Miktarı

İnce toprak miktarının arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi ele alındığında; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak istatistiki farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,097$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında yine istatistiki farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

İnce toprak değeri orman alanlarında en yüksek (1134,16) ve mera alanlarında en düşük (1040,46) bulunmaktadır.

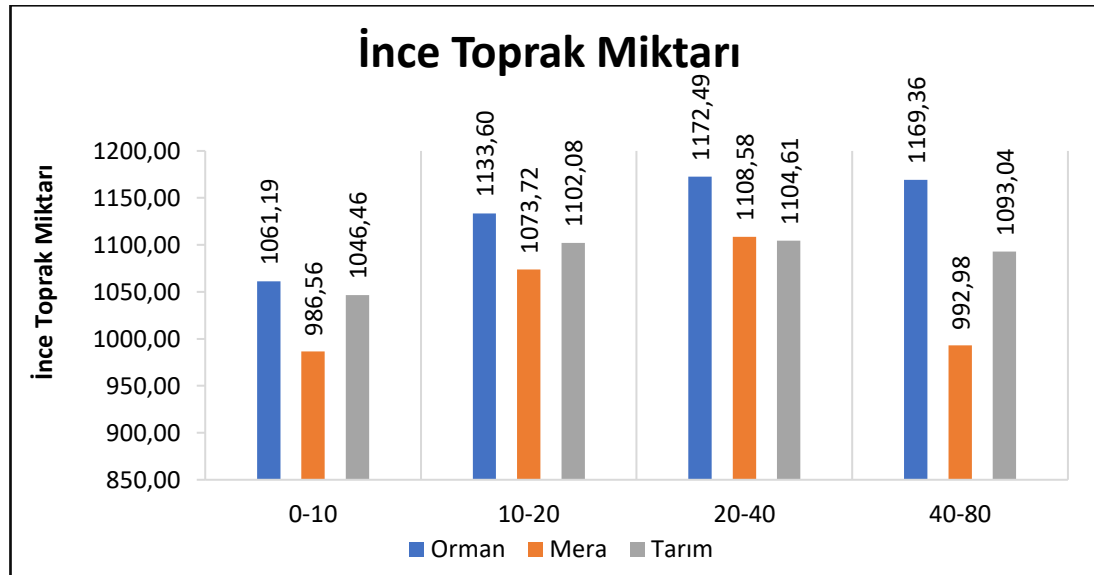
Her bir arazi kullanım tiplerinin ince toprak miktarı derinlik kademeleri boyunca değerlendirilmesi halinde istatistiki farklılık ortaya çıkmamıştır. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirmede

ise ince toprak miktarının değeri 0-10 cm derinlik kademesinde en düşük (1031,41) ve en yüksek değer 20-40 cm derinlik kademesinde (1128,56) olarak bulunmaktadır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Çalışma alanında ince toprak miktarının değişimi ($g \cdot l^{-1}$).

Derinlik Kademesi cm	Orman $g \cdot l^{-1}$	Mera $g \cdot l^{-1}$	Tarım $g \cdot l^{-1}$	Ortalama \pm Sts $g \cdot l^{-1}$	P
0-10 cm	1061,19	986,56	1046,46	1031,41 \pm 105,81	0,668
10-20 cm	1133,60	1073,72	1102,08	1103,14 \pm 84,21	0,584
20-40 cm	1172,49	1108,58	1104,61	1128,56 \pm 105,28	0,500
40-80 cm	1169,36	992,98	1093,04	1085,13 \pm 165,59	0,138
Ortalama	1134,16	1040,46	1086,55	1087,06 \pm 120,78	0,097
P	0,434	0,608	0,608	0,081	

İnce toprak miktarına göre arazi kullanım tiplerinin kendi içerisindeki derinlik kademelerine bağlı olarak istatistiki farklılık yoktur (Çizelge 4.8). İnce toprak miktarında görüldüğü üzere özellikle orman alanında derinlik artışı ile birlikte ince toprak miktarı değerinin artış eğiliminde olduğu görülmektedir. 20-40 cm derinlik kademesinde mera ve tarım alanlarının değerleri arasında çok fazla fark olmadığı birbirine yakın değerler olduğu görülmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre ince toprak miktarını gösterir grafik.

4.2.4. Toprak Tekstürü

Kum oranının arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağılı olarak değişimi ele alındığında; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağılı olarak anlamlı farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,547$) bulunduğu için arazi kullanım tipleri arasında yine istatistiki farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

%Kum değeri orman alanlarında en düşük (28,31) ve mera alanlarında en yüksek (33,31) olarak belirlenmiştir.

Her bir arazi kullanım tiplerinin % kum değerlerinin derinlik kademeleri boyunca değerlendirilmesi halinde istatistiki farklılık ortaya çıkmamıştır. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirmede ise %kum değeri 40-80 cm derinlik kademesinde en düşük (29,58) ve 10-20 cm ile 20-40 cm derinlik kademelerinde en yüksek değer (30,42) tespit edilmiştir.

Erol (2004) ve Bozali (2003) tarafından yapılan çalışma neticesinde orman topraklarının kum miktarlarını daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Toz oranının arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağılı olarak değişimi ele alındığında ise; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağılı olarak anlamlı farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,412$) bulunduğu için arazi kullanım tipleri arasında anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

%Toz değeri tarım alanlarında en düşük (20,50) ve orman alanlarında en yüksek (23,25) olduğu görülmektedir.

Her bir arazi kullanım tiplerinin % toz değerlerinin derinlik kademeleri boyunca değerlendirilmesi halinde istatistiki farklılık ortaya çıkmamıştır. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirmede ise %toz değeri 10-20 cm derinlik kademesinde en düşük (21,00) ve 0-10 cm derinlik kademesinde en yüksek değer (22,75) ortaya çıkmıştır.

Türüdü (1981)'de Değirmendere havzasında gerçekleştirdiği araştırmasında tarım arazilerinde bulunan toprakların kil oranını orman ve mera alanlarına göre büyük ölçüde yüksek olduğunu saptamıştır.

Kil oranının arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimini ele aldığımızda ise; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak anlamlı farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,544$) bulunduğu için arazi kullanım tipleri arasında anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

%Kil değeri mera alanlarında en düşük (45,63) ve tarım alanlarında en yüksek (51,00) olarak belirlenmiştir.

Her bir arazi kullanım tipinin % kil değerlerinin derinlik kademeleri boyunca değerlendirilmesi halinde anlamlı farklılık ortaya çıkmamıştır. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirmede ise %kil değeri 0-10 cm derinlik kademesinde en düşük (47,5) ve 40-80 cm derinlik kademesinde en yüksek değere (49,00) ulaştığı görülmektedir.

Orman alanlarında derinlik kademelerine göre anlamlı farklılık olmamasına rağmen, 0-10 cm derinlik kademesindeki %kum değeri %29,50 iken 40-80 cm derinlik kademesinde %24,00 olarak görülmektedir. Buradaki nispi değişikliğin üst kademelerdeki materyalin kil birikmesinden kaynaklı kum oranı oransal olarak azalmaktadır (Çizelge 4.9).

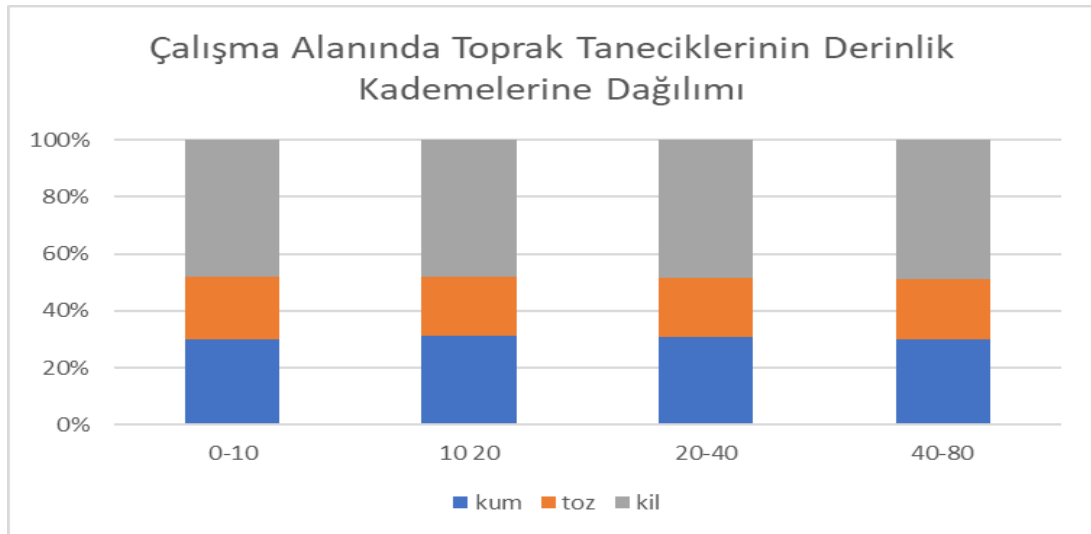
Çalışma alanlarının 0-10 cm derinlik kademesinde kum oranı yaklaşık %30, toz oranı yaklaşık %22, Kil oranı yaklaşık %48 civarında olduğu görülmektedir.

10-20 cm ve 20-40 cm derinlik kademesinde kum oranı yaklaşık %31, toz oranı yaklaşık %21, Kil oranı yaklaşık %48 civarında bulunmaktadır.

40-80 cm derinlik kademesinde ise kum oranının yaklaşık %30, toz oranının yaklaşık %21, Kil oranı yaklaşık %49 civarında görülmektedir (Şekil 4.7).

Çizelge 4.9. Çalışma alanında toprak taneciklerinin oranının değişimi (%).

Toprak tanecikleri	Derinlik kademeleri cm	Orman %	Mera %	Tarım %	Ortalama ± Sts %	P
Kum %	0-10 cm	29,50	31,75	28,00	29,75±10,23	0,938
	10-20 cm	29,50	33,25	28,50	30,42±10,35	0,943
	20-40 cm	30,25	31,50	29,50	30,42±12,3	0,995
	40-80 cm	24,00	36,75	28,00	29,58±12,96	0,402
	Ortalama	28,31	33,31	28,50	30,04±11,16	0,547
	P	0,921	0,971	0,975	0,998	
Toz %	0-10 cm	24,00	22,00	22,25	22,75±4,67	0,837
	10-20 cm	22,75	19,50	20,75	21±3,44	0,537
	20-40cm	22,00	21,25	20,50	21,25±3,7	0,876
	40-80 cm	24,25	21,50	18,50	21,42±4,96	0,203
	Ortalama	23,25	21,06	20,50	21,6±4,16	0,412
	P	0,928	0,631	0,584	0,804	
Kil %	0-10 cm	46,50	46,25	49,75	47,5±10,55	0,861
	10-20 cm	47,75	47,25	50,75	48,58±10,3	0,939
	20-40 cm	47,75	47,25	50,00	48,33±11,44	0,967
	40-80 cm	51,75	41,75	53,50	49±12,5	0,442
	Ortalama	48,44	45,63	51,00	48,35±10,88	0,544
	P	0,744	0,959	0,796	0,980	

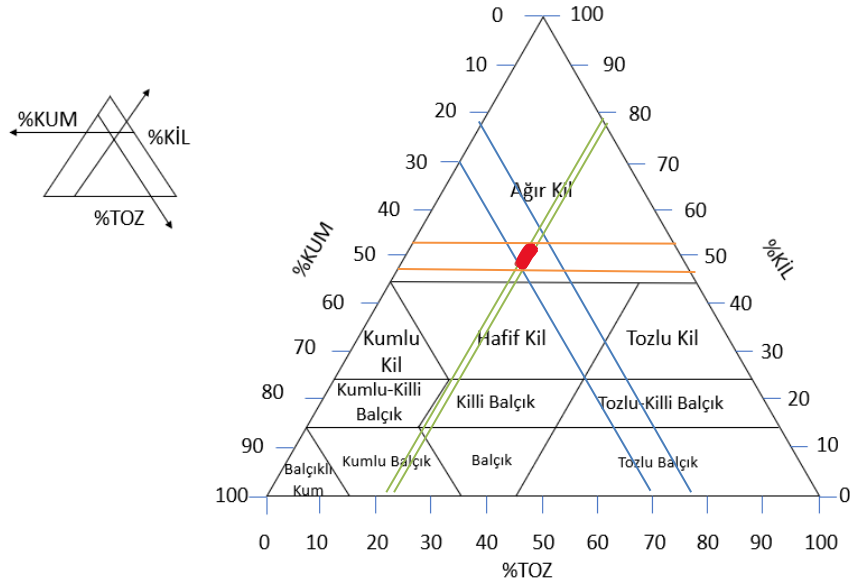


Şekil 4.7. Çalışma alanında toprak taneciklerinin derinlik kademelerine dağılımını gösterir grafik.

Tarım alanlarında kil miktarının fazla çıkması toprak işlemeden dolayı fiziksel ve kimyasal ayrışmadan kaynaklı olabilmekte beraber kilin taşınmasını kolaylaştıracak şekilde tarım alanlarının yüksek eğime sahip alanlar olmamasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Yılmaz (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda yine en yüksek kil içeriğinin tarım topraklarının sahip olduğu ifade edilmiştir. Karagül (1994)'de yaptığı çalışmada ise tarım arazisi topraklarının kil oranını, orman toprakları ve mera topraklarından daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamıza benzer sonuç olarak arazi kullanım tipleri arasında kil oranı açısından istatistiki olarak anlamlı farklılık olmadığını belirtmiştir.

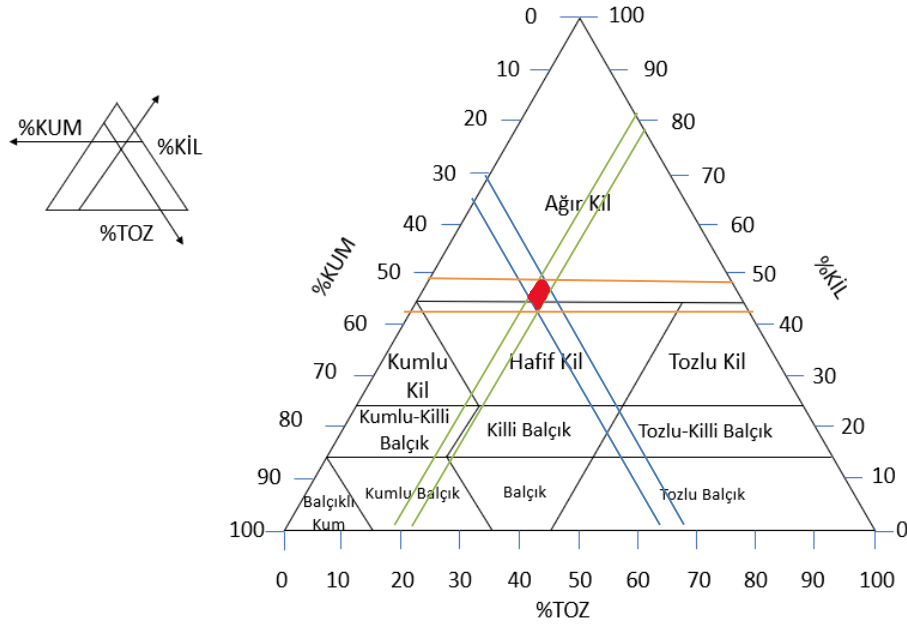
Toprak tipini belirleyebilmek için ise derinlik kademesine bakılmaksızın kum, toz, kil en düşük ve en yüksek değerleri alınarak toprak üçgenine aktarılmıştır.

Uluslararası toprak üçgenine göre orman alanlarının ağır killi toprak yapısına sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.8).



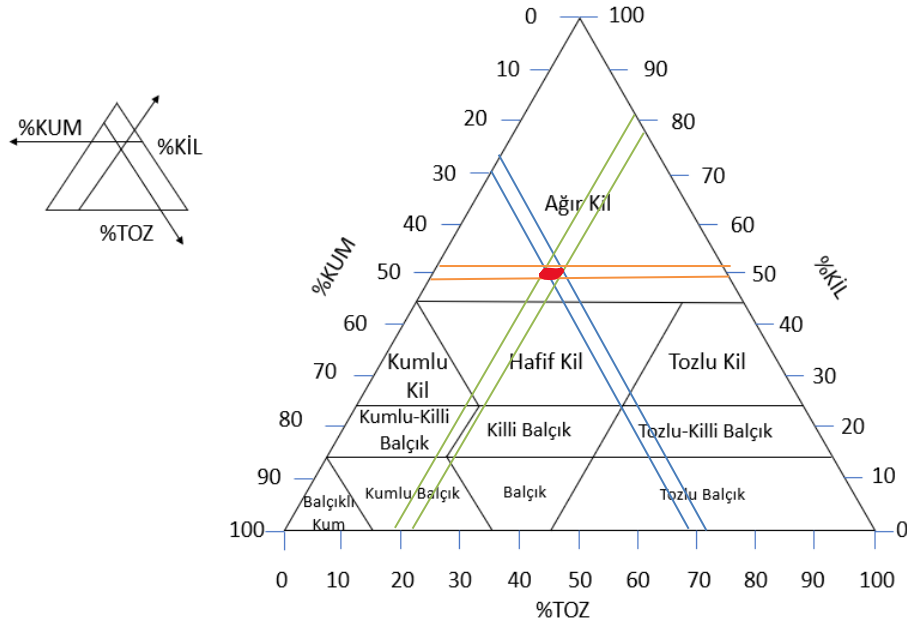
Şekil 4.8. Orman alanlarının kum, toz, kil oranlarının en düşük ve en yüksek değerleri alınarak toprak üçgenine aktarılıp toprak tipinin bulunması.

Uluslararası toprak üçgenine göre mera alanlarının ağır killi toprak yapısına sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Mera alanlarının kum, toz, kil oranlarının en düşük ve en yüksek değerleri alınarak toprak üçgenine aktarılıp toprak tipinin bulunması.

Uluslararası toprak üçgenine göre tarım alanlarının ağır killi ve hafif killi toprak yapısına sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Tarım alanlarının kum, toz, kil oranlarının en düşük ve en yüksek değerleri alınarak toprak üçgenine aktarılıp toprak tipinin bulunması.

4.3. TOPRAĞIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

4.3.1. Toprak Reaksiyonu ve Elektriksel İletkenlik

4.3.1.1. Toprak Reaksiyonu(pH)

Toprak reaksiyonunun arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi ele alındığına; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak anlamlı farklılık göstermemektedir. Fakat tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P < 0,05$ ($P = 0,044$) bulunduğu için arazi kullanım tipleri arasında anlamlı farklılık olduğu anlaşılmaktadır.

pH değeri orman alanlarında en düşük (7,58) ve mera alanlarında en yüksek (7,76) bulunmuştur. Bu alanlar arasında orman ve mera bariz birbirinden farklı olduğu halde tarım ise iki alan ile istatistiki olarak benzer değerdedir.

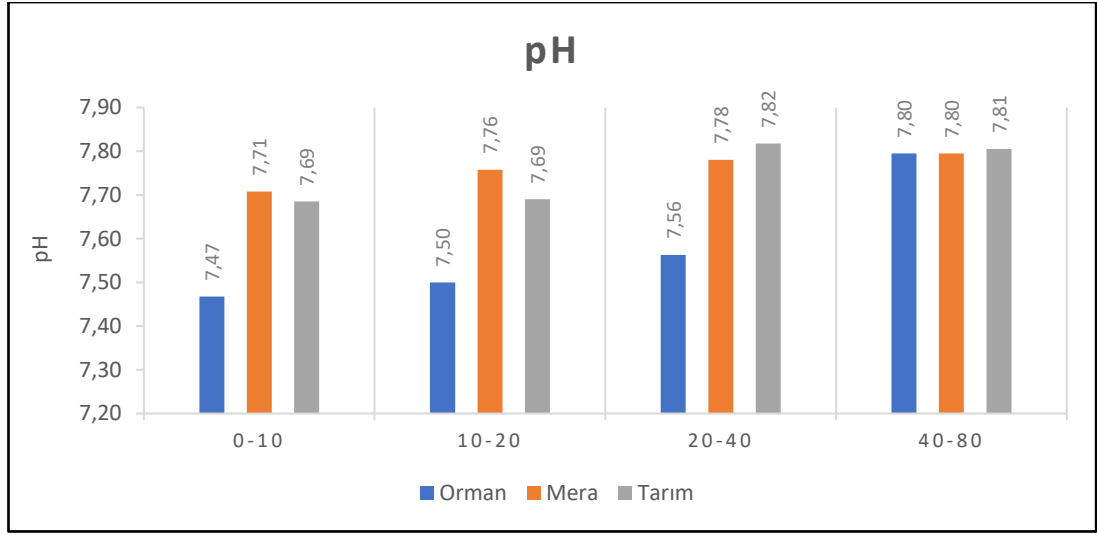
Her bir arazi kullanım tiplerinin toprak reaksiyonlarının (pH değeri) derinlik kademeleri boyunca değerlendirilmesi halinde istatistiki farklılık ortaya çıkmamıştır. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirmede ise pH değeri 0-10 cm derinlik kademesinde en düşük (7,62) ve en yüksek değer 40-80 cm derinlik kademesinde (7,80) olarak ayrı gruplar oluşturduğu 10-20 ve 20-40 cm derinlik kademelerinin ise diğer iki grupta da benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Çalışma alanının pH değerinin değişimi.

Derinlik Kademesi	Orman	Mera	Tarım	Ortalama \pm Sts	P
0-10	7,47	7,71	7,69	7,62 \pm 0,2 A	0,427
10-20	7,50	7,76	7,69	7,65 \pm 0,23 AB	0,115
20-40	7,56	7,78	7,82	7,72 \pm 0,19 AB	0,094
40-80	7,80	7,80	7,81	7,8 \pm 0,07 B	0,937
Ortalama	7,58 a	7,76 b	7,75 ab	7,7 \pm 0,19	0,044
P	0,132	0,458	0,094	0,005	

*Sütunlardaki aynı büyük harfler birbirinden farklı değildir. Satırlardaki farklı küçük harfler ise birbirinden farklıdır.

Arazi kullanım tiplerinin kendi içerisindeki derinlik kademelerine bağlı olarak istatistiki farklılık yoktur (Çizelge 4.10). Özellikle orman alanında derinlik artışı ile birlikte pH değerinin artış eğiliminde olduğu görülmektedir. 40-80 cm derinlik kademesine ulaşıldığında tüm arazi kullanım tiplerinin pH değerleri yaklaşık aynı değere ulaşmaktadır. Bunun nedeni olarak orman ölü örtüsünün çürüme ve ayrışma süreci boyunca ortaya çıkan humik asit vb. ayrışma ürünlerinin toprak reaksiyonunu asidik yönde etkilemesi olabileceği düşünülmektedir. Diğer arazi kullanım tiplerinde de ölen ve ayrışan bitki kalıntılarının varlığı benzer durumun olabileceğine işaret etmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre pH miktarını gösterir grafik.

Orman toprakları ve mera topraklarında pH değeri 7,40-7,80 değer aralığında olduğu için bu topraklar hafif alkalin (bazik) özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Tarım toprakları ise ilk iki derinlik kademesinde hafif alkalin özellik gösterirken, son iki kademesinin orta derecede alkalin özelliği gösterdiği bulunmuştur.

Yılmaz (2007) çalışmasında pH değerlerini; açık alan, tarım ve orman topraklarında sırasıyla 6,72, 6,75 ve 5,23 olarak tayin etmiştir. Türüdü (1981) ise gerçekleştirdiği çalışmada en az pH değerleri (pH=5,3) orman topraklarında tespit edilmiştir. Tarım alanlarında pH değerinin yüksek seyretmesinin sebebi olarak gübrelemenin yapılması veya toprak işleme dolayısıyla toprağın alt üst edilerek bazik elementlerin üst kısımlara taşınmasından kaynaklanabileceği de düşünülmektedir.

4.3.1.2. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağılı olarak değişimi ele alındığında; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağılı olarak istatistiki farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,184$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında yine istatistiki farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

Elektriksel iletkenlik değeri orman alanlarında en yüksek (232,30) μS ve tarım alanlarında en düşük (208,11) μS bulunmuştur.

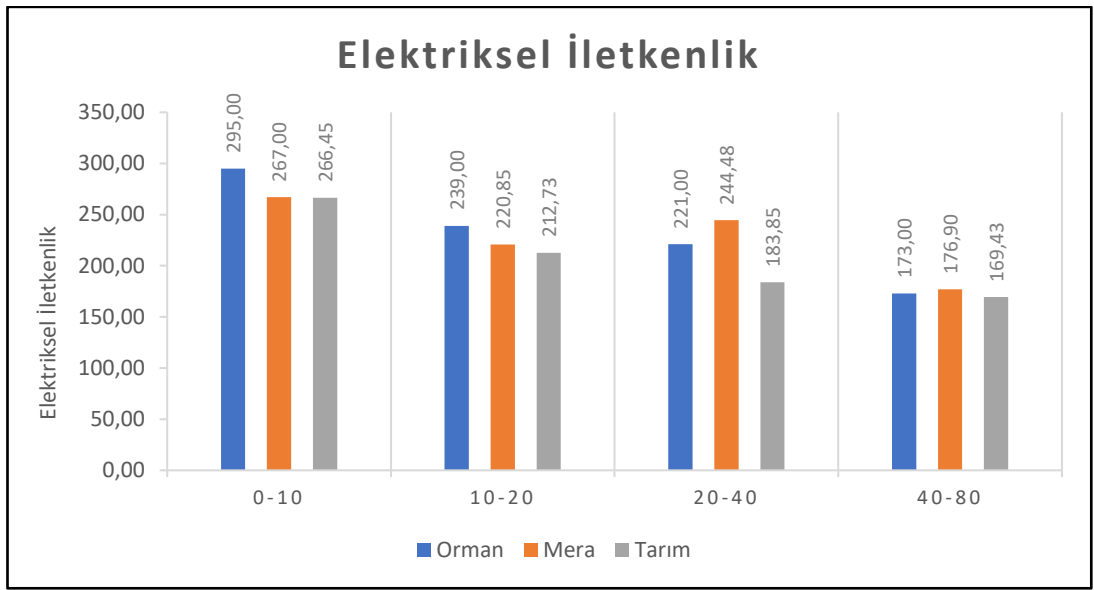
Her bir arazi kullanım tiplerinin elektriksel iletkenlik değerleri derinlik kademeleri boyunca değerlendirildiğinde orman alanlarında $P < 0,05$ ($P = 0,005$) bulunduğundan dolayı anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Orman alanlarının kendi içindeki derinlik kademelerine bakıldığında 10-20 cm ve 20-40 cm derinlik kademeleri benzerlik göstermekte iken diğer gruplar arasında benzerlik yoktur. Mera ve tarım alanlarında ise anlamlı farklılık yoktur. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirme de ise tuzluluk değeri 0-10 cm derinlik kademesinde en yüksek (276,15) ve 40-80 cm derinlik kademesinde en düşük (173,18) olarak ayrı gruplar oluşturduğu 10-20 ve 20-40 cm derinlik kademelerinin ise diğer iki grupla da benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Çalışma alanında tuzluluk miktarının değişimi (μS).

Derinlik kademesi cm	Orman μS	Mera μS	Tarım μS	Ortalama \pm Sts μS	P
0-10 cm	295 A	267,00	266,45	276,15 \pm 62,92 A	0,437
10-20 cm	239 B	220,85	212,73	224,28 \pm 24,26 AB	0,221
20-40 cm	221 B	244,48	183,85	216,69 \pm 66,81 BC	0,246
40-80 cm	173 C	176,90	169,43	173,18 \pm 19,14 C	0,874
Ortalama	232,30	227,31	208,11	222,57 \pm 59,67	0,184
P	0,005	0,089	0,060	0,001	

*Sütunlardaki aynı büyük harfler birbirinden farklı değildir.

Arazi kullanım tiplerinin kendi içerisindeki derinlik kademelerine bağlı olarak orman alanında istatistiki farklılık olup mera ve tarım alanlarında istatistiki farklılık görülmemektedir (Çizelge 4.11). Mera ve tarım alanında 0-10 ve 10-20 cm derinlik kademelerinde derinlik artışıyla beraber bir azalma eğiliminin söz konusu olduğu, 20-40 cm derinlik kademesinde tarım alanının azalım eğilimi devam ederken mera alanı yükselme eğiliminde olduğu görülmektedir. 40-80 cm derinlik kademesinde ise tüm arazi kullanım tipleri azalış göstermekle beraber değerler birbirine yaklaşmıştır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre tuzluluk miktarını gösterir grafik.

4'den küçük değerlerin az tuzlu olduğu ifade edilmektedir (Tablo 3.3). Çalışma alanındaki toprakların tuzluluk değerleri bu sınır değerden daha aşağıda tespit edilmiştir. Elde edilen veriler toprakların tuzluluk sorununun bulunmadığını göstermektedir.

Orman, mera ve tarım alanlarında yaptığı çalışmanın sonucunda elektriksel iletkenliği orman topraklarında daha düşük olarak tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak orman arazisini nem durumunun daha uzun süre korunabilmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Reis ve ark., 2021). Başka bir çalışmada da yine tarım ve çayır topraklarının elektriksel iletkenliği orman topraklarından daha yüksek bulunmuştur. (Çitgez, 2017).

4.3.2. Kireçlilik

Toprakların karbonat oranlarının arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi ele alındığında; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak anlamlı farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P>0,05$ ($P=0,098$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında yine anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

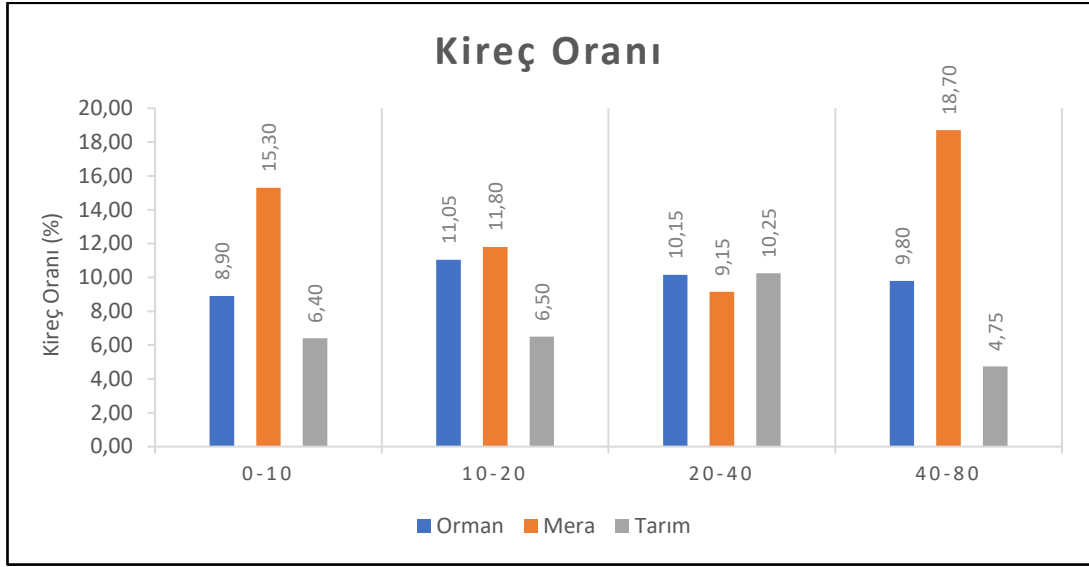
Bununla birlikte kireç oranı mera alanlarında en yüksek (13,74) ve tarım alanlarında en düşük (6,98) olarak bulunmuştur.

Her bir arazi kullanım tiplerinin kireç oranlarının derinlik kademeleri boyunca değerlendirildiğinde orman, mera ve tarım alanlarında $P>0,05$ bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında yine anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirme de ise kireç değeri 40-80 cm derinlik kademesinde en yüksek (%11,08) ve 10-20 cm derinlik kademesinde en düşük (%9,78) olduğu görülmektedir (Tablo 4.12).

Çizelge 4.12. Çalışma alanında kireçlilik oranının değişimi (%).

Derinlik kademesi cm	Orman %	Mera %	Tarım %	Ortalama \pm Sts %	P
0-10 cm	8,90	15,30	6,40	10,2 \pm 9,25	0,368
10-20 cm	11,05	11,80	6,50	9,78 \pm 7,72	0,535
20-40 cm	10,15	9,15	10,25	9,85 \pm 8,27	0,944
40-80 cm	9,80	18,70	4,75	11,08 \pm 11,43	0,292
Ortalama	9,98	13,74	6,98	10,23 \pm 8,99	0,098
P	0,962	0,777	0,963	1,000	

Arazi kullanım tiplerinin kendi içerisindeki derinlik kademelerine bağlı olarak istatistiki farklılık yoktur (Tablo 4.12). 20-40 cm derinlik kademesinde orman, mera ve tarım alanları birbirine yakın değerler göstermektedir. Özellikle 0-10 cm ve 40-80 cm derinlik kademesinde mera alanları diğer iki alandan belirgin şekilde yüksektir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre kireç oranını gösterir grafik.

Orman topraklarının kireç miktarı değerleri 5-15 değer aralığında değişmesi dolayısıyla bu toprakların orta kireçli sınıfına girdiği görülmektedir (Çizelge 3.3). Mera alanları 0-10 cm ve 40-80 cm derinlik kademesinde fazla kireçli topraklara sahip iken, 20-40 cm ve 10-20 cm de orta kireçli toprakları barındığı anlaşılmaktadır. Tarım alanlarının toprakları ise 40-80 cm kademesinde kireçli toprak içerirken; diğer kademelerin orta kireçli toprakları bulundurduğu görülmektedir.

Kara ve Bolat (2008) en yüksek kireç oranını tarım topraklarında tespit etmişlerdir. Tarım alanlarında yüksek değerlerin çıkmasının sebebinin tarımda uygulanan gübrelemenin etkisinin olabileceği düşünülmektedir.

4.3.3. Karbon ve Azot İçeriği

4.3.3.1. %C İçeriği

Arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi ele alındığında; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak 0-10 cm derinlik kademesinde $P < 0,05$ ($P = 0,024$) olduğu görüldüğünden istatistiki farklılık bulunmaktadır. Fakat tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,134$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında önemli farklılık olmadığı anlaşılmaktadır. 0-10 cm derinlik kademesinde

mera ve tarım alanları kendi aralarında benzerlik göstermesine rağmen orman alanlarının farklılık gösterdiği görülmektedir.

%C değeri orman alanlarında en yüksek (2,05) ve tarım alanlarında en düşük (1,48) olduğu ortaya çıkmıştır.

Her bir arazi kullanım tiplerinin %karbon değerleri derinlik kademeleri boyunca değerlendirildiğinde orman alanlarında ve tarım alanlarında $P < 0,05$ ($P = 0,011$ ve $P = 0,007$) bulunduğundan dolayı anlamlı farklılık vardır. Mera alanlarında ise anlamlı farklılık yoktur. Orman alanlarının kendi içindeki derinlik kademelerine bakıldığında 20-40 cm derinlik kademesi hem 10-20 cm hem de 40-80 cm derinlik kademesi ile benzerlik göstermektedir. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirme de ise %C değerinin değeri 0-10 cm derinlik kademesinde en yüksek (2,4) ve 40-80 cm derinlik kademesinde en düşük (1,1) olarak ayrı gruplar oluşturduğu 20-40 cm ve 40-80 cm derinlik kademelerinin birbirleriyle benzerlik gösterdiği ancak diğer iki grupla ise benzerlik göstermediği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Çalışma alanında karbon oranının değişimi (%).

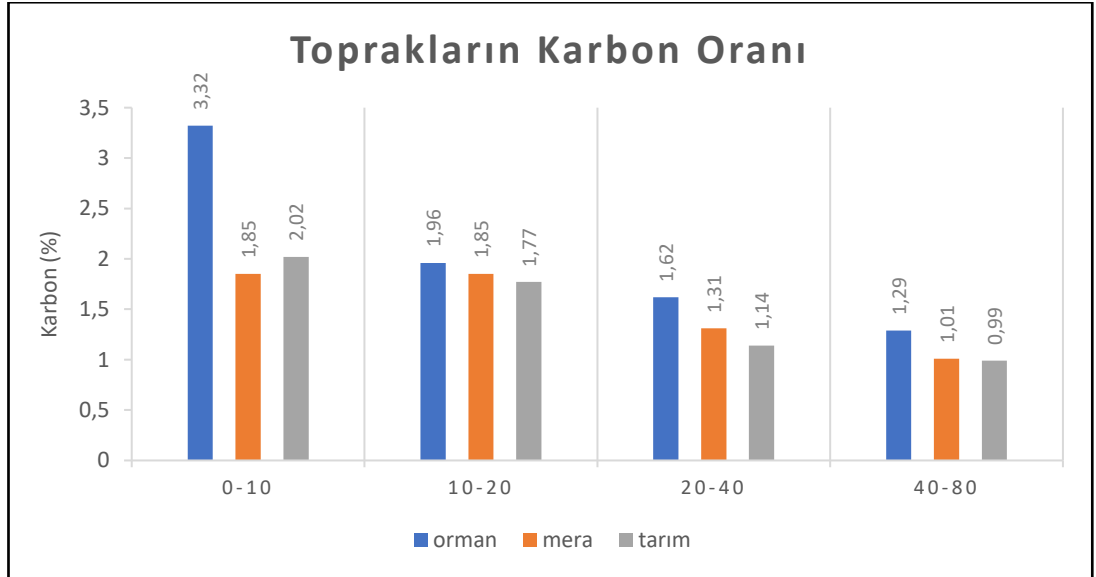
	Derinlik kademesi cm	Orman %	Mera %	Tarım %	Ortalama ± Sts %	P
Karbon (%)	0-10 cm	3,32 aA	1,85 b	2,02 bA	2,4±0,8 A	0,024
	10-20 cm	1,96 B	1,85	1,77 A	1,86±0,29 B	0,551
	20-40 cm	1,62 BC	1,31	1,14 B	1,36±0,4 C	0,174
	40-80 cm	1,29 C	1,01	0,99 B	1,1±0,35 C	0,472
	Ortalama	2,05	1,51	1,48	1,68±0,7	0,134
P		0,011	0,081	0,007	0,001	

*Sütunlardaki aynı büyük harfler birbirinden farklı değildir. Satırlardaki farklı küçük harfler ise birbirinden farklıdır.

Arazi kullanım tiplerinin kendi içerisindeki derinlik kademelerine bağlı olarak orman ve tarım alanlarında istatistiki farklılık görülmektedir. Derinlik artışıyla %C değerinin azalış gösterdiği dolayısıyla bu alanlarda değişikliğin söz konusu olduğu anlaşılmaktadır. Mera alanlarında ise istatistiki bir değişiklik söz konusu değildir (Tablo 4.13). Bu alanların derinlik kademesinin artışıyla birlikte azalış eğiliminde olduğu görülmektedir. 0-10 cm derinlik kademesinde orman alanlarının %C değeri

mera ve tarım alanlarının %C değerinden gözle fark edilecek kadar kadar önde iken diğer kademelerde ise değerlerin birbirine yakın seyrettiği anlaşılmaktadır. Derinlik arttıkça tüm topraklarda karbon miktarı azalmaktadır (Şekil 4.14).

Derinlik arttıkça tüm topraklarda karbon miktarı azalmasına karşın orman topraklarında değerler diğerlerinden yüksek seyretmesinin orman ağaçlarının köklerinin daha derinlere kadar nüfuz edebilmesi, kılcal köklerin ölüp ayrışıyor olması, kök kalıntıları ve yukarıdan aşağıya doğru yıkanma ile birlikte karbonun taşınması etkili olabilmektedir.



Şekil 4.14. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre %karbon oranını gösterir grafik

Orman alanları üzerinde daimi olarak orman bitki örtüsü, ölü ölü örtü bulunmakta iken tarım alanlarında bulunan örtü tabakası ise devamlılık arz etmemesinden kaynaklı olabilmekle birlikte toprak işleminde etkin rol oynayabileceğini söylemek mümkün olabilmektedir.

4.3.3.2. Karbon Miktarı

Karbon miktarının arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimi ele alındığında; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak 0-10 cm derinlik kademesinde $P < 0,05$ ($P = 0,024$) olduğu görüldüğünden

istatistiki farklıdır. Fakat diğer derinlik kademelerinde anlamlı farklılık ortaya çıkmamıştır. Bununla beraber tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P>0,05$ ($P=0,034$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında anlamlı farklılık olduğu anlaşılmaktadır. 0-10 cm derinlik kademesinde mera ve tarım alanları kendi aralarında benzerlik göstermektedir.

Ortalama karbon miktarı orman alanlarında en yüksek ($22,98 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) ve mera alanlarında en düşük ($15,44 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) olarak bulunmuştur.

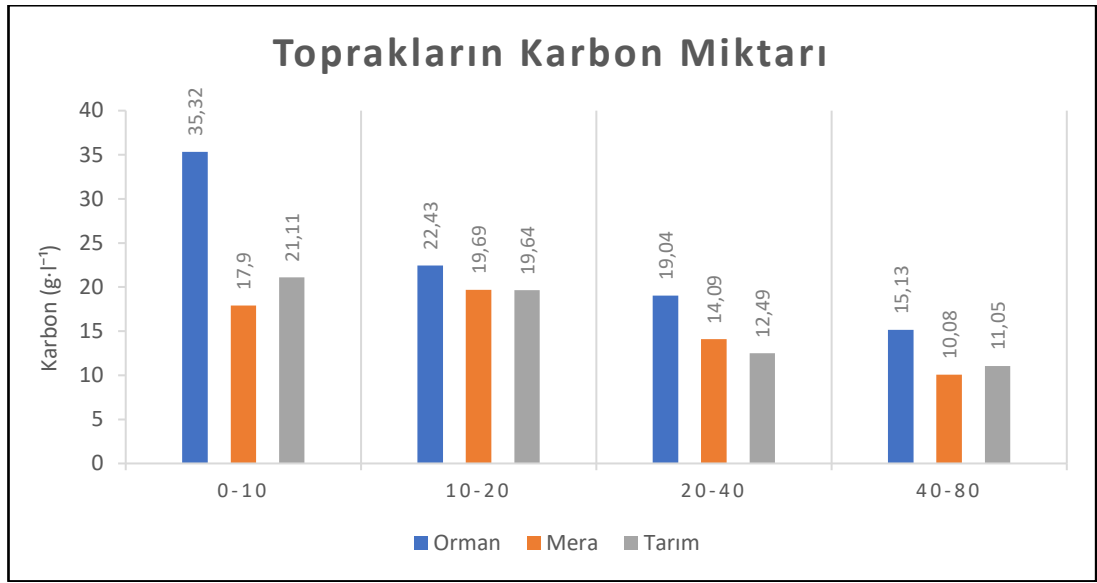
Her bir arazi kullanım tiplerinin karbon($\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) değerleri derinlik kademeleri boyunca değerlendirildiğinde her bir alanda $P<0,05$ olduğu için istatistiki farklılık vardır. Orman alanlarının kendi içindeki derinlik kademeleri incelendiğinde 0-10 cm derinlik kademesi hariç diğer kademeler aralarında benzerlik göstermektedir. Mera alanlarında 20-40 cm derinlik kademesi 10-20 cm, 20-40 cm ve 40-80 cm derinlik kademeleri ile benzerlik göstermektedir. Tarım alanlarında ise 0-10 ile 10-20 cm benzer iken ;20-40 ile 40-80 cm kademelerinin benzer olduğu görülmektedir. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirme de ise karbon miktarının değeri 0-10 cm derinlik kademesinde en yüksek ($24,78$) ve r 40-80 cm derinlik kademesinde ($12,08$) en düşük olduğu tespit edilmiştir. 0-10 ile 10-20 cm derinlik kademelerinin kendi aralarında benzer gruplar oluşturduğu görülmekte iken;20-40 ile 40-80 cm kademelerinin de kendi aralarında benzer gruplar oluşturduğu görülmektedir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Çalışma alanında karbon miktarının değişimi ($\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$).

Derinlik kademesi cm	Orman $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	Mera $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	Tarım $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	Ortalama \pm Sts $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	P
0-10 cm	35,32 Aa	17,90 Ab	21,11 Ab	24,78 \pm 9,16 A	0,024
10-20 cm	22,43 B	19,69 A	19,64 A	20,59 \pm 4,14 A	0,491
20-40 cm	19,04 B	14,09 AB	12,49 B	15,21 \pm 4,51 B	0,098
40-80 cm	15,13 B	10,08 B	11,05 B	12,08 \pm 4,69 B	0,491
Ortalama	22,98 a	15,44 b	16,07 b	18,16 \pm 7,61	0,034
P	0,015	0,028	0,014	0,001	

*Sütunlardaki aynı büyük harfler birbirinden farklı değildir. Satırlardaki farklı küçük harfler ise birbirinden farklıdır.

Arazi kullanım tiplerinin kendi içerisindeki derinlik kademelerine bağlı olarak orman, tarım ve mera alanlarında anlamlı farklılık görülmektedir (Tablo 4.14). Bunun yanı sıra derinlik artışıyla karbon miktarının azalış gösterdiği dolayısıyla bu alanlarda değişikliğin söz konusu olduğu anlaşılmaktadır. 10-20 cm derinlik kademesinde mera ve tarım alanlarının değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir (Şekil 4.15). Topraktaki karbonun % değeri ve miktar bakımından değeri arasında farklılık çıkmasının nedeni toprağın sıkışıklık veya gevşeklilik halinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.15. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre karbon miktarını gösterir grafik.

4.3.3.3. %N Oranı

%N arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimini ele aldığımızda; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak anlamlı farklılık yoktur. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,790$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında yine anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

%N değeri orman alanlarında en yüksek (0,11) olduğu ve mera-tarım alanlarındaki %N değerinin (0,10) eşit olduğu görülmektedir.

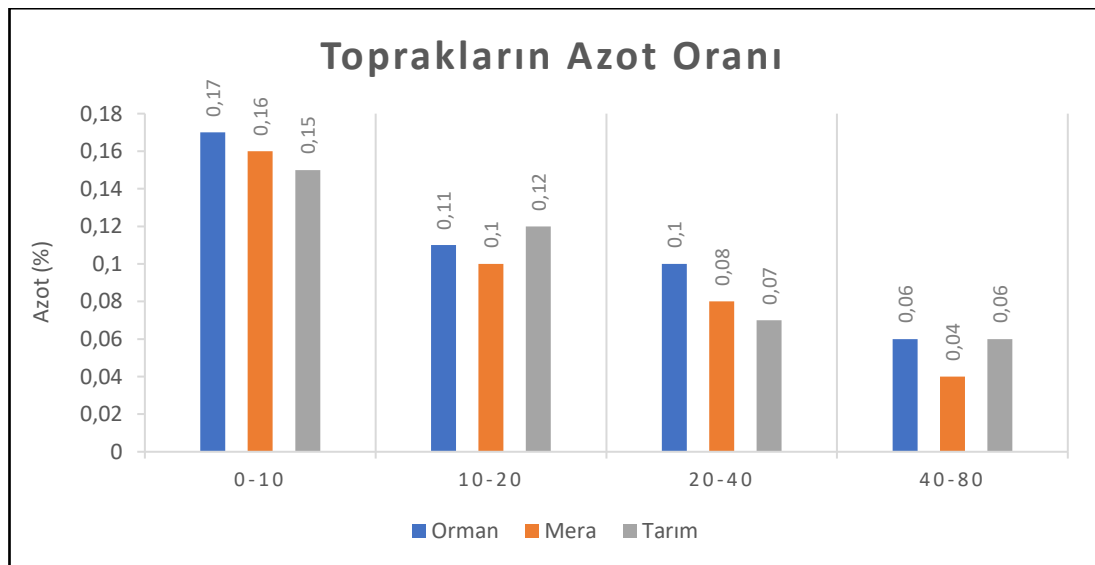
Her bir arazi kullanım tiplerinin %N oranı derinlik kademeleri boyunca değerlendirildiğinde her bir alanda $P < 0,05$ olduğu için istatistiki farklılık olduğu anlaşılmaktadır. Orman ve mera alanlarının kendi içindeki derinlik kademeleri incelendiğinde 10-20 cm derinlik kademesi diğer kademelerle benzerlik göstermektedir. Tarım alanlarında ise 0-10 ile 10-20 cm kendi arasında grup oluşturmakta iken; 20-40 cm ve 40-80 cm kademelerinin de kendi içlerinde benzer gruplar oluşturdukları görülmektedir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Çalışma alanında azot oranının değişimi (%).

Derinlik kademesi cm	Orman %	Mera %	Tarım %	Ortalama \pm Sts %	P
0-10 cm	0,17 A	0,16 A	0,15 A	0,16 \pm 0,04	0,841
10-20 cm	0,11 AB	0,10 AB	0,12 A	0,11 \pm 0,04	0,551
20-40 cm	0,10 B	0,08 B	0,07 B	0,08 \pm 0,04	0,694
40-80 cm	0,06 B	0,04 B	0,06 B	0,05 \pm 0,02	0,874
Ortalama	0,11	0,10	0,10	0,1 \pm 0,05	0,790
P	0,036	0,030	0,010	0,001	

*Sütunlardaki aynı büyük harfler birbirinden farklı değildir.

%N arazi kullanım tiplerinin kendi içerisindeki derinlik kademelerine bağlı olarak her bir çalışma alanında istatistiki farklılık görülmektedir (Çizelge 4.15). Ancak derinlik artışıyla %azot değerlerinin azalış gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre %azot oranını gösterir grafik.

Arazi kullanım tiplerindeki %N oranı üst toprakta yüksek seyretmektedir. Orman toprağında ölü örtünün bulunması, kalıntılar ve kök ölümler mera alanlarında yüzeydeki bitki kökü ve kök kalıntıları, tarım alanlarında ise işlenilen toprak olması sebebiyle %N oranı nispeten daha az olduğu görülmektedir. Bunun nedeni azotun tarım alanında azotlu gübreleme ya da toprak işleme ile yüzeyde birikmesi gereken azotun derinlere taşınması olabileceği düşünülmektedir.

4.3.3.4. Azot Miktarı ($g \cdot l^{-1}$)

Azot miktarı arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimini ele aldığımızda; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak istatistiki farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,580$) bulunduğundan dolayı arazi kullanım tipleri arasında yine anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

Azot miktarı orman alanlarında en yüksek (1,26) olduğu ve mera alanlarında ise en düşük (0,97) tespit edilmiştir.

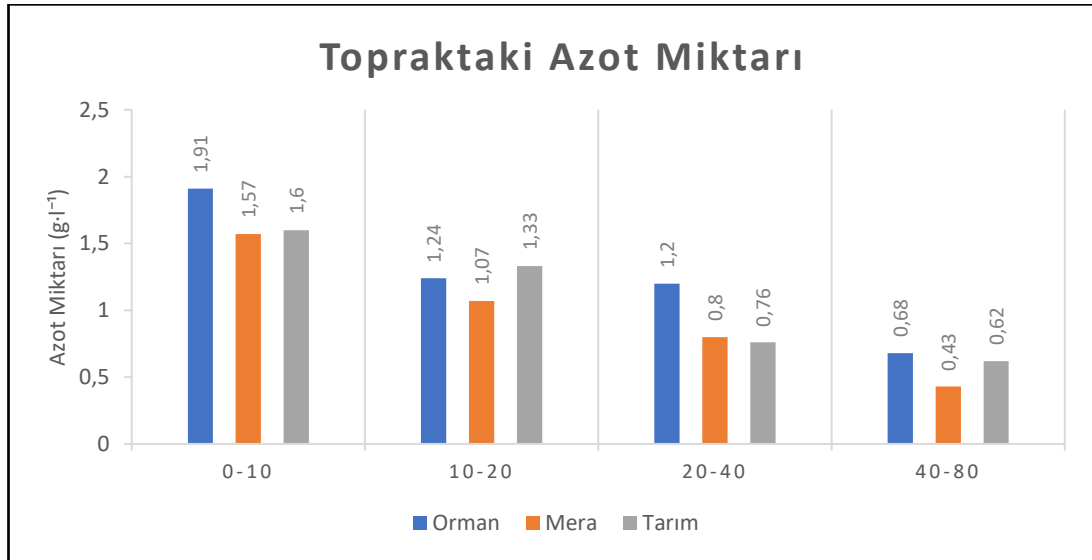
Her bir arazi kullanım tiplerinin azot miktarı derinlik kademeleri boyunca değerlendirildiğinde orman ve mera alanlarında $P < 0,05$ olduğu için anlamlı farklılık olduğu anlaşılmaktadır. Orman alanlarında ise anlamlı farklılık söz konusu değildir. Mera alanlarında ise 10-20 cm kademesinin hem 0-10 cm ile hem de 20-40 cm ile benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. 40-80 cm derinlik kademesinin ise 20-40 cm kademesi ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Tarım alanlarının kendi içindeki derinlik kademeleri incelendiğinde 0-10 cm ile 10-20 cm kendi aralarında benzerlik göstermekte iken; 20-40 cm ile 40-80 cm derinlik kademesi de kendi aralarında benzer gruplar oluşturdukları görülmektedir. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirme de ise azot ($g \cdot l^{-1}$) değeri 0-10 cm derinlik kademesinde en yüksek (1,7) ve 40-80 cm derinlik kademesinde (0,58) en düşük bulunmuştur. 10-20 cm ve 20-40 cm derinlik kademelerinin benzer gruplar oluşturduğu görülmektedir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Çalışma alanında azot miktarının değişimi ($g \cdot l^{-1}$).

Derinlik kademesi cm	Orman $g \cdot l^{-1}$	Mera $g \cdot l^{-1}$	Tarım $g \cdot l^{-1}$	Ortalama \pm Sts $g \cdot l^{-1}$	P
0-10 cm	1,91	1,57 A	1,6 A	1,7 \pm 0,52 A	0,926
10-20 cm	1,24	1,07 AB	1,33 A	1,21 \pm 0,33 B	0,491
20-40 cm	1,20	0,8 BC	0,76 B	0,92 \pm 0,45 B	0,584
40-80 cm	0,68	0,43 C	0,62 B	0,58 \pm 0,3 C	0,491
Ortalama	1,26	0,97	1,08	1,1 \pm 0,57	0,580
P	0,062	0,021	0,007	0,001	

*Sütunlardaki aynı büyük harfler birbirinden farklı değildir.

Arazi kullanım tiplerinin kendi içerisindeki derinlik kademelerine bağlı olarak orman alanlarında anlamlı farklılık yoktur (Çizelge 4.16). Oysaki derinlik kademesi artışıyla birlikte farklılık olduğu değerlerin azalış eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre azot miktarını gösterir grafik.

4.3.3.5. C/N İçeriği

C/N değeri arazi kullanım tipleri arasında derinlik kademelerine bağlı olarak değişimini ele aldığımızda; derinlik kademeleri kendi içlerinde arazi kullanım tiplerine bağlı olarak anlamlı farklılık göstermemektedir. Tüm derinlik kademelerinin ortalama değerleri birlikte değerlendirildiğinde $P > 0,05$ ($P = 0,524$) olduğu için arazi kullanım tipleri arasında yine anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır.

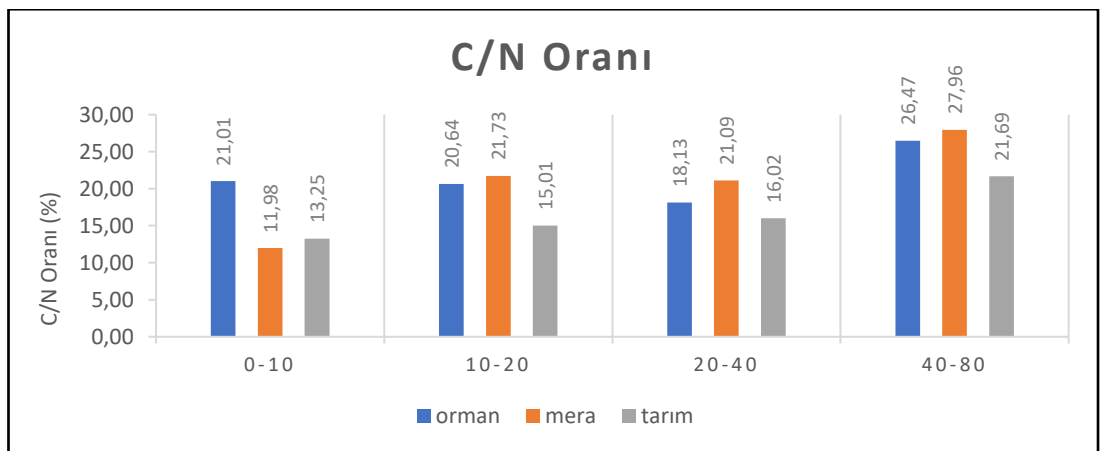
C/N orman alanlarında en yüksek (21,56) olduğu ve tarım alanlarında ise en düşük (16,49) olduğu görülmektedir.

Her bir arazi kullanım tiplerinin C/N değerleri derinlik kademeleri boyunca değerlendirildiğinde orman, mera ve tarım alanlarında $P > 0,05$ olduğu için anlamlı farklılık olmadığı görülmektedir. Arazi kullanım tipleri göz ardı edilerek sadece derinlik kademelerine göre yapılan değerlendirme de ise C/N değerinin değeri 0-10 cm derinlik kademesinde en düşük (15,41) ve 40-80 cm derinlik kademesinde en yüksek (25,37) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Çalışma alanında C/N oranının değişimi.

Derinlik kademesi cm	Orman	Mera	Tarım	Ortalama \pm Sts	P
0-10 cm	21,01	11,98	13,25	15,41 \pm 6,46	0,199
10-20 cm	20,64	21,73	15,01	19,13 \pm 9,19	0,584
20-40 cm	18,13	21,09	16,02	18,42 \pm 8,59	0,794
40-80 cm	26,47	27,96	21,69	25,37 \pm 14,89	0,874
Ortalama	21,56	20,69	16,49	25,11 \pm 41,17	0,524
P	0,867	0,251	0,461	0,197	

Arazi kullanım tiplerinin kendi içerisindeki derinlik kademelerine bağlı olarak çalışma alanında anlamlı farklılık olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.17). Fakat derinlik kademesi artışıyla birlikte tarım alanlarının değerlerinin artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Orman alanlarında en yüksek değer 40-80 cm derinlik kademesinde olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Farklı arazi kullanım tiplerinin derinlik kademelerine göre C/N oranını gösterir grafik.

Orman alanlarının taze organik madde girdisi fazla olmakla birlikte, ayrışma hızının yavaş olduğu düşünölmektedir. Mera alanlarında ise taze organik madde girdisi daha az olması sebebiyle orman alanlarına kıyasla daha küçük değerler elde edilebilmektedir.

Maral (2016), Kastamonu Yöresinde Arazi Kullanım Farklılığının (Orman-Çayırılık-Tarım Alanları) Toprak Karbon ve Azot Tutulumuna Olan Etkileri isimli çalışmasının sonucunda bu çalışmanın sonucuna benzer olarak orman arazilerinin de yer alan toprakların en fazla karbon depolama özelliğine sahip olduğunu ifade etmektedir. C/N dikkate alındığında ise, C/N oranının orman topraklarında en yüksek olduğunu, C/N oranının ise mera ve tarım alanlarında daha düşük olduğu ifade etmektedir.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. SONUÇ

Günümüzde gün geçtikçe artarak atmosfere salınan karbon miktarı artmaktadır. Bu bazı olumsuzluklar ortaya çıkarmaktadır. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak veya dünyaya etkilerini en aza indirgeyebilmek için atmosferdeki karbonun uzaklaştırılması gerekir. Karbon yutağı olma açısından karasal alanlar oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu çalışma ile Bolu il sınırları içinde, yer alan birbirine yakın farklı konumdaki orman-tarım ve mera alanlarında yapılan çalışma neticesinde TOK içerikleri araştırılmış ve her bir arazi kullanım tipine bağlı olarak farklılıklar bulunmuştur. Ayrıca çalışma alanlarından alınan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de birbirinden farklı oldukları belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışma sonucunda karbon bağlama konusunda toprak ve ölü örtünün oldukça önemli rol oynadığı yapılan bu çalışma sonucunda ortaya çıkmıştır. Ölü örtüde özellikle yaprak tabakasındaki materyal henüz ayrışmadığı veya henüz yeni ayrışmaya başladığı için canlı biyokütledeki kadar karbon değeri içerdiği halde ayrışmanın ilerleyen safhalarında % karbon oranının azalmakta olduğu anlaşılmıştır.

Orman, mera ve tarım alanlarından alınan toprak örneklerinden elde edilen %Karbon değeri orman alanlarında en yüksek (2,05) ve tarım alanlarında en düşük (1,48) olarak bulunmuştur. Tarım alanlarındaki % karbon değerinin en düşük çıkmasının sebebi olarak alt – üst toprak işlemleri, gübreleme vb. pek çok etken değerlendirilebilir.

%Azot değeri, Azot($g \cdot l^{-1}$) ve Karbon($g \cdot l^{-1}$) değeri aynı arazi kullanım tipleri için en yüksek ve en düşük olarak ortaya çıkmıştır. Şöyle ki; karbon($g \cdot l^{-1}$) değeri orman alanlarında en yüksek (22,98) ve mera alanlarında en düşük (15,44) olarak

bulunmuştur. %Azot değeri yine orman alanlarında en yüksek (0,11) olduğu ve mera-tarım alanlarındaki %azot değerinin (0,10) eşit olduğu görülmüştür. Azot($g \cdot l^{-1}$) orman alanlarında en yüksek (1,26) olduğu ve mera alanlarında ise en düşük (0,97) olarak tespit edilmiştir.

C/N oranına bakıldığında ise tarım alanlarında en yüksek (33,07) olduğu ve mera alanlarında ise en düşük (20,69) olduğu görülmektedir.

5.2. ÖNERİLER

Topraklarımız ekosistemin devamlılığı için temel esaslardan biridir. Bu devamlılığı sağlamak için toprakların zararları etkenlere maruz kalmasını en az seviyeye indirmeye çalışmak gerekmektedir.

Ölü örtü toprak yüzeyinde bulunduğu sürece oldukça önemli miktarda karbon depo edebildiği görülmüştür. Orman yangınları ile bu ölü örtünün yanarak yok olması içerisinde tuttuğu karbonun atmosfere salınımına sebep olacaktır. Dolayısıyla ölü örtünün yerinde muhafazası sağlanmalıdır.

Orman alanları önemli karbon yutak alanları olması sebebiyle bu ormanların varlığını sürdürmesi gerekmektedir. Orman alanlarının açılarak tarım arazisi veya açıklık alanlar haline getirilmemesine dikkat edilmelidir.

Mera alanlarının karbon bağlama miktarını daha yükseğe çekebilmek adına otlatmaların serbest otlatma yapmaktan ziyade planlı ve bilinçli otlatma olmasına özen gösterilmelidir.

Karbon salınımı tüm canlıların yaşamını olumsuz yönde etkileyecek ciddi bir sorundur. Bu konuda toplum bilgilendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Asan, Ü., “Global İklim Değişimi ve Türkiye Ormanlarında Karbon Birikimi”, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 45 (1-2): 23-38 (1995).

Babur, E., “Karstik orman ekosistemlerinde aynı yaşlı karaçam, sedir ve kayın ormanlarının ölü örtü ve topraklarında depolanan karbon-azot miktarının belirlenmesi; bazı mikrobiyal özelliklerinin mevsimsel değişimlerinin izlenmesi”, Doktora Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş, (2018).

Birsoy, Y., ve Ölgen, M. Kirami., “Thorntwaite yöntemi ile su bilançosunun ve iklim tipinin belirlenmesinde bilgisayar kullanımı”, *Ege Coğrafya Dergisi*, 6 (1): 153-178 (1992).

Başaran, M., “Türkiye’nin Organik Karbon Stoğu”, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2004, 8 (3/4),31-36 (2013).

Brady, NC., “The Nature and Properties of Soils”, 10thEd. *Macmillan*, New York, (1990).

Bouyoucus, G.J., “Hydrometer method for making particle size analysis of soil”, *Agronomy Journal*, 54. 464-465 (1962).

Bozali, N., “Kahramanmaraş Sır Barajı Derin Dere Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri ile Erozyon Eğilimleri Üzerine Araştırmalar”, Yüksek Lisans Tezi, *A.İ.B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bolu (2003).

Budak, M. ve Günal, H., “Yukarı Dicle Havzasında Farklı Arazi Kullanımları Altındaki Toprakların Karbon Depolama Potansiyelleri”, *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 4 (1): 61-74 (2018).

Büyükgüner, E., “Farklı Kullanım Altındaki Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi”. Yüksek lisans tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat (2007).

Çetiner, M., “Yaylacık araştırma ormanında farklı meşcere çağlarındaki saf kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) meşcerelerinde toprakta tutulan karbon miktarlarının belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kastamonu, (2016).

Çepel, N., “Toprak İlimi”, İstanbul Üniversitesi Yayın No. 3945, Orman Fakültesi Yayın No. 438, İstanbul, (1996).

Çiftçi, B., “Gençlik çağındaki karaçam (*P.nigra*) meşcerelerinde toprak üstü karbon miktarının araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kastamonu, (2019).

Çitgez, T., “Farklı Arazi Kullanım Yoğunluğundaki İki Havzanın Su Verimi ve Kalitesinin Araştırılması”, Doktora Tezi, **Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Düzce, (2017).

Tokel, E., “Farklı Arazi Kullanımlarının Toprakların Bazı Hidro Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**, Bartın, (2021).

Duyar, A., “Seasonal variation of soil arthropods (Arthropoda) in fir (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ecosystems in Bolu” (2004).

Aladag. Ph.D. Thesis, Science Institute, Istanbul University. 165 p. [In Turkish with English Summary]. **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi**, İstanbul, (2010).

Erol, A., “Gümüşhane İli Köse Deresi Yağış Havzasında Toprak Oluşumunu Etkileyen Faktörlerin Hidro-Fiziksel Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkisi”, Doktora Tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul (2004).

Erkut, S., “Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü saf kayın meşcerelerinin ekosistem bazında karbon depolama kapasitesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi**, Trabzon, (2013).

Faas, R. W., & WARTEL, S. I., “Sedimentology and channel slope morphology of an anoxic basin in Southern Netherlands. In Estuarine Processes (pp. 136-149). Academic Press (1977).

Göl, C., “Arazi Kullanım Türü ile Toprak Organik Karbon Depolama Arasındaki İlişkiler”, **I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi**, Nisan, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 411-419, 11 (2007).

Güvenç, Ö., “Global Warming and Effect On Underground Water”, Yüksek Lisans Tezi, **Hasan Kalyoncu Üniversitesi Doğa ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü**, Gaziantep, (2020).

Yavuz, G., “Borçka-Deviskel deresi havzasında farklı arazi kullanım şekli altındaki toprakların bazı fiziksel ve hidro-fiziksel özelliklerinin değişimi”, Yüksek Lisans Tezi, **Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Artvin (2019).

Evliyaoğlu, G., “Farklı alan kullnaımlarında toprak organik karbon dinamiğinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**, Eskişehir (2019).

Hızal, A., “Hava Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) Çalışmalarında Uygulanma Olanaklarının Araştırılması”, İstanbul

Üniversitesi. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Üniversitesi. Yayın No: 3144, İstanbul (1984).

İşcan, H., “Yenice Orman İşletme Müdürlüğü Karakaya Orman İşletme Şefliği Kayınkaraçam Karışık Meşcerelerinde Gövde Üzerinde Tutulan Karbon Miktarı Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Karabük (2021).

Jandl, R., Marcus L., Lars V., Bram B., Rainer B., Frank H., Dale W. J., Kari M. and Kenneth A. B., “How strongly can forest management influence soil carbon sequestration?” *Geoderma* 137: 253-268 (2007).

Jenkinson, D.S., “The accumulation of organik matter in soil left uncultivated”, Report of the Rothamsted Experimental Station for 1970, Part 2, 113-137. (1971).

Kahyaoğlu, N., “Sinop yöresi doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormanlarının toprak üstü biyokütle ve karbon depolama miktarlarının belirlenmesi”, Doktora Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, (2017).

Kanat, Z. ve Keskin, A., “Dünyada İklim Değişikliği Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Türkiye'de Mevcut Durum”, Atatürk Üniversitesi. **Ziraat Fak. Dergisi**, 49(1), 67-78 (2018).

Kantarcı, MD., Toprak İlmi. İstanbul Üniversitesi Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, (2000).

Kara, Ö. Ve Bolat, I., “Bartın İli Orman ve Tarım Topraklarının Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}) ve Azot (N_{mic}) İçerikleri”, **Ekoloji Dergisi**, 18, 69, 32-40 (2008).

Karaöz, Ö., “Toprakların su ekonomisine ilişkin bazı fiziksel özelliklerinin laboratuvarında belirlenmesi yöntemleri”, 140 (1989).

Karagül, R., “Trabzon-Söğütlüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanma Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ile Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması”, Doktora Tezi, **KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon (1994).

Kılıcı, M., Tolunay, D. ve Çelik, N., “Orman ekosistemlerinin izlenmesi programı toprak örnekleme arazi uygulama klavuzu”, 7-8 (2013).

Maral, Z., “Kastamonu yöresinde arazi kullanım farklılığının (orman-çayırılık-tarım alanları) toprak karbon ve azot tutulumuna olan etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, **Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kastamonu, (2016).

Pehlivan, S., “Türkiye’deki bitkisel kütle çalışmalarının değerlendirilmesi”, **II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu**, Ekim, Isparta, Bildiriler Kitabı: 683-692 (2014).

Pirizoğlu, A., ‘‘Sıklık ağındaki karaçam (P. nigra) meşcerelerinde toprak üstü karbon miktarının araştırılması’’, Yüksek Lisans Tezi, **Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kastamonu, (2019).

Reis, M., Abız, B., Ataş, S., ve Tat, S., ‘‘Farklı arazi kullanım şekillerinin bazı toprak özellikleri üzerine etkileri’’, Turkish Journal of Forest Science, 5(2), 382-400 (2021).

Sarıyıldız, T., Parlak, S., ve Tanı, M., ‘‘Bursa Karacabey Subasar Ormanlarının Kavak ve Fıstıkçamı plantasyonlarına dönüştürülmesinin toprak karbon ve azot stoklarına etkisinin araştırılması’’, **Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi**, 1 (1): 28-35 (2020).

Sivrikaya, F.ve Bozalı, N., ‘‘Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi: Türkoğlu Planlama Birimi rneği’’, **Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, Cilt: 14, zel Sayı, 69-76 ISSN: 1302-0943 EISSN: 1308-5875 (2012).

Sönmez, A., Tekin, A., ve Atçeken, G., ‘‘Tarım Analizleri’’ ders kitabı (2020).

şahbaz Yağdı, D., ‘‘Farklı arazi kullanımını altındaki topraklarda depolanan toplam karbon ve azotun belirlenmesi’’, Yüksek Lisans Tezi, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2018).

Tolunay, D. ve mez, A., ‘‘Orman Topraklarında Karbon Depolanması ve Türkiye’deki Durum. Küresel İklım Değişimi ve Su Sorunlarının zmnde Ormanlar’’, İstanbul, 97-108, (2007).

Tolunay, D. ve mez, A., ‘‘Türkiye Ormanlarında toprak ve l örtüde depolanmış organik karbon miktarları’’, **Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu**, Hatay, 750-765 (2008).

Tolunay, D., ‘‘Sündiken dağlarında sarıçam (Pinus sylvestris L.) meşcerelerinde karbon birikiminin belirlenmesi’’, Doktora Tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi**, İstanbul, (2010).

Türkeş, M., ‘‘Dünya’da ve Türkiye’ de İklım Değişikliği, Kuraklık ve lleşme’’, **II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi**. Bildiri Kitabı, (2011b).

Türüdü, .A., ‘‘Trabzon İli Hamsiky Yöresindeki Yüksek Arazide Aynı Bakıda Bulunan Ladin Ormanı, Kayın Ormanı, ayır ve Mısır Tarlası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal zelliklerinin Karşılaştırılmalı Olarak Araştırılması’’, KT Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No: 13, Trabzon (1981).

Yılmaz, F., ‘‘Erfelek Barajı Yağış Havzasında (Sinop) Farklı Arazi Kullanım şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Hidro-Fiziksel zelliklerinin Araştırılması’’, Yüksek Lisans Tezi, **Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bolu (2007).

Koçyiğit, R., Oğuz, İ., ‘‘The Effects of Land Management and Slope on Mineralize Carbon and Nitrogen Contents’’, Gaziosmanpaşa University, Agricultural Faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Tokat (2016).

Yılmaz, M., Dengiz, O., “Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkili Olarak Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsünün Toprak Organik Karbon Stokuna Etkisi”, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(2): 154-167 (2021).

ÖZGEÇMİŞ

Emine AÇIL ilk ve orta öğrenimini Bolu'da tamamladı. Gerede Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2017 yılında Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünü fakülte ikinciliği ile bitirdi. 2020 yılında Karabük Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı ve 2022 yılında mezun oldu.