

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ATASU-GALYAN BARAJ HAVZASINDA FARKLI ARAZİ KULLANIM
BİÇİMLERİNİN AGREGAT STABİLİTESİNE ETKİLERİ**

Orm. Müh. Metin BAYKARA

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“ORMAN YÜKSEK MÜHENDİSİ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30.05.2013
Tezin Savunma Tarihi : 19.06.2013**

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ömer KARA

TRABZON 2013

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Metin BAYKARA Tarafından Hazırlanan

ATASU-GALYAN BARAJ HAVZASINDA FARKLI ARAZİ KULLANIM
BİÇİMLERİNİN AGREGAT STABİLİTESİNE ETKİLERİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 04/06/2013 gün ve 1508 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Juri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Lokman ALTUN

Üye : Doç. Dr. Ömer KARA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Emrah YALÇINALP



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Atasu-Galyan baraj havzasında farklı arazi kullanım biçimlerinin agregat stabilitesine etkileri” adlı bu çalışma, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tezinin bilimsel danışmanlığını üstlenerek, gerek konunun seçiminde gerekse hazırlanması sırasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm sayın hocam Doç. Dr. Ömer KARA’ya şükranlarımı sunarım.

Çalışmanın her aşamasında değerli görüş ve fikirlerinden yararlandığım kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Lokman ALTUN’a teşekkürü bir görev biliyorum.

Arazi çalışmasında desteğini gördüğüm değerli meslektaşlarım Arş. Gör. Kamil ÇAKIROĞLU’na, Ünal KAHVECİ’ye, çalışmanın yürütülmesi sırasında desteğini ve yardımlarını esirgemeyen meslektaşlarım Recep ARSLAN’a, Mustafa SEYİS’e, Arş. Gör. İsmet YENER’e, Özgün YAZICI’ya ve çalışmamda emeği geçen herkese teşekkür ederim. Ayrıca, hayatım boyunca hiç bir zaman desteklerini esirgemeyen babam Mustafa BAYKARA’ya, annem Hülya BAYKARA’ya ve tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Metin BAYKARA
Trabzon 2013

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Atasu-Galyan baraj havzasında farklı arazi kullanım biçimlerinin agregat stabilitesine etkileri ” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Ömer KARA'nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.
30.05.2013

Metin BAYKARA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Özeti.....	4
1.3. Çalışmanın Amacı.....	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	11
2.1. Materyal	11
2.2. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı	11
2.2.1. Mevki	11
2.2.2. İklim.....	12
2.2.3. Bitki Örtüsü.....	14
2.2.4. Jeolojik Yapı	15
2.2.4.1. Hamurkesen Formasyonu	16
2.3. Yöntem.....	17
2.3.1. Hazırlık Çalışmaları	18
2.3.2. Arazi Çalışmaları ve Toprak Örneklerinin Alınması.....	19
2.3.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	19
2.3.3.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	19

2.3.3.2.	Mekanik Analiz ve Toprak Türü	20
2.3.3.3.	Organik Madde	20
2.3.3.4.	Ph Tayini.....	20
2.3.3.5.	Elektriksel İletkenlik.....	20
2.3.3.6.	Kireç İçeriği.....	20
2.3.3.7.	Hacim Ağırlığı.....	21
2.3.3.8.	Tane Yoğunluğu	21
2.3.3.9.	Gözenek Hacmi	21
2.3.3.10.	Agregat Stabilitesi	22
2.3.3.11.	Toprak Örneklerinde Mikrobiyal Biyokütle C Tayini İçin Yapılan Fumigasyon ve Ekstraksiyon İşlemleri	23
2.3.3.11.1.	Mikrobiyal Biyokütle C (C_{mic})	25
2.3.4.	Verilerin Değerlendirilmesi	26
3.	BULGULAR	27
3.1.	Farklı Arazi Kullanım Alanlarındaki (Orman, Tarım ve Mera) Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri	27
3.1.1	Orman Alanına Ait Toprak Özellikleri.....	27
3.1.2.	Tarım Alanına Ait Özellikleri.....	29
3.1.3.	Mera Alanına Ait Özellikleri.....	31
3.2.	Farklı Arazi Kullanım Alanlarındaki (Orman, Tarım ve Mera) Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Ait Bulgular ve Tartışma.....	33
3.2.1.	Toprakların Hacim Ağırlıklarına İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	35
3.2.2.	Toprakların Tane Yoğunluklarına İlişkin Bulgular ve Tartışma	36
3.2.3.	Toprakların Gözenek Hacmine İlişkin Bulgular ve Tartışma	38
3.2.4.	Örnek Alma Anındaki Nem'e İlişkin Bulgular ve Tartışma	39
3.2.5.	Toprakların Mekanik Bileşimine (Tekstürüne) İlişkin Bulgular ve Tartışma	40
3.2.6.	Toprak Ph'sına İlişkin Bulgular ve Tartışma	42
3.2.7.	Toprakların Organik Karbon (C _{org}) İçeriklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma ..	44

3.2.8.	Toprakların Elektriksel İletkenliklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma	46
3.2.9.	Toprakların Kireç İçeriklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma	48
3.2.10.	Toprak Agregat Stabilitesine İlişkin Bulgular ve Tartışma	49
3.3.	Farklı Arazi Kullanım Alanlarındaki (Orman, Tarım ve Mera) Toprakların Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri	51
3.3.1.	Orman, Tarım ve Mera Alanlarına Ait Mikrobiyal Biyokütle Karbon Özellikleri	51
3.3.2	Orman, Tarım ve Mera Alanlarına Ait C _{mic} /C _{org} (%) Özellikleri	55
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	60
5.	KAYNAKLAR	63

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans

ÖZET

ATASU-GALYAN BARAJ HAVZASINDA FARKLI ARAZİ KULLANIM
BİÇİMLERİNİN AGREGAT STABİLİTESİNE ETKİLERİ
Metin BAYKARA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışmanı: Doç. Dr. Ömer KARA
2013, 80 Sayfa

Trabzon ili Maçka ilçesi Atasu-Gaylan havzasında yapılan bu çalışmanın amacı, arazi kullanım biçimlerinin (orman, tarım, mera) agregat stabilitesi üzerine etkilerinin belirlenmesidir. Bu amaçla çalışma alanını temsil edecek 180 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinde mekanik, pH, elektriksel iletkenlik, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, kireç, organik madde, agregat stabilitesi, mikrobiyal biyokütle karbon analizleri yapılmıştır. Agregat stabilitesi, (1-2 mm agregatlar için) en düşük orman topraklarında, en yüksek tarım topraklarında bulunmuştur. Tarım alanlarında yüksek agregat stabilitesi kil içeriğinin yüksek olması ile ilgili olabilir. Orman topraklarının düşük agregat stabilitesi diğer arazi kullanım biçimlerine göre daha yüksek toz içeriğinden (%11.95) kaynaklanabilir. Organik karbon konsantrasyonu ile agregat stabilitesi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Genel olarak agregat stabilitesi, organik madde içeriği %5-%6'dan fazla olduğunda, agregat stabilitesini olumlu etkilemektedir. Ancak, bu değer altındaki organik madde değerlerinde agregat stabilitesi daha çok kil içeriğine bağlı olarak değişmektedir. İncelenen toprakların mikrobiyal biyokütle karbon içerikleri tarım alanında 295.6 $\mu\text{g g}^{-1}$, merada 376.6 $\mu\text{g g}^{-1}$, ormanda ise 383.6 $\mu\text{g g}^{-1}$ bulunmuştur. Basit varyans analizi sonuçlarına göre tarım toprakları anlamlı oranda daha düşük miktarda mikrobiyal biyokütle karbon içermektedir. Ancak, agregat stabilitesi ile toprak mikrobiyal biyokütle karbon arasında anlamlı bir ilişki ($r=0.148$ $P>0.05$) bulunamamıştır.

Araştırma sonuçları, agregat stabilitesinin daha çok toprakların mekanik bileşimi ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, çalışmada kullanılan agregat boyutları (1-2mm), toprak taneciklerinin çimentolanmasında organik madde ve biyolojik toprak özelliklerinden çok kil minerallerinin etkili olmasına yol açabilir.

Anahtar Kelimeler: Arazi Kullanım, Agregat Stabilitesi, Mikrobiyal Biyokütle C, Organik C

Master Thesis

SUMMARY

EFFECTS OF DIFFERENT LAND USE MANagements ON AGGREGATE
STABILITY IN ATASU-GALYAN DAM WATERSHED

Metin BAYKARA

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Omer KARA
2013, 80 Pages

The main purpose of this study was to determine effects of different land use managements (forest, agriculture, pasture) on aggregate stability in Atasu-Galyan dam watershed, Trabzon. Total of 180 soil samples were collected from three different land use. The following soil properties were determined: electrical conductivity, pH, bulk density, particle density, porosity, lime, organic matter, aggregate stability, microbial biomass carbon and mechanical analyses. According to obtained data, forest had the lowest aggregate stability (for 1-2mm aggregates) while agriculture soils had the highest. High aggregate stability in soils under agriculture may be related to high clay content.

There was not a significant relation between aggregate stability and organic carbon content. Generally, when the organic matter content is greater than 5-6%, it affects aggregate stability positively. Below that threshold, aggregation is mainly controlled by clay fraction of soil. In this study, the mean values for microbial biomass C were $295.6 \mu\text{g g}^{-1}$, $376.6 \mu\text{g g}^{-1}$, and $383.6 \mu\text{g g}^{-1}$ in the agriculture, grassland and forest soils, respectively. One-way ANOVA demonstrated that forest and grassland soils contain significantly higher microbial biomass C than those in the agricultural soils. However, there was no significant relation between aggregate stability and soil microbial biomass carbon ($r= 0.148$ $P> 0.05$).

In conclusion, mechanical composition of soil appear to contribute greatly to the stability of aggregates in humid region. Also, aggregate size that was used in this study (1-2mm), influenced cementation of soil particles and made clay minerals to be more effective on it rather than organic matter or biological characteristics of soil.

Key Words: Land Use Managements, Aggregate stability, Microbial Biomass C, Organic C

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Toprak agregatlaşması üzerinde etkili faktörler	2
Şekil 2.	Mikro ve makro agregat oluşumu.....	3
Şekil 3.	Araştırma alanının üç boyutlu görünümü.....	11
Şekil 4.	450 m ortalama yükselti kuşağı iklim diyagramı	14
Şekil 5.	Araştırma alanının jeoloji haritası	16
Şekil 6.	Toprak örnekleme noktalarından görüntüler	18
Şekil 7.	Biyolojik analizler için üst toprak örneği alınması.....	19
Şekil 8.	Agregat stabilitesi cihazı	22
Şekil 9.	Vakum pompası kullanılarak desikatörün içerisindeki havanın boşaltılması.....	24
Şekil 10.	Toprakların hacim ağırlıklarının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi.	35
Şekil 11.	Toprakların tane yoğunluklarının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi.	37
Şekil 12.	Toprakların gözenek hacminin farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi.....	38
Şekil 13.	Örnek alma anındaki nemlerin farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi.....	39
Şekil 14.	Toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi.	40
Şekil 15.	Toprak pH'larının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi.....	43
Şekil 16.	Toprakların organik madde içeriklerinin farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi..	45
Şekil 17.	Elektriksel iletkenlik'in farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi.....	47
Şekil 18.	Toprak kireç değerlerinin farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi.....	48
Şekil 19.	Toprakların agregat stabilitelerinin farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi..	49
Şekil 20.	Toprakların mikrobiyal biyokütle karbonlarının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi.	53
Şekil 21.	Cmic/Corg oranının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi.....	57

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nuna ait bazı ölçümler	12
Tablo 2.	Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı ortalama yükseltisinin su bilançosu.....	13
Tablo 3.	Orman alanlarındaki topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler	28
Tablo 4.	Tarım alanlarındaki topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler	30
Tablo 5.	Mera alanlarındaki topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler.....	32
Tablo 6.	Verilerin basit varyans analiz değerleri.....	34
Tablo 7.	Mikrobiyal biyokütle karbon (cmic) değerleri.....	52
Tablo 8.	Mikrobiyal biyokütle karbon cmic/corg değerleri	56
Tablo 9.	Toprak özelliklerine ilişkin korelasyon matrisi.....	59

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Toprak karasal ekosistemlerin fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için gerekli fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler arasındaki dengeyi sağlayan, yaşayan, dinamik ve doğal bir varlıktır. Anataşın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yollarla ayrışması sonucu toprağın yeniden oluşumu uzun zaman gerektirdiği için, toprak sınırlı ve yenilenmesi çok zor olan doğal bir kaynaktır (Huber vd., 2001). Her ne kadar şu anki topraklar çok uzun süre önce oluşmuş olsalarda toprak oluşumu hala devam etmektedir. Yeni topraklar oluşmakta, gelişmekte ve değişmektedir. Önemli olan nokta toprakların korunmasıdır. Böylece oluşumlarını sürdürerek tamamen tükenmeden kendini yenileyip döngüye devam edebileceklerdir.

Yanlış arazi kullanımından kaynaklanan toprak kayıpları gün geçtikçe artmaktadır. Toprak erozyonu, iklim ve topografik koşullar, Türkiye’de, en ciddi toprak kayıplarına neden olan sebeplerdir ve ülkemize hem ekonomik hem de ekolojik olarak büyük zarar vermektedir. Topraklarımızın neredeyse %86’sı çeşitli seviyelerde erozyona maruz kalmaktadır (Kara vd., 2010).

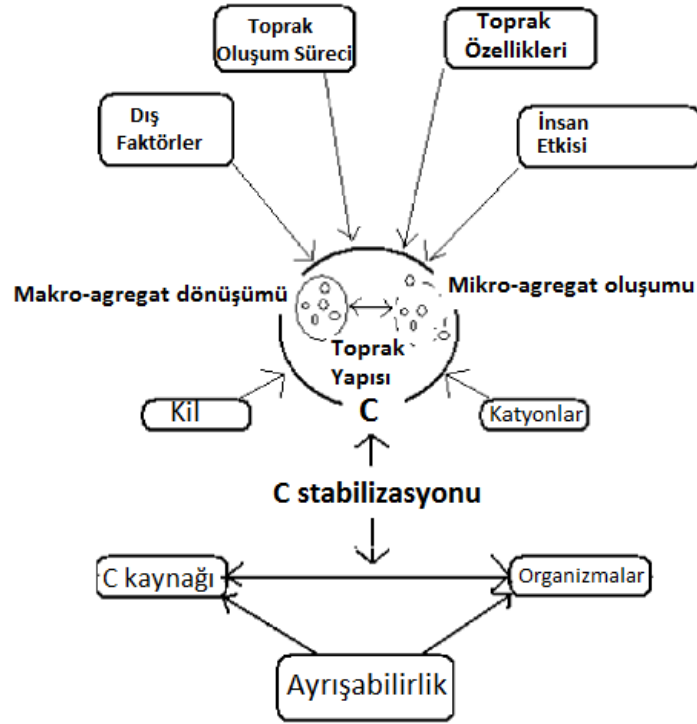
Nüfusu hızla artan ülkemizde, üretimin arttırılmasında birim araziden alınan ürünün arttırılması yerine tarım alanını, tarıma uygun olmayan meyilli arazilere kaydırmak suretiyle genişletmek yoluna gidilmiş ve bu arazilerde toprak muhafaza önlemleri alınmadan uygulanan işlemler erozyonun hızla artmasına neden olmuştur (Akalan,1978).

Doğu Karadeniz Bölgesi’nde artan nüfusa paralel olarak alternatif geçim kaynakları yeterince geliştirilemediğinden, doğal kaynaklar üzerinde olumsuz bir baskı görülmektedir. Orman alanları açılarak tarım alanına dönüştürülmekte, arazi yeteneğine aykırı şekilde kullanılmakta, otlaklar aşırı otlatmaya maruz kalmakta ve ekolojik denge bozulmaktadır. Bir arazi parçasını sınıflamaya tabi tutarak oradan yapılması gereken faydalanma esaslarını tespit ederken, toprağın erodibilite karakteristiğini göz önünde tutmakla beraber o bölgede ekonomik ve sosyal durumu da dikkate almak gerekir. Bununla birlikte arazi parçasından elde edilecek en yüksek ekonomik hâsılayı verecek bir arazi kullanma şeklinin kabul edilmesi gerekir (Balcı, 1978).

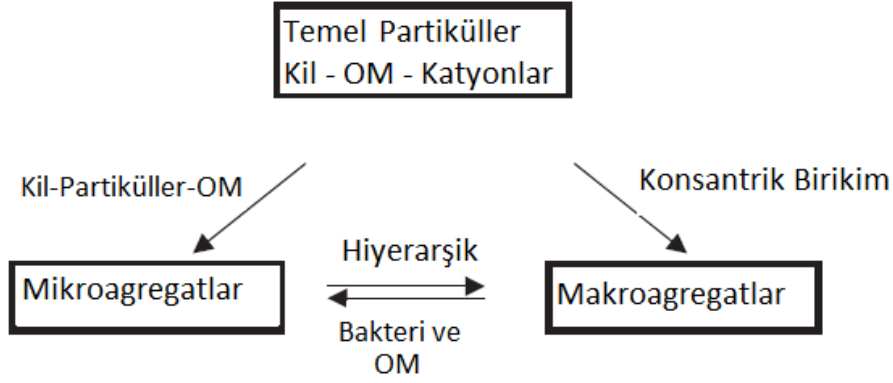
Kantarıcı’nın yaptığı ekolojik değerlendirmeler Türkiye’de ve Doğu Karadeniz Bölgesinde arazinin ne kadar yanlış kullanıldığını vurgulamaktadır. Buna göre; Doğu

Karadeniz Bölgesinde tarım yapılabilir I. II. ve III. sınıf arazilerin oranı toplam arazinin %2,1'idir. Bu oran, Trabzon'da %1.01'dir. Orman olarak kullanılması gereken VI. Sınıf arazide orman alanı; Doğu Karadeniz'de %8,8 olarak belirtilmekte ve tarım alanlarının potansiyel sınırlarını aştığı bildirilmektedir. Buna göre; Doğu Karadeniz'de VI. sınıf orman arazisinin %91,2'si yanlış kullanım altında bulunmaktadır. 1970- 1983 yılları arasındaki 13 yıllık dönemde Doğu Karadeniz Bölgesindeki Orman Bölge Müdürlüklerindeki orman alanlarında büyük azalmalar görülmüştür. Yalnız Trabzon'da orman alanı 1970'te 535, 782 hektar iken 1983'te 523, 141 hektara düşmüştür (Kantarıcı, 1983).

Toprak agregatları, birbirine bitişik bulunan parçacıklardan ayrılan ve çeşitli faktörlerin etkisiyle daha sıkı bağlanmış toprak parçacıklarıdır. Agregatlar arasındaki mesafe, toprakta su-hava değişimini sağlayan boşluk hacmini meydana getirir.



Şekil 1. Toprak agregatlaşması üzerinde etkili faktörler (Bronick ve Lal, 2004)



Şekil 2. Mikro ve Makro agregat oluşumu (Bronick ve Lal, 2004)

Arazi kullanım yöntemleri, özellikle orman alanlarını tarıma çevirme, toprak agregatlaşmasını doğrudan etkilemekte ve makroagregatların yok olmasına sebep olmaktadır. Bu aynı zamanda dolaylı yoldan biyolojik ve kimyasal etmenleri de etkilemektedir (Barto vd., 2010).

Toprak işlemeyle ilgili olarak toprak strüktüründe meydana gelen değişimlerin tespitinde agregat durumunun belirlenmesi önemli bir yer tutmaktadır. Keza, iklim faktörleri ve arazi kullanımındaki farklılıklar; kil, seskioksitler, karbon içeriği, organik maddenin kalite ve miktarı ve biyolojik aktiviteyi kontrol etmesi nedeniyle agregat oluşumu ve stabilitesini de güçlü bir şekilde etkilemektedir.

Toprak agregatlarının, suyun parçalayıcı etkisine karşı direnci tarım topraklarının idaresinde önemlidir. Agregat stabilitesi genellikle toprak organik madde içeriği ile kuvvetli bir korelasyon içerisindedir (Tisdall ve Oades, 1982; Chaney ve Swift, 1984). Örneğin, tarım alanları meraya çevrildiğinde genel olarak organik madde içeriği ve agregat stabilitesinde artış görülür (Clement, 1961; Clarke vd., 1967). Buna karşılık, tarım yapılan topraklarda, organik madde içeriği düşer, toprak strüktürü bozulur ve agregat stabilitesi düşer (Low, 1972; Tisdall ve Oades, 1980). Ancak, agregat stabilitesi, toprak işletme şekline göre, toplam organik madde içeriğinde büyük bir değişim olmadan da değişim gösterebilir (Baldock ve Kay, 1987; Munroe ve Kladvko, 1987). Bu yüzden, eğer agregat stabilitesindeki değişimler organik agregatlaşma ajanlarının etkinlik seviyelerindeki değişimlerden dolayı oluyorsa, bu agregatlaşma ajanlarının dinamik doğasından kaynaklanmakta ve toplam organik karbon içeriğinin ufak bir bölümünü oluşturmaktadır.

Toprak agregatlaşması ekosistem işlevlerini düzenlemede önemli bir etkidir. Toprak boşluklarının boyutlarını, böylece infiltrasyonu, havalanmayı, kök büyümesini ve

topraktaki indirgenme-yükseltgenme olaylarını belirler. Bu faktörler ise biyojeokimyasal döngüleri etkiler (Oades, 1984). Toprak makroagregatları (0.25–2 mm) topraktaki organik madde ayrışmasını engelleyerek karbon depolanmasını artırır (Elliot, 1986, Van Veen ve Kuikman, 1990). Toprak agregatlaşması hidroloji, biyojeokimyasal, karbon depolama ve erozyon kontrolünde oynadığı kritik rolden dolayı, ekosistemlerin işleyişini etkileyebilme potansiyeline sahiptir.

Toprak karbonhidratları genellikle organik çimento maddesidir ve toprak organik maddesinin %10'unu oluşturur (Cheshire ve Mundie, 1979). Arazi kullanımının toprak agregat stabilitesi ve mikrobiyal ekoloji üzerine olan etkilerini anlamak sürdürülebilir ormancılık ve tarım faaliyetleri için önemlidir.

1.2. Literatür Özeti

Toprak, çok çeşitli canlıları barındıran, yer üstünde ve yer altında bulunan canlıların besin ve su ihtiyaçlarını karşılayan, hidrolojik ve biokimyasal döngüler gibi kritik süreçleri destekleyen bir ortamdır (Neary vd., 1999).

Toprak işleme topraktaki besin maddelerinin, mikrobiyal biyokütlenin ve toprak solunumunun kalitesi ve miktarı üzerine etkilidir (Yang vd., 2008; Dube vd., 2009).

Boix-Fayos vd. (2001), İspanya'nın güneydoğu bölgesinde agregat boyut dağılımı, mikro ve makro agregatların toprak horizonları ve toprak özellikleri üzerine olan etkileri araştırmıştır. Çalışma sahasındaki kurak bölgelerde büyük agregatların (> 10, 10– 5, 5– 2 mm) toprakta fazla olduğunu, daha küçük olan agregatların (>1– 0.105 ve 1- 0.105 mm) ise toprağın su tutmasına katkıda bulduklarını belirlemişlerdir.

Eviner ve Chapin (2002), Kaliforniya eyaletinin kuzeyinde yaptıkları çalışmada, bitki, gübre ve arttırılmış CO₂'in toprak agregatlaşması üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçları; bitkilerin toprak agregatlarını mikrobiyal aktivite olduğu sürece etkilediğini, mikrobiyal aktivitenin düşük olduğu alt topraklarda agregatlaşma üzerine etkileri olmadığını ve gübreler ile arttırılmış CO₂'in hiç bir toprak derinliğinde agregatları etkilemediğini göstermiştir.

Milne ve Haynes (2004), Güney Afrika'da çok yıllık ve tek yıllık mera bitkileri ile kaplı alanlarda toprakların organik madde içeriği, mikrobiyal özellikleri ve agregat stabilitesini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, yıllık işlenen mera arazilerinde organik madde kaybının yüksek, mikrobiyal aktivitenin düşük ve toprağın fiziksel özelliklerinin bozulduğunu belirlemişlerdir.

Young ve Mutchler (1977), A.B.D.'de Minesota topraklarının bir kısmında erodibilite araştırması yapmışlardır. Toprak erodibilitesinin regresyon analizinde 10 toprak özelliğinden 5'i (agregat indeksi, dispersiyon oranı, hacim ağırlığı, toz ve ince kum yüzdesi ve topraktaki montmorillonit miktarı) erodibilitedeki (K) değişkenliğin %90'ını açıklamıştır ($R^2=0.90$). Bu değişkenlerden 2 tanesi (agregat indeksi ve montmorillonit yüzdesi) K' daki değişkenliğin %75'ini açıklamıştır.

Öztan (1980), Trabzon-Meryemana deresi yağış havzasında orman ve mera arazisinde otlatmanın etkilerini incelemiş ve orman topraklarında otlatmanın erozyon eğilimini artırıcı yönde etkileri olduğunu belirlemiştir. Yani otlatmaya açık orman topraklarının, otlatmaya kapalı orman topraklarına oranla erozyona daha az dayanıklı olduğunu tespit etmiştir.

Karagül (1994), Trabzon-Söğütlüdere Havzası'nda farklı arazi kullanım şartları altındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırdığı çalışmada tarım, orman ve mera alanlarındaki arazi kullanım şekillerine göre, dispersiyon oranı, kolloid/nem ekivalanı oranı, toz yüzdesi, solma noktası, geçirgenlik, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, ateşte kayıp, organik madde, pH, iskelet içeriği ve kök oranı değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farkların olduğunu belirlemiş ve araştırma alanı topraklarının erozyona duyarlı olduklarını saptamıştır.

Gökbulak (1998), otlatmanın toprağın hidro-fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla Kemerburgaz-Taşlıdere havzasında yaptığı bir araştırmada, toprak özelliklerinin; arazi kullanımı, toprak derinliği ve çiğnenme derecesine bağlı olarak değişimi üzerinde durmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, toprakların sıkışması nedeniyle otlak alanındaki toprak özellikleri ile orman ve korunmuş alandaki toprak özellikleri arasında önemli farklılıklar tespit etmiştir. Özellikle otlatmaya açık alandaki toprakların su tutma kapasitesi, permeabilite, toplam boşluk hacmi ve organik madde miktarı gibi özelliklerin otlatmadan korunmuş alan ve orman alanına göre daha düşük, hacim ağırlığının ise daha yüksek olduğunu ifade etmiştir.

Korkanç (2003), Bartın yöresinde arazi kullanım sorunlarını araştırdığı çalışmada araştırma alanı topraklarının, 3 erozyon eğilim indeksine (dispersiyon oranı, kolloid-nem ekivalanı ve erozyon oranı) göre erozyona duyarlı olduğunu belirlemiştir.

Bozali (2003), Kahramanmaraş Sır Barajı yağış havzasında yapılan bir çalışmada farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların erozyon eğilimleri araştırılmış ve her üç arazi kullanım şeklinde de (tarım, orman, mera) topraklar erozyona duyarlı bulunmuştur.

Yılmaz (2007), farklı arazi kullanımlarının şekilleri altındaki toprakların bazı hidro-fiziksel özelliklerinin araştırıldığı Sinop İli Erfelek Baraşı Yağış Havzasındaki çalışmada: Arazi kullanım şekli ve anakaya türüne göre çeşitli toprak özellikleri arasında önemli farklılıklar bulundu. Erozyon eğilim indeksleri (dispersiyon oranı, erozyon oranı, kolloid-nem ekivalanı oranı) araştırma havzası topraklarında sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Bu sonuç baraj havzasında toprakların erozyona duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Fu ve ark. (2000), Arazi kullanım değişikliklerinin toprak erozyonu, besin elementi dağılımı ve toprak nemini üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; orman yada meradan eğimli tarım alanına dönüştürülen yüksek erozyon riski altındaki alanlara tampon görevi görecektir. Çalı türlerinin şeritler halinde dikilmesiyle hem toprağın erozyondan koruyacağını hem de çalı ve orman gruplarının birleşmesiyle biyolojik çeşitliliğin artacağını belirtmişlerdir.

Varela vd. (2001), yaptıkları çalışmada; 1998-1999 yılları arası kuzeybatı İspanya’da eğim değişikliği ve orman açmadan sonra oluşan toprak tahribatını incelemişlerdir. Ayrıca, alınan toprak örneklerinde; hacim yoğunluğu, toplam porozite, agregat stabilitesi ve toprağın tekstürü gibi özellikler belirlenmiştir. Çalışmada toprak tahribatı üzerinde en büyük etkiyi eğimin yaptığını, toprağın tekstürü ile ilişkili özelliklerin dışındaki fiziksel özelliklerin çabuk bir şekilde düzeldiğini ve eski halini aldığını ifade etmişlerdir.

İslam ve Weil (2000), “Bangladeş’in Tropik Orman Ekosistemlerinde Toprak Kalitesi Özellikleri Üzerine Arazi Kullanım Değişikliklerinin Etkileri” adlı araştırmalarında, bitişik arazilerde bulunan *Shorea robusta* doğal ormanı, otlak ve işlenmiş tarım arazilerinden toprak örnekleri alınarak incelemeler yapmışlardır. Çalışmada, arazi kullanımı/arazi örtme değişiklikleri (doğal ormanın tahribatı ve toprakların sonradan işlenmesi) ile toprak yüzeyinin sertleştiği ve önemli derecede bazı toprak özelliklerinin (toz ve kil içerikleri, porozite, agregat stabilitesi, N, C v.b.) azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan araştırmada, toprak işlemenin yapıldığı alanlar altında önemli bir toprak kalitesi bozulmasının (% 44) yaşandığını belirlemişlerdir.

Ovuka (2000), Kenya’da kahve üretiminin başlamasından sonra arazi kullanımındaki değişimleri saptamak amacıyla hava fotoğrafları değerlendirmiş, 1958’den 1996 yılına kadar geçen sürede ağaç örtüsünde bir azalma olduğu, eğimli yamaçlarda

tarımsal uygulamaların erozyonu artırdığı ve topraktaki organik madde miktarını azalttığı vurgulanmıştır.

Çelik (2004), Türkiye'nin Güney Akdeniz'deki dağlık bölgesinde yapmış olduğu çalışmada; arazi kullanım şekillerinin, organik madde ve fiziksel toprak özellikleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu maksatla, otlaktan tarıma dönüştürülmüş alan, otlak alanı ve orman alanı olmak üzere üç arazi kullanım şekli seçmiştir. Toprakların 0-20 cm. derinlik kademesindeki organik madde miktarları otlaktan tarıma dönüşmüş alanlarda önemli derecede (ortalama %49 oranında) bir azalış göstermektedir. Oysaki orman ve otlak alanlarındaki toprak organik maddesi hemen hemen benzer olup, her bir arazi kullanım şeklinde derinlikler bakımından toprak organik madde miktarı önemli bir fark göstermemiştir.

Toprakların agregat dağılımları ve stabilite ölçümleri toprakların kalite göstergesi olarak kabul edilmektedir (Six vd., 2000). Agregat stabilitesi aynı zamanda erozyona karşı dayanıklılığın da bir göstergesidir. Bu bakımdan topraklardaki agregatlaşma ve agregatların dayanıklı (stabil) olması ayrıca önemlidir. Agregat stabilitesi ölçümleri toprak agregatlarının bozulmayı oluşturan çevresel etmenlere karşı direncinin belirlenmesinde önemli bir parametredir (Hillel, 1982).

Agregat stabilitesi üzerinde çeşitli toprak özellikleri etkili olmaktadır. Toprakların organik madde kapsamı ve kimyasal yapıları özellikle agregat dayanıklılığını sağlamaları bakımından önemlidir. Agregatlaşma ile organik madde arasındaki yakın ilişki humik maddelerin toprak taneciklerini bağlamasından ileri gelmektedir (Haynes ve ark. 1997; Shepherd ve ark. 2001).

Toprak agregat stabilitesi toprağın sürdürülebilirliği ve ürün üretim verimi için önemli olan bir toprak özelliğidir. Agregat stabilitesini tanımlayıp, açıklamak zordur. Agregat stabilitesi testleri toprakların su, rüzgar ve işlenmeye karşı gösterdikleri tepkiyi anlayıp açıklamaya yarar. Bir çok yöntem ile agregat stabilitesi çeşitli şekillerde farklı başarı seviyelerinde tespit edilmiştir. Yöntemlerdeki farklılıklar agregat stabilitesi hakkında vardıkları sonuçları karşılaştırmayı karmaşık ve zor bir hale getirmektedir. Agregat stabilitesini diğer, toprak erodobilitesi ve kabuklanma potansiyeli gibi, toprak özellikleri arasında sabit bir korelasyona kurmakta zordur. (Amezket, 1999)

Toprak agregatlaşması; farklı boyutlardaki agregatların organik ve inorganik maddeler tarafından bir araya getirilip bağlanması olayıdır. Bu yüzden, bu süreç içerisinde oluşum ve stabilizasyon (dengelenme) evrelerine sahiptir. Arazide bu işlemler az veya çok

sürekli bir şekilde oluşur ve hatta aynı zamanda dahi olabilirler. Bu, işlemler arasındaki ayrımı karmaşık bir hale getirmektedir. Yine de bazı yazarlar agregat oluşumunun temelde fiziksel güçlerin sonucu olarak meydana geldiğini, agregat stabilizasyonunun ise organik ve inorganik stabilizatör maddeler gibi bir kaç faktöre bağlı olduğunu belirlemiştir (Lynch ve Bragg, 1985; Oades, 1993; Dalal ve Bridge, 1996). Ancak, toprak agregatlaşması için kil topaklanması ön koşuldur (Dexter, 1988).

Tisdall ve Oades (1982) suya dayanıklı makro-agregat stabilitesinin toprak yönetimine, mikro-agregat su stabilitesinin ise toprak yönetimine bağlı olmadığına belirlemiştir. Ancak, Kay ve Dexter (1990), Curtin vd. (1994), Watts vd. (1996) toprak işleme şekillerini zaman içerisinde incelediklerinde toprak işlemenin kil parçalanabilirliğine etkisi olduğunu gözlemlemiştir. Amézketa vd. (1996) makro-agregat stabilitesi ve dört tarım sistemi arasındaki ilişkileri incelediği çalışmada toprak oluşturan faktörleri sabit tutup sadece toprak işlenmesini farklı yapmıştır. Düşük girdi, organik, geleneksel dört ve iki yıllık ürün sistemleri domatesin büyüme periyodu süresince gözlemlenmiştir. Organik ve geleneksel yöntemler arasında makro-agregat stabilitesi bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir. Organik yöntemde makro-agregat stabilitesi en yüksek iken geleneksel yöntemde en düşük stabiliteye rastlanmıştır. Bu sonuçlar Reganold vd. (1987) ve Reganold (1988)'ın bulgularıyla paraleldir. Toprak işleme, sulama, organik madde takviyesi, ürün rotasyonu, jips takviyesi ve toprağın yapısal stabilitesi üzerinde etkili maddeler takviyesi gibi yönetim uygulamalarının kombinasyonlarının farklı tarım sistemleri ve özellikle agregat stabilitesi üzerinde farklı etkileri bulunmaktadır. Toprak kullanımının agregatlaşma üzerine olan etkilerinin tam olarak anlaşılması uygulamaların toprağın yapısal stabilitesini iyileştirecek şekilde düzeltilmesine katkı sağlayacaktır. Toprakları iyileştirmek için hangi uygulamanın daha uygun olduğunu belirlerken toprak yapısının hiyerarşik düzenine (mikro ve makro agregatlaşma) mutlaka dikkat edilmelidir.

Fattet ve ark. (2011), Bitki örtüsünün agregat stabilitesi ve kayma direncine etkilerini araştırmıştır. Oldukça şiddetli erozyona maruz kalan güney Çin'in Yunnan ilinde 4 farklı arazi kullanımı şekilleri altındaki topraklarda organik karbon, sıcak suda çözünen karbon, tekstür, demir ve alüminyum analizleri yapılmıştır. Toprak kohezyon kuvveti ve ıslanmadan sonraki ortalama çap boyutu arasında pozitif doğrusal ilişkiye rastlanmıştır. Bu çalışmada farklı türlerin bir arada bulunduğu alanlarda kaymayı daha çok önlediği ve toprakta agregatlaşmayı daha iyi sağladığı tespit edilmiştir.

Soulides and Allison (1961), Tisdall vd. (1978), Lehrsched vd. (1991), ve Mulla vd. (1992) ıslanma-kuruma döngülerinin makro-agregat stabilitesini azalttığını belirlemişlerdir. Ancak, Utomo ve Dexter (1982), Dexter vd. (1988), ve Barzegar vd. (1995) bu döngülerin su bazlı makro-agregatlara yol açtığını belirlemişlerdir. Singer vd. (1992) ıslanma-kuruma döngülerinin kil türüne göre yapay agregatların stabilitesi üzerine etkileri olduğunu belirtmiştir.

Toprak mikrobiyal biyokütle kavramı ilk defa Jenkinson (1966) tarafından ileri sürülmüştür. Toprak mikrobiyolojisinde güvenli ve uygun olarak standardize edilmiş bir yöntemin yokluğundan dolayı, mikrobiyal biyokütle havuzu uzun zaman önemsenmemiş ya da mikrobiyal sayıya dayanılarak mikrobiyal biyokütle tahmini yapılmıştır. Ancak bu durum çoğunlukla Jenkinson ve Powlson (1976) mikrobiyal biyokütlerde tutulan karbon miktarının dolaylı olarak belirlenmesi için klorofom fümigasyonu ve inkübasyonu yöntemini ortaya atmışlardır (Insam, 2001; Powlson vd., 2001).

Mikrobiyal biyokütlenin ekosistem içindeki temel görevleri arasında organik maddeleri ayrıştırmak, organik ve anorganik maddelerden N, P, K, S ve diğer iyonları mineralize etmek, besin elementlerini stoplazma içinde tutarak topraktan yıkanmasını engellemek, topraktaki zehirli maddeleri ayrıştırmak veya bünyelerinde biriktirmek yer alır. Mikrobiyal biyokütlenin diğer temel görevleri ise bitkilerin su ve besin elementi alımını artırmak, toprakların kırıntılı yapı kazanmasını sağlamak, humik maddeleri sentezlemek, zararlı toprak mikroorganizmaları ile mücadele etmek, antibiyotik üretmek, tohumların çimlenme engellerini kaldırmak, toprak oluşum ve gelişim olaylarına katılmak şeklinde özetlenebilir (Christensen 1989).

Ölü ve/veya diri bakteriler, hifler, vesicular-arbuscular mikorizal mantarlar, ve saprofit mantarlar agregatlaşmayı sağlayan ana mikroplardır. Tisdall and Oades (1982) tarafından geçici bağlayıcı ajanlar olarak tanımlanmışlardır. Bir çok araştırmacı mikrobiyal biyokütle ve su bazlı agregatlar, makro-agregatlar, arasında önemli bir korelasyon belirlemişlerdir (Gupta ve Germida, 1988; Carter, 1992; Sparling vd., 1992; Bruce vd., 1992; Kandeler ve Murer, 1993; Amézqueta vd., 1996b). Mikroorganizma yüksek moleküler ağırlığa sahip bileşenlerin mineralizasyonundan sorumlu enzimleri üretirler (Kandeler ve Murer, 1993), toprak partiküllerini bağlayan ve toprak agregatlarını stabilize eden hücre dışı polisakaritleri (Chaney ve Swift, 1986a; Baldock vd., 1990; Chenu, 1993) ortama verirler. Bu zımk görevi gören maddeler kısa ömürlü olarak görülmektedir (Tisdall ve Oades, 1982) bunun sebebi ise mikroorganizmalar tarafından sürekli ve hızlı bir

şekilde ayrıştırılmalarıdır.

Arazi kullanımı, toprak mikroorganizmaları tarafından sağlanan etkileşimler ile toprak C içeriğini değiştirebilir (Dube vd., 2009).

Mikrobiyal komünite çevresel değişimlere heterojen tepkiler veren çok çeşitli türler içermektedir. Mikroorganizmalar ekosistemde meydana gelen bozulmalar yüzünden dayanıklılıklarını kaybedip besin döngüsü ve toprak yapısını korumadaki normal görevlerini yerine getiremez hale gelebilirler (Brady ve Weil, 1999).

Franzluebbbers vd. (1999) mikrobiyal biyokütlenin agregatların fiziksel stabilizasyonunda, doğal ve sentetik organik ıslah edicilerin (gübrelerin) ayrıştırılmasında ve bitki besin maddesi dinamiğinde üstlenmiş olduğu önemli rollerden dolayı toprak kalitesi değerlendirmelerinin önemli bir bileşeni olduğunu ifade etmektedirler.

Anderson ve Domsch'a (1986) göre toprakların mikrobiyal biyokütle karbon (Cmic) miktarı organik karbon (Corg) içeriği ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle Cmic/Corg oranı kullanılarak C birikimi veya kaybı belirlenebilir.

1.3. Çalışmanın Amacı

Toprak agregat dayanıklılığı; hava-su girişi ve değişimi, kök yayılışı, erozyona karşı dayanıklılık bakımından önemli bir toprak özelliğidir. Toprak agregat dayanıklılığı üzerinde birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri etkili olmaktadır. Ancak, biyolojik toprak özelliklerinin (mikrobiyal biyokütle ve aktivite) agregat dayanıklılığı ile ilişkisini ortaya koyan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Çalışma kapsamında farklı arazi kullanım biçimleri altındaki toprakların agregat dayanıklılığı ile mikrobiyal biyokütle ve mikrobiyal aktivitesi araştırılmıştır.

Agregat dayanıklılığı toprakların erozyona duyarlılığını ortaya koyan önemli bir erodibilite indeksidir. Dolayısıyla, Trabzon ilinin su ihtiyacını karşılayan Atasu Baraj gölü çevresinde yapılacak bu çalışma arazi kullanma biçimlerinin agregat dayanıklılığına ve erozyona etkisini ortaya koymak bakımından da önemlidir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Trabzon ili Maçka ilçesi Galyan-Atasu Barajı havzası araştırma alanının topoğrafik haritaları (1/25.000), havzanın jeoloji haritası, amenajman planı (2002 – 2011) ve meşcere haritası, araştırma alanına ait iklim verileri ve farklı arazi kullanım şekillerinden (tarım, orman ve mera) alınan toplam 180 adet adet silindir örneği araştırma materyalini oluşturmaktadır.

2.2. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

2.2.1. Mevki

Araştırma alanları, ülkemizin Doğu Karadeniz bölgesindeki Trabzon ili Maçka ilçesinde, 39° 38' – 39° 47' doğu boylamları ile 40° 35' – 40° 51' kuzey enlemleri arasında yer almakta olup idari yönden Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü'nün Esiroğlu Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalmaktadır. Araştırma alanında Galyan Dere ve Şimşirli Dere havzaları olmak üzere iki adet havza bulunmaktadır. İki havzadan gelen Galyan ve Şimşirli derelerinin birleşiminde ise bir adet içme suyu ve enerji üretimi için inşa edilmiş Galyan-Atasubarajı bulunmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Araştırma alanının üç boyutlu görünümü

2.2.2. İklim

Araştırma alanı içerisinde iklim özelliklerinin belirlenmesini sağlayacak uygun bir meteoroloji istasyonu bulunmamaktadır. Araştırma alanına en yakın meteoroloji istasyonu Trabzon'da yer almaktadır. Bu yüzden iklim özelliklerinin belirlenmesinde Trabzon Meteoroloji İstasyonu verilerinden yararlanılmıştır.

Araştırma alanı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer almakta olup, bölgenin iklimi, kışları ılık, yazları sıcak ve yüksek yağışlara sahiptir (Çepel, 1988). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde denize paralel sıradağların olması, rutubetli deniz rüzgârlarının bölgeye bol miktarda yağış bırakmasına sebep olur. Dağların yüksek oluşu ve hakim deniz rüzgarlarına karşı istikametleri bölgenin yağış rejimine tesir etmektedir. Ayrıca, sahile paralel uzanan, sıradağları yer yer kesen akarsu vadileri ise deniz ikliminin içerilere kadar etkili olmasını sağlamaktadır (Türüdü, 1981). Derin akarsu vadilerinin çok dik yamaçlarının bakışı, deniz ikliminin alınışını değiştirmektedir. Böylece ağaç türlerinin yayılışı bakı/deniz etkisi ilişkisinden etkilenmektedir (Kantarıcı, 2005). Galyan deresi (Şimşirli dere Galyan deresinin yan kolu) Değirmendere'nin yan kolu olup sahilden yaklaşık 17 km uzaklığında Değirmendere'ye bağlanmaktadır. Sahilden Değirmendere vadisi ile kuzey-güney doğrultusu boyunca gelen nemli deniz rüzgârları, aynı zamanda Galyan vadisinde de etkili olmaktadır (Usta, 2011).

Tablo 1. Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nuna ait bazı ölçümler (DMİGM).

Ölçüm Süresi : 1975 - 2010

Enlem : 41°00'

Yükselti : 30 m

Boylam: 39°43'

Meteorolojik Ölçümler	AYLAR												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ort.Sıc. (°C)	7,3	7,0	8,5	11,8	15,8	20,4	23,2	23,4	20,2	16,4	12,3	9,3	14,6
Ort. En Yük. Sıcaklık (°C)	10,8	10,7	12,2	15,7	19,0	23,5	26,3	26,9	23,9	20,0	16,2	12,9	18,2
Ort. En Düş. Sıcaklık (°C)	4,4	4,1	5,5	8,7	12,7	16,9	20,0	20,3	17,1	13,4	9,3	6,3	11,6
Ort.Güneşlen Süresi (saat)	2,5	2,9	3,4	4,1	5,5	6,7	5,6	5,4	4,9	4,2	3,4	2,5	4,3
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	13,5	13,0	14,0	14,8	13,2	11,3	8,4	9,7	12,0	13,8	13,1	13,0	12,5
Ortalama Yağış (mm)	78,0	63,7	59,8	59,5	52,9	51,2	38,3	46,8	77,0	121,6	100,4	83,5	832,7

Araştırma alanının iklim özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla, ölçüm değerlerinden yararlanılan Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nun bazı ölçümleri Tablo 1'de verilmiştir.

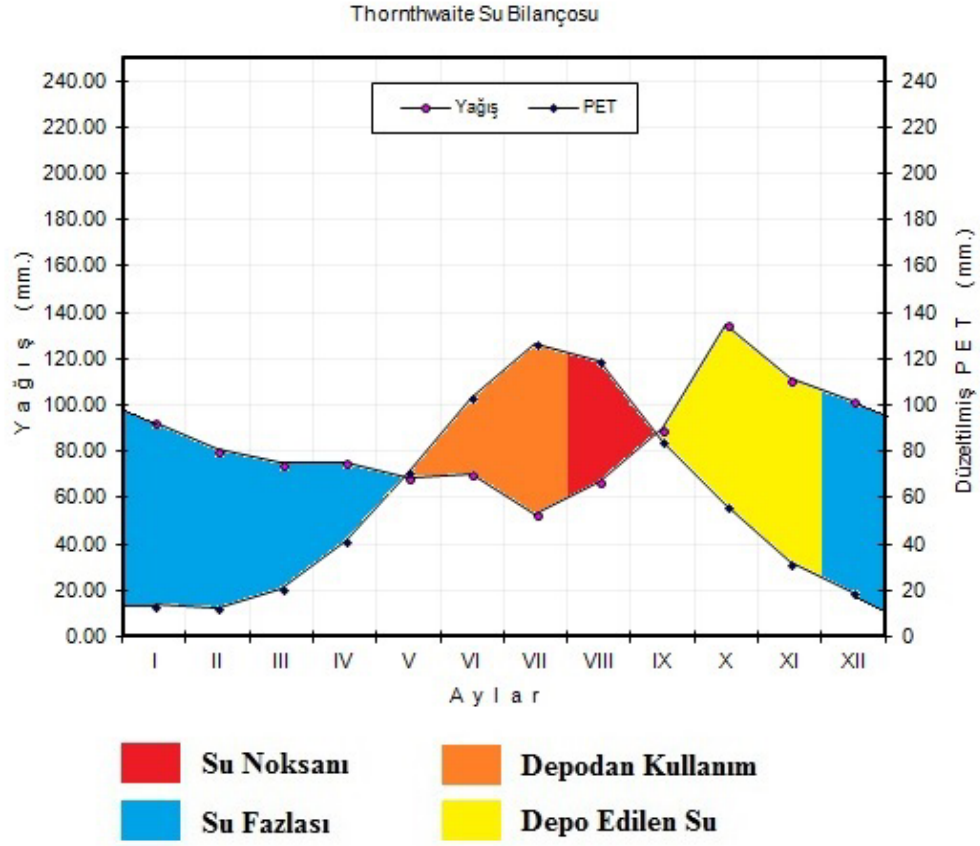
Araştırma alanında örnekleme noktalarının bulunduğu alanların yükselteleri 375-525 metre arasında değişmektedir. Yükselti farkının olması araştırma alanında sıcaklık farklarına sebep olacağı düşünülmektedir. Her 100m'lik yükselti artışı ile sıcaklığın 0.5°C azaldığı ifade edilmektedir (Erinç, 1996). Çalışma alanında meteoroloji istasyonu olmadığı için, araştırma alanının her bir yükselti basamağına ait sıcaklık değerlerinin hesap edilmesinde Trabzon Meteoroloji istasyonunun verileri kullanılarak 100m'lik yükselti artışı için sıcaklığın 0.5°C azaldığı kabul edilmiştir.

Yükselti ile yağış rejimi arasında bir ilişki olduğu ve deniz seviyesine göre ise 100m'lik yükselti farkının yılda 45-55 mm arasında yağışı arttıracakı belirtilmektedir (Erinç, 1996). Yükselti ile yağış arasındaki ilişkiyi ortaya koymak maksadıyla çeşitli formüller geliştirilmiştir. Bu formüllerden Schreiber tarafından geliştirilen formülün ($Y_h = Y_o \pm 54h$) Türkiye'nin dağlık arazi şartlarında daha iyi sonuçlar verdiği araştırmalarla ifade edilmektedir (Ardel, 1969).

Tablo 2. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı ortalama yükseltisinin (450 m) su bilançosu

İklim Ölçmeleri	AYLAR	Enlem :41°00'												Boylam :39°43'		Yıllık
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İçi	Dışı	
Sıcaklık	°C	5,3	4,9	6,2	9,9	13,7	18,1	21,0	21,1	18,0	14,1	10,2	7,1			12,5
Sıcaklık indisi	i	1,1	1,0	1,4	2,8	4,6	7,0	8,8	8,8	7,0	4,8	2,9	1,7			51,9
Düzeltilmemiş PE	mm.	16,4	14,8	20,2	37,3	57,0	82,1	99,8	100,4	81,5	59,2	38,8	24,1			
GSG PE		0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80			
Düzeltilmiş PE	PET	13,7	12,3	20,8	41,4	71,1	103,6	126,8	119,2	84,6	56,7	31,9	19,3	593,7	107,5	701,3
Yağış	y	92,6	80,6	74,8	75,4	68,8	70,3	52,9	67,3	89,9	135,1	111,5	101,7	595,5	424,9	1020,3
Depo Değişikliği	Dd	-	-	-	-	-2,3	-33,3	-64,4	-	5,3	78,4	16,3	-			
Depolama	D	100,0	100,0	100,0	100,0	97,7	64,4	-	-	5,3	83,7	100,0	100,0			100,0
Gerçek E.	GET	13,7	12,3	20,8	41,4	71,1	103,6	117,2	67,3	84,6	56,7	31,9	19,3	532,2	107,5	639,8
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	-	9,5	52,0	-	-	-	-	61,5	0,0	61,5
Su Fazlası	Sf	78,9	68,2	54,0	33,9	-	-	-	-	-	-	63,2	82,4	63,2	317,3	380,5
Yüzeysel Akış	Yül	80,6	73,5	61,1	43,9	17,0	-	-	-	-	-	31,6	72,8	48,6	332,0	380,5

Ortalama yükselti kuşağında; B2 B'1 r b'4 sembolleri ile tanımlanan “Nemli, orta sıcaklıkta (mezotermal), su noksanı olmayan veya pek az olan, okyanus (deniz) iklim tipi” hakimdir (Tablo 2).



Şekil 4. 450 m ortalama yükselti kuşağı iklim diyagramı

Şekle göre ortalama yükselti kuşağında su noksanı bulunmamaktadır. Ancak, VII. ve VIII. aylarında yağış potansiyel evapotranspirasyonu karşılayamadığı için toprakta depo edilen sudan yararlanılmaktadır (Şekil 4).

2.2.3. Bitki Örtüsü

Dünya flora bölgelerinden Holarktık bölgenin Euro – Siberian (Euxine – Colchis) flora alanının Kolşik (Colchis) kesiminin kuzeyinde bulunan çalışma alanı, Davis (Davis, 1965-1988)'in grid sistemine göre A7 karesi içindedir (Anşin, 1983- Zohary, 1973).

Araştırma alanı, Esiroğlu (Şahinkaya) Orman İşletme Şefliği sınırları içindedir. Son yapılan amenajman planına (2002-2011) göre; Ladin (*Picea orientalis*) ve Kayın (*Fagus orientalis*) araştırma alanının ana ağaç türleridir. Ayrıca, Kızılağaç (*Alnus glutinosa*), Gürgen (*Carpinus betulus*), Gök nar (*Abies nordmanniana subsp. nordmanniana*), Kestane (*Castanea sativa*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Kavak (*Populus nigra-Populus tremula*), Şimşir (*Buxus sempervirens*), Meşe (*Quercus ssp.*), Fındık (*Corylus ssp.*) türleri de asli

ağaç türleriyle karışık, küçük grup veya küme halinde, saf veya karışık olarak bulunurlar

Amenajman planında belirtilen diğer bitki türleri; Ormangülü (*Rhododendron ponticum/Rhododendron luteum*), Orman Sarmaşığı (*Hedera helix*), Isırgan Otu (*Urtica dioica*), Böğürtlen (*Rubus canescens*), Yabani Üvez (*Sorbus torminalis*), Ayı Üzümü (*Vaccinium ssp.*), Çobanpüskülü (*Ilex aquifolium*), Mürver (*Sambucus ssp.*), Funda (*Erica ssp.*), Yabani Çilek (*Fragaria vesca ssp.*), At Kuyruğu (*Equisetum maximum ssp.*), Kızılcık (*Cornus mas*), Çayır otları v.b. (TOBM-OAP, 2002-2011).

Yapılan çalışma bitki sosyolojisine yönelik bir çalışma olmadığından araştırma alanında çoğunlukta olan bitkiler üzerinde durulmuştur. Araştırma alanında Ladin ve Kayın hakim türlerdir ve geniş alanlarda yayılış gösterirler. Kayın, Ladine göre daha düşük rakımlarda, yetiştirme ortamı şartlarının daha iyi olduğu havzalarda, çoğunlukla karışık, az olarak da saf halde bulunur.

Araştırma alanının diğer önemli türü de Kızılağaç'tır. Daha çok dere içlerinde ve kayalık kısımlarda diğer yapraklı türlerle karışık ve saf halde bulunmaktadır.

2.2.4. Jeolojik Yapı

Anadolu'nun tektonik birlikleri sınıflamasında Doğu Pontidler olarak adlandırılan Doğu Karadeniz Bölgesi; kuzeyde Karadeniz, güneyde Çoruh vadisi ve Kuzey Anadolu Fayı, doğuda Küçük Kafkaslar ve batıda ise Kızılırmak vadisi ile sınırlanır (MTA).

Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda kalan araştırma alanında yüzeyleyen kayaçlar Erken Jura-Kuvaterner zaman aralığında oluşmuştur. Havzadaki en eski birim Liyas yaşlı Hamurkesen Formasyonu olup asıl bileşenleri bazalt, andezit, dasit lav ve piroklastları ile kırmızı kumlu kireçtaşlarından oluşur. Üzerine gelen resifal kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve çörtlü kireçtaşlarından oluşan Berdiga Formasyonu, Geç Jura-Erken Kretase yaşlıdır. Havzada Geç Kretase yaşlı volkanik karakterli üç farklı birim yer alır. Bunlar kumtaşı, killi kireçtaşı ve siltaşı arakatlı bazalt-andezitlerden oluşan Çatak Formasyonlarıdır. Bu istif içerisinde Kaçkar Granitoyidi zaman zaman sokulum yapmıştır (Gültekin vd., 2003).

Havzada yüzeyleyen birimler genellikle geçirimsizlikleri oldukça düşük olan ve akifer özelliğinde olmayan tortul ara katlı volkanik kayaçlardır (Gültekin vd., 2003). Jeoloji haritasından da görüleceği üzere, araştırma alanında çalışılan Hamurkesen Formasyonu ve Kaçkar Granitoyidi birimleri havzada en fazla (%87.5) yüzeyleyen formasyonlardır (Şekil 6). Bu sebeple, araştırma alanının jeolojik altlığı olarak bu formasyonlarda çalışılmıştır.

Hamurkesen formasyonu genellikle mor, yeşilimsi gri renkli bazalt, andezit, dasit, lav ve piroklastlarından oluşur. Birim içinde yer yer killi kireçtaşı, şeyl ve kumtaşı ara tabakaları bulunur. İntergranüler, mikrolitik, porfirik dokulu bazalt lavları bol olivinlidir. Bazaltilarda albitleşme, serisitleşme ve kloritleşme yaygın olup seyrek olarak yastık yapıları görülür.

MTA tarafından yapılan incelemelerde Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları (Berdiga formasyonu) tarafından uyumlu olarak üstlenen formasyonun stratigrafik konumu ve bölgesel korelasyon sonuçlarına dayanılarak Liyas yaşında olduğu kabul edilmiştir.

2.3. Yöntem

Bu çalışma; hazırlık, arazi, laboratuar ve değerlendirme çalışmaları olmak üzere 4 aşamadan oluşmaktadır.

Hazırlık Çalışmaları;

- Araştırma Alanına Ait Haritaların Sayısallaştırılması
- Toprak Örnekleme Yerlerinin Belirlenmesi

Arazi Çalışmaları;

- Toprak Örneklerinin Alınması
- Mevkii Özelliklerinin Belirlenmesi

Laboratuar Çalışmaları

- Toprak Örneklerinin Hazırlanması
- Toprak Mekanik Analizi
- Organik Madde ve pH Tayinleri
- Hacim Ağırlığı ve Tane Yoğunluğu Tayinleri
- Agregat Stabilitesi
- Mikrobiyal Biyokütle C (Cmic) Tayini

Sonuçları Değerlendirme

- Varyans Analizi
- Korelasyon Analizi

2.3.1. Hazırlık Çalışmaları

Farklı arazi kullanımlarının toprağın agregat stabilitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmanın hazırlık aşamasında, öncelikle araştırma alanında yapılacak çalışmaya altlık sağlayacak, araştırma alanına ait 1/25.000 ölçekli memleket haritaları, jeoloji haritaları sayısallaştırılarak alanın sayısal arazi modeli elde edilmiştir.

2.3.1.1. Toprak Örnekleme Yerlerinin Belirlenmesi

Trabzon ili Maçka ilçesi Galyan deresi üzerinde yapımı süren Galyan-Atasu Barajı, tesis amacı içme suyu ve enerji üretimi olan bir baraj niteliğindedir. Baraj havzasındaki farklı arazi kullanımları dikkate alınarak, seçme örnekleme yöntemine göre örnek alanların yerleri belirlenmiştir. Yerleri belirlenen örnek alanların koordinatları GPS yardımı ile kayıt edilmiştir. Silindir örneği alınacak yerlerin seçiminde arazi kullanım şekillerinin temsil edilmesine ve homojen dağılımlara dikkat edilmiştir.



Şekil 6. Toprak örnekleme noktalarından görüntüler

2.3.2. Arazi Çalışmaları ve Toprak Örneklerinin Alınması

Araştırma alanındaki farklı arazi kullanımlarını (orman, tarım ve mera) temsil edecek şekilde fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerini belirlemek için her bir alandan 30 adet olmak üzere 90 adet toprak örneği alınmıştır.

Toprak örnekleri elverişli hava koşullarında alınmış ve bir önceki günün yağışsız olmasına dikkat edilmiştir. İnsan ve hayvanlar tarafından çiğnenmemiş sahalardan, heyelan birikintilerinden, toprak akması, kayalık, yaya yolu gibi arızalı yani doğal strüktürü bozulmamış yerler olmasına dikkat edilmiştir (Özyuvacı, 1978).

Aynı noktalardan biyolojik toprak özelliklerini (mikrobiyal biyokütle karbon) belirlemek için üst topraktan arazide yaş olarak 2 mm'lik elekten elenmiş (Şekil 7) ve nemlerini kaybetmemeleri için plastik poşetlere konulmuştur (Şekil 7).



Şekil 7. Biyolojik analizler için üst toprak örneği alınması

2.3.3. Laboratuvar Çalışmaları

2.3.3.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Araştırma alanlarındaki örnek alanlardan alınan torba örnekleri laboratuvarda toprak öğütme ve kurutma odasında kurutma raflarına gazete kâğıtları üzerine serilerek hava kurusu hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelen toprak örnekleri, porselen havanda öğütülmüş ve 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra naylon torbalara doldurularak analize hazır hale getirilmiştir. Mikrobiyal biyokütle C içeriği miktarlarını

belirlemek için alınan toprak örnekleri analizler yapılncaya kadar buzdolabında (+ 4° C) saklanmıştır.

Silindir örnekleri ise arazi çalışması dönüşünde, bekletilmeden analize tabi tutulmuştur. Alınan toprak örnekleri üzerinde tekstür, hacim ağırlığı, dane yoğunluğu (özellik ağırlık), gözenek hacmi (porozite), kireç, elektriksel iletkenlik, organik madde ve pH gibi özellikler belirlenmiştir.

2.3.3.2. Mekanik Analiz ve Toprak Türü

Toprakların mekanik analizi 2mm'lik elekten geçirilmiş toprak örneklerinde Bouyoucos'un hidrometre yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Irmak, 1954; Gülçur, 1974; Arp, 1999). Bulunan kum, toz ve kil yüzdelere göre uluslararası toprak tekstür üçgeni kullanılarak toprak türü belirlenmiştir (Çepel, 1995).

2.3.3.3. Organik Madde

Organik madde tayini, Walkley-Black ıslak yakma yöntemine göre yapılmıştır. Organik karbondan gidilerek organik madde miktarı hesaplanmıştır (Irmak, 1954; Özyuvacı, 1971).

2.3.3.4. pH Tayini

1/2.5 oranında toprak-saf su karışımı bir gece bekletilmek suretiyle pH metre cihazıyla ölçülmüştür (Irmak, 1954).

2.3.3.5. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik, suyun içerisinde erimiş halde bulunan toplam tuz miktarını tayin etmede kullanılan bir yöntemdir. 1:5 oranına hazırlanmış toprak/su süspansiyonu elektriksel iletkenlik ölçer ile ölçülmüştür (Rhoades, 1982).

2.3.3.6. Kireç İçeriği

Kireç miktarı, kapalı sistemde HCl ile karıştırılan toprak örneğindeki CaCO₃ ün parçalanması sonucu açığa çıkan CO₂'in standart sıcaklık ve basınç altındaki hacmi esas alınarak hesaplanmıştır (Allison and Moodie, 1965).

2.3.3.7. Hacim Ağırlığı

Hacim örnekleri 105 °C de kurutulularak silindir içindeki mutlak kuru toprağın silindir hacmine bölünmesiyle gr/cm³ cinsinden hesaplanmıştır (Brady ve Weil, 1999).

2.3.3.8. Tane Yoğunluğu

Toprak ile suyun yer değiştirme esasına göre hesaplanmaktadır. Bu işlem için fırın kurusu halindeki balon joje 20 °C'de saf su ile işaret çizgisine kadar doldurularak tartılmıştır. 2 mm'lik elekten geçirilmiş 20 g fırın kurusu ince toprak balon jojeye konulup çalkalandıktan sonra vakumla havası alınmış ve balon joje işaret çizgisine kadar saf su ile doldurularak tartılmıştır. Saf su ile doldurulmuş ağırlık ile toprak konulmuş haldeki ağırlık arasındaki farktan toprağın hacmi ve ağırlık-hacim bağıntısından tane yoğunluğu hesaplanmıştır (Blake, 1965).

$$D_p = \frac{d_w \times W_s}{W_s - (W_{sw} - W_w)}$$

Burada;

D_p = Tane yoğunluğu (g cm⁻³)

d_w = Ölçüm yapılan sıcaklıkta suyun yoğunluğu (g ml⁻¹)

W_s = Fırın kurusu toprak ağırlığı (g)

W_{sw} = Piknometre, toprak ve su ağırlığı toplamı (g)

W_w = Piknometre ve su ağırlığı toplamı (g)

2.3.3.9. Gözenek Hacmi (Porozite)

Laboratuarda hacim ağırlıkları ve dane yoğunlukları belirlenen örneklere ait toplam boşluk hacmi değerleri, bu örneklere ait hacim ağırlığı ile dane yoğunluğu arasındaki ilişkiyi yararlanılarak hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1978).

Gh= (dy-ha)/dy X 100 formülüne göre hesaplanmıştır.

Formüle göre; Gh: gözenek hacmi (%), dy: tane yoğunluğu (gr/cm³), ha: hacim ağırlığı (gr/cm³) (Brady ve Weil, 1999).

2.3.3.10. Agregat stabilitesi



Şekil 8. Agregat stabilitesi cihazı

Islak eleme methodu (Eijkelkamp, 2008) ile ölçümler yapılmıştır. Analizin yapılışı aşağıda verilmiştir;

1. Toprak örnekleri 2 ve 1 milimetrelilik eleklerden geçirilir ve 1mm' lik elekte kalan hava kurusu topraklardan 4 gr tartılır.
2. Topraklar hafifçe ıslatılır.
3. Elekler, elek tutucuya yerleştirilir.
4. Alt bölmedeki kaplar numaralandırılır.
5. Elekler aşağıya indirilir.
6. Kaplara toprağı kaplayacak seviyeye kadar su koyulur.
7. Cihaz 3 dakika moduna getirilir ve yaklaşık 105 defa su içerisine daldırılıp çıkarılır.
8. Elek tutucu mili ilk yuvaya yerleştirerek elekleri yükseltilir. Su sızması bitene kadar bekletilir.
9. Numaralandırılmış su dolu kaplar çıkarılır ve yerine diğer kapları yerleştirilir.
10. Toprak pH'sı 7'den küçük ise sodyum hidroksit, pH 7'den büyük kalgona ise 2gr/L olacak şekilde koyulur.
11. Elek tutucu çalışma pozisyonuna getirilir.

12. Elek üzerinde kum partikülleri kalana kadar 5 – 8 dakika çalışmaya devam edilir. Elek üzerinde kalan parçacıkları kauçuk uçlu bir malzeme ile ezerek parçalanır.
13. Elek tutucu kaldırılarak süzülmesi beklenir. Eleklerde sızma durunca elekler çıkarılıp bir tepsiye yerleştirilir.
14. Her iki numaralandırılmış kaplar fırına koyularak 110 °C içindeki suyun buharlaşması sağlanır.
15. Numaralı kaplar fırından çıkarılıp soğumaya bırakılır. Soğuyan kaplar tartılır ve kapların darasından çıkarılır. Ayrıca, kalgon eklenen kaplardan toprak ağırlığından 0.2 gr çıkarılmalıdır.

Suya dayanıklı agregat yüzdesi aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır;

$$\% \text{ Suya Dayanıklı Agregat} = \frac{A}{A+B} * 100$$

A= Dispersleştirilmiş kaplardaki toprak ağırlık

B= Sudaki toprak ağırlık

2.3.3.11. Toprak Örneklerinde Mikrobiyal Biyokütle C Tayini İçin Yapılan Fumigasyon ve Ekstraksiyon İşlemleri

Kloroformun (CHCl₃) Hazırlanması

Mikrobiyal C analizlerine başlamadan önce 90–100 ml hacimce % 5'lik sülfürik asit (H₂SO₄) ile ayırma hunisi içerisinde kloroform yıkanır. Bunun için ilk önce ayırma hunisinin içerisine 90–100 ml asit dökülür. üzerine 400–500 ml kloroform dökülür. Kloroformun yoğunluğu fazla olduğundan dibe doğru geçmeye çalışacak yani asit ile yer değiştirmeye başlayacaktır. Bu sayede kloroform yıkanmış olacaktır. Asit ile yıkama işlemi bir kez yapılır. Bunun ardından, 100 ml saf su ayırma hunisinin içerisine konur ve üzerine asit ile yıkanan 400–500 ml'lik kloroform dökülür. Kloroformun yıkanması işlemi gibi bir yıkama işlemi gerçekleştirilir. Saf su ile yıkama işlemi yaklaşık olarak 8–12 defa tekrarlanır. Bu sayede kloroform H₂SO₄ (sülfürik asit) ve saf su ile yıkanarak alkolsüz hale getirilmiş olur (Brookes vd. 1985b; Vance vd. 1987; Anderson ve Ingram 1996).

Fumigasyon işlemi uygulanacak ve uygulanmayacak olan 2 mm'lik elekten geçmiş (<2 mm) % 40–50 su tutma kapasitesine sahip 2'şer adet 30 g taze toprak örneği 250 ml'lik beherler içerisine tartılır. 30 ml kloroform 100 ml'lik behere konularak alt kısmına bir

miktar nemli kağıt yerleştirilmiş vakumlu bir desikatörün içerisine yerleştirilir. Fumigasyon işlemi yapılacak toprak örneklerinin bulunduğu 250 ml'lik beherler desikatöre yerleştirilir (Şekil 2.21 A). Bu arada kloroformun hızlı bir şekilde buharlaşabilmesi için bir miktar (10–15 adet) pomze taşı kloroformun içerisine atılabilir. Desikatörün dışarıdaki hava ile temasını kesmek için desikatörün kapağına vazelin sürülür ve parafilm ile desikatörün kapağı sarılır. Kloroform (CHCl_3) kuvvetli bir şekilde kaynayıncaya kadar (en az 2 dakika) vakum pompası kullanarak desikatörün içersindeki hava boşaltılır (Şekil 9). Sonra, musluk kapatılır ve desikatör pompadan ayrılır.



Şekil 9. Vakum pompası kullanılarak desikatörün içerisindeki havanın boşaltılması

Bu işlemden sonra desikatör 25 °C sabit sıcaklıktaki etüve yerleştirilir. 24 saat süren fumigasyonun ardından beherler desikatörün içerisinden çıkarılır. 250 ml'lik beherlerde bulunan toprak örneklerinin üzerine 4:1 (yani 30 g taze toprak 120 ml 0,5 M K_2SO_4 ile ekstrakt edilir) oranında 0,5 M potasyum sülfat (K_2SO_4) ilavesi yapılır ve beherlerin ağızları sıkı bir şekilde kapatılır. Bu şekilde hazırlanan toprak örnekleri dairesel yönde hareket eden bir çalkalayıcı üzerinde 150 rpm hızında 30 dakika çalkalanır (Brookes vd. 1985; Vance vd. 1987a; Anderson ve Ingram 1996).

Sürenin sonunda beherler çalkalayıcıdan alınır. Çalkalama işleminden sonra beher içerisindeki çözelti santrifüj tüplerine aktarılarak santrifüjde 5 dakika santrifüj edilir. Daha sonra örnekler Whatman No 42 filtre kağıdından süzülür. Bu şekilde yaklaşık olarak 70–80 ml'lik ekstrakt elde edilir ve bu ekstrakt 250 ml'lik koyu renkli saklama kaplarına toplanır.

Fumigasyon yapılmayan örneklere doğrudan 0,5 M potasyum sülfat (K₂SO₄) ilavesi yapılır. Dairesel yönde hareket eden bir çalkalayıcı üzerinde 150 rpm hızında 30 dakika çalkalanır. Çalkalama işleminden sonra beher içerisindeki çözelti santrifüj tüplerine aktarılarak 5 dakika santrifüj edilir. Daha sonra örnekler Whatman No 42 filtre kağıdından süzülür. Bu şekilde yaklaşık olarak 70–80 ml’lik ekstrakt elde edilir ve bu ekstrakt 250 ml’lik koyu renkli saklama kaplarına toplanır. Ekstraktlar mikrobiyal biyokütle C ve N analizleri yapılmaya kadar buzdolabında saklanır (Brookes vd. 1985b; Vance vd. 1987a; Anderson ve Ingram 1996).

2.3.3.11.1. Mikrobiyal Biyokütle C (C_{mic})

Fumigasyon ve ekstraksiyon sonucunda elde edilen ekstraktan 8 ml bir pipet vasıtasıyla yakma tüpünün içerisine boşaltılır. Tüpe 2 ml 0,4 N potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ve 70 mg (0,07 g) civa oksit (HgO) ve 2:1 oranında 15 ml sülfürik asit-ortofosforik asit (H₂SO₄-H₃PO₄) karışımı ilave edilir. Elde edilen bu karışım 30 dakika 150 °C’de UDK 6 yakma ünitesinde yakılır. Yakma işlemin sonunda tüplerin oda sıcaklığında soğumaları için beklenir. Soğuyan tüplerin içerisine 20–25 ml saf su ilave edildikten sonra örnekler titrasyon için 250 ml’lik erlenlere boşaltılır. Erlenlerdeki örneklerin üzerine 1,10 phenanthroline indikatöründen 10 damla ilave edilir. Bu esnada renk sarıdan morumsu yeşile döner. Daha sonra 0,4 N demir amonyum sülfat çözeltisi (Fe(NH₄)₂(SO₄)₂.6H₂O) ile titre edilerek arta kalan dikromat bulunur. Örneklerin rengi kırmızımsı kahverengine dönünce titrasyona son verilir ve harcanan demir amonyum sülfat miktarı (ml) kaydedilir.

Aşağıdaki formüller kullanılarak mikrobiyal biyokütle C µg olarak hesaplanır (Vance vd. 1987; Anderson ve Ingram 1996).

$$Biyokütle C (\mu g g^{-1}) = (B - V) \times N \times 0,003 \times \frac{120 + \theta}{W_t} \times \frac{1000}{V_1} \times 1000$$

$$Ec = (biyokütle C_{fumigasyon lu} - biyokütle C_{fumigasyon suz})$$

$$MikrobiyalBiyokütleC = Ec * 2,64$$

Burada;

- B = K r için harcanan demir amonyum sülfatın ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) hacmi (ml)
- V =  rnek için harcanan demir amonyum sülfatın ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) hacmi (ml)
- N = Harcanan demir amonyum sülfatın ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) normalitesi (0,3950 N)
- 0,003 = 3 karbonun (C) ekivalen ağırlığı
- θ = Kullanılan 30 g toprağın higroskopik nemi (%)
- W_t = Taze toprak ağırlığı (30 g)
- V_1 = Yakma için kullanılan ekstrakt (8 ml)
- 2,64 = Karbon (C) için dönüştürme katsayısı

2.3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 20.00 paket programı kullanılmıştır. Arazi kullanım biçimlerine (orman, mera ve tarım) göre toprakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri açısından fark olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) yapılmıştır. Deęiřkenler arasındaki korelasyonu bulmak için Pearson korelasyon analizi ve ortalama ayırımları bulmak için Duncan testi kullanılmıştır.

Arazi kullanım biçimleri ile ilgili değerlendirmelerde ortalama değerler kullanılmış olup, bunun yanında örnek sayısı, f tablo değerleri ile standart sapmaları ilgili tablolarda verilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Farkli Arazi Kullanım Alanlarındaki (Orman, Tarım ve Mera) Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal Özellikleri

Orman, tarım ve mera alanlarından alınan üst topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1, 2 ve 3'te verilmiştir.

3.1.1. Orman Alanına Ait Toprak Özellikleri

Tablo3 incelendiğinde, orman alanına ait toprakların hacim ağırlıkları 1.05 g cm^{-3} ile 1.45 g cm^{-3} arasında değiştiği ve ortalama olarak 1.25 g cm^{-3} olduğu, tane yoğunluğunun 2.46 g cm^{-3} ile 2.78 g cm^{-3} arasında değiştiği ve ortalama olarak 2.62 g cm^{-3} olduğu, gözeneklilik değerlerinin ortalamasının %56.79, örnek alma anındaki nem içeriğinin %13.16 ile %39.66 arasında değiştiği ve ortalama olarak %20.34 olduğu belirlenmiştir. Tane çapı dağılımı bakımından orman alanına ait toprakların kum içeriği %46.33 -%78.66 arasında, kil içeriği %10.56-%35.29 arasında toz içeriği ise %2.52-%32.62 arasında değişmektedir. Bu değerlere bağlı olarak alanda balçıklı kil, kumlu kil ve kumlu killi balçık türde topraklar bulunmaktadır. Topraklara ait pH (H_2O) değerlerinin 5.4 ile 7.78 arasında değiştiği ve ortalama olarak 6.76 olduğu görülmektedir. Toprakların elektriksel iletkenliğinin ise $64.4 \mu\text{S/cm}$ ile $284.5 \mu\text{S/cm}$ arasında (ortalama $174.2 \mu\text{S/cm}$) değişim gösterdiği görülmektedir. Toprak reaksiyonu sınıflandırmasına göre; orman alanına ait topraklar çok hafif asitli sınıfına girmektedir. Orman alanına ait topraklar ortalama % 2.66 oranında kireç içermektedir. Bu sonuca göre az kireçli sınıfta yer almaktadır. Toprakların organik karbon (C_{org}) içerikleri %1.90-%7.84 arasında değişmektedir. Orman topraklarına ait ortalama agregat stabilitesi ise %89 dir.

Tüm bu bulgular ışığında orman alanındaki toprakların asit reaksiyonlu, az kireçli, elektriksel iletkenliği düşük, organik madde bakımından zengin, agregat stabilitesi ise yüksektir.

Tablo 3. Orman Alanlarındaki Topraklara Ait Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikler

Örnek Alan No:	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	Kireç (CaCO ₃) (%)	Organik Karbon (C _{org}) (%)	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Tane Yoğunluğu (g cm ⁻³)	Gözenek Hacmi (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Örnek Alma Anındaki Nem (%)
1	53,00	22,13	24,87	Balçıklı Kil	6,45	92,8	2,63	3,58	1,09	2,62	58,37	78	20,19
2	65,90	12,79	21,31	Balçıklı Kil	5,59	103,2	2,20	5,10	0,95	2,57	62,88	65	21,73
3	74,14	6,85	19,01	Kumlu Kil	6,04	87,4	0,87	3,62	1,26	2,67	52,97	59	19,90
4	64,96	13,54	21,51	Kumlu Kil	5,44	121,3	2,16	2,96	1,14	2,70	57,88	64	20,92
5	70,12	4,66	25,22	Balçıklı Kil	7,71	256,3	6,06	3,98	0,93	2,75	66,12	97	20,66
6	63,80	6,77	29,43	Kumlu Kil	6,05	142,9	1,76	5,09	0,84	2,53	66,73	66	22,84
7	74,75	6,41	18,85	Kumlu Killi Balçık	7,12	351	0,85	1,90	1,24	2,65	53,06	92	13,16
8	78,66	2,52	18,82	Balçıklı Kil	7,77	217,9	6,07	3,78	1,04	2,61	60,07	99	15,35
9	57,34	17,45	25,21	Kumlu Kil	7,7	195,5	1,73	3,22	1,21	2,63	53,77	97	20,58
10	61,79	8,87	29,33	Kumlu Kil	6,15	76,7	0,86	3,32	1,32	2,63	49,85	62	17,26
11	69,44	11,31	19,25	Kumlu Kil	7,6	207,6	0,43	2,96	1,39	2,46	43,63	97	16,13
12	65,84	12,96	21,21	Kumlu Kil	6,48	89	1,30	2,65	1,50	2,71	44,72	93	14,53
13	48,63	28,42	22,95	Kumlu Kil	6,68	156,8	1,73	3,98	1,31	2,55	48,46	97	28,45
14	52,99	19,78	27,23	Balçıklı Kil	5,67	137,7	1,28	2,02	1,36	2,60	47,73	95	15,22
15	47,36	27,11	25,53	Kumlu Kil	7,78	209,5	8,18	3,37	1,26	2,76	54,46	76	17,10
16	65,80	11,20	23,00	Kumlu Kil	7,76	276,2	3,49	6,26	0,94	2,50	62,29	99	20,19
17	61,77	15,02	23,21	Kumlu Kil	7,41	331	7,40	5,91	0,95	2,61	63,56	99	21,83
18	57,75	14,92	27,33	Kumlu Killi Balçık	7,77	284,5	5,99	4,84	1,03	2,57	59,99	97	21,86
19	61,35	12,88	25,77	Kumlu Kil	6,37	101,3	1,73	4,12	1,18	2,67	55,79	98	18,96
20	46,33	21,70	31,97	Kumlu Killi Balçık	5,52	101,6	0,87	6,76	0,83	2,78	70,19	96	19,46
21	65,80	6,80	27,40	Kumlu Kil	6,99	266,4	2,67	6,93	1,16	2,61	55,47	94	24,58
22	50,59	17,57	31,84	Kumlu Kil	5,47	135,6	0,91	7,84	0,98	2,46	60,28	99	39,66
23	64,69	24,67	10,64	Balçıklı Kil	6,59	111	0,88	4,86	1,17	2,73	57,02	98	23,33
24	62,77	26,68	10,56	Kumlu Killi Balçık	6,21	64,4	1,31	3,70	1,28	2,68	52,14	96	18,82
25	50,38	32,62	17,00	Kumlu Killi Balçık	7,03	133,6	0,87	3,04	1,44	2,64	45,49	93	20,18
26	69,38	9,14	21,48	Kumlu Killi Balçık	7,49	337	3,53	7,36	0,75	2,68	71,94	94	23,06
27	56,85	19,81	23,35	Balçıklı Kil	6,36	92,6	1,73	2,69	1,26	2,69	53,24	98	18,69
28	69,74	6,87	23,38	Kumlu Killi Balçık	6,13	134,3	2,58	6,09	0,94	2,56	63,40	98	17,22
29	53,83	13,08	33,10	Kumlu Kil	7,69	204,3	4,76	4,35	1,04	2,53	58,82	94	19,53
30	51,60	13,11	35,29	Kumlu Kil	7,67	207,4	3,00	3,59	1,19	2,56	53,44	92	18,92
Ortalama	59,15	11,95	28,90	-	6,76	174,2	2,66	4,32	1,13	2,62	56,79	86	20,34

3.1.2. Tarım Alanına Ait Özellikleri

Tablo 4 incelendiğinde, tarım alanına ait toprakların hacim ağırlıkları 1.24 g cm^{-3} ile 1.57 g cm^{-3} arasında değiştiği ve ortalama olarak 1.42 g cm^{-3} olduğu, tane yoğunluğunun 2.49 g cm^{-3} ile 2.78 g cm^{-3} arasında değiştiği ve ortalama olarak 2.63 g cm^{-3} olduğu, gözeniklilik değerlerinin ortalamasının %48.21, örnek alma anındaki nem içeriğinin %15.69 ile %53.89 arasında değiştiği ve ortalama olarak %24.99 olduğu görülmektedir. Tane çapı dağılımı bakımından tarım alanına ait toprakların kum içeriği %49.74-%66.93 arasında, kil içeriği %22.41-%41.12 arasında toz içeriği ise %3.88-%14.80 arasında değişmektedir. Bu değerlere bağlı olarak alanda balçıklı kil, kumlu kil ve kumlu killi balçık türde topraklar bulunmaktadır. Topraklara ait pH (H_2O) değerlerinin 5.96 ile 7.84 arasında değiştiği ve ortalama olarak 7.06 olduğu görülmektedir. Toprakların elektriksel iletkenliğinin ise $44.4 \mu\text{S/cm}$ ile $208.8 \mu\text{S/cm}$ arasında (ortalama $111.8 \mu\text{S/cm}$) değişim gösterdiği görülmektedir. Toprak reaksiyonu sınıflandırmasına göre; tarım alanına ait topraklar nötr sınıfa girmektedir. Tarım alanına ait topraklar ortalama %1.63 oranında kireç içermektedir. Bu sonuca göre kireçsiz sınıfta yer almaktadır. Toprakların organik karbon (C_{org}) içerikleri %0.38-%3.57 arasında değişmektedir. Orman topraklarına ait agregat stabilitesi %97'dir.

Tüm bu bulgular ışığında tarım alanındaki toprakların asit reaksiyonlu, az kireçli, elektriksel iletkenliği düşük, organik madde bakımından zengin, agregat stabilitesi yüksektir.

Tablo 4. Tarım alanlarındaki topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Örnek Alan No:	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	Kireç (CaCO ₃) (%)	Organik Karbon (C _{org}) (%)	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Tane Yoğunluğu (g cm ⁻³)	Gözenek Hacmi (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Örnek Alma Anındaki Nem (%)
1	53,82	12,82	33,37	Balçıklı Kil	5,97	44,4	0,86	0,38	1,44	2,63	45,36	98	36,09
2	59,89	11,43	28,67	Kumlu Kil	5,96	51,8	0,86	1,41	1,40	2,56	45,25	97	34,12
3	55,39	13,49	31,12	Kumlu Kil	7,1	65,2	0,87	1,81	1,57	2,77	43,53	96	19,23
4	61,99	14,80	23,21	Kumlu Killi Balçık	6,97	59,7	0,83	2,02	1,31	2,49	47,54	94	30,68
5	58,31	10,72	30,97	Kumlu Kil	7,13	59,9	1,29	1,70	1,45	2,71	46,38	92	17,98
6	62,79	12,80	24,41	Kumlu Killi Balçık	7,19	86	0,86	1,68	1,40	2,72	48,58	97	23,26
7	56,58	12,74	30,67	Kumlu Kil	6,66	48,7	0,85	1,75	1,54	2,66	42,21	95	17,88
8	64,62	11,03	24,35	Kumlu Killi Balçık	7,08	68,7	1,28	1,81	1,45	2,64	45,10	98	19,30
9	62,71	10,69	26,60	Kumlu Kil	7,68	153,1	2,57	1,85	1,43	2,61	44,97	98	19,06
10	64,72	12,88	22,41	Kumlu Killi Balçık	7,46	88,1	1,29	1,88	1,38	2,71	49,02	95	16,82
11	66,93	8,57	24,51	Kumlu Killi Balçık	7,45	185,5	1,72	3,55	1,36	2,61	47,85	98	24,60
12	56,07	10,75	33,19	Kumlu Kil	7,32	178	1,29	2,34	1,47	2,61	43,74	99	26,89
13	56,15	10,73	33,12	Kumlu Kil	6,54	91,6	1,29	2,63	1,33	2,50	46,89	99	17,66
14	53,82	6,46	39,72	Balçıklı Kil	6,87	208,8	2,16	3,91	1,24	2,52	50,96	98	28,16
15	54,68	10,27	35,04	Balçıklı Kil	6,00	65,5	2,14	2,58	1,37	2,59	46,92	99	53,89
16	52,16	12,79	35,05	Balçıklı Kil	6,95	114	1,28	1,90	1,47	2,60	43,46	98	33,30
17	57,08	10,50	32,42	Kumlu Kil	7,82	167,2	2,10	2,18	1,54	2,51	38,41	98	27,93
18	54,46	6,37	39,16	Balçıklı Kil	7,16	131,4	1,70	2,26	1,42	2,64	46,13	99	26,73
19	52,51	10,58	36,91	Balçıklı Kil	7,74	143,1	5,94	1,75	1,45	2,78	47,69	99	16,52
20	54,36	8,51	37,12	Balçıklı Kil	7,84	156	3,84	2,11	1,34	2,67	49,88	99	19,86
21	56,76	3,88	39,35	Kumlu Kil	7,83	193,1	2,99	2,30	1,59	2,74	41,87	99	24,19
22	57,26	7,75	35,00	Kumlu Kil	7,78	198,3	2,13	3,57	1,33	2,68	50,22	99	15,69
23	52,99	7,75	39,26	Balçıklı Kil	7,23	104	1,28	1,87	1,50	2,75	45,43	98	19,56
24	54,94	7,78	37,28	Balçıklı Kil	7,36	169	1,29	2,90	1,53	2,65	42,27	99	23,41
25	55,17	5,61	39,22	Kumlu Kil	7,05	95,8	1,28	2,25	1,47	2,61	43,38	99	19,47
26	57,45	5,59	36,95	Kumlu Kil	6,46	62,1	0,85	2,60	1,42	2,61	45,77	98	27,83
27	52,40	8,49	39,12	Balçıklı Kil	6,39	55,5	0,85	2,27	1,25	2,55	50,92	98	24,66
28	50,04	8,84	41,12	Balçıklı Kil	7,00	123,9	1,27	2,18	1,44	2,60	44,65	99	26,42
29	49,74	11,02	39,23	Balçıklı Kil	6,53	53,8	1,28	1,65	1,40	2,55	45,07	98	31,94
30	52,24	9,21	38,55	Balçıklı Kil	7,28	130,7	0,85	2,32	1,35	2,61	48,21	99	26,66
Ortalama	53,82	12,82	33,37	-	7,06	111,8	1,64	2,18	1,42	2,63	45,92	97	24,99

3.1.3. Mera Alanına Ait Özellikleri

Tablo 5 incelendiğinde, orman alanına ait toprakların hacim ağırlıkları 0.75 g cm^{-3} ile 1.50 g cm^{-3} arasında değiştiği ve ortalama olarak 1.13 g cm^{-3} olduğu, tane yoğunluğunun 2.52 g cm^{-3} ile 2.76 g cm^{-3} arasında değiştiği ve ortalama olarak 2.65 g cm^{-3} olduğu, gözeneklilik değerlerinin ortalamasının %52.95, örnek alma anındaki nem içeriğinin %12.27 ile %23.50 arasında değiştiği ve ortalama olarak %18.26 olduğu görülmektedir. Tane çapı dağılımı bakımından mera alanına ait toprakların kum içeriği %55.41 -%72.60 arasında, kil içeriği %20.41-%32.71 arasında toz içeriği ise %3.34-%17.76 arasında değişmektedir. Bu değerlere bağlı olarak alanda kumlu kil ve kumlu killi balçık türde topraklar bulunmaktadır. Topraklara ait pH (H_2O) değerlerinin 6.26 ile 7.52 arasında değiştiği ve ortalama olarak 6.98 olduğu görülmektedir. Toprakların elektriksel iletkenliğinin ise $80.1 \mu\text{S/cm}$ ile $258.2 \mu\text{S/cm}$ arasında (ortalama $165.4 \mu\text{S/cm}$) değişim gösterdiği görülmektedir. Toprak reaksiyonu sınıflandırmasına göre; mera alanına ait topraklar çok hafif asitli sınıfına girmektedir. Mera alanına ait topraklar ortalama % 1.80 oranında kireç içermektedir. Bu sonuca göre az kireçli sınıfta yer almaktadır. Toprakların organik karbon (C_{org}) içerikleri %2.82-%5.19 arasında değişmektedir. Mera topraklarına ait ortalama agregat stabilitesi %96 dir.

Tüm bu bulgular ışığında mera alanındaki toprakların asit reaksiyonlu, az kireçli, elektriksel iletkenliği düşük, organik madde bakımından zengin, agregat stabilitesi yüksektir.

Tablo 5. Mera alanlarındaki topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Örnek Alan No:	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	pH (H ₂ O)	Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	Kireç (CaCO ₃) (%)	Organik Karbon (C _{org}) (%)	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Tane Yoğunluğu (g cm ⁻³)	Gözenek Hacmi (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Örnek Alma Anındaki Nem (%)
1	71,11	6,28	22,61	Kumlu Killi Balçık	6,83	144,3	0,42	4,80	1,09	2,60	55,84	97	13,03
2	62,09	8,52	29,39	Kumlu Kil	7,07	195,9	0,00	3,94	0,95	2,67	55,47	97	18,60
3	72,60	3,95	23,45	Kumlu Killi Balçık	7,42	212,5	4,35	4,04	1,26	2,71	61,18	98	18,48
4	63,82	4,31	31,87	Kumlu Kil	7,47	244,8	1,73	4,71	1,14	2,52	57,80	98	21,46
5	67,09	7,00	25,91	Kumlu Kil	7,49	194,3	2,09	3,62	0,93	2,60	46,49	95	14,27
6	60,46	9,17	30,37	Kumlu Kil	7,52	258,2	13,07	3,69	0,84	2,64	49,56	99	18,89
7	68,51	11,02	20,47	Kumlu Killi Balçık	7,08	181,4	0,85	4,86	1,24	2,69	56,61	99	14,96
8	64,10	8,93	26,96	Kumlu Kil	6,21	145,8	0,43	4,83	1,04	2,76	52,23	98	18,89
9	70,85	3,90	25,25	Kumlu Kil	7,18	140,6	0,86	5,19	1,21	2,73	52,84	99	20,95
10	70,79	8,19	21,02	Kumlu Killi Balçık	6,92	149,6	0,00	5,16	1,32	2,71	60,82	99	23,50
11	59,67	11,11	29,22	Kumlu Kil	7,31	170,0	0,86	3,12	1,39	2,73	53,19	97	19,62
12	57,25	17,66	25,09	Kumlu Kil	7,00	186,8	1,30	4,82	1,50	2,62	56,02	99	23,35
13	68,42	11,44	20,14	Kumlu Killi Balçık	7,37	115,3	0,86	2,82	1,31	2,76	52,25	97	14,89
14	59,75	15,76	24,49	Kumlu Killi Balçık	7,06	128,0	1,29	3,84	1,36	2,70	59,66	96	19,62
15	55,41	11,88	32,71	Kumlu Kil	7,05	163,1	1,29	4,51	1,26	2,61	57,37	99	13,62
16	68,18	5,40	26,43	Kumlu Kil	7,47	232,5	2,55	3,18	0,94	2,59	51,81	97	20,63
17	58,35	11,55	30,10	Kumlu Kil	7,51	203,2	1,67	3,30	0,95	2,57	46,05	99	19,23
18	59,96	6,06	33,98	Kumlu Kil	7,47	206,9	2,51	3,03	1,03	2,59	45,97	97	16,48
19	60,49	6,68	32,83	Kumlu Kil	7,33	224,4	2,11	3,63	1,18	2,64	46,81	95	17,10
20	64,01	11,10	24,89	Kumlu Killi Balçık	6,59	113,1	1,29	5,06	0,83	2,63	44,95	98	18,74
21	66,32	5,03	28,65	Kumlu Kil	7,11	172,5	1,71	4,80	1,16	2,63	49,82	75	21,86
22	63,78	10,07	26,15	Kumlu Kil	6,61	120,8	1,71	4,44	0,98	2,73	52,02	97	20,63
23	66,09	9,74	24,16	Kumlu Killi Balçık	6,66	164,8	1,29	4,26	1,17	2,70	52,01	95	17,70
24	62,05	11,43	26,52	Kumlu Kil	6,38	97,1	1,71	3,10	1,28	2,70	50,19	98	20,47
25	68,05	7,64	24,31	Kumlu Killi Balçık	6,43	130,8	1,73	4,59	1,44	2,71	59,84	99	18,69
26	70,10	3,34	26,56	Kumlu Kil	6,41	163,9	1,30	4,63	0,75	2,48	57,49	97	22,32
27	66,47	9,25	24,28	Kumlu Killi Balçık	6,67	127,5	1,70	4,59	1,26	2,65	48,62	97	12,27
28	66,23	11,46	22,32	Kumlu Killi Balçık	6,26	80,1	0,86	2,94	0,94	2,69	51,33	98	14,14
29	64,87	8,84	26,30	Kumlu Kil	7,14	174,1	1,27	4,47	1,04	2,54	51,52	79	16,65
30	58,58	10,94	30,49	Kumlu Kil	6,48	119,0	1,27	3,36	1,19	2,72	52,84	96	16,74
Ortalama	71,11	6,28	22,61	-	6,98	165,4	1,80	4,12	1,13	2,65	52,95	96	18,26

3.2. Farklı Arazi Kullanım Alanlarındaki (Orman, Tarım ve Mera) Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Ait Bulgular ve Tartışma

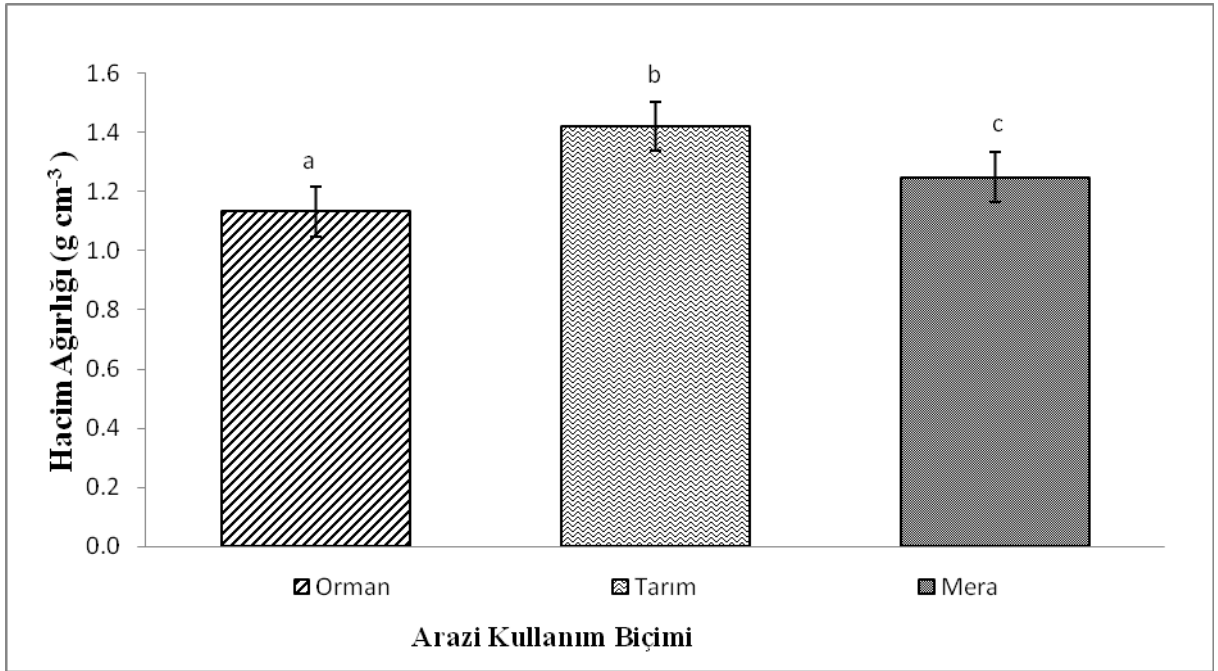
Orman, tarım ve mera alanlarından alınan toprak örneklerinin hacim ağırlıkları, tane yoğunlukları, kum, toz ve kil içerikleri, toprak asitliği, kireç içeriği, elektriksel iletkenliği, agregat stabilitesi, örnek alma anındaki nemleri ve organik karbon içerikleri arasında % 5 önem düzeyine göre fark olup olmadığını bulmak için varyans analizi (One-Way ANOVA) yapılmıştır. Analizin sonucunda, arazi kullanımlarına (orman, tarım ve mera) göre toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Arazi, kullanım biçimine göre farklı olan fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri hacim ağırlığı, EC, Corg, agregat stabilitesi ve nem'dir (Tablo 6). Varyans analizi sonuçları, arazi kullanım biçiminin yukarıda bahsedilen toprak özelliklerinde istatistiksel olarak anlamlı değişimlere yol açtığını göstermektedir. Daha sonra arazi kullanım biçimlerine göre farklı benzerlik gösterenleri gruplandırmak amacıyla Duncan testi uygulanmıştır. Arazi kullanım biçimine göre istatistiksel olarak farklılık gösteren toprak özellikleri Tablo 1-3'de gösterilmiştir.

Tablo 6. Verilerin basit varyans analiz değerleri

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Kil	Gruplar Arası	763,452	2	381,726	16,390	,000
	Gruplar içi	2026,247	87	23,290		
	Toplam	2789,699	89			
Toz	Gruplar Arası	145,046	2	72,523	7,544	,001
	Gruplar içi	836,366	87	9,613		
	Toplam	981,412	89			
Kum	Gruplar Arası	979,252	2	489,626	18,106	,000
	Gruplar içi	2352,716	87	27,043		
	Toplam	3331,967	89			
pH	Gruplar Arası	1,496	2	,748	1,941	,150
	Gruplar içi	33,524	87	,385		
	Toplam	35,020	89			
EC	Gruplar Arası	68543,800	2	34271,900	8,665	,000
	Gruplar içi	344104,222	87	3955,221		
	Toplam	412648,022	89			
Hacim Ağırlığı	Gruplar Arası	1,266	2	,633	32,162	,000
	Gruplar içi	1,712	87	,020		
	Toplam	2,978	89			
Tane Yoğunluğu	Gruplar Arası	,016	2	,008	1,262	,288
	Gruplar içi	,538	87	,006		
	Toplam	,553	89			
Gözenek Hacmi	Gruplar Arası	1823,319	2	911,660	33,105	,000
	Gruplar içi	2395,834	87	27,538		
	Toplam	4219,153	89			
Corg	Gruplar Arası	83,996	2	41,998	35,461	,000
	Gruplar içi	103,038	87	1,184		
	Toplam	187,034	89			
Agregat Stabilitesi	Gruplar Arası	,118	2	,059	8,711	,000
	Gruplar içi	,588	87	,007		
	Toplam	,705	89			
Kireç	Gruplar Arası	18,156	2	9,078	2,496	,088
	Gruplar içi	316,425	87	3,637		
	Toplam	334,581	89			
Nem	Gruplar Arası	713,030	2	356,515	11,260	,000
	Gruplar içi	2754,647	87	31,663		
	Toplam	3467,677	89			

3.2.1. Toprakların Hacim Ağırlıklarına İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanından alınan toprakların ortalama hacim ağırlıkları; orman, tarım ve mera alanı topraklarında sırasıyla 1.13 g cm^{-3} , 1.42 g cm^{-3} ve 1.25 g cm^{-3} olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük tane yoğunluğu değeri orman alanı için bulunurken en yüksek tane yoğunluğu değeri tarım alanında bulunmuştur. %5 önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucunda, hacim ağırlığı değerlerinin arazi kullanım biçimleri (orman, tarım ve mera) bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P<0.05$) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 6). Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ise, orman, mera ve tarım alanları tane yoğunlukları bakımından birbirinden farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 10).



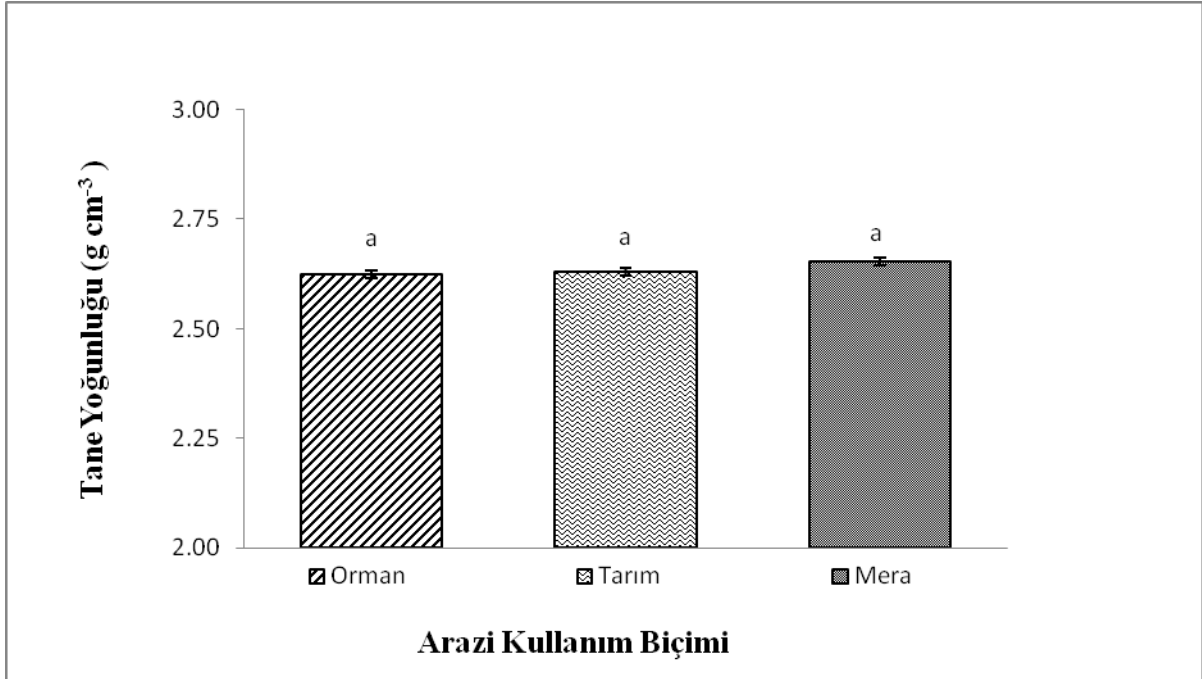
Şekil 10. Toprakların hacim ağırlıklarının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P<0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Williams vd. (2003) da yaptıkları çalışma sonucunda orman alanları altındaki toprakların hacim ağırlığının (1.0 gr/cm^3) tarım alanlarındaki toprakların hacim ağırlığından (1.6 gr/cm^3) daha düşük olduğunu saptamışlardır. Benzer şekilde Varela vd. (2001), Jaiyeoba (2003), Langmaack vd (1999) da arazi kullanma şekli değiştiğinde hacim ağırlığının değiştiğini ortaya koymuşlardır.

Bu durum orman topraklarının organik madde içeriği ve kök yayılışının yüksek olmasından, tarım alanında ise toprak işleme yapılmasından kaynaklanabilir. Toprakların hacim ağırlığı üzerinde etkili faktörlerden en önemlileri toprak tekstürü ve organik madde içeriğidir. Genel olarak hacim ağırlığı kumlu topraklarda (1.67 g cm^{-3} - 1.19 g cm^{-3}) yüksek, killi topraklarda (1.32 g cm^{-3} - 0.92 g cm^{-3}) ise düşüktür. Ayrıca organik maddece zengin topraklarda hacim ağırlığı düşüktür. Bu durum orman topraklarının organik madde içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanabilir. Kara ve Bolat (2008)'de yaptığı çalışmada tarım, mera ve orman alanlarına ait toprakların organik madde miktarının istatistiksel olarak farklı olduğunu saptamıştır. Çalışmaya göre orman alanlarındaki toprakların organik madde miktarı, tarım ve mera alanlardakinden önemli ölçüde fazladır. Hayvanların çiğnemesine maruz kalan mera topraklarında gözenek hacmi azalmakta buna karşılık hacim ağırlığı artmaktadır. Tüm bu sonuçlar arazi kullanım biçiminin toprakların hacim ağırlığı üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Wienhold vd. (2001) mera alanlarında yaptığı bir çalışmada boşluk hacminin azaldığını ve buna bağlı olarak hacim ağırlığının arttığını belirtmiştir. Williams vd. (2003) yaptıkları araştırma sonucunda yapraklı orman alanlarındaki toprakların hacim ağırlığının (1.0 g cm^{-3}) tarım alanlarındakinden (1.6 g cm^{-3}) daha düşük olduğunu saptamışlardır. Benzer şekilde Templer vd. (2005), Jaiyeoba (2003), Varela vd., (2001), Langmaack vd., (1999) arazi kullanma şekli değişikçe hacim ağırlığının değiştiğini ortaya koymuşlardır.

3.2.2. Toprakların Tane Yoğunluklarına İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanından alınan toprakların ortalama tane yoğunlukları; orman, tarım ve mera alanı topraklarında sırasıyla 2.62 g cm^{-3} , 2.63 g cm^{-3} ve 2.65 g cm^{-3} olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre ortalama tane yoğunluğu değeri en düşük orman alanında en yüksek mera alanında bulunmuştur. %5 önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucunda, tane yoğunluğu değerlerinin arazi kullanım biçimleri (orman, tarım ve mera) bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P < 0.05$) göstermediği bulunmuştur (Tablo 6 ve Şekil 11).

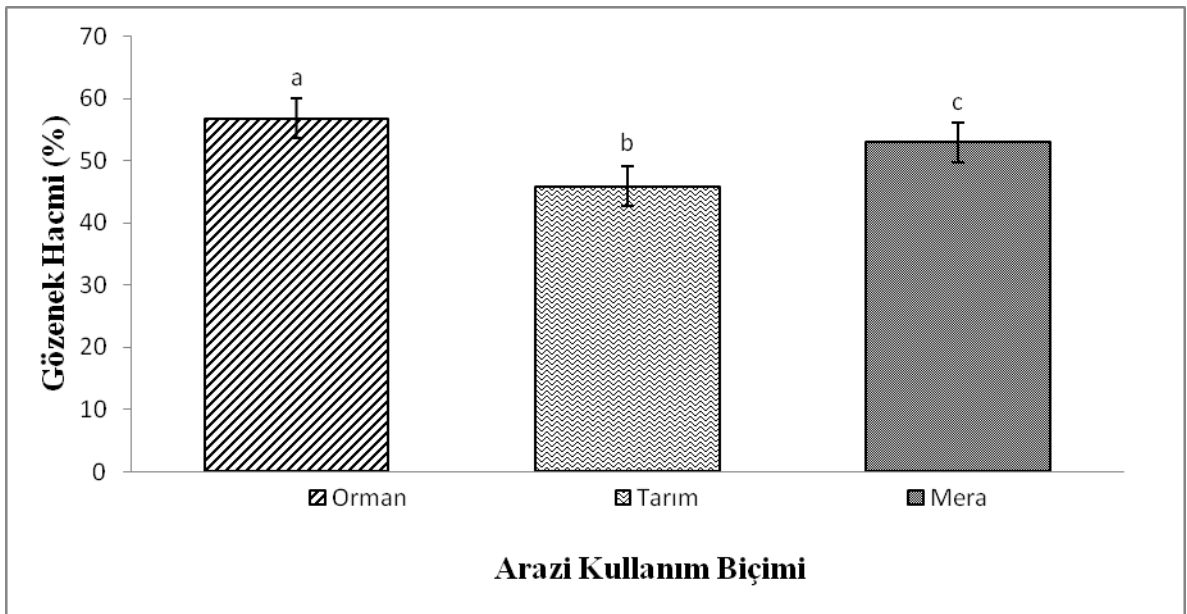


Şekil 11. Toprakların tane yoğunluklarının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olmadığını göstermektedir.

Tane yoğunluğu, genellikle katı toprak parçacıklarının belirli bir hacminin ağırlığı olarak tanımlanır ve mineral toprak parçacıklarının kristal yapısına ve kimyasal bileşimine bağlı olarak değişir buna karşılık gözenek hacminden etkilenmez (Brady, 1990). Hacim ağırlığına olduğu gibi tane yoğunluğu toprakların içerdiği organik madde miktarından etkilenmekte ve düşük organik madde içeren topraklarda yüksek çıkmaktadır. İncelenen topraklarda tane yoğunluğu değerleri farklı arazi kullanımlarına göre önemli farklılıklar göstermemiştir. Yapılan bir çalışmada tane yoğunlukları orman alanında 2.56 g cm^{-3} , mera alanında 2.62 g cm^{-3} , tarım alanında ise 2.64 g cm^{-3} olarak bulunmuş ve aralarında fark olduğu ifade edilmiştir (Aydın, 2000). Kara ve Bolat (2008) yaptığı çalışmada toprakların tane yoğunlukları tarım, mera ve orman alanlarında sırasıyla 2.72 g cm^{-3} , 2.60 g cm^{-3} ve 2.52 g cm^{-3} olarak bulmuş ve arazi kullanma şekline göre araştırma alanı topraklarının tane yoğunlukları arasında istatistiksel açıdan farklı olduğunu vurgulamaktadır.

3.2.3. Toprakların Gözenek Hacmine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanı topraklarının gözenek hacmi ortalamaları; orman alanında % 56.79, tarım alanında % 45.92 ve mera alanında % 52.95 olarak bulunmuştur. Gözenek hacmi en düşük tarım alanında, en yüksek orman alanında bulunmuştur. %5 önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucunda, örnek alma anındaki gözenek hacmi değerlerinin arazi kullanım biçimleri (orman, tarım ve mera) bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P<0.05$) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 6). Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ise, tüm alanlar farklı grupta yer almıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Toprakların gözenek hacminin farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P<0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olmadığını göstermektedir.

Toprakların gözenek hacmi toprağın kum, toz, kil miktarlarına, toprağın organik madde içeriğine, toprak strüktürüne ve toprak tanelerinin çaplarına veya toprak parçacıklarının çaplarına göre değişim göstermektedir (Brady, 1990; Çepel, 1996; Kantarcı, 2000).

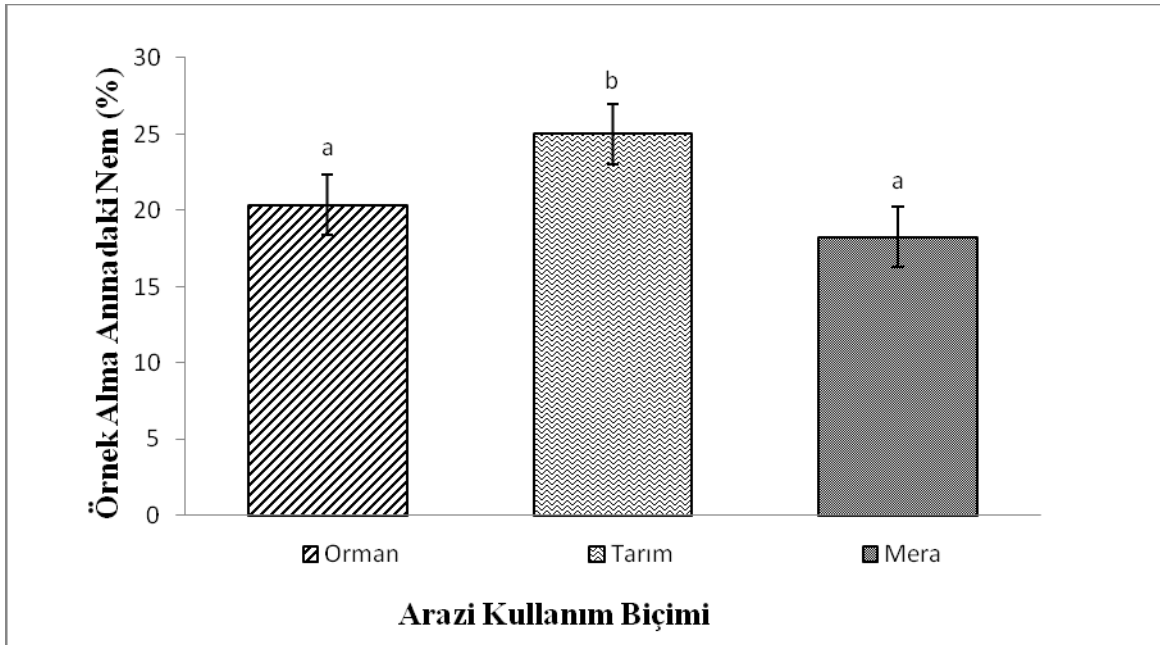
Orman alanı topraklarında gözenek hacminin yüksek çıkmasında, organik maddenin fazla olması, kök yayılışının zengin olması ve toprak strüktürünün kırıntılı bir yapı göstermesinin etkisi vardır.

Kara ve Bolat (2008) tarafından yapılan çalışmada ise toplam gözenek hacmi en fazla tarım topraklarında en düşük mera topraklarında saptamıştır. Benzer bir şekilde

Gökbülak (2003)'de yaptığı çalışmasında otlak alanlarında düzensiz ve aşırı ortlatma faaliyetlerinden dolayı meydana gelen toprak sıkışması sonucunda toplam gözenek hacminin azaldığını belirtmiştir Aynı şekilde birçok çalışmada arazi kullanım şekilleri değiştiğinde toplam gözenek hacminin de farklılık gösterdiği saptanmıştır (Islam ve Weil 2000; Moscatelli vd. 2007; Khresat vd. 2008).

3.2.4. Örnek Alma Anındaki Nem'e İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanından alınan toprakların ortalama hacim ağırlıkları; orman, tarım ve mera alanı topraklarında sırasıyla %20.34, %24.99 ve %18.26 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük tane yoğunluğu değeri mera alanı için bulunurken en yüksek tane yoğunluğu değeri tarım alanında bulunmuştur. %5 önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucunda, örnek alma anındaki nem değerlerinin arazi kullanım biçimleri (orman, tarım ve mera) bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P<0.05$) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 6). Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ise, orman ve mera alanları örnek alma anındaki nemler bakımından aynı grupta, tarım alanı farklı grupta yer almıştır (Şekil 13).

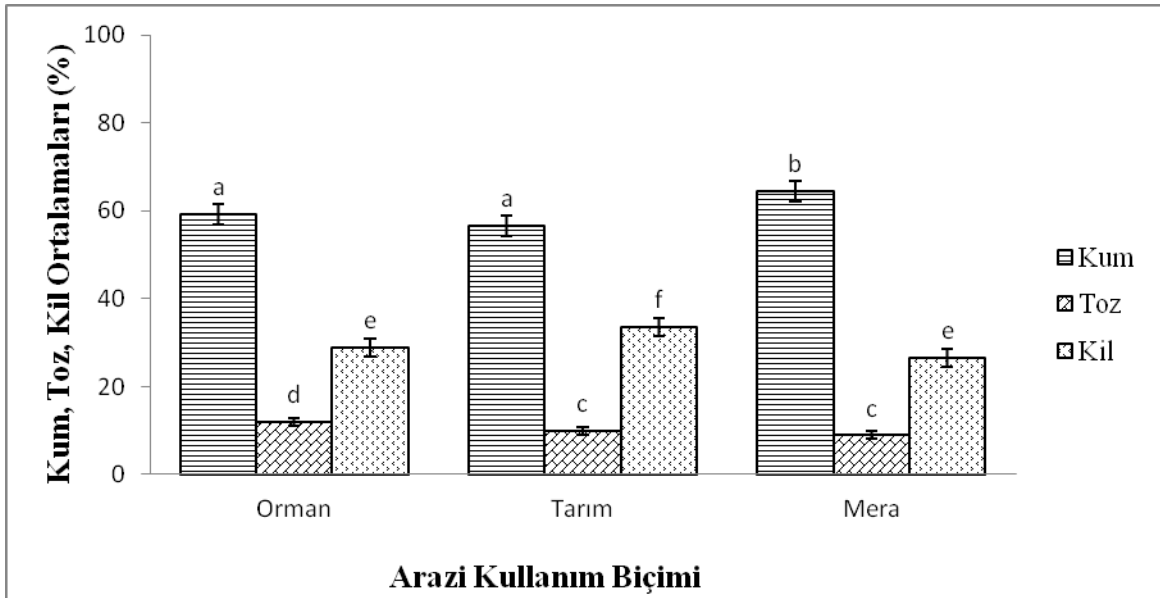


Şekil 13. Örnek alma anındaki nemlerin farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P<0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Genel olarak kil içeriği yüksek toprakların nem içeriği de yüksek olmaktadır. Araştırma alanındaki tarım topraklarının anlamlı miktarda yüksek neme sahip olması kil bakımından zengin olması ile ilgili olabilir.

3.2.5. Toprakların Mekanik Bileşimine (Tekstürüne) İlişkin Bulgular ve Tatişma

Araştırma alanındaki toprakların ortalama kum miktarları; ormanda % 59.14, tarımda % 56.60 merada % 64.51; ortalama toz miktarları ormanda % 11.95, tarımda % 9.82, merada % 8.92; ortalama kil miktarları ormanda % 28.90, tarımda % 33.57 ve merada ise % 26.56 olarak bulunmuştur. Yapılan varyans analizi sonucuna göre; orman ve tarım alanları arasında kum miktarları bakımından fark ($P>0.05$) yoktur. Buna karşılık farklı arazi kullanım biçimine ait kil içerikleri arasında fark ($P>0.05$) bulunmuştur (Tablo 6). Orman, mera ve tarım topraklarının kil içerikleri karşılaştırıldıklarında; orman ve mera alanına ait toprakların farklı olmadığı, buna karşılık tarım toprakların bu iki arazi kullanım biçimine göre daha yüksek kil içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. Toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P<0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Usta (2002) yaptığı çalışmada toprakların ortalama kum içerikleri tarım alanında % 77.72, 2/B alanında % 74.61, orman alanında % 76.15 olarak bulunmuş ve yapılan istatistik incelemede tarım alanı, 2/B alanı ve orman alanları arasında önemli bir fark olmadığını belirtmiştir. Benzer şekilde Shepherd vd. (2000) de farklı arazi kullanım biçimlerinin % kum miktarlarını etkilemediğini bildirmektedir. Yapılan bir çalışmada arazi kullanım şekillerine göre toprakların ortalama kum oranları merada % 22.64, tarım alanında % 15.17 ve orman alanında % 23.17 olduğu belirlenmiş ve yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda kum oranının arazi kullanma şekillerine göre değişiminin farksız olduğu görülmüştür (Kara ve Bolat, 2008).

Erol (2004) ve Bozali (2003) de çalışmalarında orman topraklarının kum miktarlarını diğer arazi kullanım şekli altındaki toprakların kum miktarlarından daha yüksek bulmuştur. Bu sonuçların aksine olarak Nkana ve Tonye (2003) farklı arazi kullanma şekillerinin toprakların kum miktarları üzerinde önemli etkisi olduğunu belirtmişler ve tarım alanlarındaki üst toprakların kum oranının genellikle orman ve nadasa bırakılmış alanlardaki toprakların kum oranından daha büyük olduğunu belirtmişlerdir.

Farklı arazi kullanım biçimlerindeki toprakların toz içerikleri bakımından birbirlerine yakın olmakla beraber ortalama toz miktarları orman alanında % 11.95, tarım alanında % 9.82, mera alanında % 8.92 şeklinde bir değişim göstermektedir. Arazi kullanım biçimlerine göre % toz değerlerinin yakın çıkması orman, mera ve tarım alanlarının aynı yetişme ortamı özelliklerine (klimatik, edafik ve fizyografik) sahip olmalarından kaynaklanabileceği zannedilmektedir (Tablo 6, Şekil 14).

Yapılan bir çalışmada toz miktarı tarım alanında % 9.55, 2/B alanında % 10.55, orman alanında ise % 10.62 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiki analiz sonuçlarına göre ise arazi kullanım şekillerine arasında toz miktarları açısından fark saptanamamıştır (Usta, 2002).

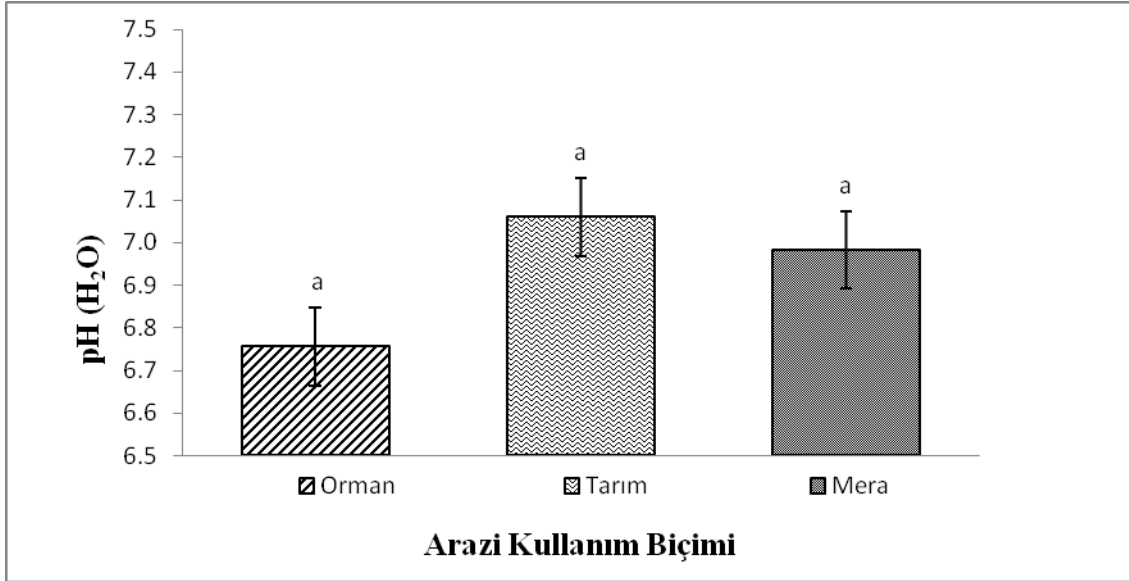
Araştırma alanı üst toprakları arazi kullanım biçimine göre kil miktarı bakımından farklılık göstermekte ve ortalama kil miktarı orman alanında % 28.90, tarım alanında % 33.57 ve mera alanında ise % 26.56 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en yüksek kil miktarı tarım topraklarında belirlenmiştir (Tablo 6, Şekil 14).

Çünkü arazi kullanım şekillerinin kil miktarının değişimini önemli şekilde etkilediği bildirilmektedir (Nkana ve Tonye, 2003). Türüdü (1981) Değirmendere havzasında yaptığı çalışmada tarım topraklarındaki kil oranını orman ve otlak alanlarından önemli derecede fazla olduğunu tespit etmiştir.

Karagül (1994)'de tarım üst topraklarının kil oranını (% 27.20) orman (% 22.05) ve otlak (% 23.65) topraklarının kil oranından fazla olduğunu saptamış ancak arazi kullanım şekilleri arasında kil oranı bakımından istatistiksel anlamda önemli farklılık olmadığını kaydetmiştir. Kil miktarının tarım topraklarında yüksek bulunduğu çalışmalar çoğaltılabilir (Bozali, 2003; Erol, 2004). Çalışma kapsamında tarım alanlarının üst topraklarında kil miktarının yüksek bulunması üzerinde; toprakların işlenmesine bağlı olarak fiziksel ve kimyasal ayrışmanın ileri boyutlara ulaşmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca tarım ile açık alanların eğimi orman alanlarına göre daha düşüktür. Bu durum kilin yıkanarak ortamdan uzaklaşmasını yavaşlatmaktadır. Çünkü eğimin yüksek olduğu yerlerde kilin diğer toprak fraksiyonlarına göre daha fazla yıkanarak ortamdan uzaklaşacağı ifade edilmektedir (Gabriels, 1999). Kil miktarının tarım topraklarında yüksek bulunduğu çalışmalar çoğaltılabilir (Bozali, 2003; Erol, 2004).

3.2.6. Toprak pH'sına İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanından alınan toprakların ortalama pH'ları; orman, tarım ve mera alanı topraklarında sırasıyla %6.76, %7.06 ve %6.98 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük pH değeri orman alanı için bulunurken en yüksek pH değeri tarım alanında bulunmuştur. %5 önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucunda pH değerlerinin arazi kullanım biçimleri (orman, tarım ve mera) bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P < 0.05$) göstermediği bulunmuştur (Tablo 6). Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ise, orman, mera ve tarım alanları pH bakımından aynı gruplarda yer almışlardır (Şekil 15).



Şekil 15. Toprak pH'larının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olmadığını göstermektedir.

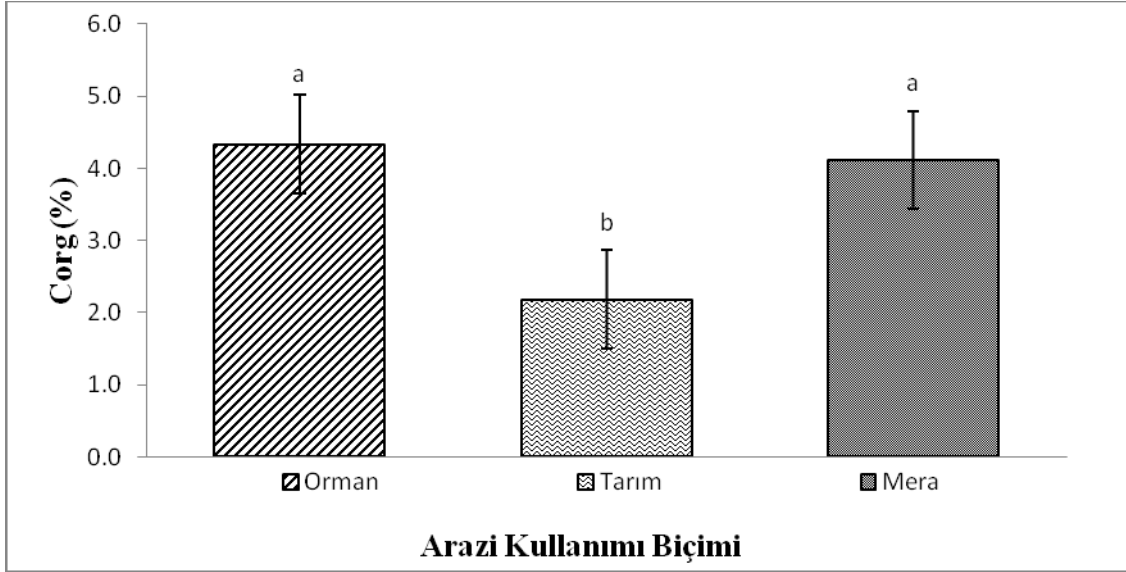
Orman alanında pH'nın düşük olmasının organik madde miktarının yüksek olmasından kaynaklanabileceği sanılmaktadır. Nitekim ölü örtünün ayrışıp organik maddeye dönüşmesi sırasında oluşan organik asitlerin toprak tepkimesini düşürdüğü tarafından ifade edilmektedir Kantarcı (2000). Orman topraklarında yıkanma ile bazik elementler alt katmanlara kadar inmektedir. Buna karşın tarım topraklarında ise işleme ile toprak alt üst edildiğinde bazik elementler üst katmanlara kadar çıkabilmektedir. Bu nedenle tarım topraklarında pH'nın yüksek çıkması doğaldır. Tarım topraklarının yüksek pH'ya sahip olmalarında alana pH yükseltmek için dökülen kireç veya benzeri maddeler gibi uygulanan zirai faaliyetlerin pH değerini arttırdığı, yani asitliği düşürdüğü bilinmektedir.

Balesdent vd. (2000) toprak işlemenin doğal karbon kaynaklarını, mikroorganizma faaliyetlerini, toprak canlılarını ve toprağın iklimini etkileyerek pH'nın yükselmesine neden olabileceğini belirtmiştir. Türüdü (1981) Trabzon-Hamsiköy yöresinde yaptığı benzer çalışmada, ortalama aktüel pH değerini mısır tarlasında 7.10, çayır alanında 6.0, kayın ormanında 5.50 ve ladin ormanında ise 5.30 olarak bulmuştur. Bartın yöresinde yapılan bir çalışmada tarım topraklarında ortalama aktüel pH 7.84, mera topraklarındaki ortalama pH 6.62, orman topraklarında ise ortalama aktüel pH 5.20 olduğu bulunmuştur. Çalışmada, toprakların pH değeri arazi kullanma şekillerine göre istatistiksel anlamda önemli bir değişim gösterdiği ifade edilmektedir (Kara ve Bolat, 2008).

Yılmaz (2007)'de yaptığı çalışmada üst toprakların ortalama aktüel pH değerleri, açık alan, tarım ve orman alanlarında sırasıyla 6.2, 6.75 ve 5.23 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada üst topraklarının pH değerlerinin arazi kulanma şekillerine göre istatistiksel anlamda önemli bir değişim gösterdiği ifade edilirken, orman topraklarının diğer iki arazi kullanım şekli altındaki topraklardan istatistiki olarak farklı olduğu da ifade edilmektedir. Nkana ve Tonye (2003) farklı arazi kulanma şekillerinin toprakların aktüel pH değerleri üzerinde önemli etkisinin olduğunu belirtmektedir.

3.2.7. Toprakların Organik Karbon (Corg) İçeriklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanından alınan toprakların ortalama organik karbon içerikleri; orman, tarım ve mera alanı topraklarında sırasıyla 4.34, 2.18 ve 4.12 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük organik karbon içeriği tarım alanı için bulunurken en yüksek organik karbon içeriği orman alanında bulunmuştur. %5 önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucunda, organik karbon değerlerinin arazi kullanım biçimleri (orman, tarım ve mera) bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P < 0.05$) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 6). Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ise, orman, mera ve tarım alanları tane yoğunlukları bakımından birbirinden farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 16).



Şekil 16. Toprakların organik madde içeriklerinin farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Orman alanında organik C miktarının yüksek bulunması sürekli vejetasyon örtüsü ile kaplı olmasından ve bu vejetasyonun doğal bir ürünü olan ölü örtü tabakasından kaynaklanmaktadır. Organik C miktarı açısından mera alanı ikinci sırayı almasının nedeni de yine bu alan üzerinde her zaman bulunmayan ancak tarım alanına göre fazla miktarda ve daha uzun süre bulunan tek yıllık otsu bitkilerden kaynaklanmaktadır.

Tarım alanına ait toprakların diğer alanlara göre düşük miktarda organik C içermesinin sebepleri; alan üzerinde devamlı bir şekilde bitki örtüsünün bulunmaması, tarımsal faaliyetler sonucunda toprağın karıştırılmasının bir sonucu olarak organik maddenin hızla ayrışması ve yağışlarla birlikte yıkanması şeklinde sıralanabilir. Zira Roose ve Barthes (2001)'de toprak organik karbon'unun erozyonla, yüzeysel akış ve yıkanma yolu ile kaybının söz konusu olabileceğini ifade etmektedir. Yılmaz (2007) yaptığı araştırmada üst toprakların organik karbon ortalamalarının; mera, tarım ve orman topraklarında sırasıyla % 1.68 ,% 2.63, % 3.28 olduğunu saptamış ve organik C miktarlarının arazi kullanım şekillerine göre istatistiksel anlamda farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Ancak aynı çalışmada tarım alanının organik C içeriği açık alandan fazla bulunurken orman alanından az bulunmuş fakat orman alanı ile tarım alanı arasında farklılığın olmadığı ifade edilmiştir. Bu durumda şu şekilde açıklanmaktadır; orman alanından alınan bazı örnek alanlarda sıkışık kapalılık nedeniyle toprak yüzeyine yeterli miktarda sıcaklık ve nem ulaşamamakta dolayısıyla ölü örtü tam ayrılarak mineral toprağa

karışmamaktadır. Bu örnek alanlarda ayrışıp mineral toprağa karışmayan organik C genel ortalamayı düşürebilmektedir.

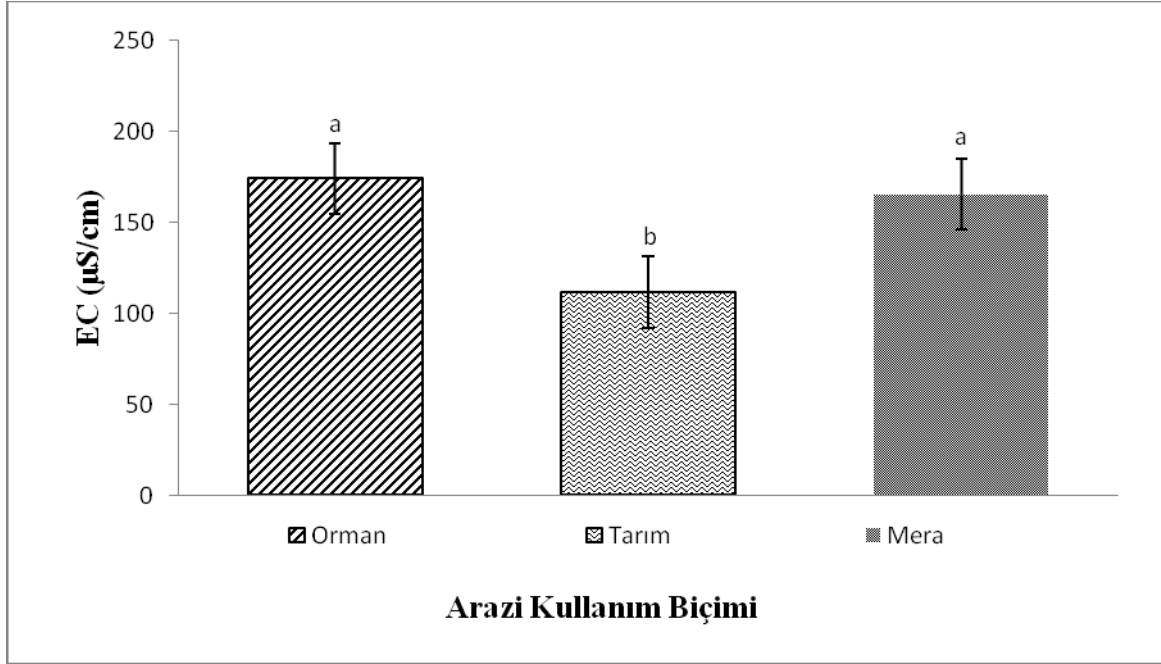
Başka bir çalışmada organik karbon değerleri orman alanında %4.14, mera alanında %2.69 ve tarım alanında %1.19 olarak bulunmuştur. Çalışmada organik karbon değerleri arazi kullanım şekillerine göre istatistiksel anlamda önemli bir farklılık göstermiştir. Tarım toprakları ile açık alan toprakları arasında organik C değerleri açısından fark çıkmamıştır ve bu durum tarım topraklarına hayvan gübresi ilavesinin yapılması ile açıklanmıştır (Kara ve Bolat, 2008). Martens vd.(2003) yaptıkları çalışmada organik C değerlerini orman alanında % 4.48, mera alanında % 3.20 ve tarım alanında % 2.40 olarak tespit etmişler ve arazi kullanım biçimlerine göre de aralarında istatistiki olarak farklılık olduğunu ifade etmektedirler. Benzer bir çalışmada toprakların ortalama organik madde miktarı tarım alanında % 2.28 (organik C % 1.32), 2/B alanında % 2.73 (organik C % 1.58) orman alanında % 3.47 (organik C % 2.01), olarak bulunmuş ancak yapılan istatistik incelemede ise; tarım alanı, 2/B alanı ve orman alanları arasında organik madde açısından bir fark bulunamamıştır (Usta, 2002).

Kara (2002) yaptığı çalışmada üst toprakta ortalama organik C değerlerinin Şarapnel yöresi kayın ormanında % 5.23-7.81, meşe ormanında % 4.42-7.70 ve karaçam ormanında %6.19 arasında değişim gösterdiğini belirtirken, Kadıncule yöresi kayın ormanında %12.07, meşe ormanında % 6.84-9.44 ve karaçam ormanında % 7.24-9.59 arasında değişim gösterdiğini belirtmektedir. Türüdü (1981) Trabzon-Hamsiköy yöresinde yaptığı benzer çalışmada ortalama organik madde miktarını mısır tarlasında % 3.28 (organik C % 1.90), çayır alanlarında % 4.34 (organik C % 2.51), kayın ormanlarında % 5.03 (organik C % 2.92) ve ladin ormanında ise % 7.44 (organik C % 4.31) olarak bulmuştur. Yapılan bu çalışmaları çoğaltabiliriz; Walker ve Desanker (2004), Nkana ve Tonye (2003), Neufeldt vd. (2002). Zhong ve Qiguo (2001), yaptıkları çalışmalarda arazi kullanım şekillerindeki değişimlerin toprak organik C'ünü etkilediğini ortaya koymuşlardır.

3.2.8. Toprakların Elektriksel İletkenliklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanından alınan toprakların ortalama elektriksel iletkenlikleri; orman, tarım ve mera alanı topraklarında sırasıyla 174.2 $\mu\text{S/cm}$, 111.8 $\mu\text{S/cm}$ ve 165.4 $\mu\text{S/cm}$ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük elektriksel iletkenlik değeri tarım alanı için bulunurken en yüksek elektriksel iletkenlik değeri orman alanında bulunmuştur. %5

önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucunda, elektriksel iletkenlik değerlerinin arazi kullanım biçimleri (orman, tarım ve mera) bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($P<0.05$) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 6). Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ise, orman ve mera, elektriksel iletkenlik bakımından aynı grupta yer alırken tarım alanı farklı grupta yer almıştır (Şekil 17).

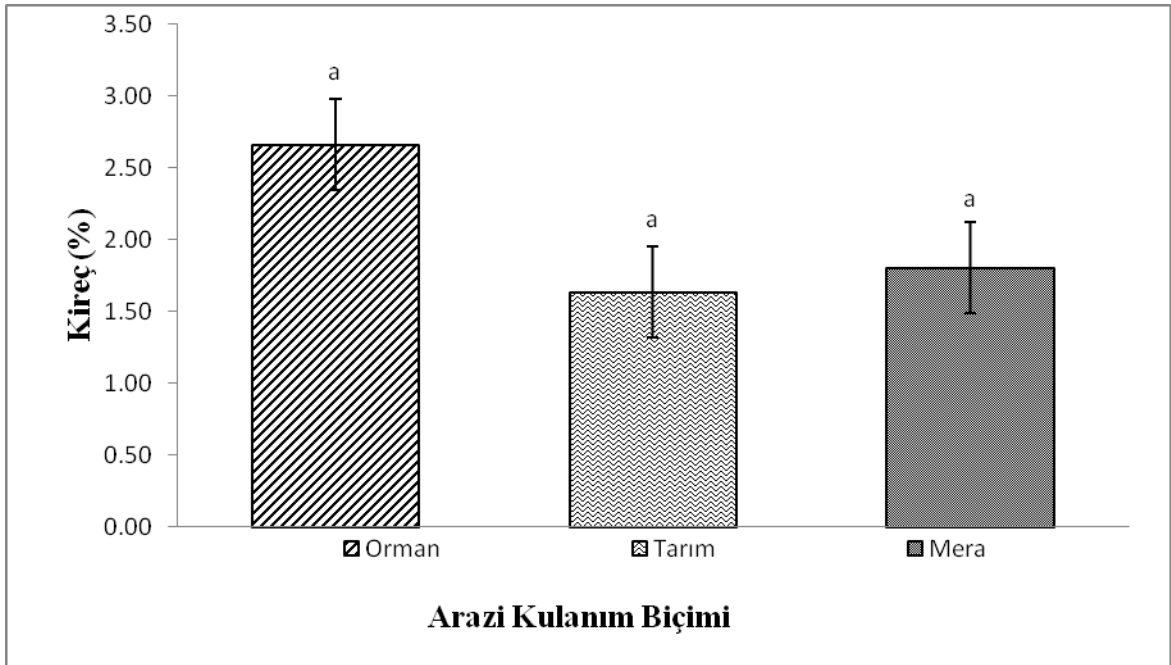


Şekil 17. Elektriksel iletkenlik'in farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P<0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Genel olarak topraklar 4 dS m^{-1} sınır değerinden daha yüksek bir elektriksel iletkenliğe sahipse tuzlu toprak olarak sınıflandırılırlar (Sumner, 1995). Çalışma sonucunda bulunan değerler sınır değer olan 4 dS m^{-1} ile karşılaştırdıklarında çalışma alanına ait topraklar tuzlu toprak sınıfına girmediği belirlenmiştir. Genel bir değerlendirme yapıldığında araştırma alanı topraklarının tuzluluk sorunu olmadığı görülmektedir. Bartın yöresinde arazi kullanım sorunları ve çözüm önerileri adlı çalışmada elektriksel iletkenlik orman topraklarında 0.08 dS m^{-1} , mera topraklarında 0.12 dS m^{-1} ve tarım alanındaki topraklarında 0.17 dS m^{-1} olarak bulunmuş ve arazi kullanım şekillerine göre istatistiksel olarak aralarında önemli bir fark saptanamamıştır (Kara ve Bolat, 2008).

3.2.9. Toprakların Kireç İçeriklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanından alınan toprakların ortalama kireç değerleri; orman, tarım ve mera topraklarında sırasıyla %2.66, %1.63 ve %1.80 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük kireç içeriği tarım alanında, en yüksek ise orman alanında bulunmuştur. %5 önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucunda, kireç değerlerinin arazi kullanım biçimleri (orman, tarım ve mera) bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P<0.05$) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 4). Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ise, orman, mera ve tarım alanları tane yoğunlukları bakımından birbirinden farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 18).

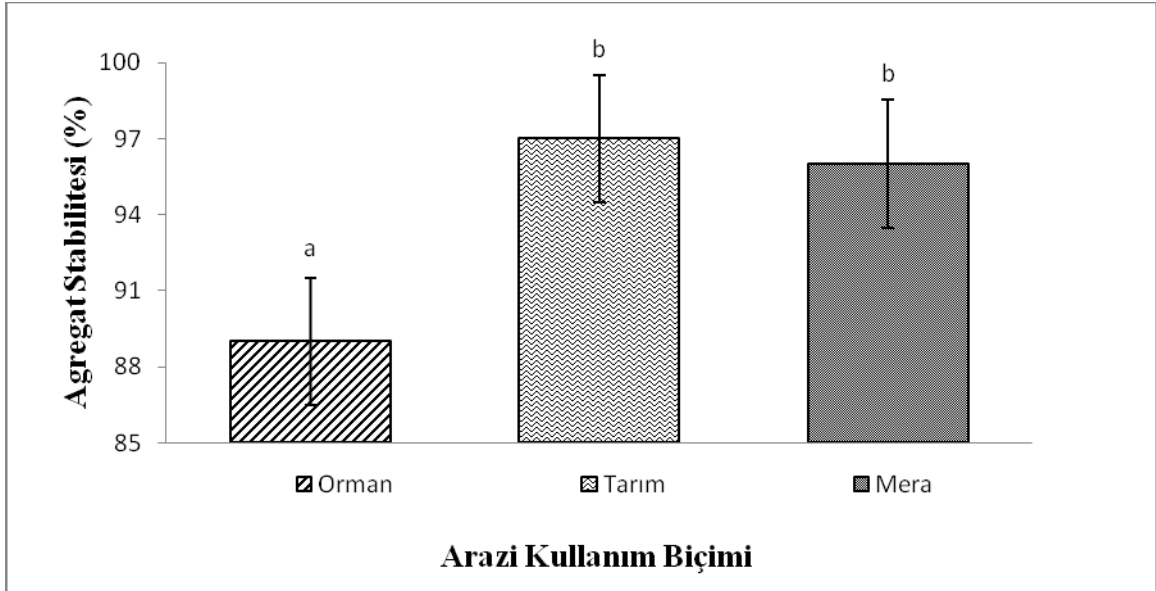


Şekil 18. Toprak kireç değerlerinin farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P<0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Değerler arasında fark çıkmamasına rağmen en yüksek kireç içeriği orman alanında bulunmuştur. Nemli iklime sahip yerlerde yağışların bol olmasından dolayı toprakların yıkanması yolu ile kireç içeriklerinin azaldığı ve uygun kireç içeren gübreler ile aşırıya kaçmadan gübrenmesi gerektiği ifade edilmektedir (Brady, 1990). Zira kireç sadece kalsiyum ve magnezyum gibi değiştirilebilir katyonların artmasına sebep olmaz, aynı zamanda bitkilerin iyi bir gelişim yapabilmeleri için fiziksel ve kimyasal bir çevrenin oluşmasına da katkı sağlar.

3.2.10. Toprak Agregat Stabilitesine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanından alınan toprakların ortalama agregat stabilite yüzdeleri; orman, tarım ve mera alanı topraklarında sırasıyla %89, %97 ve %96 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en düşük agregat stabilitesi orman alanı için bulunurken en yüksek agregat stabilitesi tarım alanında bulunmuştur. %5 önem düzeyine göre yapılan varyans analizi sonucunda, agregat stabilitesi değerlerinin arazi kullanım biçimleri (orman, tarım ve mera) bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P<0.05$) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 6). Farklı olan grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ise, orman, mera ve tarım alanları agregat stabilitesi bakımından birbirinden farklı gruplarda yer almışlardır (Şekil 19).



Şekil 19. Toprakların agregat stabilite değerlerinin farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P<0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Toprak agregatlaşması; toprakta bulunan mikrobiyal toplulukların, minerallerin ve organik kompozisyonu etkileşimlerinin bir ürünüdür ve çevresel etkenler, toprak yönetimi, arazi kullanım biçimleri, gibi faktörlerden etkilenir (Seybold ve Herrick 2001; Wei vd. 2006). 1-2 mm boyutlarındaki agregatlar için agregat stabilitesi değeri en yüksek tarımda, en düşük ise orman alanındadır. Orman topraklarının agregat stabilitesi değeri (%89) tarım ve mera alanlarının agregat stabilite değerlerine göre (sırasıyla, %97 ve %96) daha düşüktür (Şekil 19). Arazi kullanım biçimleri arasındaki agregat stabilitesi değerleri

bakımından ortaya çıkan bu farklılığın sebebi, belli boyutlardaki agregatların (1-2 mm) daha çok kil tarafından çimentolanmasından olabilir (Amezketta 1998; Tebrugge ve Durling 1999). Nitekim araştırma alanında en yüksek kil içeriğine sahip tarım topraklarının aynı zamanda en yüksek agregat stabilitesine sahip olması bu durumu doğrulamaktadır (Tablo 3, Şekil 19). Toprak partikülleri kil tarafından abiyotik olarak agregatlaştırılmış olabilir (Eldridge ve Leys 2003).

Toprak yönetimi tarafından oluşturulan baskıya karşı toprakların bu strese dayanmasında organik madde önemli rolü bulunmaktadır (Tisdall and Oades 1982). Yapılan birçok çalışmada agregat stabilitesinin organik madde içeriği ile birlikte arttığı ortaya konmuştur (Mandiola vd. 2011; Schomakers vd. 2011). Ancak, bu çalışmada bulunan sonuçlar bahsedilen ilişki ile uyumlu değildir. Çünkü yüksek miktarda organik karbon içeren orman topraklarında agregat stabilitesini düşük bulunmuştur (Şekil 19). Bu sonuçlar, çalışmada kullanılan agregatların boyutları (2-1 mm) ile açıklanabilir. Kil partikülleri makroagregatlar için önemli bağlayıcı araçlardır. Aksine, mikroagregatlar (<1 mm) ise, Tisdall ve Oades (1982) ve Boix-Fayos vd. (2001) tarafından ortaya konduğu gibi, çoğunlukla organik maddeler ve mikroorganizmalar tarafından agregatlaşmaları sağlanır.

Agregat stabilitesi, orman topraklarında, beklenmedik şekilde düşüktür. Orman topraklarındaki düşük agregat stabilitesi de diğer arazi kullanım alanlarına göre daha yüksek toz içeriği (%11.95) ile alakalı olabilir (Şekil 14). İncelenen topraklarda agregat stabilitesi ile toz içeriği negatif korelasyon göstermektedir ($r = -0.249$, $P < 0.05$). Bu durum toz bakımından zengin orman topraklarındaki agregatların suyla temas edince kolayca bozulup parçalanmasını yansıtmaktadır. Benzer olarak, yüksek toz içerikli topraklar, organik madde içeriği aşınmayı azaltıyor olsa bile, yinede en çok aşınabilir topraklardır (Caravaca vd. 2001). Dahası, Boix-Fayos vd. (2001) organik madde toprakta %5- %6'dan daha fazla miktarda bulunduğunda agregat stabilitesi üzerinde belirleyici olmaktadır. Bu organik madde miktarı eşliğinin altında olduğunda agregatlaşma daha çok kil tarafından sağlamakta ve organik maddenin etkisi azalmaktadır.

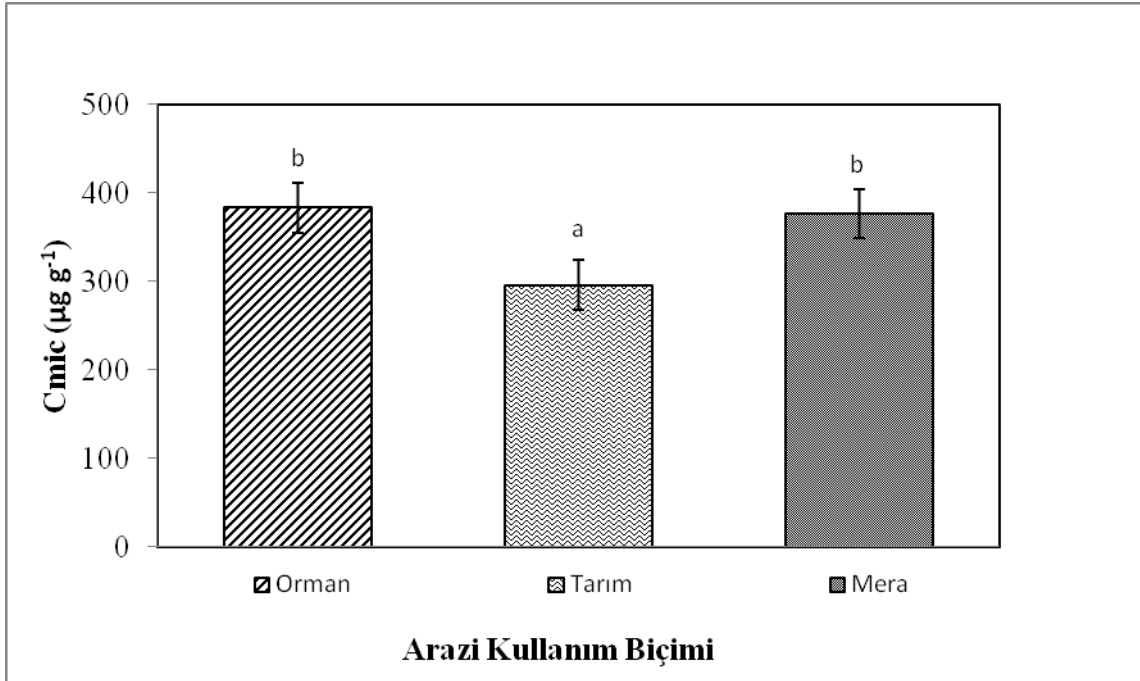
3.3. Farklı Arazi Kullanım Alanlarındaki (Orman, Tarım ve Mera) Toprakların Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri

3.3.1. Orman, Tarım ve Mera Alanlarına Ait Mikrobiyal Biyokütle Karbon Özellikleri

Tablo 5 incelendiğinde, orman alanına ait toprakların mikrobiyal biyokütelleri $93.63 \mu\text{g g}^{-1}$ ile $895.22 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değiştiği ve ortalama olarak $383.62 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğu, tarım alanına ait toprakların mikrobiyal biyokütelleri $105.01 \mu\text{g g}^{-1}$ ile $543.67 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değiştiği ve ortalama olarak $292.63 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğu, mera alanına ait toprakların mikrobiyal biyokütelleri ise $212.09 \mu\text{g g}^{-1}$ ile $600.11 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değiştiği ve ortalama olarak $376.61 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7. Mikrobiyal Biyokütle Karbon (Cmic) ($\mu\text{g g}^{-1}$) değerleri

Örnek Alan No:	Orman	Tarım	Mera
1	234,05	354,80	364,18
2	462,17	394,17	249,77
3	247,09	286,53	371,22
4	168,50	305,94	600,11
5	301,18	143,13	589,14
6	832,82	204,92	516,36
7	161,99	131,80	354,13
8	431,71	141,61	306,48
9	238,23	105,01	528,37
10	145,80	210,99	367,79
11	186,30	543,67	375,80
12	93,63	423,22	446,18
13	186,44	289,67	213,98
14	274,70	378,30	390,42
15	622,28	336,29	323,08
16	217,07	317,99	318,68
17	572,90	478,88	368,07
18	661,13	272,32	298,25
19	290,64	294,11	342,22
20	465,25	226,59	430,11
21	224,84	439,35	434,53
22	718,74	159,45	512,17
23	561,27	471,55	375,39
24	412,23	260,01	328,26
25	382,69	299,19	377,50
26	895,22	272,03	493,56
27	424,19	221,05	212,09
28	512,16	282,36	285,40
29	301,18	405,48	257,78
30	282,17	218,30	267,37
Ortalama	383.62	292.63	376.61



Şekil 20. Toprakların mikrobiyal biyokütle karbonlarının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Tarım, mera ve orman alanları için mikrobiyal biyokütle karbon değerleri, sırasıyla, $295.6 \mu\text{g g}^{-1}$, $376.6 \mu\text{g g}^{-1}$, and $383.6 \mu\text{g g}^{-1}$ 'dir. Varyans analizi sonuçları orman ve mera topraklarının tarım topraklarına oranla daha fazla mikrobiyal biyokütle C'a sahip olduğu göstermektedir (Şekil 20). Dahası, mikrobiyal biyokütle C, toprak organik C ($r = 0.517$, $P < 0.01$) (Tablo 5) ve gözenek hacmi ($r = 0.441$, $P < 0.01$) ile pozitif korelasyon içerisindedir. Hacim ağırlığı ($r = -0.456$, $P < 0.01$) ve kil içeriği ($r = -0.222$, $P < 0.05$) ile ise negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 9).

Yapılan bir çok çalışmada mikrobiyal biyokütle C ile organik C arasında pozitif korelasyon bulunmuştur (Wright vd. 2005; Kara ve Bolat 2008; Zhu vd. 2010). Yüksek organik karbona sahip olan orman ve mera toprakları tarım topraklarına göre daha yüksek mikrobiyal biyokütle C'a sahiplerdir. Ormanlarda ve meralarda bulunan diri örtü, ayrışma sonucu meydana gelen yüksek organik madde girdisi, kökler ve köklerden sızan organik içerikli maddeler mikrobiyal biyokütle içerisinde karbon birikimine ve mikrobiyal popülasyonların artmasının sebebi olabilir.

Hacim ağırlığı toprakta suyun ve havanın değişimi için gerekli olan boşluk hacmi hakkında bilgi verdiği için önemli bir toprak özelliğidir. Orman alanındaki düşük hacim ağırlığının sebebi ölü örtünün ayrışıp organik madde girişini arttırdığındandır (Tablo 6). Bu durum, orman topraklarında mikrobiyal biyokütle C'nun ve toprak gözenekliliğinin artmasına sebep olmaktadır. Buna karşılık, tarım topraklarındaki yüksek hacim ağırlığı ve düşük gözenek hacmi mikroorganizmalara daha az boşluk hacmi ve havalanma sağladığından mikrobiyal biyokütleyi azaltıyor olabilir. Bu bulgular daha önceki çalışmalar ile uyumludur (Dick vd. 1988; Tan vd. 2008).

Tekstür, topraktaki mikroiklimsel koşulları etkilediği için mikrobiyal biyokütleyi belirlemede önemli bir rol oynamaktadır (Dilustro vd. 2005). Aynı iklim ve bitki örtüsü koşulları altında yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar, ince tekstürlü toprakların kaba tekstürlü topraklardan daha fazla mikrobiyal biyokütle C içerdiğini ortaya konmuştur (Schimel vd. 1994; Müller ve Höper 2004). Bu çalışmanın sonuçları daha önceki çalışmalar ile benzerlik göstermemektedir. Cmic ($r = -0.222$, $P < 0.05$) ile kil içeriği arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. Bu durum mikroorganizmaların toprak fizyokimyasal şartlarına verdiği farklı tepkilerden kaynaklanabilir. Tarım topraklarının yüksek kil içeriğine sahip olmalarına rağmen organik madde bakımından düşük olması mikrobiyoya ve buna bağlı olarak Cmic'ini azalmasına yol açabilir.

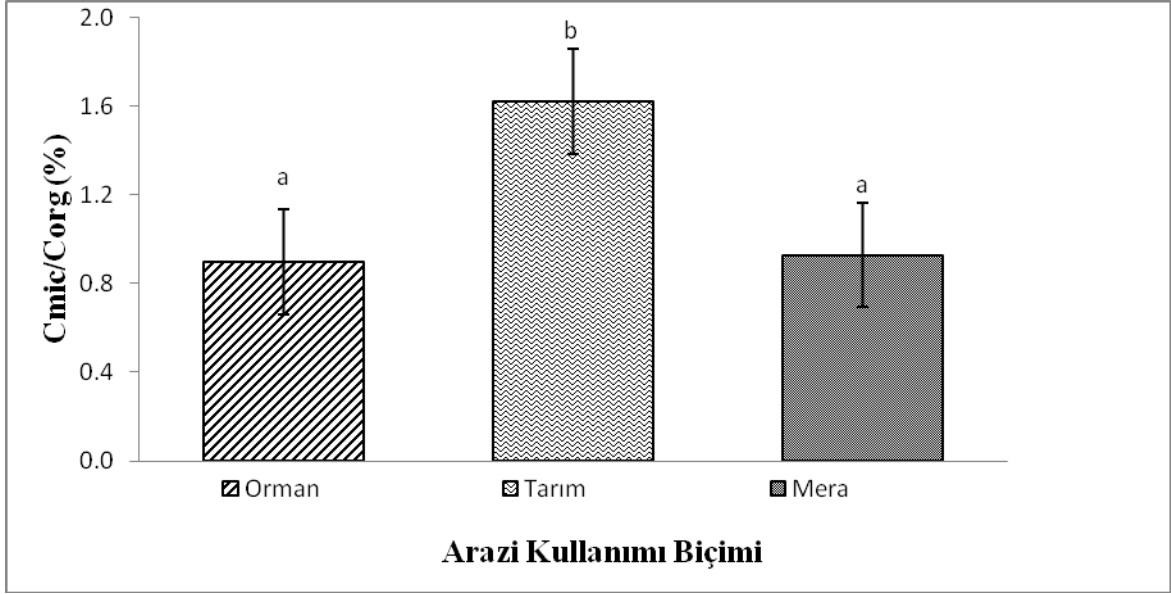
Bir çok araştırmacı mikrobiyal biyokütle ile agregat stabilitesi arasında önemli ilişkiler bulmuşlardır (Villar vd. 2004; Bidisha vd. 2010). Mikroorganizmalar, toprak partiküllerini birbirlerine bağlayarak toprak agregatlaşmasında önemli rol oynamaktadırlar (Oades, 1993). Dahası, stabil toprak agregatlarını oluşturan bağlanma araçlarını üretirler (Elmholt vd. 2008). Ancak, bu çalışmada agregat stabilitesi ile mikrobiyal biyokütle arasında önemli bir ilişki ($r = -0.01$, $P < 0.05$) bulunamamıştır. Tarım toprakları orman topraklarına oranla çok daha düşük mikrobiyal biyokütle C içermelerine rağmen çok daha yüksek agregat stabilitesine sahiptirler (Tablo 7). Bu sonuçlara göre tarım topraklarındaki kil içeriği agregatlaşmayı biyolojik bağlanma araçları olmadan devam ettirmiştir. Bunun yanı sıra, toprak özelliklerinde, toprak tekstürü, EC, organik C ve hacim ağırlığı, meydana gelen değişimler de mikrobiyal biyokütlenin agregatlaşma üzerine olan etkilerini maskeleyebilir.

3.3.2. Orman, Tarım ve Mera Alanlarına Ait Cmic/Corg (%) Özellikleri

Tablo 8 incelendiğinde, orman alanına ait toprakların Corg/Cmic yüzdesi %0.32 ile %1.84 arasında değiştiği ve ortalama olarak %0.90 olduğu, tarım alanına ait toprakların mikrobiyal biyokütleri %0.45 ile %2.79 arasında değiştiği ve ortalama olarak %1.35 olduğu, mera alanına ait toprakların mikrobiyal biyokütleri ise %0.46 ile %1.62 arasında değiştiği ve ortalama olarak %0.93 olduğu görülmüştür.

Tablo 8. Mikrobiyal Biyokütle Karbon Cmic/Corg (%) değerleri

Örnek Alan No:	Orman	Tarım	Mera
1	0,65	2,57	0,76
2	0,91	2,79	0,63
3	0,68	1,57	0,92
4	0,57	1,51	1,27
5	0,76	0,84	1,62
6	1,64	1,22	1,40
7	0,85	0,75	0,73
8	1,14	0,78	0,63
9	0,74	0,57	1,02
10	0,44	1,12	0,71
11	0,63	1,53	1,20
12	0,35	1,81	0,93
13	0,47	1,10	0,76
14	1,36	0,97	1,02
15	1,84	1,30	0,72
16	0,35	1,67	1,00
17	0,97	2,19	1,11
18	1,36	1,20	0,98
19	0,70	1,68	0,94
20	0,69	1,07	0,85
21	0,32	1,91	0,91
22	0,92	0,45	1,15
23	1,15	2,52	0,88
24	1,11	0,90	1,06
25	1,26	1,33	0,82
26	1,22	1,05	1,06
27	1,58	0,97	0,46
28	0,84	1,29	0,97
29	0,69	2,44	0,58
30	0,79	0,94	0,79
Ortalama	0.90	1.35	0.93



Şekil 21. Cmic/Corg oranının farklı arazi kullanım biçimine göre değişimi. Sütunlar ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı harfler $P < 0.05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Cmic/Corg oranı orman alanında en düşük (0.90) tarım alanında en yüksek (1.35) bulunmuştur. Orman topraklarındaki düşük Cmic/Corg oranı toprak canlıları tarafından substrat alınabilirliğinin nispeten düşük olduğunu göstermektedir. Bu durum ise toprak organik maddesinin sadece çok az bir kısmının toprak canlıları tarafından metabolize edildiğini ifade etmektedir. Nitekim Bauhus vd. (1998)'de Cmic/Corg oranındaki azalışın substrat niteliğindeki bir azalışı ifade ettiğini vurgulamaktadır. Hu vd. (1997)'de yaptıkları çalışmada benzer yönde sonuçlar elde etmiştir; orman alanında düşük Cmic/Corg oranı tarım alanında ise ormana nazaran yüksek Cmic/Corg oranı elde etmiştir. Çalışmada ayrıca farklı arazi kullanım biçimlerinin Cmic/Corg oranını önemli bir şekilde etkilediği de ifade edilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Vance vd. (1987) tarafından ılıman orman toprakları için bulunan oranlardan (% 1.8-2.9) içerisinde yer almaktadır. Ayrıca Cmic/Corg oranının Jenkinson (1988) % 1-3 arasında, Kaiser vd., (1992) ve Franzluebbbers vd. (1999) % 0.1-10 arasında değişebileceğini ifade etmektedirler. Anderson ve Domsch (1989) Cmic/Corg oranındaki bu geniş aralığın ve değişkenliğin sebebinin toprak özellikleri, vejetasyon örtüsü, arazi kullanım biçimi ve bunlara ilave olarak örnekleme zamanı ve kullanılan metod olabileceğini belirtmektedirler. Yapılan bir çalışmada farklı meşcere yaşı, toprak tipi ve ağaç türleri altındaki toprakların Cmic/Corg oranının % 0.8 ile 1.9 arasında değiştiği ifade edilmektedir (Bauhus vd., 1998).

Mikrobiyal biyokütle karbonun toprak organik karbonuna olan oranı (Cmic/Corg), topraktaki organik maddeyi gözlemlemekte Cmic ve Corg'u ayrı ayrı inceleyerek gözlemlemekten daha yararlıdır (Sparling, 1992). Tarım altındaki toprakların Cmic/Corg oranı (%1.35), orman (%0.89) ve mera (%0.92) topraklarından önemli derecede fazladır (Şekil 21). Cmic/Corg oranı kil içeriği ile pozitif ($r = 0.241$, $P < 0.05$), kum içeriği ile negatif korelasyon göstermektedir ($r = -0.239$, $P < 0.05$) (Tablo 9). Dahası, Cmic/Corg oranı agregat stabilitesi ile pozitif korelasyon göstermektedir ama aralarındaki ilişki anlamlı değildir ($r = 0.148$, $P > 0.05$).

Çalışmanın sonuçları tarım topraklarının yüksek kil içeriği (%33.57), nemli toprak koşulları altında daha fazla organik madde ayrışmasına sahip olduğundan, Cmic/Corg oranını arttırmıştır (Tablo 8, Şekil 21). Ayrıca, farklı arazi kullanım biçimleri altındaki Cmic/Corg oranlarındaki önemli farklılıklar mikrobiyal biyokütle C'nin boyutlarına değil daha çok karasız organik maddelere bağlı olduğuna işaret etmektedir. Tarım topraklarının sahip olduğu yüksek Cmic/Corg oranı karasız organik bileşenlerin toprakta daha iyi korunduğu ve organik C başına düşen mikrobiyal biyokütle karbonun daha fazla olmasına yol açtığı söylenebilir.

Tablo 9. Toprak Özelliklerine İlişkin Korelasyon Matrisi

	Kil	Toz	Kum	pH	EC	Hacim ağırlığı	Tane Yoğunluğu	Gözenek Hacmi	Corg	Agregat Stabilitesi	Kireç	Nem	Arazi Kullanımı	Cmic	Cmic/ Corg
Kil	1	-,133	-,843	,054	-,149	,379	-,170	-,415	-,425	-,017	,070	,285	-,171	-,222	,241
Toz		1	-,421**	-,155	-,124	-,055**	,075	,065**	-,207**	-,249	,010	-,045**	-,375	-,176*	,036*
Kum			1**	,034	,204	-,317	,115	,344	,501	,150*	-,070	-,237	,360**	,299	-,240
pH				1	,585	,156**	,034	-,154**	-,128**	,337	,416	-,252*	,149**	-,025**	,030*
EC					1**	-,416	-,140	,389	,451	,111**	,513**	-,223*	-,053	,305	-,196
Hacim Ağırlığı						1**	,142	-,979**	-,768**	,203	-,235**	,074*	,260	-,456**	,329
Tane Yoğunluğu							1	,061**	-,109**	,017	,039*	-,331	,158*	-,107**	-,029**
Gözenek								1	,755	-,207	,245	-,146**	-,229	,442	-,338
Corg									1**	-,091	,141*	-,097	-,062*	,517**	-,458**
Agregat Stabilitesi										1	-,001	,109	,312	-,010**	,148**
Kireç											1	-,093	-,182**	,279	,087
Nem												1	-,137	,202**	,417
Arazi Kullanımı													1	-,019	,025**
Cmic														1	,431
Cmic/Corg															1**

** 0.05 güven düzeyinde korelasyon vardır (2-yönlü).

* 0.01 güven düzeyinde korelasyon vardır (2-yönlü).

N= 90

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Trabzon ili Maçka ilçe'sinde bulunan farklı arazi kullanım biçimi (orman, tarım ve mera) altındaki toprakların bazı fiziksel (tane yoğunluğu, tekstür, hacim ağırlığı v.b.), kimyasal (pH, kireç, elektriksel iletkenlik v.b.) ve biyolojik özellikleri (mikrobiyal biyokütle C) incelenmiştir. Araştırma alanına ait toplam 12 toprak özelliği belirlenmiş ve bu toprak özellikleri basit varyans analizi (One-Way Anova), Duncan testi ve korelasyon analizi ile karşılaştırmalı olarak mukayese edilmiştir.

Buraya kadar yapılan incelemeler sonucunda orman, tarım ve mera alanları ile ilgili olarak varılan sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

Araştırma alanı topraklarının hacim ağırlığı en düşük orman alanında daha sonra mera alanında ve en yüksek tarım alanında tespit edilmiştir. Tane yoğunluğu büyükten küçüğe doğru mera > tarım > orman şeklinde sıralanmıştır. Gözenek hacmi en düşük tarım alanında, sonra mera alanında ve en yüksek orman alanında bulunmuştur. Orman, tarım ve mera alanlarına ait toprakların kil içerikleri karşılaştırıldığında; tarım alanının topraklarında en yüksek kil içeriği belirlenmiştir. Bu sonuçlardan anlaşılacağı gibi aynı yetişme ortamı şartlarında, arazi kullanım biçimi toprakların fiziksel özelliklerini etkilemektedir.

İncelenen toprakların aktüel pH değerleri; en düşük orman alanında, daha sonra mera alanında ve en yüksek tarım alanında bulunmuştur. Orman, tarım ve mera alanı topraklarının kireç (CaCO_3) içerikleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır, elektriksel iletkenlik orman ve mera topraklarında tarım topraklarına göre EC değeri daha yüksektir. Toprakların organik karbon değerleri; en düşük tarım alanında, daha sonra mera alanında ve en yüksek orman alanında tespit edilmiştir. Bu sonuçlar aynı iklim, anakaya ve mevki özellikleri (bakı, eğim, yükselti v.b.) altında orman toprakları üzerine dökülen organik artık miktarının fazla olduğunu ve bunların ayrışarak toprakların organik C içeriğini artırdığını göstermektedir. Bu söz konusu edilen hususlar ve dayandıkları bulgular, arazi kullanım biçimlerinin toprakların kimyasal özelliklerini önemli oranda etkilediğini ortaya koymaktadır.

Farklı arazi kullanımı altındaki toprakların agregat stabilitesi incelendiğinde; en düşük orman alanında, daha sonra mera alanında ve en yüksek tarım alanında tespit edilmiştir. Tarım kullanımı altındaki toprakların agregatlaşma potansiyeli orman ve mera topraklarına göre daha yüksek çıkmasının sebebi tarım topraklarının yüksek kil içeriğine

sahip olması ve toprağa hayvan gübresi verilmesinden kaynaklanabilir. Verilen bu organik gübreler agregatların daha stabil olmalarına yol açmaktadır. Yapılan bu çalışmada hiç bir alanda agregat stabilitesi ile organik karbon konsantrasyonları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu sonuç 2-1 mm boyutundaki agregatların stabilitesinde organik maddenin etkisinin az, toprakların mekanik bileşiminin ise agregatların dayanıklılığında daha etkili olduğunu göstermektedir. Topraktaki agregat oluşumunu ve stabilizasyonunu anlamak toprakları doğru bir şekilde yönetmek, çevreyi korumak ve tarımsal yöntemlerin başarılı olarak uygulanması açısından da önemlidir.

Agregatların boyutları, dayanıklılıklarına etki eden faktörler üzerinde etkilidir. Bu yüzden gelecekte yapılacak olan çalışmalarda agregatlar makro ve mikro boyutlarda ayrı ayrı çalışılmalıdır. Böylece farklı arazi kullanımı altındaki toprakların agregat stabiliteeleri üzerine etki eden faktörler daha detaylı olarak ortaya konabilir.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular arazi kullanım biçiminin toprakların mikrobiyal biyokütle C içeriklerini de önemli bir şekilde etkilediğini göstermektedir. Mikrobiyal biyokütle C değerleri arazi kullanım biçimine göre değerlendirildiğinde; en düşük tarım alanlarında, sonra mera alanında ve en yüksek orman alanında bulunmuştur. Ekosistemler için çok büyük öneme sahip olan toprak mikroorganizmaları orman alanında mera ve tarım alanına kıyasla daha fazla ve aktif durumdadır. Buna bağlı olarak orman alanında diğer alanlara göre toprak sağlığının iyi olduğu ve bitki besin maddesi döngüsünün en uygun şekilde gerçekleştiği söylenebilir.

Topraklara ait ortalama C_{mic}/C_{org} oranı en düşük orman alanında, sonra mera alanında ve en yüksek tarım alanında bulunmuştur. Orman ve mera topraklarına ait oranların birbirine benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan çalışma mikrobiyal biyokütle C ve C_{mic}/C_{org} arasında farklılıkların olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca, tarım alanında organik karbon içeriisindeki mikrobiyal karbonun daha yüksek olduğu ve organik maddenin daha kaliteli olduğunu göstermektedir.

Bu oranlar topraktaki organikmaddenin ayrışma durumunu ve hakim mikroorganizma gruplarını göstermesi bakımından önemlidir. Yukarıda ifade edildiği gibi C_{mic}/C_{org} oranı orman alanında diğer arazi kullanımlarına göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum orman topraklarının mikrobiyal biyokütle içeriğinin azlığından ziyade organik karbon içeriğinin fazlalığından ileri gelmektedir.

C_{mic}/C_{org} oranları tek başına C_{mic} veya C_{org} değerlerine göre, farklı arazi kullanımları altındaki toprakların izlenmesinde, daha iyi ve daha hassas sonuçları

vermektedir. Tarım topraklarındaki yüksek Cmic/Corg oranı organik madde miktarının diğer kullanım biçimlerine göre düşük ancak kaliteli olduğunu göstermektedir.

Korelasyon analizi sonuçları mikrobiyal karbon içeriğinin toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinden önemli oranda etkilendiğini göstermektedir. Aynı zamanda arazi kullanım biçimlerinin de toprak özelliklerini etkileri altında bulundurduğu bilinmektedir. Böylece araştırma alanında yaşayan canlılarla arazi kullanım biçimi arasında sıkı bir ilişki olduğu ve bu durumun mikrobiyal biyokütle C değerlerine yansıdığı açık bir şekilde ortaya çıkmıştır.

Toprağın korunması ve topraktan en yüksek faydalanmayı sağlamak insanlığın geleceği için çok önemli bir konudur. Dünya üzerindeki insan nüfusunun hızlı artışı işlenebilir verimli toprakların ve kaynakların azalmasına yol açmaktadır. Gelecek nesillerin hayatta kalabilmesi için toprak korunması ve verimli bir şekilde işlenmesi çok büyük önem arz etmektedir.

Çeşitli ülkelerde mikrobiyal biyokütle, toprak sağlığını izlemede biyoindikatör olarak kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmada da belirlenen mikrobiyal biyokütle içerikleri toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri hassas bir şekilde yansıtmaktadır. Bu yüzden bu araştırma, ölçülen mikrobiyolojik parametrelerin toprak sağlığında ileriki yıllarda meydana gelebilecek değişimleri izlemede bir biyoindikatör olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

5. KAYNAKLAR

- Ağar, Ü., 1977, Demirözü ve Köse Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, İstanbul.
- Akalan, İ., 1978. Türkiye’de erozyonun nedenleri ve erozyona karşı alınması gerekli önlemler, I. Ulusal Erozyon ve Sedimentasyon Sempozyumu Tebliğleri, 25-27 Nisan 1978, Ankara, 21-35.
- Allison, L.E. ve C.D. Moodie, Carbonate In: Methods of Soil Analysis, (Ed. C.A. Black), American Society of Agronomy, Wisconsin, 1379-1396, 1965.
- Amézketa, E., Singer, M.J. ve Le Bissonnais, 1996. Y., Testing a Procedure for Measuring Water-Stable Aggregation, Soil Science Society of America Journal, 60, 888-894.
- Amézketa E., 1999. Soil Aggregate Stability: A Review, Journal of Sustainable Agriculture, 4:2-3, 83-151.
- Anderson, J.P.E. ve Domsch, K. H., 1989. Ratios of Microbial Biomass Carbon to Total Organic Carbon in Arable Soils, Soil Biology and Biochemistry, 21, 471-479.
- Anderson, J.P.E., ve Domsch, K. H., 1986. Carbon Assimilation and Microbial Activity in Soil. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 149, 457-468.
- Anderson, J. M. ve Ingram, J. S. I., Tropical Soil Biology and Fertility A Handbook of Methods, Second Edition, Cab International Wallingford, UK, 1996.
- Anşin, R., 1983. Türkiye’nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 6, 2, 318-340.
- Ardel, A., Kurter, A., Dönmez, Y., 1969. Klimatoloji Tatbikatı, İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü, Yayın No: 40, İstanbul.
- Aydın, M., 2000. Giresun Yağlıdere Havzasında Farklı Anamateryaller Üzerinde Gelişen Toprakların Erozyon Eğilim Değerleri ve Vejetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Balcı, A.N., 1978. Kurak ve Nemli İklim Koşulları Altında Gelişmiş Bazı Orman Topraklarının Erodibilite karakteristikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 248.

- Baldock, J.A., Oades, J.M., Vassallo, A.M., ve Wilson, M.A., 1990, Solid-State CP/MAS ¹³C N.M.R. Analysis of Bacterial and Fungal Cultures Isolated from a Soil Incubated with Glucose, Australian Journal of Soil Research, 28, 213-225.
- Baldock, J. A., Kay, B. D. ve Schnitzer, M., 1987. Influence of Cropping Treatments on the Monosaccharide Content of the Hydrolysates of a Soil and Its Aggregate Fractions. Canadian Journal of Soil Science, 67, 489–499.
- Balesdent, J, Chenu, C. ve Balabane, M., 2000. Relationship Of Soil Organic Matter Dynamics To Physical Protection And Tillage. Soil and Tillage Research, Vol.53, 215-230.
- Barto, E.K., Alt, F., Oelmann, Y., Wilcke, W. ve Rillig, M.C., 2010. Contributions of Biotic and Abiotic Factors to Soil Aggregation across a Land Use Gradient. Soil Biology and Biochemistry, 42, 2316–2324.
- Bauhus, J. D., Pare, D. ve Cote, L., 1998. Effects of Tree Species, Stand Age, and Soil Type on Soil Microbial Biomass and Its Activity in a Southern Boreal Forest, Soil Biology and Biochemistry, 30, 1077-1089.
- Bidisha, M., Joerg, R., ve Yakov, K., (2010). Effects of Aggregation Processes on Distribution of Aggregate Size Fractions and Organic C Content of a Long-Term Fertilized Soil, European Journal of Soil Biology, 46(6), 365–370.
- Blake, G.R., 1965. In *Methods of Soil Analysis, Part I, Agronomy*, Madison, Wise, 373.
- Brady, N.C. ve Weil, R.R., 1999. *The Nature and Properties of Soils*, 12th edn. Prentice Hal, USA.
- Brady, N. C., 1990. *The Nature and Properties of Soils*, 10th Ed. New York: Macmillan, 621.
- Bronick, C.J. ve Lal, R., 2005. Soil Structure and management: a review, Geoderma, 124, 3–22.
- Brookes, P.C., Landman, A., Pruden, G., ve Jenkinson, D.S., 1985. Chloroform Fumigation and Release of Soil Nitrogen; a Rapid Extraction Method to Measure Microbial Biomass Nitrogen in Soil, Soil Biology and Biochemistry, 17, 837–842.
- Bruce, R.R., Langdale, G.W, West, L.T. ve Miller, W.P., 1992. Soil Surface Modification by Biomass Inputs Affecting Rainfall Infiltration. Soil Science Society of America Journal, 56, 1614-1620.
- Boix-Fayos, C., Calvo-Cases, A., Imeson, A.C., ve Soriano-Soto, M.D, 2001. Influence of Soil Properties on The Aggregation of Some Mediterranean Soils and The Use of Aggregate Size and Stability as Land Degradation Indicators. Catena, 44, 47–67.

- Bozali, N., 2003. 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.
- Caravaca, F., Lax, A., ve Abaladejo, J., 2001. Soil Aggregate Stability and Organic Matter in Clay and Fine Silt Fractions in Urban Refuse-Amended Semiarid Soils. Soil Science Society of America Journal, 65, 1235–1237.
- Carter, M.R., 1992. Influence of Reduced Tillage Systems on Organic Matter, Microbial Biomass, Macro-Aggregate Distribution and Structural Stability of a Surface Soil in a Humid Climate. Soil and Tillage Research, 23, 361-372.
- Carter, M.R. ve Stewart, B. A. (eds.). Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils. Advances in Soil Science. Lewis Publishers, CRC Press, Inc., Boca Rato, FL.
- Chaney, K. ve Swift, R.S., 1984. The Influence of Organic Matter on Aggregate Stability in Some British Soils, European Journal of Soil Science 35, 223-230.
- Chaney, K. ve Swift, R.S., 1986. Studies on Aggregate Stability. I. Re-Formation of Soil Aggregates, European Journal of Soil Science, 37, 329-335.
- Chenu, C., 1993. Clay-Or-Sand-Polysaccharide Associations As Models For The Interface Between Micro-Organisms And Soil: Water Related Properties And Microstructure. Geoderma, 56, 143-156.
- Cheshire, M.V. ve Mundie, C.M., 1979. The Distribution of Labeled Sugars In Soil Particle Size Fractions as a Means of Distinguishing Plant and Microbial Carbohydrate Residues, European Journal of Soil Science, 32, 605-618.
- Christensen, B.T. 1986. Straw incorporation and soil organic matter in macro-aggregates and particle size separates. European Journal of Soil Science, 37, 125-135.
- Clarke, A.L., Greenland, D.J. ve Quirk, J.P., 1967. Changes In Some Physical Properties Of The Surface Of An Impoverished Red-Brown Earth Under Pasture, Australian Journal of Soil Research, 5, 59–68.
- Clement, C.R., 1961. Benefit Of Leys – Structural Improvement Of Nitrogen Reserves. Journal of British Grassland Society, 16, 194–200.
- Curtin, D., C.A. Campbell, R.P. Zentner ve G.P. Lafond. 1994. Long-Term Management and Clay Dispersibility in Two Haploborolls in Saskatchewan, Soil Science Society of America Journal, 58, 962-967.

- Çelik, İ., 2004. Land-Use Effects on Organic Matter And Physical Properties Of Soil In a Southern Mediterranean Highland of Turkey, Soil and Tillage Research, 83, 270-277.
- Çepel, N., 1986. Barajların Yukarı Yağış Havzaları İçin Arazi Kullanma Planlamasının Ekolojik Esasları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 36, Sayı 2, İstanbul.
- Çepel, N., 1988. Orman Ekolojisi, İ.Ü., Orman Fak. Yayınları, Yayın No: 399, Üçüncü Baskı, İstanbul.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 399, İstanbul.
- Çepel, N., 1996. Orman Ekolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3945, İstanbul.
- Dalal, R.C. ve Bridge, B.J., 1996. Aggregation and Organic Matter Storage in Sub-Humid And Semi-Arid Soils, 263-307
- Dexter, A.R., 1988. Advances in characterization of soil structure, Soil and Tillage Research, 11, 199-238.
- Dick, R.P., Myrold, D.D., ve Kerle, E.A., 1988. Microbial Biomass and Soil Enzyme Activities in Compacted and Rehabilitated Skid Trail Soils, Soil Science Society of America Journal, 52, 512-516.
- Dilustro, J.J., Collins, B., Duncan, L., ve Crawford, C., 2005. Moisture and Soil Texture Effects on Soil CO₂ Efflux Components in Southeastern Mixed Pine Forests, Forest Ecology and Management, 204, 85-95.
- DMİGM, 1975 – 2010. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, İklim Verileri.
- DSİ Genel Müdürlüğü, XII. Bölge Müdürlüğü.
- Dube, F., Zagal, E., Stolpe, N. ve Espinosa, M., 2009. The Influence of Land-Use Change on The Organic Carbon Distribution And Microbial Respiration In A Volcanic Soil Of The Chilean Patagonia, Forest Ecology and Management, 257, 1695–1704.
- Eijkelkamp (2008). Operating instructions 8.13 wet sieving apparatus, Giesbeek: Eijkelkamp agrisearch equipment.
- Eldridge, D.J., ve Leys, J.F., 2003. Exploring Some Relationships between Biological Soil Crusts, Soil Aggregation, and Wind Erosion, Journal of Arid Environments, 53, 457–466.
- Elliott, E.T., 1986. Aggregate Structure and Carbon, Nitrogen and Phosphorous In Native and Cultivated Soils, Soil Science Society of America Journal, 50, 627-633.

- Elmholt, S., Schjønning, P., Munkholm, L.J. ve Deboz, K., 2008. Soil Management Effects on Aggregate Stability and Biological Binding, Geoderma, 144, 455–467
- Erinç, S., 1996. Klimatoloji ve Metodları, Alfa Basım Yayım Dağıtım, 4. Baskı, İstanbul.
- Erol, A., 2004. Gümüşhane İli Köse Deresi Yağış Havzasında Toprak Oluşumunu Etkileyen Faktörlerin Hidro-Fiziksel Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eviner, V.T., ve Chapin, F.S., 2003. Functional matrix: A conceptual framework for predicting multiple plant effects on ecosystem processes. Annual Reviews of Ecology and Systematics 34, 455-485.
- Fattet, M., Fu, Y., Ghestem, M., Ma, W., Foulonneau, M., Nespoulous, J., Le Bissonnais, Y., Stokes, A., 2011. Effects of Vegetation Type on Soil Resistance to Erosion: Relationship between Aggregate Stability and Shear Strength, Catena, 87, 60–69.
- Franzluebbers, A. J., Haney, R. L. ve Hons, F. M., 1999. Relationships of Chloroform Fumigation-Incubation to Soil Organic Matter Pools, Soil Biology and Biochemistry, 31, 395-405.
- Fu, S.L., Coleman, D.C., Hendrix, P.F., Crossley Jr., D.A., 2000. Responses of trophic groups of soil nematodes to residue application under conventional tillage and no-till regimes, Soil Biology and Biochemistry, 32, 1731–1741.
- Gabriels, D., 1999. The Effect of Slope Length on the Amount and Size Distribution of Eroded Silt Loam Soils: Short Slope Laboratory Experiments on Interill Erosion, Geomorphology, 28, 169-172.
- Gökbulak, F., 1998. Hayvan Çiğnenmesinin Toprağın Hidro-Fiziksel Özellikleri Üzerindeki Etkileri, Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 48, sayı 2, İstanbul.
- Gökbulak, F., 2003. Otlaklarda Hayvanların Geçiş Yaptığı Aşırı Derecede Çiğnenmiş Güzergahlarda Bazı Fiziksel Toprak Özelliklerinin Değişimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 53, Sayı 1, Sayfa 39-46, İstanbul.
- Gupta, V.V.S.R. ve Germida., J.J., 1988. Distribution of Microbial Biomass and Its Activity In Different Soil Aggregate Size Classes As Affected By Cultivation, Soil Biology and Biochemistry, 20, 777-786.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 201, İstanbul.
- Gültekin, F., Ersoy, A.F., Ersoy, H., 2003 Değirmendere Havzası'nın (Trabzon) Hidrolojisi, DMİGM, 1. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, 22 – 26 Eylül, Gümüşhane-İzmir.

- Haynes, R.J., Swift, R.S. and Stephen, K.C., (1997) Influence Of Mixed Cropping Rotations (Pasture-Arable) On Organic Matter Content, Water-Stable Aggregation And Clod Porosity In A Group Of Soils, Soil and Tillage Research, 19, 77–81.
- Hillel, D., 1982. Introduction to Soil Physics. 2nd ed. Academic Press, San Diego, CA.
- Hu, S. Coleman, D. C., Carroll, C. R., Hendrix, P. P. ve Beare, M. H., 1997. Labile Carbon Pools in Subtropical Forest and Agricultural Ecosystems as Influenced By Management Practices and Vegetation Types. Agriculture, Ecosystems and Environment, 65, 69-78.
- Huber, S., Syed, B., Freudenschuss, A., Ernstsens, V. ve Loveland, P., 2001, Proposal for a European soil monitoring and assessment framework. Technical report no. 61, European Environment Agency, 58, Copenhagen, Denmark.
- Irmak, A., 1954. Arazide ve Laboratuvarda Toprağın Araştırılması Metodları, İ.Ü. Orman fakültesi Yayınları, Yayın No: 27, İstanbul.
- Islam, K.R. ve Weil, R.R., 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. Agriculture, Ecosystems and Environment, 79, 9-16.
- İsam, H., 2001, Developments in soil microbiology since the mid-1960s, Geoderma, 100, 389-402.
- Jaijeoba, I.A., 2003. Channges in Soil Properties due to Continuous Cultivation in Nigerian Semiarid Savannah, Soil and Tillage Research, 70, 91-98.
- Jenkinson, D.S. ve Powlson, D.S. 1976. The Effects Of Biocidal Treatments On Metabolism In Soil. V. A Method For Measuring Soil Biomass, Soil Biology and Biochemistry, 8, 209-213.
- Jenkinson, D.S.,1988. Determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. In: Wilson JR (ed) Advances in nitrogen cycling in agriculture ecosystems. CAB International, Wallingford, UK, 368–386.
- Kaiser, E. A., Mueller, T., Joergensen, R. G., Insam, H. ve Heinemeyer, O., 1992. Evaluations of Methods to Estimate the Soil Microbial Biomass and the Relationship with the Soil Texture and Organic Matter, Soil Biology and Biochemistry, 24, 675-683.
- Kandeler, E. ve E. Murer, 1993. Aggregate Stability and Soil Microbial Processes In A Soil With Different Cultivation, Geoderma, 56,503-513.
- Kantarıcı, M.D., 1983. Türkiye’de Arazi Yetenek Sınıfları ile Arazi Kullanımının Bölgesel Durumu, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 350.

- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Çantay Basımevi, Yayın No: 462, İstanbul.
- Kara, O., ve Bolat, I., 2008 Soil Microbial Biomass C and N Changes in Relation to Forest Conversion in The Northwestern Turkey, Land Degradation and Development, 19(4): 421-428.
- Kara, O., Sensoy, H., ve Bolat, I., 2010. Slope Length Effects On Microbial Biomass And Activity Of Eroded Sediments, Journal of Soils and Sediments, 10(3), 434-439.
- Kara, O., 2002. Kuzey Trakya Dağlık Yetiştirme Ortamı Bölgesinde Kaynı, Meşe ve Ormanlarındaki Toprak Mikrofungusların Mevsimsel Değişimi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karagül, R., 1994. Trabzon-Söğütüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanma Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ile Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kay, B.D. ve Dexter., A.R., 1990. Influence of Aggregate Diameter, Surface Area and Antecedent Water Content on the Dispersibility of Clay, Canadian Journal of Soil Science, 70, 655-671.
- Khresat, S., AL-Bakri, J., ve AL-Tahhan, R., 2008. Impacts Of Land Use/Cover Change On Soil Properties In The Mediterranean Region Of Northwestern Jordan. Land Degradation and Development, 19, 397-407.
- Korkanç, S.Y., 2003. Bartın Yöresinde Arazi Kullanım Sorunları ve Çözüm Önerileri (Iskalan Deresi Yağış Havzası Örneği), Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Langmaack, M., Wiermann, C. ve Schrader, S., 1999. Interrrelation Between Soil Physical Properties and Enchytraeidae Abundances Following a Single Soil Compaction in Arable Land, Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 162, 517-525.
- Lehrsch, G.A., Sojka, R.E., Carter, D.L. ve Jolley, P.M., 1991. Freezing Effects On Aggregate Stability Affected By Texture, Mineralogy, and Organic Matter, Soil Science Society of America Journal, 55, 1401-1406.
- Low, A.J. 1972. The effect of cultivation on the structure and other physical characteristics of grassland and arable soils (1945–1970), Journal of Soil Science, 23, 363–380.
- Luizao, R. C. C., Bönde, T. A. ve Rosswall, T., 1992. Seasonal Variation Of Microbial Biomass The Effect Of Clear Felling In A Tropical Rainforest And Establishment Of Pasture Clear-Felling In A Tropical Rain Forest And Establishment Of Pasture In The Central Amazon, Soil Biology and Biochemistry, 24, 805-813.

- Lynch, J.M. ve Bragg., E., 1985. Microorganisms and Soil Aggregate Stability, Advances in Soil Science, 2, 133-171.
- Mandiola, M., Studdert, G.A., Dominguez, G.F. ve Videla, C.C., 2011. Organic matter distribution in aggregate sizes of a mollisol under contrasting management, Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 11 (4), 41-57.
- Martens, D. A., Reedy, T. E. ve Lewis, D. T., 2003. Soil Organic Carbon Content and Composition of 130-Year Crop, Pasture and Forest Land-Use Managements, Global Change Biology, 10, 65-78.
- Milne RM, Haynes RJ, 2004, Soil Organic Matter, Microbial Properties, and Aggregate Stability Under Annual And Perennial Pastures. Biology and Fertility of Soils, 39, 172–178.
- Monroe, C. D. ve Kladvko, E. J., 1987. Aggregate stability of a silt loam soil as affected by roots of corn, soybeans, and wheat, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 18, 1077–1087.
- Moscattelli, M.C., Tizio, A.D., Marinari, S., ve Grego, S., 2007. Microbial Indicators Related To Soil Carbon In Mediterranean Land Use Systems, Soil and Tillage Research, 97, 51-59.
- MTA Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi.
- Mulla, D.J., Huyck, L.M. ve Reganold., J.P., 1992. Temporal Variations in Aggregate Stability on Conventional And Alternative Farms, Soil Science Society of America Journal, 56, 1620-1624.
- Müller, T., Höper, H., 2004. Soil Organic Matter Turnover as a Function of The Soil Clay Content: Consequences For Model Applications, Soil Biology and Biochemistry, 36, 877-888.
- Neary, D.G., Klopatek, C.C., DeBano, L.F., ve Ffolliott P.F., 1999. Fire effects on below ground sustainability: a review and synthesis, Forest Ecology and Management, 122, 51–71.
- Neufeldt, H., Resck, D. ve Ayarza, M., 2002. Texture and Land Use Effects on Soil Organic Matter in cerrado Oxisols, Central Brasil, Geoderma, 199, 1-13.
- Nkana, J.C.V. ve Tonye, J., 2003. Assessment of Certain Soil Properties Related to Different Land-Use Systems in Kaya Watershed of Humid Forest Zone of Cameroon, Land Degradation and Development, 14, 57-67.
- Oades, J.M., 1984. Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and Implications for Management, Plant Soil, 76, 319-337.
- Oades, J.M. 1993. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure, Geoderma, 56:377-400.

- Ovuka, M., 2000. More People, More Erosion Land Use, Soil Erosion and Soil Productivity in Murang'a District, Kenya, Land Degradation and Development, 11, 2, 111-124.
- Öztan, Y., 1980. Meryemana Deresi Havzasındaki Açıklık alan ve Orman Arazisinde Otlatmanın Değişik Etmenlerle İlişkili Olarak Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 3-1, 74-104.
- Özyuvacı, N., 1971. Topraklarda Erozyon Eğiliminin Tesbitinde Kullanılan Bazı Önemli İndeksler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B. 21, 1, 190-207.
- Özyuvacı, N., 1978. Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 233.
- Powelson, D.S., Brookes, P.C. ve Christensen, B.T., 1987. Measurement Of Soil Microbial Biomass Provides An Early Indication Of Changes In The Total Soil Organic Matter Due To Straw Incorporation, Soil Biology and Biochemistry, 19: 159–164.
- Reganold, J.P., 1988. Comparison of Soil Properties as Influenced by Organic and Conventional Farming Systems, American Journal of Alternative Agriculture, 3, 144-155.
- Reganold, J.P., Elliott, L.F. ve Unger, Y.L., 1987. Long-Term Effects of Organic and Conventional Farming on Soil Erosion, Nature, 330, 370-372.
- Rhoades, J.D., 1982. Soluble Salts. In: Methods of soil analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties (Ed. A.L. Page). SSSA Book series No: 9, Madison, pp. 149-157.
- Roose, E. ve Barthes, B. (2001) Organic matter management for soil conservation and productivity restoration in Africa: a contribution from francophone research. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 61, 159-170.
- Schomakers, J., Mentler, A., Steurer, T., Klik, A., ve Mayer, H., 2011. Characterization of soil aggregate stability using low intensity ultrasonic vibrations, International Agrophysics, 25, 165-172.
- Schimel, D.S., Braswell, B.H., Holland, E.A., McKeown R., Ojima D.S., Painter T.H., 1994. Climatic, Edaphic, and Biotic Controls over Storage and Turnover of Carbon in Soils. Global Biogeochemical Cycles, 8, 279-293.
- Seybold, C. A., ve Herrick, J. E., 2001. Aggregate Stability Kit For Soil Quality Assessments, Catena, 44(1), 37–45.
- Shepherd, G., Bureh, R. J. ve Gregory, P. J., 2000. Land use affects the distribution of soil inorganic nitrogen in smallholder production systems in Kenya, Biology and Fertility of Soils, 31, 348-355.

- Shepherd T.G., Saggar, S., Newman R.H., Ross C.W., Dando, J.L., 2001. Tillage-Induced Change to Soil Structure and Organic Carbon Fraction in New Zealand Soils, Australian Journal of Soil Research, 39:465–489.
- Six, J., Paustian, K., Elliott, E.T. ve Combrink, C., 2000. Soil Structure and Soil Organic Matter: I. Distribution Of Aggregate Size Classes And Aggregate Associated Carbon, Soil Sci. Soc. Am. J., 64, 681– 689.
- Soulides, D.A. ve Allison, F.E., 1961. Effect Of Drying And Freezing Soils On Carbon Dioxide Production, Available Mineral Nutrients, Aggregation and Bacterial Population, Soil Science, 91, 291-298.
- Sparling, G.P., Shepherd, T.G. ve Kettles, H.A., 1992. Changes in soil organic C, microbial C and aggregate stability under continuous maize and cereal cropping, and after restoration to pasture in soils from the Manawatu region, New Zealand, Soil and Tillage Research, 24,225-241.
- Tan, X., Chang, S.X., ve Kabzems, R., 2008. Soil Compaction And Forest Floor Removal Reduced Microbial Biomass And Enzyme Activities In A Boreal Aspen Forest Soil, Biology and Fertility of Soils, 44, 471–479.
- Tebrugge, F. ve During, R.A., 1999. Reducing tillage intensity – a review of results from a long-term study in Germany, Soil and Tillage Research, 53, 15-28.
- Templer, P. H., Groffman, P. M., Flecker, A. S. ve Power, A. G., 2005. Land use change and soil nutrient transformations in the Los Haitises region of the Dominican Republic, Soil Biology and Biochemistry, 37, 215-225.
- Thornthwaite, C.W. ve Hare, F.K., 1955. Climatic Classification in Forestry, Pennsylvania 9, New York (1955) 50-59
- Tisdall, J.M. ve Oades, J.M. 1980. The Management Of Ryegrass To Stabilize Aggregates Of A Red-Brown Earth, Australian Journal of Soil Research, 18, 415–422.
- Tisdall, J.M. ve Oades, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. European Journal of Soil Science,33, 141-163.
- Tisdall, J.M., Cockroft B. ve Uren, N.C., 1978. The stability of soil aggregates as affected by organic materials, microbial activity and physical disruption, Aust. J. Soil Res. 16, 9-17.
- Türüdü, Ö.A., 1981. Trabzon İli Hamsiköyü Yöresindeki Yüksek Arazide Aynı Bakıda Bulunan Ladin Ormanı, Kayın Ormanı, Çayır ve Mısır Tarlası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması Olarak Araştırılması, KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No: 13.
- Usta, A., 2002. 6831 Sayılı Orman Kanununun 2/B Maddesiyle Orman Sınırı Dışına Çıkarılan Yerlerin Kimi Ekolojik Özelliklere Göre İrdelenmesi (Ordu-Ünye), Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Usta, A., 2011. Galyan-Atasu Barajı Havzasında Arazi Kullanımının Su ve Toprak Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Uslu, S., 1971. Muhtelif Arazi Kullanma Şekillerinin Yüzeysel Akış ve Erozyon Üzerine Tesiri, İ.Ü. Yayın No: 1643, O.f. Yayın No: 167.
- Varela, L.G., Smith RJ, Phillips, P.A., Purcell, A., 2001. Pierce's disease, UC, DANR, Pub 21600:20.
- Van Veen, J.A. ve Kuikman, P.J. 1990. Soil Structural Aspects Of Decomposition Of Organic Matter By Microorganisms, Biogeochemistry, 11, 213-233.
- Vance, E.D., Brookes, P.C., ve Jenkinson, D.S. (1987). An extraction method for measuring soil microbial biomass C, Soil Biology and Biochemistry, 19, 703–707.
- Villar, M.C., Petrikova, V., Diaz-Ravina, M., ve Carballas, T. (2004). Changes in soil microbial biomass and aggregate stability following burning and soil rehabilitation, Geoderma, 122, 73–82.
- Walker, S. M. ve Desanker, P. V., 2004. The impact of land use on soil carbon in Miombo Woodlands of Malawi, Forest Ecology and Management, 203, 345- 360.
- Walkley, A. ve A.I. Black. 1934. An Examination Of The Degtjareff Method For Determining Soil Organic Matter, And Proposed Modification Of The Chromic Acid Titration Method, Soil Science, 37, 29–38.
- Watts, C.W., A.R. Dexter ve D.J. Longstaff. 1996b. An assessment of the vulnerability of soil structure to destabilization during tillage. Part I-II. Field trials, Soil and Tillage Research, 37:175-190.
- Wei, C. F, Ni, J. P, Gao., M, Xie, D. T. ve Hasegawa, S. C. (2006). Anthropogenic pedogenesis of purple rock fragments in Sichuan Basin, China, Catena, 68(1), 51–58.
- Wienhold, B.J., Henrickson, and Karn, J.F., 2001. Pasture Management Influences on Soil Properties in the Northern Great Plains, Journal of Soil and Water Conservation, Volume 56, Number 1, pp: 27-31.
- Williams, A.G., Ternan, J.L., Fitzjohn, C., Alba, S. and Perez-Gonzalez, A., 2003. Soil Moisture Variability and Land Use in a Temperate-Humid Environment, Land Degradation and Development, Volume 12, pp: 477-484.
- Wischam, T. ve Kasem, C., 1973. An Astimation and Soil Erodibility from Clay Content, Organic Matter, Bulk Density and Gravel of Hill Evergreen Forest in Thailand, Kog-Ma Watershed Research Bulletin, Faculty of Forestry, Kasestart University, 13, p.40.

- Wright, A.L., Hons F.M. ve Jr-Matocha J. E.. (2005). Tillage impacts on microbial biomass and soil carbon and nitrogen dynamics of corn and cotton rotations, Applied Soil Ecology, 29, 85–92.
- Yang, L.L., Zhang, F.S., Mao, R.Z., Ju, X.T., Cai, X.B., ve Lu, Y.H. (2008). Conversion of natural ecosystems to cropland increases the soil net nitrogen mineralization and nitrification in Tibet, Pedosphere, 18, 699–706.
- Yılmaz, F., 2007. Erfelek Barajı Yağış Havzasında (Sinop) Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Hidro-Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Young, R.A., Mutchler, C.K., 1977. Erodibility of Some Minnesota Soils, Journal of Soil and Water Conservation 32, 4 (1977) 180-182.
- Zhu, B., Li, Z., Li, P., Liu, G., ve Xue, S. (2010). Soil erodibility, microbial biomass, and physical–chemical property changes during long-term natural vegetation restoration: a case study in the Loess Plateau, China, Ecological Research, 25, 531–541.
- Zhong, L. and Qiguo, Z. (2001) Organic carbon content and distribution in soils under different land uses in tropical and subtropical China, Plant and Soil, Vol.231, pp. 175-185.
- Zohary, M., 1973. Geobotanical Foundations of The Middle East, Band 1.2, Gustave Fischer Verlag, Stuttgart, Swets and Zeitlinger, Amsterdam.

ÖZGEÇMİŞ

Metin BAYKARA, 29.10.1987 yılında Şişli/İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Terakki Vakfı Okulları Özel Şişli Terraki'de, lise eğitimini ise Nişantaşı Nuri Akın Anadolu lisesinde tamamladıktan sonra 2005 yılında üniversite öğrenimine başladığı K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü'nden 2011 yılında "Orman Mühendisi" ünvanı ile mezun oldu. 2011 yılında K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Metin BAYKARA çok iyi derecede İngilizce bilmektedir.