

**T.C.  
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GODRAHAV DERESİ YAĞIŞ HAVZASI'NDA ARAZİ KULLANIMINA GÖRE  
FİZİKSEL VE HİDROFİZİKSEL TOPRAK ÖZELLİKLERİNDEKİ  
DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tolga YILMAZ**

**Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Esin ERDOĞAN YÜKSEL**

**Artvin - 2021**

T.C.  
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GODRAHAV DERESİ YAĞIŞ HAVZASI'NDA ARAZİ KULLANIMINA GÖRE  
FİZİKSEL VE HİDROFİZİKSEL TOPRAK ÖZELLİKLERİNDEKİ  
DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tolga YILMAZ

Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Esin ERDOĞAN YÜKSEL

Artvin - 2021

## TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘Godrahav Deresi Yağış Havzası’nda Arazi Kullanımına Göre Fiziksel ve Hidrofiziksel Toprak zelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Esin ERDOĞAN YÜKSEL’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örneklere kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda 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. 12/02/2021

**Tolga YILMAZ**

**İmza**

**JÜRİ TEZ KABUL TUTANAĞI**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Dr. Öğr. Üyesi Esin ERDOĞAN YÜKSEL danışmanlığında, Tolga YILMAZ tarafından hazırlanan çalışma 09/03/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Başkan** : Doç. Dr. Mehmet ÖZALP İmza:.....

**Jüri Üyesi** : Doç. Dr. Bülent TURGUT İmza:.....

**Jüri Üyesi** : Dr. Öğr. Üyesi Esin ERDOĞAN YÜKSEL İmza:.....

Yukarıdaki imzalar adı geçen öğretim üyelerine aittir.

Doç. Dr. Hamit ŞAFAKCI  
Enstitü Müdürü  
.... / .... /2021

## ÖNSÖZ

“Godrahav Deresi Yağış Havzası’nda Arazi Kullanımına Göre Fiziksel ve Hidrofiziksel Toprak Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi” isimli araştırmamı; Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırladım.

Konunun seçiminden, planlanmasına, yürütülmesine ve sonuçlandırılmasına kadarki geçen süreçte görüş ve önerilerinden yararlandığım değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Esin ERDOĞAN YÜKSEL’e tüm katkı ve yardımları için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın planlanmasına olan katkısının yanı sıra arazi ve laboratuvar çalışmalarında yol gösteren ve yardımını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Bülent TURGUT’a teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan değerli arkadaşım Sümeyye GÜLER’e teşekkür ederim.

Araştırmanın konunun ilgililerine katkı sağlamasını temenni ederim.

Tolga YILMAZ  
Artvin - 2021

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>TEZ BEYANNAMESİ</b> .....	<b>I</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>I</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>II</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>IV</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>V</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>VI</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1 GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Genel Bilgiler .....	1
1.2 Literatür Çalışması .....	4
<b>2 MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>10</b>
2.1 Materyal .....	10
2.1.1 Çalışma Alanının Coğrafi Konumu.....	10
2.1.2 Çalışma Alanının İklim Özellikleri.....	11
2.1.3 Çalışma Alanının Toprak Yapısı ve Jeolojisi.....	12
2.1.4 Havzanın Eğim Durumu.....	13
2.1.5 Havzanın Bakı Durumu.....	15
2.1.6 Arazi Kullanım Şekli.....	15
2.1.7 Bitki Örtüsü .....	18
2.1.8 Sosyo-Ekonomik Koşullar ve Araziden Yararlanma Geleneği.....	18
2.2 Yöntem .....	19
2.2.1 Arazi Yöntemleri.....	19
2.2.2 Laboratuvar Yöntemleri .....	22
2.2.2.1 Tekstür (Kum, Kil, Toz Oranı) Tayini.....	22
2.2.2.2 İskelet İçeriği, İnce Kısım ve Kök Miktarı .....	22
2.2.2.3 Maksimum Su Tutma Kapasitesi .....	22
2.2.2.4 Geçirgenlik (Permeabilite).....	22
2.2.2.5 Toprak Nemi Sabitleri.....	23
2.2.2.6 Hacim Ağırlığı .....	23

2.2.2.7	Tane Yoğunluğu.....	23
2.2.2.8	Gözenek Hacmi (Porozite).....	23
2.2.2.9	Organik Madde .....	23
2.2.2.10	Toprak Reaksiyonunu (pH).....	24
2.2.2.11	Elektriksel İletkenlik (EI) .....	24
2.2.2.12	Dispersiyon Oranı .....	24
2.2.2.13	Kolloid/Nem Ekvivalanı Oranı .....	24
2.2.2.14	Aşınım (Erozyon) Oranı .....	24
2.2.2.15	Kil Oranı .....	25
2.2.2.16	Ortalama Ağırlık Çap.....	25
2.2.2.17	Agregat Stabilitesi.....	25
2.2.2.18	Agregatlaşma Oranı .....	25
2.2.3	Değerlendirme Yöntemleri.....	26
<b>3</b>	<b>BULGULAR ve TARTIŞMA .....</b>	<b>27</b>
3.1	Araştırma Sahası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Hidro-Fiziksel Özelliklerinin Arazi Kullanım Şekline Göre Değişimi .....	27
3.1.1	Kum, Kil ve Toz Miktarı.....	27
3.1.2	İskelet İçeriği, İnce Kısım ve Kök Miktarı.....	28
3.1.3	Su Tutma Kapasitesi ve Geçirgenlik .....	29
3.1.4	Toprak Nemi Sabitleri.....	31
3.1.5	Hacim Ağırlığı, Tane Yoğunluğu, Porozite.....	33
3.1.6	Organik Madde, pH ve Elektriksel İletkenlik.....	34
3.1.7	Dispersiyon Oranı, Kolloid/Nem Ekvivalanı Oranı, Aşınım Oranı .....	36
3.1.8	Kil Oranı ve Ortalama Ağırlık Çap .....	38
3.1.9	Agregat Stabilitesi ve Agregatlaşma Oranı .....	39
<b>4</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>47</b>
	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>50</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>56</b>

## ÖZET

### GODRAHAV DERESİ YAĞIŞ HAVZASI'NDA ARAZİ KULLANIMINA GÖRE FİZİKSEL VE HİDROFİZİKSEL TOPRAK ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ

Bu çalışma Artvin-Merkez ilçesindeki Godrahav Deresi Havzası'nda arazi kullanımındaki farklılığın toprakların bazı özelliklerinde (fiziksel, hidro-fiziksel, kimyasal) meydana getirdiği değişimleri ortaya koyabilmek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla gridleme yöntemiyle 500x500m aralıklarla havza sınırları içerisine toplam 274 nokta atılmış; topografik yapının elverişliliği ölçüsünde bu noktaların 137 tanesinden (63 adet orman, 28 adet bozuk orman, 28 adet tarım, 18 adet mera alanından) toprak örneği alınmıştır. Örnekler gerekli işlemlere tabi tutulduktan sonra kum, kil, toz miktarı, kök miktarı, iskelet içeriği, ince kısım, su tutma kapasitesi, permeabilite, toprak nemi sabitleri (TK, SN), faydalanılabilir su, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, gözenek hacmi, organik madde içeriği, toprak tepkimesi, elektriksel iletkenlik, dispersiyon oranı, kolloid/nem ekivalanı oranı, aşınım oranı, kil oranı, ortalama ağırlık çap, agregat stabilitesi ve agregatlaşma oranı olmak üzere toplam 24 analiz yapılmıştır. Tespit edilen bu özellikler arazi kullanımına göre istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılarak (varyans analizi) farklılıklar araştırılmıştır. Ortalamalar arası farklılıklar ise Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Bu analizler sonucunda araştırma sahasında incelenen toprak özelliklerinin arazi kullanım şekline göre 18'inin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Aşınım eğilimlerine göre de havza toprakları erozyona duyarlı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Arazi kullanımı, havza, toprak özellikleri, toprak erodibilitesi, Artvin.

## SUMMARY

### DETERMINATION OF THE CHANGES IN PHYSICAL AND HYDROPHYSICAL SOIL PROPERTIES ACCORDING TO LAND USE IN THE GODRAHAV WATERSHED

This study was carried out in order to reveal the changes in some physical, hydro-physical and chemical properties of soils in Godrahav Watershed in Artvin-Central district according to different land use. For this purpose, a total of 274 points were placed within the basin boundaries at 500x500m intervals using the gridding method; Depending on the suitability of the topographic structure. Disturbed and undisturbed soil samples were taken from 137 of these points (63 forest, 28 degraded forest, 28 agricultural, 18 pasture areas). After the samples are subjected to the necessary procedures, a total of 24 analyzes were made including sand, clay, silt content, skeleton content, fine part, root amount, water holding capacity, permeability, field capacity, wilting point, available water, bulk density, grain density, porosity, organic matter content, pH, electrical conductivity, clay ratio, colloid/moisture equivalent ratio, erosion ratio, dispersion ratio, mean weight diameter, aggregate stability and aggregation ratio. The differences were investigated by comparing these characteristics with statistical methods (analysis of variance) according to the land use. Differences between means were determined by Tukey's multiple comparison test. As a result of these analyzes, it was described that 18 of the soil properties examined in the research field differ with respect to the land use type. According to erodibility index values, watershed soils were found susceptible to erosion.

**Key Words:** Land use, watershed, soil properties, soil erodibility, Artvin.

## TABLolar DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1. Artvin İli bazı iklimsel verilerine ilişkin ortalamalar (1949-2018).....	11
Tablo 2. Godrahav Deresi Havzası anakaya grupları ve oransal dağılımları.....	13
Tablo 3. Godrahav Deresi Havzası “eğim sınıfları ve oransal dağılımları .....	14
Tablo 4. Godrahav Deresi Havzası bakı grupları ve oransal dağılımları .....	15
Tablo 5. Godrahav Deresi Havzası arazi kullanımı ve oransal dağılımları.....	16
Tablo 6. Arazi kullanımına göre fiziksel ve hidro-fiziksel toprak özelliklerinin değişimi .....	42
Tablo 7. Çalışma alanına ait pairwise korelasyon analizi sonuçları.....	45

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Araştırma alanının genel konumu .....	10
Şekil 2. Godrahav Deresi Havzası anakaya haritası.....	12
Şekil 3. Godrahav Deresi Havzası eğim sınıfları haritası” .....	14
Şekil 4. Godrahav Deresi Havzası bakı sınıfları haritası .....	15
Şekil 5. Godrahav Deresi Havzası arazi kullanım haritası .....	16
Şekil 6. Çalışma sahasından mera ve orman alanlarına ait görüntü .....	17
Şekil 7. Çalışma sahası bozuk orman alanlarına ait görüntü .....	17
Şekil 8. Godrahav Deresi Havzası’nda gridleme yöntemi ile farklı arazi kullanımlarından alınan toprak örneği noktalarının dağılımı .....	21
Şekil 9. Çalışma sahası bozulmamış toprak örneği alımı.....	21
Şekil 10.Farklı arazi kullanımındaki topraklarda kum, kil ve toz miktarının değişimi .....	27
Şekil 11.Farklı arazi kullanımındaki topraklarda iskelet içeriği, ince kısım ve kök miktarının değişimi .....	28
Şekil 12. Farklı arazi kullanımındaki topraklarda su tutma kapasitesi ve geçirgenlik miktarının değişimi.....	30
Şekil 13.Farklı arazi kullanımındaki topraklarda toprak nemi sabitlerinin değişimi	32
Şekil 14.Farklı arazi kullanımındaki topraklarda hacim ağırlığı, tane yoğunluğu ve gözenek hacminin değişimi.....	34
Şekil 15.Farklı arazi kullanımındaki topraklarda organik madde, pH ve elektriksel iletkenliğin değişimi .....	35
Şekil 16.Farklı arazi kullanımındaki topraklarda aşınım eğilimlerinin değişimi .....	37
Şekil 17.Farklı arazi kullanımındaki topraklarda kil oranı ve ortalama ağırlık çapının değişimi .....	39
Şekil 18.Farklı arazi kullanımındaki topraklarda agregat stabilitesi ve agregatlaşma oranının değişimi .....	40

## KISALTMALAR DİZİNİ

AKKS	Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı
°C	Santigrad Derece
cm	Santimetre
EI	Elektriksel İletkenlik
Ha	Hektar
m	Metre
mm	Milimetre
m <sup>3</sup>	Metreküp
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
OBM	Orman Bölge Müdürlüğü
pH	H iyonu derişiminin 10 tabanında (-) logaritması
µS	Mikrosiemens
%	Yüzde

# 1 GİRİŞ

## 1.1 Genel Bilgiler

Su ve hava gibi dünyamızı çevreleyen toprak ancak doğru kullanıldığı takdirde kendini yenileyebilen ve sürekliliği devam eden en önemli doğal kaynaklardan birisidir. Toprak, içerisinde ve üzerinde yaşamın yanı sıra besin gereksinimlerini doğrudan ve dolaylı olarak topraktan sağlayan karasal ekosistemin tüm canlıları için de ayrıca önem arz etmektedir. Bu da göstermektedir ki canlı yaşamının devamlılığı toprak varlığıyla paralellik göstermektedir. Toprağın korunması ve sürekliliği de kapasiteleri, karakteristikleri ve potansiyelleri doğrultusunda akılcı yönetim planları ile sağlanabilmektedir.

Oluşumu için çok uzun yıllara ihtiyaç duyulan toprağın oluşumu hızlandırılmadığı gibi, yapay yollarla arttırmak da mümkün değildir. Bu sebeptendir ki en önemli doğal kaynaklarımızdan biri olan toprağın korunması konusunda duyarlı ve dikkatli olmamız gerekir. Toprak kaynaklarının yanlış ve kapasitesinden fazla kullanımı, etkili korunmaması ve bunun için gerekli önlemlerin alınmaması gibi sebeplerle zarar görmektedir.

İnsanoğlu yerleşik hayata geçmeden önce de, geçtikten sonra da toprakla ilgilenmiştir. İnsanlar yaşayabilmek için tabiatın yararlanmak zorundadır. İnsan nüfusunun bugünkü gibi hızla artmadığı dönemlerde, topraktan, akarsu, göl ve denizlerden yararlanmada fazlaca bir sorun yaşamamışlardır. Özellikle sanayileşme ile nüfus artışı birçok sorunu da beraberinde getirmiştir.

Madencilik, savaşlar, göçler daha sonra şehirleşmenin artmasıyla birlikte ormanlarımız zarar görmüştür. Birçok yerde olduğu gibi, nüfus arttıkça tarla yapmak için ormanlar kesilmiştir. Bu nedenle orman alanların tekrar kazanılması için erozyonun önlenmesi çalışmaları önem kazanmıştır. Dünyada ve yurdumuzda erozyon nedeni ile topraklarımızın bir kısmı akarsular yoluyla taşınarak denizlere dolmaktadır.

Toprak erozyonu, şiddetli arazi tahribatı ve toprakta verimlilik kaybına yol açmasının yanında, özellikle kırsal alanların sürdürülebilir gelişimini, toplumun sağlık ve geleceğini tehdit eden ciddi çevresel, ekonomik ve sosyal bir problemdir (FAO, 2015). Dünyanın birçok yerine benzer şekilde, ülkemizde de toprak kayıplarının başlıca sebebi su erozyonu olarak bilinmektedir. İklim, eğim, bitki örtüsü ve toprak özelliklerinin karşılıklı etkileşimi sonucu oluşan doğal (jeolojik) erozyonun yanında, insan müdahaleleri de erozyonu hızlandırmaktadır. Ayrıca arazilerin kabiliyet sınıflarına uygun kullanılmaması, yanlış tarımsal uygulamalar, endüstriyel, kentsel ve benzeri yatırımların yanlış konumlanması da sürece hız katmaktadır.

Ülkemizin yaklaşık % 90'ında çeşitli şiddetlerde erozyon meydana gelmekte; arazilerin % 63'ü çok şiddetli ve şiddetli, % 20'si orta şiddetli, % 7'si ise hafif şiddetli erozyon ile karşı karşıya kalmaktadır. Erozyon büyük ölçüde tarım alanlarında yaşanmakta; İşlenen tarım alanlarının %75'inde (yaklaşık 20 milyon ha) yoğun erozyon görülmekle birlikte, su ve rüzgâr erozyonu tüm ülke topraklarının % 86'sında meydana gelmektedir (Anonim 2008).

Ülkemiz toprak erozyonu açısından oldukça duyarlı bir konumdadır. Bunda doğal faktörlerin (iklim, topoğrafik yapı, toprak özellikleri, bitki örtüsü, jeomorfolojik yapı gibi) önemli ölçüdeki etkisi yanında ülkemizin yarı kurak bir iklime sahip olması, yağışların düzensiz oluşu ve bitkilendirmedeki zorluklar erozyona karşı duyarlılığı artırmaktadır.

Toprağın erozyona duyarlılığı yağışın erozyon yaratma gücüne, arazinin özelliklerine, kullanım durumuna gibi birçok faktör ve özelliğe göre değişebilir. Bilindiği gibi hidrolojik, ekolojik ve ekonomik birer birim olan havzalar büyüklükleri doğrultusunda orman, mera, tarım, iskan ve sanayi gibi farklı hizmetlerin sunulduğu arazi parçalarını barındırabilirler. Fakat havza içerisindeki bu arazilerin kullanımları kabiliyet sınıfları çerçevesinde değil de amaç dışı ve plansız olarak gerçekleşiyorsa bu durum toprakların bozulmasına ve beraberinde getireceği olumsuzluklara davetiye çıkarmaktadır.

Dünya ölçeğinde 1920'li yıllarda başlayan erozyon miktarının ölçümü ve tahmin edilmesi çalışmalarının yanı sıra toprağın erozyona duyarlılığı da artan bir önemle

toprak kayıplarının tahmininde ve beraberinde kontrol önlemlerinin alınabilmesinde önemli bir parametre olmuştur (Lal 1991; Wang vd., 2013).

Toprağın erozyona duyarlılığı, toprakların aşınmaya duyarlılığı olarak bilinmekte, temel olarak birim yağış ve yüzeysel akış gibi erozyon oluşturan kuvvetlerle meydana gelen toprak kaybı miktarı olarak tanımlanmaktadır. Bir başka deyişle toprağın erozyona duyarlılığı, birim hacim yağışın birim zamanda birim yüzey alanına aktardığı enerji sonucu ortaya çıkan toprak kaybı olarak ifade edilebilir (Saygın vd., 2019). Diğer taraftan, erozyonu meydana getiren kuvvetlere toprağın tepkisidir. Değişmeyen toprak özellikleri yanında (birincil toprak tanecik dağılımı), kolaylıkla değişebilir toprak özelliklerinin (organik madde, strüktür ve geçirgenlik) karşılıklı etkileşimlerini açıklamaya çalışan önemli bir parametredir. Arazi kullanım türleri ve arazi bozulması toprak özelliklerini doğrudan etkilediği için, toprağın erozyona duyarlılığı ile çölleşme arasında da ciddi bağlantılar bulunmaktadır. Arazi kullanımı ve üzerindeki bitki örtüsü de toprakların erozyona karşı hassasiyetlerini etkileyen bir başka önemli faktördür. Bir toprağın tarım arazisi, orman veya mera olarak kullanılması o alanın erozyona olan duyarlılığını, dolayısıyla araziden erozyon ile kaybolabilecek toprak miktarını önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Tarım arazilerinde sürekli toprak işleme, toprak kümelerinin daha küçük parçalara ayrılarak erozyona duyarlı hale gelmesine neden olmaktadır. Bunun yanında, diğer hatalı tarım teknikleri veya yetiştirilen bitkinin türü gibi faktörler de toprakların erozyona duyarlılığını etkilemektedir. Diğer taraftan arazi üzerinde bitki örtüsünün bulunup bulunmayışı, yoğunluğu veya türü toprak erozyon duyarlılığı değerini önemli oranda değiştirebilmektedir (Nearing ve ark., 1990; Erpul et al., 2013; Hacısalihoglu, 2007; Korkanç ve ark., 2008).

Temelini insan faktörünün oluşturduğu arazi kullanımındaki yanlış kullanımlar ve dönüşümler, orman ve meraların tahrip edilerek tarım alanlarına dönüştürülmesi, tarım alanlarının ise kabiliyeti dışında sanayi ve kentsel kullanımlara açılması bütün dünyada halen çok önemli bir sorundur. Arazi kullanımının değişimi toprağın dış etkilere karşı direncini değiştirmekte; erozyonun ve yüzeysel akışın oluşum süreçlerini etkilemektedir. Doğal otlak ekosistemlerinin işlenen alanlara dönüştürülmesiyle toprakta agregasyonu sağlayan ajanlar ve üst toprağın agregasyonu azalmaktadır. Araştırma sonuçları, toprak agregat yapısının mera

alanlarından işlenen alanlara dönüşümü ile önemli derecede bozulduğunu ve bunun getirisi olarak da toprağın erozyona duyarlılığının arttığını ve su erozyonuna hassas alanların da çoğaldığını göstermektedir. Tarım alanlarına ait erozyon duyarlılık değerinin mera alanlarından % 17 daha fazla olduğunu açıklamışlardır (Broersma vd., 1997; Gajic vd., 2013, Hacisalihoglu, 2007; Korkanç ve ark., 2008; Oades 1984).

Doğu Karadeniz Bölgesi, yüzey şekilleri bakımından yüksek ve eğimli bir bölgedir. Ormanlık olması gereken arazilerin önemli bir kısmı kullanıma açıktır. Orman sınırı, tarım ve hayvancılık yüzünden daralmaktadır. Yayla ve kışlaklarda hayvanlarını besleyen insanlar ormanları azaltmakta, bu da erozyona neden olmaktadır. Bölgemizde, doğal meralar ve orman ile mera arasında yer alan bölgeler hayvancılık yapmada yetersiz kalmaktadır. Otlattırmalar meraları aşarak ormana doğru olmaktadır. Ormanlarımızda mera haline gelmekte, orman tahrip olunca yerini çalılıklar, çalılışmış ağaçlar almaktadır.

Bunların yanı sıra çalışma yapılan sahada, büyük kentlere olan genç nüfus göçü ile kalan yaşlı nüfusun araziyi kullanım çeşidi de değişmektedir. Bir kısım arazi tamamen kullanım dışı kalmaktadır. Araziler kaderine terkedilmiştir. Köylerdeki arazilerin, evlere yakın olan kısmı ekilebilmekte daha önceden tarla ve çayır olan yerler kaderine terkedilmektedir, yani arazi kullanım çeşidi de değişmiştir.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi arazi kullanımına bağlı olarak toprak özelliklerinde fiziksel ve hidrofiziksel değişimler meydana gelmekte olup bu da erozyon duyarlılığını etkilemektedir. Bu çalışmada büyük havza sınıfı kategorisinde yer alan Godrahav Havzası'nda arazi kullanımına bağlı olarak meydana gelen fiziksel ve hidrofiziksel toprak özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## **1.2 Literatür Çalışması**

En önemli doğal kaynaklarımızdan biri olan toprak ekolojik döngü içerisinde sahip olduğu konumdan dolayı bilimsel nitelikte bir çok araştırma ve çalışmaya konu olmuştur. Toprağın oluşumu, fiziksel, hidro-fiziksel, kimyasal özellikleri, kullanım şekli, üzerindeki baskılar gibi birçok özgün konuda gerek ülkemizde gerekse dünya

üzerinde farklı çalışmalar yapılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde arazi kullanımına bağlı olarak bazı toprak özelliklerindeki değişimin ve toprakların erozyon eğiliminin araştırıldığı çalışmalardan özet örnekler sunulmuştur.

Madenoğlu ve Erpul (2018), çalışmalarında çölleşme ve erozyon parametreleri bakımından toprağın erozyona duyarlılığının önemli bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. Arazi kullanımının değişimi ile birlikte toprağa ait özelliklerin de değiştiğini ayrıca bu önemli düzeydeki değişimin K değerlerine de yansıdığını açıklamışlardır. K değerinin en yüksek mera alanlarında bulunduğunu, bunu alüviyal ve sonrasında ise kolüviyal tarım alanlarının izlediğini belirtmişlerdir.

Güler (2020), çalışmasında toprak özellikleri arasındaki doğrusal ilişkileri değerlendirdiğinde pH, hacim ağırlığı ve porozitenin diğer özellikler ile en fazla etkileşimde bulunan toprak özellikleri olduğunu belirtmiştir. Yapılan jeostatistik analizler sonucunda ise silt içeriği, kum içeriği, agregatlaşma oranı, agregat stabilitesi, ortalama ağırlık çap, dispersiyon oranı, porozite ve elektriksel iletkenlik tahmin değerlerine ait dağılım haritalarının ise güvenilirliklerinin düşük olduğunu açıklamıştır.

Kanar ve Dengiz (2015), % 38.6 ile orman örtüsünün en geniş, % 3.6 ile yerleşim alanının en az paya sahip olduğu Madendere Havzası'nda arazi kullanımı/arazi örtüsü ile bazı erozyon duyarlılık indeksleri arasındaki ilişkiyi belirledikleri çalışmalarında, grid yöntemine göre 0-20 cm toprak derinliğinden aldıkları 71 adet toprak örneği üzerinde erozyon oranı, dispersiyon oranı, erodobilite, agregat stabilitesi değerlerini belirleyerek havza topraklarının erozyona karşı yüksek derecede duyarlı olduklarını belirlemişlerdir. Bu durumun özellikle eğimi yüksek olan, sığ toprakların yer aldığı alanlar ile tarım yapılan alanlarda daha da fazla olduğu belirtilmiştir. Öneri olarak orman örtüsünce kaplı vadi ve yamaç alanların yoğun olarak yer aldığı havzanın güney kesimlerinin bu hali ile korunması gerektiği; orman örtüsünün tahrip edilmesinin bu alanlarda yer alan toprakların hızlı bir şekilde taşınmasına neden olacağını açıklamışlardır.

Parlak ve ark. (2014), araştırma yaptıkları alanda toprakların erozyona duyarlılığını (K faktörü) ıslak eleme, Wischmeier ve Smith (1978) abağının eşitliğinden yararlanarak saptamak için farklı mevsimlerde 17 toprak serisinden yüzey örnekleri

almışlardır. agregat stabilite ve K faktörleri açısından mevsimler arasındaki farklılığın karşılaştırılması tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizine göre yapılmıştır. Farklı mevsimlerde alınan toprakların agregat stabilitesi değerleri (%2.76 ile %4.35) düşük, K faktörü değerleri ise 0.20 ile 0.30 arasında (fazla aşınabilir topraklar) saptanmıştır. Toprakların agregat stabilitesi değerlerini yükseltmek ve K faktörü değerlerini düşürmek için toprak koruyucu yöntem olarak bitkisel yöntemlere ağırlık verilmesi gerektiği ve özellikle toprağa organik madde ilavesi önerilmiştir.

Tüfekçioğlu (1995), çalışmasında 0-30 cm derinliğindeki toprakların organik madde, tekstür, toprak reaksiyonu ve iskelet içeriği özelliklerinin büyük ölçüde farklılıklara sahip olduğunu tespit etmiştir. Toz, kil ve organik madde içeriğinin yükselti arttıkça arttığını, kum ve iskelet içeriğinin ise azaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca orman, otlak ve çayır alanlarına odaklandığında organik madde miktarının en fazla ormanlardaki topraklarda olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Karagül (1994), çalışmasında toprağın bazı özelliklerinin kullanılan araziye göre istatistiksel farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Araştırma havzası erozyon riskine göre incelendiğinde (kolloid/nem ekivanı, dispersiyon oranı, erozyon oranı) toprakların erozyon riskinin olduğu sonucu elde edilmiştir. Ayrıca dispersiyon oranının orman topraklarında en düşük olduğu sonucuna varılmış, en yüksek dispersiyon oranının ise tarım topraklarında olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında ormanların tarım ve otlak alanlarına dönüştürülmesi erozyon eğilimini kayda değer ölçüde artırmıştır.

Göl (2002), çalışmasında arazi kullanım şekillerinde su aşımına dirençli agregat yüzdesinin derinlik kademesine bağlı olarak azaldığını tespit etmiştir. Su aşımına dirençli agregat yüzdesi, en düşük doğal orman topraklarında iken plantasyona ait topraklarda en yüksek olarak belirlenmiştir.

Erol ve Hızal (2006), çalışmasında üç farklı yükselti kademesindeki mera, tarım ve orman alanlarında, iki derinlik kademesini dikkate alarak (0-20 cm, 20-40 cm) toprakların hidro-fiziksel özelliklerini incelemişlerdir. Analizler sonucunda elde edilen verilere dayanılarak hidro-fiziksel toprak karakteristikleri, bakı, derinlik kademesi ve yükselti kademesi değişkenlerle farklılıklar göstermişlerdir. Ek olarak

ilgili değişkenlerle yapılan analizler neticesinde dispersiyon oranı da belirlenmiştir. Dispersiyon oranına göre arazilerin erozyon eğiliminin fazla olduğu saptanmıştır. Bu değer erozyon sınır değerinin üstünde bulunmuştur.

Yılmaz (2007), Erfelek Barajı Havzası'nda bazı toprak özelliklerini, arazi kullanımına göre detaylandırdığı çalışmasında 0-20 cm ve 20-50 cm toprak derinlik kademesinden numuneler almıştır. Bu numunelerle bazı analizler yapılmış ve arazi kullanımı ile toprak karakteristiği arasında kayda değer farklılıkların varlığı ortaya konmuştur. Genel manada 0-20 cm derinlik kademesindeki üst topraklarda tarım alanında birçok özellik benzerlik gösterirken orman topraklarında hidro-fiziksel özelliklerin bazılarında farklılıklar olduğu saptanmıştır. 20-50 cm toprak derinlik kademesindeyse bazı parametrelerde farklılıklar bulunmuştur (kum, kil, organik madde, pH).

Göl ve Dengiz (2007), araştırmalarında uzun bir zaman dilimi için arazi örtüsündeki değişimi ve arazi kullanım şekilleri ile toprak özelliklerinin detaylı incelenmesini amaçlamışlardır. Çalışma alanında; 7 adet profil çukuru açılmış toprağın jeolojik ve topoğrafik özellikleri ve arazi kullanım yapısı ele alınmıştır. Tekstür, pH, tarla toprak nemi sabitleri, suya dayanıklı agregat, iskelet içeriği, kireç, elektriksel iletkenlik, hacim ağırlığı ve organik madde muhtevası gibi toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri, açılan profil çukurlarından alınan numunelerin analiz sonuçlarına göre karşılaştırılmıştır.

Erdoğan Yüksel (2009), Artvin-Saçınka Yöresinde yaptığı yüksek lisans tezi çalışmasında; kimyasal, fiziksel ve hidro-fiziksel toprak özelliklerinin farklı arazi kullanımı, farklı yükselti ve derinlik kademesi değişkenleri göz önüne alınarak değişimlerini ve birbirleriyle olan etkileşimlerini araştırmıştır. Bu çalışma da toprak özelliklerinin arazi kullanım türlerine bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiği sonucunu elde etmişlerdir. Sonuç olarak; iskelet içeriği, geçirgenlik, ince kısım, pH, toprak nemi sabitleri, organik madde, kullanılabilir su, tane yoğunluğu, dispersiyon oranı açısından istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda birçok farklılık bulunduğu sonucuna varılmıştır. Bunun aksine, orman ve otlak arazilerinin üst toprak özelliklerinden toz, kil ve kum miktarları istatistiksel olarak göz önüne

alındığında çok az farklılık gösterdiği saptanmıştır. Bu çalışmalar ışığında araştırma sahasındaki toprakların aşınma karşı dayanıklı olmadığı belirtilmiştir.

Dindaroğlu ve Canbolat (2011), bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin arazi kullanımını yönünden değerlendirilmesini amaçladıkları çalışmalarında %0-5 eğim aralığındaki orman, mera ve çayır vejetasyon bölgelerinden 15 adet bozulmuş toprak numunesi alınmış, örneklerde fiziksel ve kimyasal bazı analizler yapılmıştır. Analizler neticesinde; orman ve mera topraklarında elektriksel iletkenliğin, pH ve organik madde içeriğinin istatistiksel boyutta farklılıklarının bulunmadığı tespit edilmiştir. Kullanıma bağlı olarak çayır alanların topraklarının analizleri ele alındığında agregat stabilitesi oranı, pH, elektriksel iletkenlik değerleri ve organik madde içeriği, mera ve orman alanları ile karşılaştırıldığında daha fazla çıkmıştır. Tüm bunlara ek olarak, derinlik kademesi arttıkça bunun aksi olarak organik madde miktarının düştüğü belirlenmiştir.

Okatan (1986), çalışmasında tüm toprak gruplarındaki dispersiyon oranlarının 15'den büyük olduğunu buna bağlı olarak da havzadaki topraklarının erozyona duyarlı olduğu sonucu ileri sürülmüştür. Örnekleme derinliğiyle doğru orantılı değişen dispersiyon oranındaki farklılıkların derinlik kademelerindeki organik madde, toz ve kil içerikleri ile bağlantılı olduğu tespit edilmiştir.

Yüksek ve Okatan (2000), çalışmalarında araştırma parsellerinde ana kayanın dasit, andezit, kumtaşı-kireçtaşı, bazalt kayaç türlerinden oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Ayrıca araştırma alanı topraklarının tümünün dispersiyon oranı dikkate alındığında erozyona duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Taysun (1986), Gediz havzası rendzina tarım topraklarında laboratuvar ortamında yapay yağmurlama ile erozyon duyarlılığını ölçmüştür. Toprak numunelerinde dispersiyon oranları 15'den, erozyon oranları da 10'dan büyük olarak ölçülmüş ve bu yüzden topraklar erozyona duyarlı olarak yorumlanmıştır.

Öztan (1980), Trabzon-Meryemana (Altındere) Deresi Yağış Havzası'nda orman ve mera topraklarında otlatmanın tesirlerini ele aldığı araştırmasında, otlatmanın orman topraklarındaki erozyon duyarlılığını yükseltici etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Uslu (1971), çalışmasında çeşitli derinlik kademelerine ait toprakların dispersiyon oranlarını 15'den, erozyon oranı değerlerini de 10'dan büyük bulmuştur. Bunun neticesinde, neojen anamateryalinden oluşan bu toprakların genel olarak erozyona yatkın olduğunu saptamıştır.

Okatan ve Reis (1997), araştırma bölgesi topraklarının tümünde dispersiyon oranı değerlerini 15'den büyük olduğu sonucuna varmışlardır. Elde edilen bu veri neticesinde araştırma alanı topraklarının erozyona duyarlı olduğu çıkarımını yapmışlardır.

Okatan ve ark. (1997), Maden Deresi Yağış Havzası'nda yaptıkları bir çalışmada, yüzey erozyonu ile havza topraklarının taşındığını bu taşınmanın oyuntulara sebep olduğunu ve toprak kalınlığının 10 cm ve bazı alanlarda bu değerinde altına düştüğünü belirlemişlerdir. Bu veriler ışığında bölgenin erozyona duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Aşkın (1997), Ordu ili topraklarının erozyona duyarlılığını belirlemek amacıyla laboratuvar analizlerini esas alarak gerçekleştirdiği bir çalışmada, stabilite indeksi, strüktür, agregat stabilitesi, geçirgenlik oranı, kil oranı, erozyon oranı, dispersiyon oranı ve toprak erozyon duyarlılık faktörü (K) gibi parametreleri temel almış ve bu araştırma sonucunda bu toprakların neredeyse tamamını "erozyona karşı dayanıksız" şeklinde değerlendirmiştir.

Özden (1992), Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan büyük toprak gruplarının bazılarının aşınımına duyarlılığını belirlemek üzere yaptığı bir çalışmada, dispersiyon oranı, kil oranı, geçirgenlik oranı ve erozyon oranı gibi ölçüm parametreleri esas almış ve araştırma sonunda söz konusu parametreler arasında belirlediği ilişkilerin istatistiksel açıdan önemli bir sonucunun olduğunu bildirmiştir.

## 2 MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Materyal

Godrahav Deresi Havzası'nda farklı arazi kullanım şekilleri altında (orman, bozuk orman, mera, tarım) bulunan topraklar bu araştırmanın materyalini oluşturmaktadır.

#### 2.1.1 Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Artvin il sınırında yer alan Godrahav Deresi Yağış Havzası araştırma alanımızı oluşturmaktadır. Alanı 7313.85 hektar olan havza 250 ile 2469 m yükseltiler arasında yer almaktadır (Şekil 1). Araştırma sahası coğrafik açıdan  $41^{\circ} 12' 35''$ -  $41^{\circ} 14' 15''$  kuzey enlemleri ve  $41^{\circ} 51' 27''$ -  $41^{\circ} 51' 18''$  doğu boylamları arasında konumlanmıştır.



Şekil 1. Araştırma alanının genel konumu

### 2.1.2 Çalışma Alanının İklim Özellikleri

İklim özellikleri değerlendirildiğinde iki farklı bölge (Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgeleri) arasında yer almasından dolayı Artvin ili bir geçiş bölgesi özelliği sergilemekte; karasal, Karadeniz ardı ve Karadeniz kıyı iklim kuşaklarının tamamı görülmektedir (Ceylan, 1995; Yüksek ve Ölmez, 2002).

Genellikle Doğu Karadeniz Dağları'nın kuzeyindeki yamaçlarında ve yüksek kesimlerde etkili olan nemli hava kütleleri iç kesimlere pek ulaşmamakta, bu nedenle de özellikle Artvin'den itibaren havanın nisbi nem yönünden düşük olmasına neden olmaktadır. Bu durum sahada lokal iklim şartlarının meydana gelmesine zemin hazırlamış, yaz devresinde açık, kuru hava şartları ve şiddetli buharlaşma, kıyı ile iç kesimleri birbirinden ayıran bir özellik olarak ortaya çıkmıştır (Ceylan, 1995).

Artvin ili iklim özelliği bakımından yazların sıcak, kışların ılık geçtiği ve sıkça kuvvetli yağışların görüldüğü bir özellik sergilemektedir. Yüksek bir arazi yapısı ve Karadeniz'in etkisi altında bulunması sebebiyle sık yağış ve beraberinde sis oluşumu gözlenmektedir (Yüksek ve Ölmez, 2002).

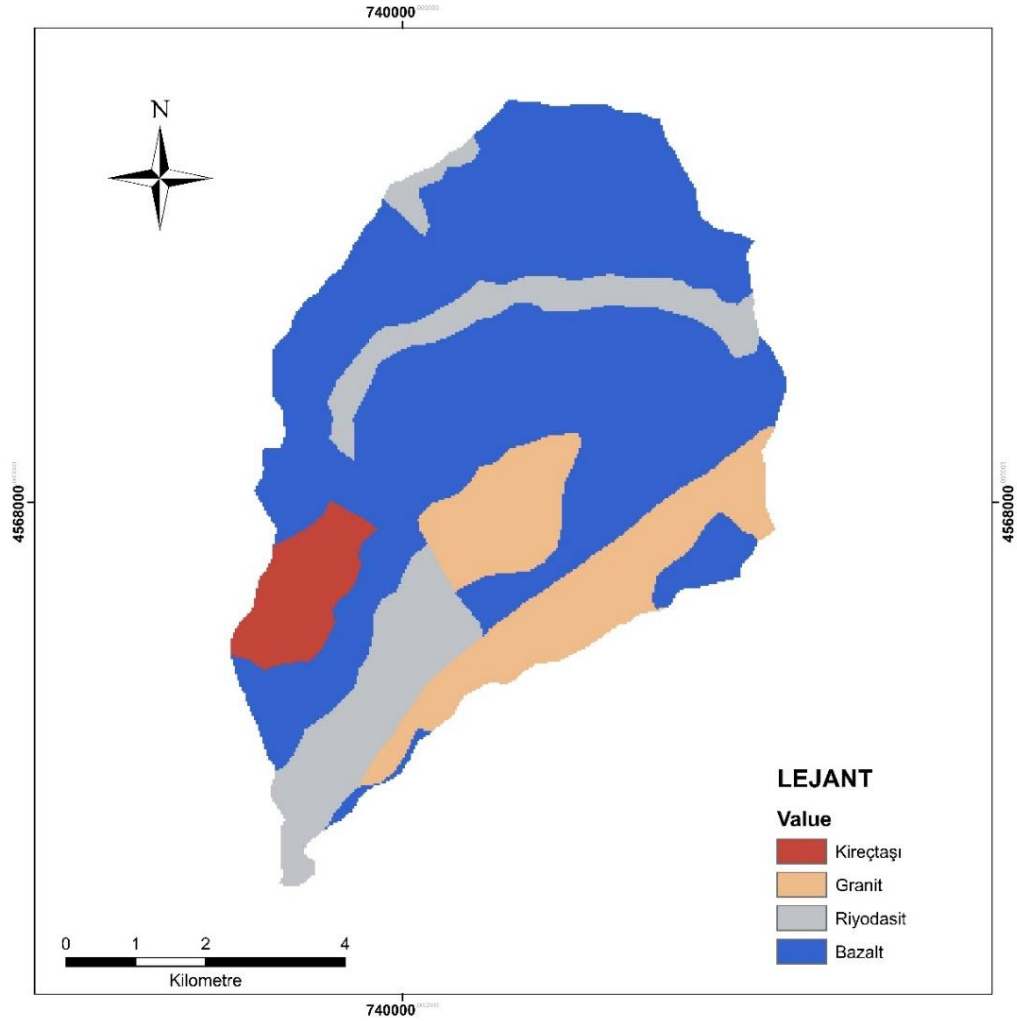
Tablo 1. Artvin İli bazı iklimsel verilerine ilişkin ortalamalar (1949-2018)

İklim Elemanları	AYLAR												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ort. En Yüksek.	6.2	8.3	12.4	17.9	21.9	24.2	25.8	26.3	23.9	19.6	13.3	7.8	Ort. 17.3
Sıcaklık °C													
Ort. En Düşük.	-0.2	0.4	2.9	7.2	11.2	14.3	16.9	17.1	14.2	10.2	5.7	1.7	Ort. 8.5
Sıcaklık °C													
Ortalama Sıcaklık °C	2.8	4.0	7.1	12.0	15.9	18.8	20.9	21.1	18.2	14.0	9.1	4.5	Ort. 12.4
Ort. Yağış (mm)	85.5	71.9	60.0	53.2	53.2	49.7	30.6	29.0	36.4	61.6	76.0	87.7	Toplam 694.8

Artvin İlinin Meteoroloji gözlem verilerine göre 1949-2018 yılları arasında, Artvin'in yıllık ortalama sıcaklığı 12.4 °C'dir. Yıllık ortalama en yüksek sıcaklık 17.3 °C, ortalama en düşük sıcaklık ise 8.5 °C'dir. Yıllık toplam yağış miktarı ise 694.8 mm'dir. Ortalama yağış miktarının en az olduğu ay 29.0 mm ile Ağustos ayı, ortalama yağış miktarının en fazla olduğu ay ise 87.7 mm ile Aralık ayıdır (Tablo 1) (MGM, 2019).

### 2.1.3 Çalışma Alanının Toprak Yapısı ve Jeolojisi

Artvin ve çevresi Kuzey Anadolu'ya ait orojenik kuşak sınırlarında yer almakta ve üst kretase volkanik serisi en büyük jeolojik ünitesini oluşturmaktadır. Bu seri, nötr ve asit lavlar ile onlara ait tuf ve angloermalardan ve aralarında ince tabakalar halinde bulunan ve genellikle kırmızı renkli kalker ve marn yataklarından oluşmaktadır. Lav serisi içerisinde dasit, andezit, kiperit, kuvarsporfirler bulunmaktadır (Gattinger, 1962; Ketin, 1949, 1954).



Şekil 2. Godrahav Deresi Havzası anakaya haritası

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda dört çeşit anakaya olduğu belirlenmiştir. Bunlar bazalt, granit, riyodasit ve kireçtaşı olarak sıralanabilir (Şekil 2). Araştırma havzasının 4612.85 ha'nını bazalt, 1178.99 ha'nını granit, 1157.78 ha'nını riyodasit ve 364.23 ha'nını ise kireçtaşı anakayasını oluşturmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Godrahav Deresi Havzası anakaya grupları ve oransal dağılımları

Anakaya Grupları	Alan (ha)	Oran (%)
Bazalt	4612.85	63.07
Granit	1178.99	16.12
Riyodasit	1157.78	15.83
Kireçtaşı	364.23	4.98
Toplam	7313.85	100.00

Artvin İli genelinde bir değerlendirme yapıldığında toprak çeşitlerinin altı farklı grupta toplandığı söylenebilir. Bu toprak grupları il merkezi ve çalışma sahamızı da kapsayan kahverengi orman toprağı ve kireçsiz kahverengi orman toprağı, bunun yanı sıra Artvin ilinin farklı bölgelerinde dağılım gösteren kırmızı, sarı podzol topraklar, yüksek dağ çayırlarına ait topraklar ve bunlara ilaveten alüviyal ve koluviyal topraklar olarak sıralanabilir (Anonim, 1990; Yüksek & Ölmez, 2002).

İl genelinde dik veya sarp eğimlerde görülen kahverengi orman topraklarının derinliği oldukça azdır ve bitki örtüsünün tahribiyle de şiddetli derecede erozyona maruz kalmış durumdadır. AKKS bakımından bu toprakların % 90,4'ü VII. sınıf ve sadece % 0.1 gibi küçük bir bölümü III. sınıfta yer almaktadır (Anonim, 1984).

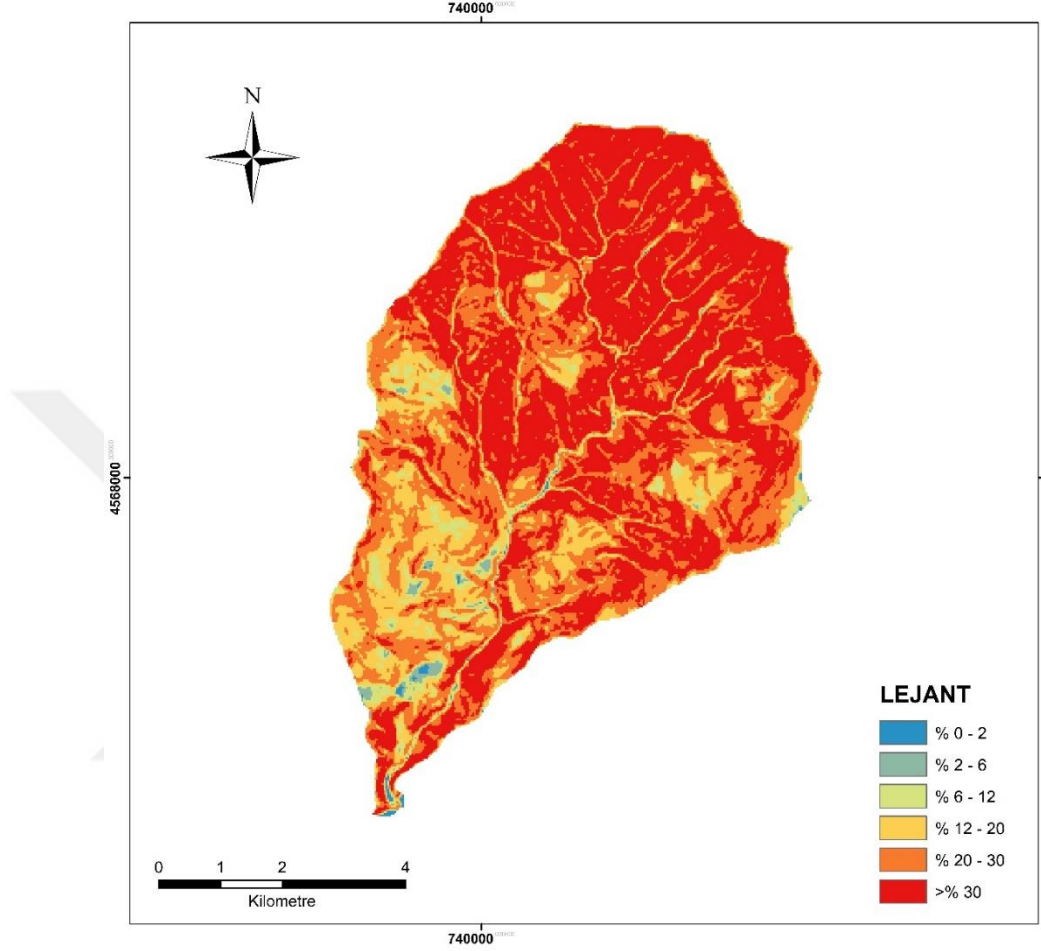
Artvin'in kuzey bölümünde ladin, kayın ve göknar gibi türlere ev sahipliği yapan kireçsiz kahverengi orman topraklarının da % 98 gibi bir oranla neredeyse tamamı çok dik eğimlerde bulunmaktadır. Eğim derecesinin yüksek oluşunun yanı sıra bitki örtüsünün tahribi bu toprakların da % 85'inde şiddetli erozyonun görülmesine sebep olmaktadır (Anonim, 1984).

#### 2.1.4 Havzanın Eğim Durumu

Havza hidrolojisindeki payı ve su erozyonunun meydana gelişindeki etkisi düşünüldüğünde topoğrafik faktörler arasında yer alan eğim büyük önem taşımaktadır. Toprak sınıflama sistemine göre (Baldwin ve ark., 1938) Godrahav havzasının eğim durumunu belirleyebilmek için CBS ortamında eğim sınıfları haritası oluşturulmuştur (Şekil 3).

Tablo 3'de eğim gruplarına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları verilmiştir. Eğim haritasına göre, havzanın % 95.83'ü % 20 ve üzeri eğime sahiptir. Havzanın sahip olduğu ortalama eğim yüzeysel akışın ve pik akımın seyrinde, dere akımının

çıktısı olan hidrografın şeklinin belirlenmesinde önemli bir paya sahiptir. Ayrıca havzanın eğimli bir topografyaya sahip olması, erozyon sorununu ve beraberinde de sedimentasyonu getirecektir.



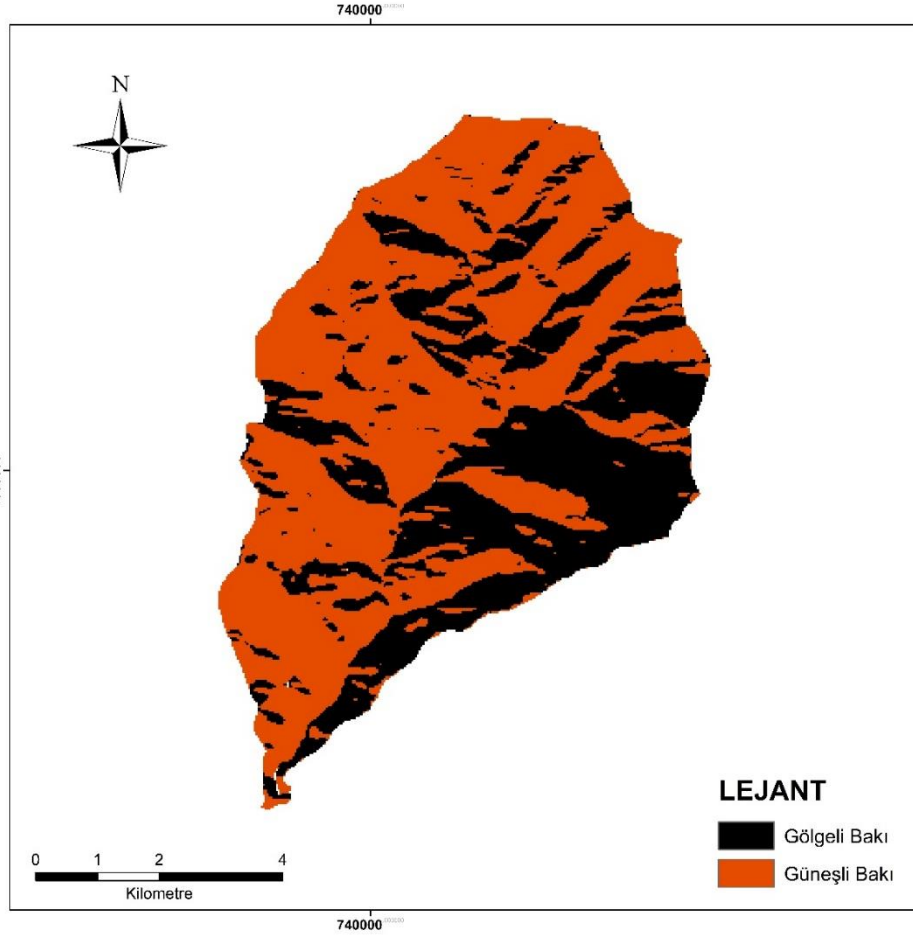
Şekil 3. Godrahav Deresi Havzası eğim sınıfları haritası

Tablo 3. Godrahav Deresi Havzası eğim sınıfları ve oransal dağılımları

Eğim Grupları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	69.81	0.95
Hafif (% 2-6)	27.29	0.37
Orta (% 6-12)	208.42	2.85
Dik (% 12-20)	804.34	11.00
Çok Dik (%20-30)	1923.39	26.30
Sarp (%>30)	4280.60	58.53
<b>Toplam</b>	<b>7313.85</b>	<b>100.00</b>

### 2.1.5 Havzanın Bakı Durumu

Tablo 4’de bakı gruplarına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları verilmiştir. Havzada 4659.66 ha’lık alan güneşli bakı grubunda, 2654.19 ha’lık alan ise gölgeli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 4).



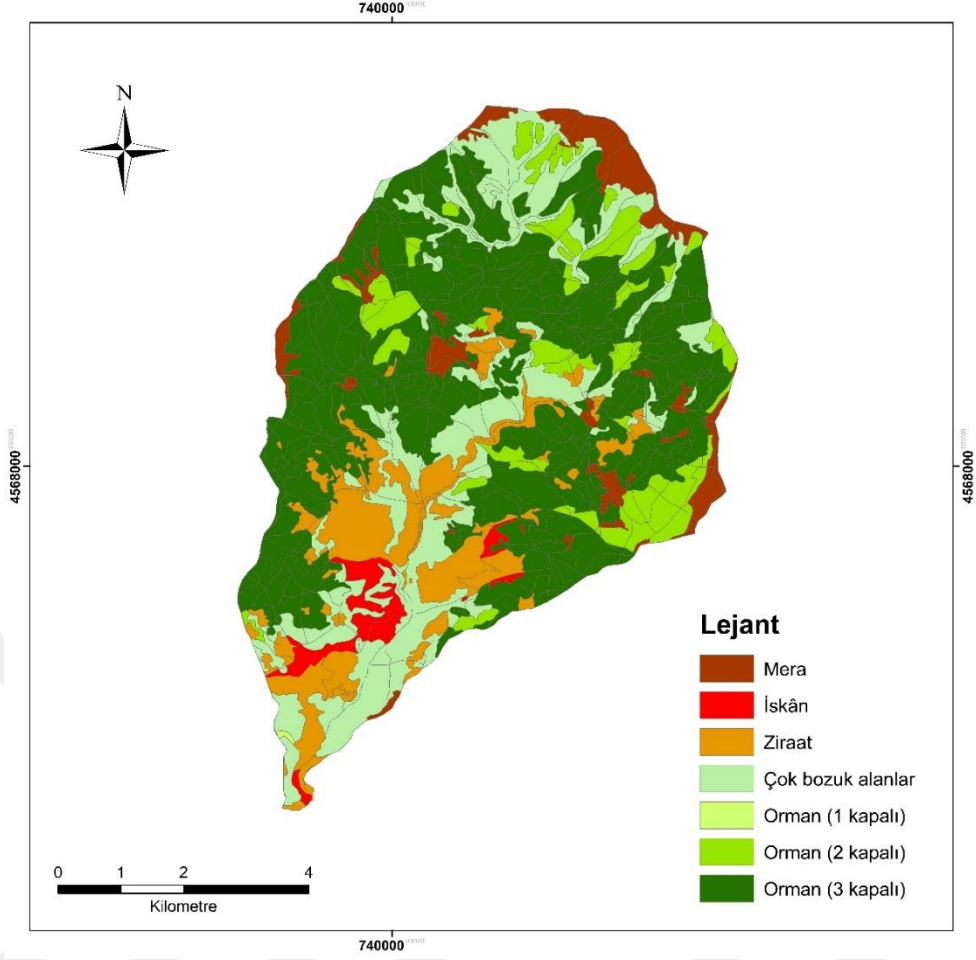
Şekil 4. Godrahav Deresi Havzası bakı sınıfları haritası

Tablo 4. Godrahav Deresi Havzası bakı grupları ve oransal dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	2654.19	4659.66	7313.85
Oran (%)	36.29	63.71	100.00

### 2.1.6 Arazi Kullanım Şekli

Godrahav Deresi Havzası’na ait arazi kullanım haritası Şekil 5’de, arazi kullanımına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları ise Tablo 5’de verilmiştir. Arazi kullanım haritası Artvin OBM’den alınan amenajman planları altlık olarak kullanılmak suretiyle CBS yazılımı olan ArcGIS 10.4.1’de üretilmiştir.



Şekil 5. Godrahav Deresi Havzası arazi kullanım haritası

Hem toprağın oluşumunu hem de yağışın erozyon yaratma gücünü etkileyen arazi kullanımı ve örtme derecesine bağlı olarak yüzeysel akışı etkileyen bitki örtüsü durumu havza yönetiminde değerlendirilmesi gereken en önemli faktörler arasında yer almaktadır.

Tablo 5. Godrahav Deresi Havzası arazi kullanımı ve oransal dağılımları

Arazi Kullanımı	Alan (ha)	Oran (%)
Orman (1 kapalı)	4.39	0.06
Orman (2 kapalı)	711.64	9.73
Orman (3 kapalı)	3484.32	47.64
Orman (bozuk)	1496.41	20.46
Mera	446.87	6.11
Ziraat	895.94	12.25
İskân	274.27	3.75
Toplam	7313.85	100.00

Bu farklılıklar yağışın erozyon yaratma gücü üzerinde ve yağışın oluşturduğu yüzeysel akış üzerinde oldukça önemlidir. Toplam alan içerisinde % 47.64 oranla en

büyük pay 3 kapalı orman alanlarına aitken toplam orman alanı % 77.89'dur ve engebeli arazi yapısına sahip havzada (Şekil 6,7) toplam tarım alanları % 12.25 mera alanları ise % 6.11'lik bir paya sahiptir (Tablo 5).



Şekil 6. Çalışma sahasından mera ve orman alanlarına ait görüntü



Şekil 7. Çalışma sahası bozuk orman alanlarına ait görüntü

### **2.1.7 Bitki Örtüsü**

Flora bölgesi ve bitki coğrafyası bakımından Artvin, Avrupa Sibirya alanının Kolşik kısmında konumlanmıştır. Daha çok yapraklı türlerin egemen olduğu orman vejetasyonuna yükselti ile birlikte iğne yapraklı türler de eşlik etmektedir (Anşin, 1983).

Sahip olduğu yaşam ortamlarının farklılığı, yükselti farkının fazlalığı, farklı iklimlerin (Akdeniz, Karasal ve Osienik) etkisi, su kaynakları bakımından zengin oluşu, jeolojik yapıdaki farklılıklar Artvin İli genelinde çok sayıda bitkinin yetişebilmesini de mümkün kılmıştır. 137 familya ve 761 cinse ait olan toplam 2727 adet doğal bitki taksonuna ev sahipliği yaptığından Türkiye'nin en zengin ili konumundadır (Eminağaoğlu ve ark., 2015).

### **2.1.8 Sosyo-Ekonomik Koşullar ve Araziden Yararlanma Geleneği**

Havza alanı içerisinde 124 Nüfuslu Ahlat Köyü, 202 nüfuslu Varlık Köyü, 271 nüfuslu Vezirköy ve 2394 nüfuslu Seyitler köyleri bulunmaktadır (TÜİK, 2019). Nüfus artışının muhakkak ki havzalar üzerinde yarattığı baskı göz ardı edilmemesi gereken bir durumdur. Araştırma havzasında bulunan yerleşim alanları incelendiğinde on yıl önce 2009 yılında yapılan nüfus sayımında söz konusu dört köye ait toplam nüfus 2020 iken, 2019 yılında bu sayı 2991'e ulaşmıştır (TÜİK, 2019). Bu nüfus artışının en önemli nedeni Seyitler köyünde bulunan üniversite yerleşkesidir. Üniversitenin mevcudiyeti ile birlikte artan nüfus beraberinde yapılaşmayı getirmiştir. Yapılan binaların ulaşım ve altyapı çalışmaları havzanın doğal yapısında bozulmalara neden olmuştur. Ayrıca havzanın üst kısımlarında bulunan yaylalarda da belirli dönemlerde baskı söz konusu olmaktadır. Tarımsal ürün olarak fasulye, patates, mısır, ceviz, fındık, elma, yonca, çayırotu ve domates gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2018).

Orman içerisindeki ve civarındaki halk tarım faaliyetlerinin yanısıra ormanda gelişigüzel hayvan otlatarak ve orman işlerinde (üretim, nakliyat, yol yapımı, ağaçlandırma) çalışarak geçimlerini sağlamaya çalışmaktadırlar.

Orman içi ve çevresindeki halkın ormanlardan faydalanması, bir miktar üretim işinin (kesim, taşıma faaliyetleri) yanı sıra bakım, gençleştirme gibi faaliyetlerde olmaktadır.

Ormancılık faaliyetlerinde çalışmak ve ormanlardan kanuni hakları dâhilinde yararlanmak dışında, halkın ormanla olan ilişkilerinde, usulsüz otlatma ve faydalanmalar dolayısıyla olumsuz etkileri de olmaktadır.

Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar ormanlarda başıboş ve usulsüz otlatılmaktadır. Daha düzenli olan büyükbaş hayvancılık, ahır hayvancılığı şeklinde yapılmaktadır. Bu olumlu ve desteklenmesi gerekli bir faaliyettir. Böylece halkın gelir seviyesi yükseltilerek, ormanlar üzerindeki baskılar bir miktar olsa da azalmış olacaktır.

Arıcılık yaygın olup, genelde yerli kovanlarla yapılmaktadır. Bu kovanlar ormandaki boylu ağaçlara ve kaya kovuklarına yerleştirilmektedir (Anonim, 2006).

## **2.2 Yöntem**

Arazide, laboratuvarda ve büroda olmak üzere 3 aşamada araştırma tamamlanmaya çalışılmıştır.

Arazi alışmaları kısmını havzaya ait paftalar incelenerek n arazi çalışmalarının yapılması ve çalışmanın amacını oluşturan arazi kullanımındaki değişimi ortaya koyabilmek adına farklı kullanımları temsil eden noktalardan toprak numunelerinin alınması oluşturmaktadır. Laboratuvar çalışmalarını ise numunelerin analize hazırlanması ve sonrasında analizlerin yapılması oluştururken arazi ve laboratuvardan elde edilen bilgiler işığında verilerin düzenlenmesi, istatistiki değerlendirmelerin yapılması ve yorumlanması büro çalışmalarını oluşturmaktadır.

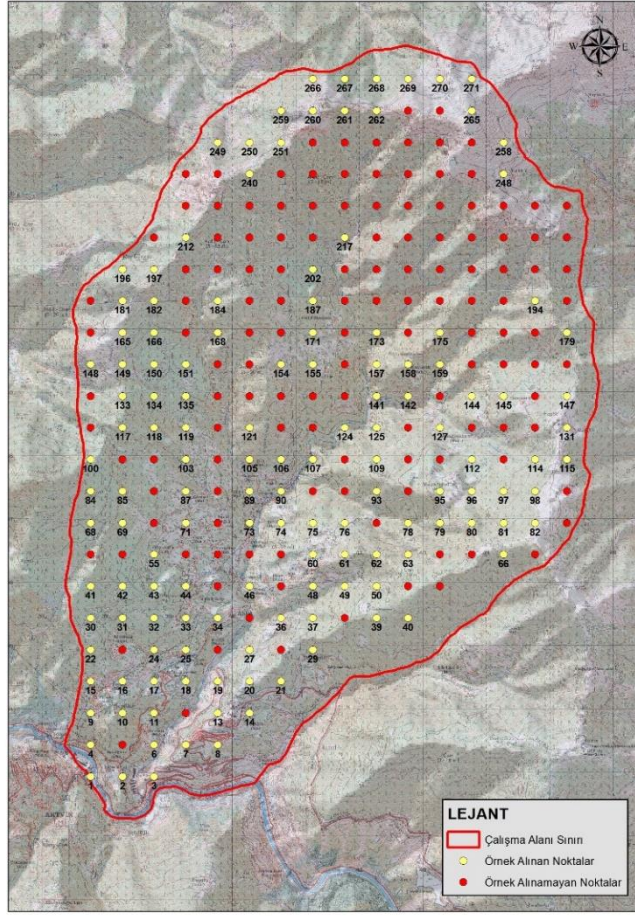
### **2.2.1 Arazi Yöntemleri**

Alana ait eğim, bakı, anakaya, arazi kullanımı haritaları entegre bir coğrafı bilgi sistemi yazılımı olan ArcGIS 10.4.1'de ArcMap arayüzü kullanılarak üretilmiş ve materyal kısmında detaylı olarak anlatılmıştır. Sayısallaştırılan haritalar yardımıyla 500x500m aralıklarla oluşturulan gridler toprak rneği alınacak olan noktaların

belirlenmesinde kullanılmıştır. Gridleme yöntemiyle havza sınırları içerisinde atılan toplam 274 nokta olmuştur. Topografik yapının elverişliliği ölçüsünde bu noktaların 63 tanesi orman, 28 tanesi bozuk orman, 28 tanesi tarım ve 18 tanesi ise mera alanı olan 137 tanesinden toprak örneği alınmıştır (Şekil 8). Örnekler bozulmuş (poşet) ve bozulmamış (silindir) olmak üzere gridleme yöntemiyle atılan noktalara ait 0-10 cm'lik üst toprak katmanından alınmıştır.

Doğal ya da insan etkisiyle yapısı bozulmuş, ölü örtü ve suyun birikebileceği, doğal olmayan tümsek veya çukurların oluştuğu, toprak erozyonunun görüldüğü alanlardan örnek alınmamaya özen gösterilmiştir.

Bozulmuş (poşet) toprak örnekleri alınırken iç içe geçirilen poşetlere gerekli tanıtıcı etiketler konarak her noktadan 1 kilogram kadar toprak numunesi alınmıştır. Bozulmamış (silindir) toprak numuneleri ise ağırlıkları önceden kaydedilmiş, üzeri numaralandırılmış, bir tarafı keskinleştirilmiş olan 100 cm<sup>3</sup>'lük silindirler kullanılarak alınmıştır (Şekil 9). Silindirlerin 100 cm<sup>3</sup>'lük toprağı alacak şekilde çakılmasına, çakılırken toprağın sıkıştırılmamasına ve strüktürünün bozulmamasına özen gösterilmiştir (Özyuvacı, 1976). Sonrasında ise etrafı açılan silindir taban kısmından eğer varsa toprağın fazla gelen kısımları ve kökler kesilmek suretiyle temizlenmiş, sıkıca kapatılan silindirler laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 8. Godrahav Deresi Havzası'nda gridleme yöntemi ile farklı arazi kullanımlarından alınan toprak örneği noktalarının dağılımı



Şekil 9. Çalışma sahası bozulmamış toprak örneği alımı

## **2.2.2 Laboratuvar Yöntemleri**

Araştırma alanında belirlenen 137 adet noktadan alınan toprak numuneleri hava kurusu hale getirildikten sonra havanda dövülmüş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir.

### **2.2.2.1 Tekstür (Kum, Kil, Toz Oranı) Tayini**

Analize hazır hale gelen örneklerin tekstürü Bouyoucos hidrometre yöntemine göre ve tekstür üçgeni dikkate alınarak belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951; Gee and Bauder 1986).

### **2.2.2.2 İskelet İçeriği, İnce Kısım ve Kök Miktarı**

Alınan bozulmamış örnekler üzerinde planlanmış olan tüm analizler bitirildiğinde silindirlerdeki toprak örnekleri dikkatlice boşaltılmıştır. Kökler, örnekler havanda dövülmeden ayrılarak tartılmıştır. Sonrasında kalan örnek içeriği dövülerek elekten geçirilmiş (2 mm'lik) ve 2 mm'nin üzerinde kalan kısımlar iskelet içeriği, 2 mm'nin altında kalan kısımlar da ince kısım şeklinde kaydedilmiştir. Tartılan değerler örneğin toplam ağırlığına oranlanmak suretiyle yüzde (%) olarak belirtilmiştir (Okatan, 1986; Özyuvacı, 1976).

### **2.2.2.3 Maksimum Su Tutma Kapasitesi**

Silindir örnekleri doymuş hale getirildikten sonra geçirgenlik testi öncesinde fazla suyun drene edilebilmesi için eğimli bir yüzeyde 30 dakika kadar drenaja bırakılmış ve sonrasında doymuş ağırlıklar tespit edilmiştir. Geçirgenlik analizinden sonra numuneler 24 saat boyunca 105 °C'de kurutulmuş ve bu ağırlıkları kaydedilmiştir. Belirlenen iki ağırlığın farkından maksimum su tutma kapasitesi ağırlık yüzdesi olarak hesaplanmıştır (Gülçur, 1974; Topp, 1993).

### **2.2.2.4 Geçirgenlik (Permeabilite)**

Silindir örnekleri geçirgenlik testi için yavaş yavaş ıslanmak üzere alttan su takviyesi sağlanarak kondukları küvette 1 gün süre ile bekletilmişlerdir. Doymuş hale gelen örnekler Özyuvacı (1976) tarafından geliştirilmiş olan permeabilite ölçüm cihazına konarak içlerinden su geçirilmek suretiyle belirli zaman aralıklarında geçen suyun

miktarı belirlenmiştir. Sonrasında toprak örneklerinin geçirgenliği Darcy kanununa dayanan formül yardımıyla saptanmıştır (Özyuvacı, 1976; Reynolds, 1993).

#### **2.2.2.5 Toprak Nemi Sabitleri**

Seramik levhalı basınç cihazı olan Soil Moisture Pressure Plate (Soil Moisture Equipment Corp.) ile örneklere 1/3 atm'lik basınç uygulanarak toprakların tarla kapasitesinde tuttıkları nem, 15 atmosfer basınç uygulanarak solma noktasında tuttıkları nem belirlenmiştir. Faydalanılabilir su değeri ise toprakların tarla kapasitesinde tuttıkları nem miktarından solma noktasında tuttıkları nem miktarı çıkarılarak bulunmuştur (Gülçur, 1974; Özyuvacı, 1976; Topp, 1993).

#### **2.2.2.6 Hacim Ağırlığı**

Geçirgenlik analizi tamamlandıktan sonra örneklerin fırın kurusu ağırlıklarını saptayabilmek amacıyla silindirler içerisindeki topraklar boşaltılmış, 105 °C'de 24 saat süreyle etüvde bekletilen örneklerin ağırlıkları kaydedilmiştir. Ele edilen fırın kurusu ağırlık değerleri silindir hacmine bölünmek suretiyle hacim ağırlığı gr/cm<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır (Blake ve Hartge, 1986).

#### **2.2.2.7 Tane Yoğunluğu**

Piknometre yöntemi kullanılmak suretiyle belirlenmiştir (Gülçur, 1974; Culley, 1993; Özhan, 2004).

#### **2.2.2.8 Gözenek Hacmi (Porozite)**

$E (\%) = \frac{(P_r - P_a)}{P_r} \times 100$  formülü kullanılarak tane yoğunluğu ile hacim ağırlığı

arasındaki ilişkiden gözenek hacmi değerleri bulunmuştur (Danielson ve Sutherland, 1986).

“E: gözenek hacmi (%), P<sub>r</sub>: tane yoğunluğu (gr/cm<sup>3</sup>), P<sub>a</sub>: hacim ağırlığı (gr/cm<sup>3</sup>)”

#### **2.2.2.9 Organik Madde**

Smith -Weldon yöntemine göre tespit edilmiştir (Allison, 1965).

#### **2.2.2.10 Toprak Reaksiyonunu (pH)**

Toprak numunelerine ait pH değerleri 1:2.5 oranında hazırlanan toprak-su süspansiyonlarında “Hach-Lange HQ40D multiparametre cihazı” ile belirlenmiştir (Gülçur, 1974; Karaöz, 1989).

#### **2.2.2.11 Elektriksel İletkenlik (EI)**

pH ölçümü yapılan süspansiyonlarda, Hach-Lange HQ40D multiparametre cihazının elektriksel iletkenlik probu kullanılarak örneklerin elektriksel iletkenlikleri  $\mu\text{S/cm}$  cinsinden belirlenmiştir.

#### **2.2.2.12 Dispersiyon Oranı**

Bu oran Middleton esasına dayanılarak belirlenmiştir (Middleton, 1930). Saf suda çalkalanarak elde edilen toprak solüsyonunda kimyasal ve mekanik bir dispersleştirme yapmadan elde edilen (toz+kil) miktarının, mevcut örneğin hidrometre yöntemine göre yapılan tekstür analizi sonucu elde edilen (toz+kil) miktarına bölünmesi ile elde edilir (Gülçur, 1974). Bu şekilde belirlenen dispersiyon oranı Middleton tarafından ortaya konan ıskalaya göre değerlendirilir. Bulunan değerin 15’den küçük olması toprakların aşınıma dayanıklı, 15’den büyük olması ise dayanıksız olduğuna işaret etmektedir (Özyuvacı, 1971; Balcı, 1996).

#### **2.2.2.13 Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı**

Daha önceden tekstür analizinde belirlenmiş olan kil değerinin, aynı örneğe ait tarla kapasitesi (nem ekivalanı) değerine bölünmesi ile bulunmaktadır. . Bulunan değerin 1.5’den büyük olması toprakların aşınıma dayanıklı, 1.5’den küçük olması ise dayanıksız olduğuna işaret etmektedir (Balcı, 1973 ve 1996).

#### **2.2.2.14 Aşınım (Erozyon) Oranı**

Aynı örneğe ait dispersiyon oranı değerinin, kolloid/nem ekivalanı değerine bölünmesiyle hesaplanmıştır. Bulunan değerin 10’dan küçük olması toprakların aşınıma dayanıklı, 10’dan büyük olması ise dayanıksız olduğuna işaret etmektedir (Balcı, 1973 ve 1996).

### 2.2.2.15 Kil Oranı

Toprak örneklerine ait “%kum+%toz” değerinin “%kil” değerine bölünmesiyle kil oranı bulunmaktadır (Balcı, 1996).

Kil Oranı	Erodibilite
Büyürse	Artar

### 2.2.2.16 Ortalama Ağırlık Çap

Örneklere ait ortalama ağırlık çap değerleri (OAÇ) mekanik elek analiz yöntemi ile belirlenmiştir. Örnekler farklı delik çaplı (1.00-2.00 mm, 0.50-1.00 mm, 0.25-0.50 mm ve 0.125-0.250 mm) elekler kullanılarak gruplara ayrılmış ve elemeden sonra elde edilen çap grupları değerlendirmeye alınmıştır. OAÇ değerleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Gee ve Bauder, 1986).

$$MWD = \sum x_i * w_i$$

MWD: ortalama ağırlık çap, mm

$x_i$ : her bir parçacığın çapı, mm

$w_i$ : boyut aralığındaki agregatların ağırlığının toplam materyal ağırlığına oranı, g

### 2.2.2.17 Agregat Stabilitesi

Toprak örneklerine ait her bir agregat sınıfı için agregat stabilitesi, hava kurusu 2 g. ve 1-2 mm. büyüklüğündeki agregat fraksiyonu için Yoder tipi (Uslu marka) eleme setinde ıslak eleme yöntemine göre belirlenmiştir (Kemper ve Rosenau, 1986).

### 2.2.2.18 Agregatlaşma Oranı

Birim toprak kütlesi içerisindeki agregatların oranını ifade eden agregatlaşma oranı aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanabilmektedir.

$$AO = [(ÖA - KA)/ÖA]$$

Burada;

AO: agregasyon oranı,%

ÖA: agregat stabilitesi analizinde kullanılan örnek miktarı (2g)

KA: agregat stabilitesi analizinde belirlenen kum miktarı, g”

### 2.2.3 Değerlendirme Yöntemleri

Çalışmalar sonucunda veriler bilgisayar ortamında çeşitli istatistiksel yöntemler ile değerlendirilmiştir. Her bir faktör ayrı ayrı değerlendirmeye alınarak incelenen toprak özelliklerinin arazi kullanımını bakımından farklılık gösterip göstermediği “tek yönlü varyans analizi (ANOVA)”, ortalamalar arası farklılıklar ise Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler JMP paket programını kullanılarak yapılmıştır (JMP, 2005).

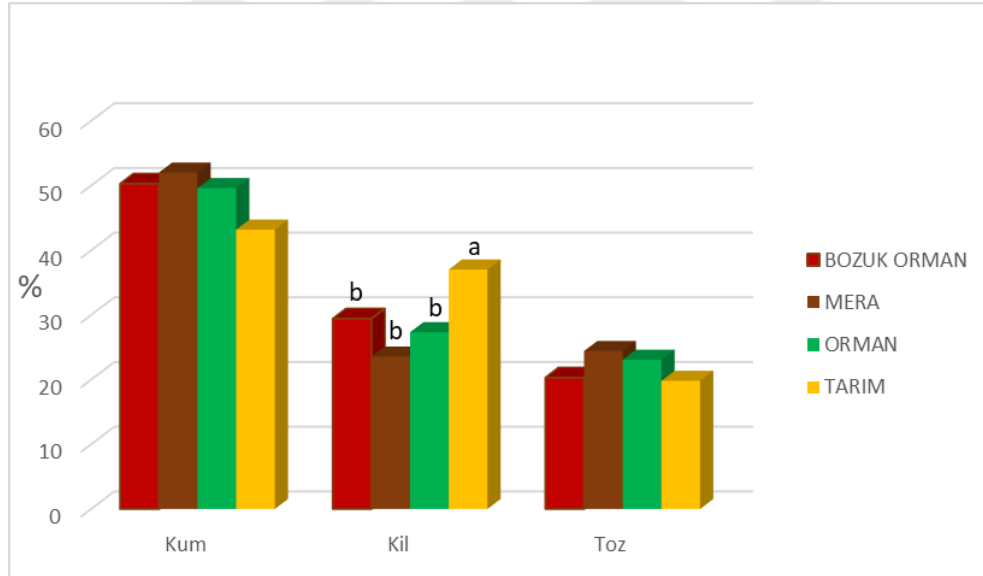


### 3 BULGULAR ve TARTIŞMA

#### 3.1 Araştırma Sahası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Hidro-Fiziksel Özelliklerinin Arazi Kullanım Şekline Göre Değişimi

##### 3.1.1 Kum, Kil ve Toz Miktarı

Çalışma alanına ait topraklarda kum miktarı bozuk ormanda % 50.28, merada % 52.00, ormanda % 49.60 ve tarımda % 43.18; kil miktarı tarımda % 37.01, bozuk ormanda % 29.42, ormanda % 27.33 ve merada % 23.57; toz miktarı bozuk ormanda % 20.30, merada % 24.43, ormanda % 23.07 ve tarımda % 19.81 olarak tespit edilmiştir (Şekil 10). Ayrıca araştırma alanına ait tekstür tipinin "kumlu killi balçık" ve "killi balçık" olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 10. Farklı arazi kullanımındaki topraklarda kum, kil ve toz miktarının değişimi

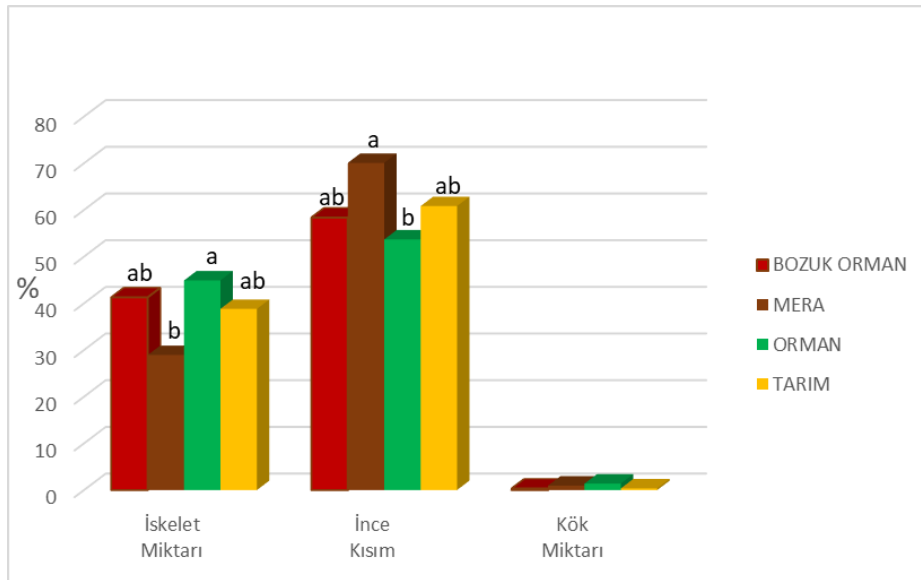
Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark vardır ( $p < 0.05$ )

Yapılan varyans analizi sonucuna göre kum içeriği ( $F: 2.09$ ;  $p > 0.05$ ) ve toz içeriği ( $F: 1.22$ ;  $p > 0.05$ ) bakımından arazi kullanımları arasında istatistiki anlamda bir farklılık görülemedi. Kil içeriği bakımından ise farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu ( $F: 8.36$ ;  $p < 0.01$ ) belirlenmiştir (Tablo 6). Çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre en yüksek kil içeriğinin tarım alanlarında olduğu ve bunu sırasıyla

bozuk orman, orman ve mera alanlarının takip ettiği tespit edilmiştir, buna göre tarım alanları diğer alanlardan yüksek çıkararak farklılık göstermiştir. Yapılan korelasyon analizine göre de kum ile kil ve toz miktarı arasında negatif yönde önemli bir ilişki söz konusudur (Tablo 7). Benzer çalışmalarda da kil miktarı tarım topraklarında, mera ve orman topraklarından önemli derecede yüksek bulunmuştur (Türüdü, 1981, Karagül, 1994, Yüksek 2001). Araştırma havzasının rakımı düşük olan bölgelerinde yer alan tarım alanları aynı zamanda eğim derecesi de düşük alanlardır ve bu durum toprak profilinde kilin diğer arazi kullanımlarına göre daha az yıkanmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca tarım alanlarının işlenen alanlar olmasının da ayrışmayla birlikte kil oluşumuna uygun koşullar sunduğu düşünülmektedir.

### 3.1.2 İskelet İçeriği, İnce Kısım ve Kök Miktarı

Farklı arazi kullanımı altındaki topraklarda ortalama iskelet içeriği ormanda % 44.92, bozuk ormanda % 41.29, tarımda 38.81 ve merada % 28.94; ortalama ince kısım merada % 70.09, tarımda 60.83, bozuk ormanda % 58.38 ve ormanda % 53.69; ortalama kök miktarı bozuk ormanda % 0.33, merada % 0.97, ormanda % 1.39 ve tarımda % 0.36 olarak bulunmuştur (Şekil 11).



Şekil 11. Farklı arazi kullanımındaki topraklarda iskelet içeriği, ince kısım ve kök miktarının değişimi

Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark vardır ( $p < 0.05$ ).

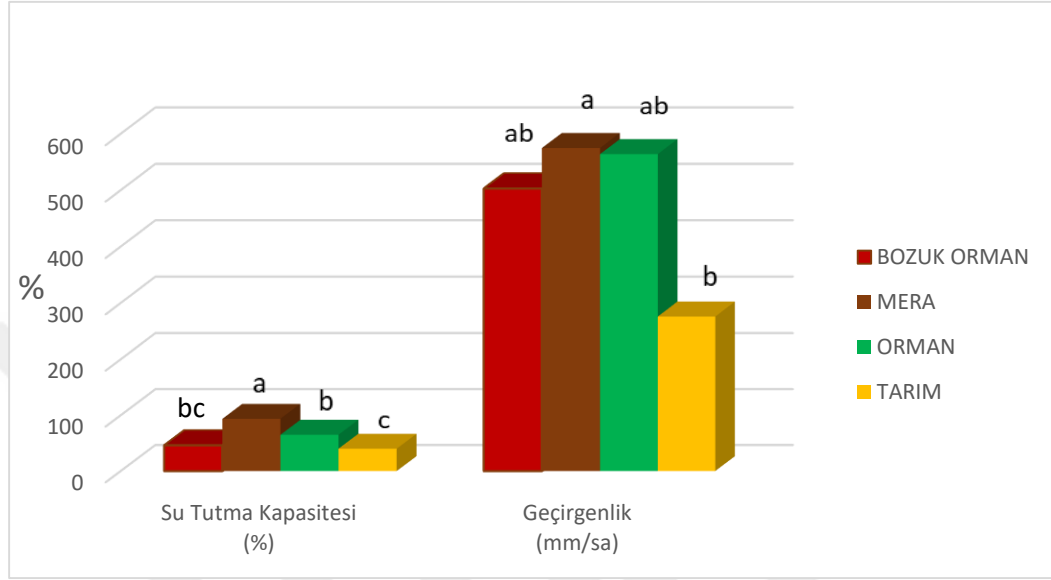
İstatistiksel analizde farklı arazi kullanım şekillerinde iskelet içeriği (F: 3.62;  $p<0.01$ ) ve ince kısım (F: 4.08;  $p<0.01$ ) bakımından farklılığın önemli olduğu, kök miktarı açısından ise önemli olmadığı (F: 1.01;  $p>0.05$ ).belirlenmiştir (Tablo 6).

Çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre en yüksek iskelet içeriğinin orman alanlarında olduğu ve bunu sırasıyla bozuk orman, tarım ve mera alanlarının takip ettiği tespit edilmiştir. Buna göre orman alanları bir grupta, bozuk orman-tarım alanları bir grupta yer almış; mera alanları ise diğer alanlardan düşük çıkarak farklı grupta yer almıştır. Orman alanlarının tarım ve mera alanlarına nazaran insan müdahalesine daha az maruz kalmasının yanı sıra daha eğimli olması ve ince kısmın ise bu alanlarda yağışın etkisiyle yamaç aşağı taşınmasından dolayı iskelet miktarının daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Ayrıca birim hacimde artan iskelet miktarı, ince kısmın azalmasını beraberinde getirmektedir. Bunlara ek olarak tarım ve eskiden tarım alanı olarak kullanılan bazı mera alanlarında eğimin düşük olması, iskelet miktarının bu alanlarda işlenerek ve ayıklanarak azaltılması tarım ve mera alanlarında bu değeri düşürmektedir. Bu nedenle de iskelet miktarı için üzerinde durulan hususlar ince kısım miktarında da ortaya çıkmaktadır. Orman alanlarında yükseltinin fazlalığı, daha fazla yağışa maruz kalması (fazla yağış alması, uzun süre kar örtüsüyle kaplı olması), eğim derecesinin fazla olması ince kısmı azaltan faktörlerdir. Kök miktarı açısından farklılık önemsiz bulunurken tarım ve bozuk orman alanlarında düşük, orman (en yüksek) ve mera alanlarında yüksek değerler göze çarpmaktadır. Bu duruma ise devamlı bitki örtüsü altında bulunmayan ve yılda birkaç kez işlemeye maruz kalan tarım alanlarında köklerin ayıklanmasının, buna karşılık orman ve mera alanlarında uzun yıllar süresince kök sistemlerini geliştirme fırsatı bulan bitki örtüsünün sebep olduğu düşünülmektedir. Farklı çalışmalarda da benzer sonuçlara rastlanmıştır (Karagül, 1994, Yüksek 2001). Ayrıca yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre organik madde miktarı ile kök miktarı arasında pozitif bir ilişki vardır (Tablo 7).

### **3.1.3 Su Tutma Kapasitesi ve Geçirgenlik**

Farklı arazi kullanım şekilleri altındaki topraklarda ortalama su tutma kapasitesi değerleri merada % 93.63, ormanda % 65.08, bozuk ormanda % 46.19 ve tarımda % 40.12; ortalama geçirgenlik değerleri ise merada 574.76 mm/sa, ormanda 563.94

mm/sa, bozuk ormanda 502.98 mm/sa ve tarımda 275.91 mm/sa olarak bulunmuştur (Şekil 12). İstatistiksel analizde arazi kullanım şekilleri bakımından su tutma kapasitesi (F: 8.31;  $p<0.01$ ) ve geçirgenlik (F: 3.80;  $p<0.01$ ) değerleri arasındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 6).



Şekil 12. Farklı arazi kullanımındaki topraklarda su tutma kapasitesi ve geçirgenlik miktarının değişimi

Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark vardır ( $p<0.05$ ).

En yüksek su tutma kapasitesi değerleri mera alanlarında görülürken, orman alanları bu değeri takip etmekte, bozuk orman alanları ve tarım alanlarında ise daha düşük su tutma kapasitesi karşımıza çıkmaktadır. Bu farklılığa kök miktarı, organik madde, gözenek hacmi gibi su tutma kapasitesini arttıran değerlerin tarım ve bozuk orman alanlarında istatistiksel olarak aynı grupta yer alarak daha düşük değerler almasının; hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu gibi değerlerin ise daha yüksek değerler almasının sebep olabileceği düşünülmektedir. Çünkü hacim ağırlığı ve tane yoğunluğunun fazla olması toprakların su tutma kapasitesi olumsuz yönde etkilemektedir. Benzer çalışmalarda da orman ve otlak topraklarında su tutma kapasitesinin kök miktarı, organik madde, gözenek hacmi değerleriyle pozitif, tane yoğunluğu ve hacim ağırlığı ile negatif yönde anlamlı ilişkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Karagül, 1994, Yüksel, 1997, Bozali, 2003).

Geçirgenlik bakımından ise en yüksek değer mera topraklarında görülmekte; orman ve bozuk orman alanları da yine yüksek geçirgenlik oranları ile mera alanlarını takip

etmekte; tarım alanlarının ise en düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Uzun yıllar bitki örtüsü altında bulunan orman ve mera alanları geliştirdikleri kök sistemleri, barındırdıkları mikroorganizma faaliyetleri, çürüyen köklerin oluşturduğu kanal sistemi, organik maddenin katkısıyla gelişen strüktür yapıları ile de geçirgenliğin artmasına pozitif etkide bulunmaktadır (Erdoğan Yüksel, 2009; Yüksek, 2001).

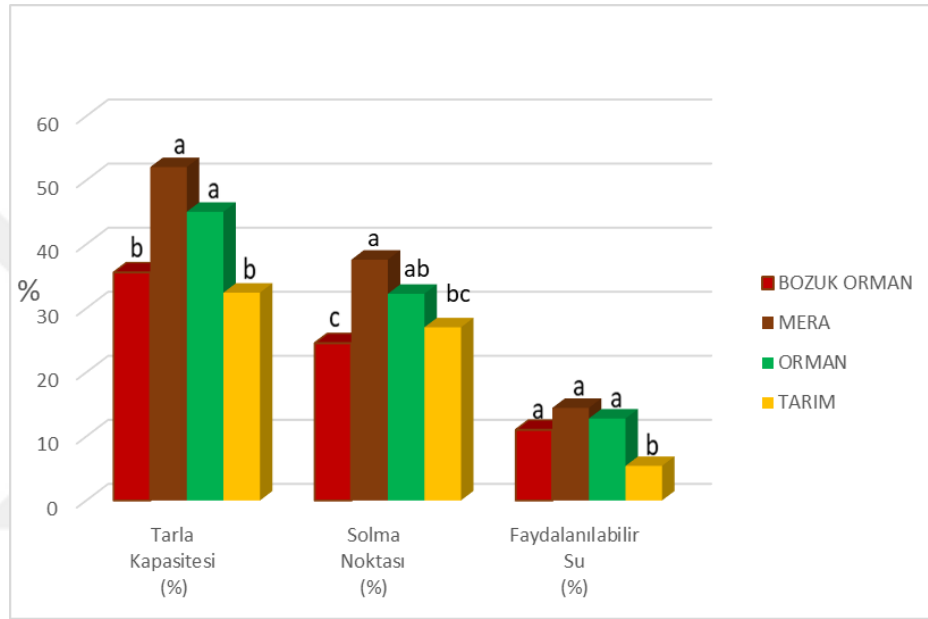
Geçirgenliğin mera alanlarında diğer arazi kullanımlarına göre yüksek olması organik madde ve kum içeriği ile gözenek hacmi daha yüksek olan toprakları barındırması ile açıklanabilir. Tarım alanları ise yüksek kil içeriği, hacim ağırlığı, tane yoğunluğuna karşılık düşük organik madde ve gözenek hacmi sebebiyle geçirgenlik bakımından arazi kullanımları içerisinde istatistiksel anlamda da farklı bir grupta yer alarak en düşük değeri almıştır. Korelasyon analizi sonuçlarına göre de su tutma kapasitesinin kök miktarı, gözenek hacmi ve organik madde ile pozitif; tane yoğunluğu ve hacim ağırlığı ile negatif yönde önemli bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).

#### **3.1.4 Toprak Nemi Sabitleri**

Araştırma alanı farklı arazi kullanım şekilleri altındaki topraklarda ortalama tarla kapasitesi değerleri merada % 52.06, ormanda % 45.07, bozuk ormanda % 35.60 ve tarımda % 32.44; ortalama solma noktası değerleri merada % 37.60, ormanda % 32.27, tarımda % 27.04 ve bozuk ormanda % 24.56; ortalama faydalanılabilir su değerleri merada % 14.46, ormanda % 12.80, bozuk ormanda % 11.03 ve tarımda % 5.40 olarak bulunmuştur (Şekil 13). İstatistiksel analizde farklı arazi kullanım şekillerinde tarla kapasitesi (F: 10.46;  $p < 0.01$ ), solma noktası (F: 5.54;  $p < 0.01$ ) ve faydalanılabilir su miktarı (F: 8.02;  $p < 0.01$ ) bakımından farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 6).

Her üç toprak nemi sabiti değeri de tarım ve bozuk orman alanlarında düşük, mera ve orman alanlarında yüksek değerler almıştır. Benzer çalışmalarda yapılan korelasyon analizi sonuçları da toprak nemi sabitlerinde tutulan nem miktarının tane yoğunluğu ve hacim ağırlığı ile negatif; organik madde içeriği ile de pozitif ilişkili olduğunu göstermiştir (Özyuvacı, 1978, Karagül, 1994). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde

hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu değerleri nem sabitlerinin düşük değerler aldığı tarım ve bozuk orman alanlarında yüksek, mera ve orman alanlarında düşük bulunmuştur. Organik madde, gözenek hacmi ve kök miktarı ise nem sabitlerinin yüksek değerler aldığı mera ve orman alanlarında yüksek, tarım ve bozuk orman alanlarında düşük bulunmuştur. Bu durumun da tarla kapasitesi ve solma noktasında tutulan nem miktarını tarım ve bozuk orman topraklarında düşürücü, orman ve mera topraklarında ise arttırıcı etki yaptığı düşünülmektedir.



Şekil 13. Farklı arazi kullanımındaki topraklarda toprak nemi sabitlerinin değişimi

Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark vardır ( $p < 0.05$ ).

Tarla kapasitesi ve solma noktası arasındaki farktan hesaplanan faydalanılabilir su miktarı ise en yüksek mera alanlarında bulunurken orman ve bozuk orman alanlarının bu değeri takip ettiği; tarım alanlarının ise diğer üç arazi kullanımından istatistiksel olarak farklı bir grupta yer alarak en düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. Bu farklılığın oluşmasında da organik madde, gözenek hacmi, kök miktarı, hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu değerlerinin yukarıda açıklanan ilişkilere benzer şekilde etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca korelasyon analizi sonuçları da göstermektedir ki, tarla kapasitesi, solma noktası, faydalanılabilir su miktarı organik madde miktarı ile pozitif; hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu değerleri ile ise negatif yönde ilişkiye sahiptir (Tablo 7).

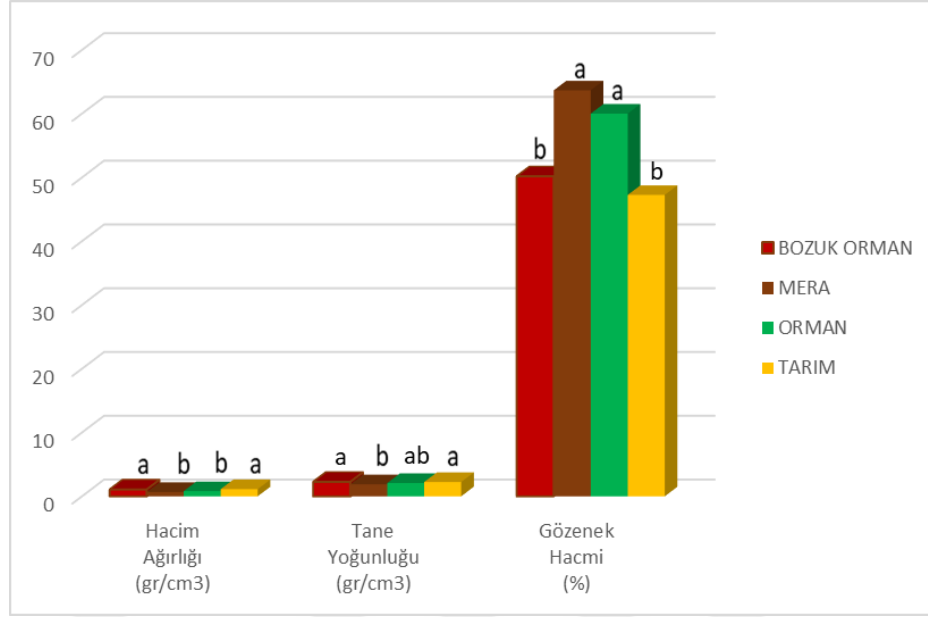
### 3.1.5 Hacim Ağırlığı, Tane Yoğunluğu, Porozite

Farklı arazi kullanım şekilleri altındaki topraklarda ortalama hacim ağırlığı değerleri tarımda 1.13 gr/cm<sup>3</sup>, bozuk ormanda 1.08 gr/cm<sup>3</sup>, ormanda 0.81 gr/cm<sup>3</sup>, merada 0.69 gr/cm<sup>3</sup>; ortalama tane yoğunluğu değerleri bozuk ormanda 2.27 gr/cm<sup>3</sup>, tarımda 2.25 gr/cm<sup>3</sup>, ormanda 2.09 gr/cm<sup>3</sup>, merada 1.89 gr/cm<sup>3</sup>; ortalama gözenek hacmi değerleri ise merada % 63.66, ormanda % 60.02, bozuk ormanda 50.19 gr/cm<sup>3</sup> ve tarımda % 47.26 olarak bulunmuştur (Şekil 14). İstatistiksel analizde arazi kullanım şekillerine göre hacim ağırlığı (F: 20.34; p<0.01), tane yoğunluğu (F: 5.30; p<0.01) ve gözenek hacmi (F: 10.46; p<0.01) bakımından farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 6).

Ortalamalara göre değerlendirildiğinde hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer alarak tarım ve bozuk orman alanlarında yüksek, orman ve mera alanlarında ise bir diğer grupta yer alarak daha düşük bulunmuştur. Gözenek hacmi bakımından değerlendirildiğinde ortalamalar arası farklılıkların belirlendiği gruplar değişmemiş fakat bu kez orman ve mera alanları yüksek değerlerin yer aldığı grupta, bozuk orman ve tarım alanları ise daha düşük değerlerin yer aldığı grupta bulunmuştur. Organik madde ve kök içeriği bakımından orman ve mera topraklarına kıyasla oldukça düşük değerler alan bozuk orman ve tarım alanlarının hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu bakımından yüksek değerler aldığı tahmin edilmektedir.

Korelasyon sonuçları da göstermektedir ki hacim ağırlığı değeri kök miktarı, gözenek hacmi, organik madde miktarı ile negatif; kil miktarı ile pozitif; tane yoğunluğu ise kök miktarı, kum, organik madde miktarı ve gözenek hacmi ile negatif; kil, pH, hacim ağırlığı ile pozitif yönde ilişkiye sahiptir (Tablo 7).

Bunun yanı sıra benzer çalışmalarda da (Karagül, 1994), orman topraklarına ait tane yoğunluğunun kum, gözenek hacmi, organik madde, iskelet içeriği, kök miktarı ile negatif; kil, hacim ağırlığı, pH ve ince kısım ile pozitif ilişkiye; tarım topraklarına ait tane yoğunluğunun toz ve gözenek hacmiyle negatif, hacim ağırlığı ve pH ile pozitif ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Bir başka çalışmada da organik madde miktarı (% 7.21) yüksek olan doğal orman topraklarında hacim ağırlığı (0.93 gr/cm<sup>3</sup>) en düşük olarak tespit edilmiştir (Göl, 2002).



Şekil 14. Farklı arazi kullanımındaki topraklarda hacim ağırlığı, tane yoğunluğu ve gözenek hacminin değişimi

Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark vardır ( $p < 0.05$ ).

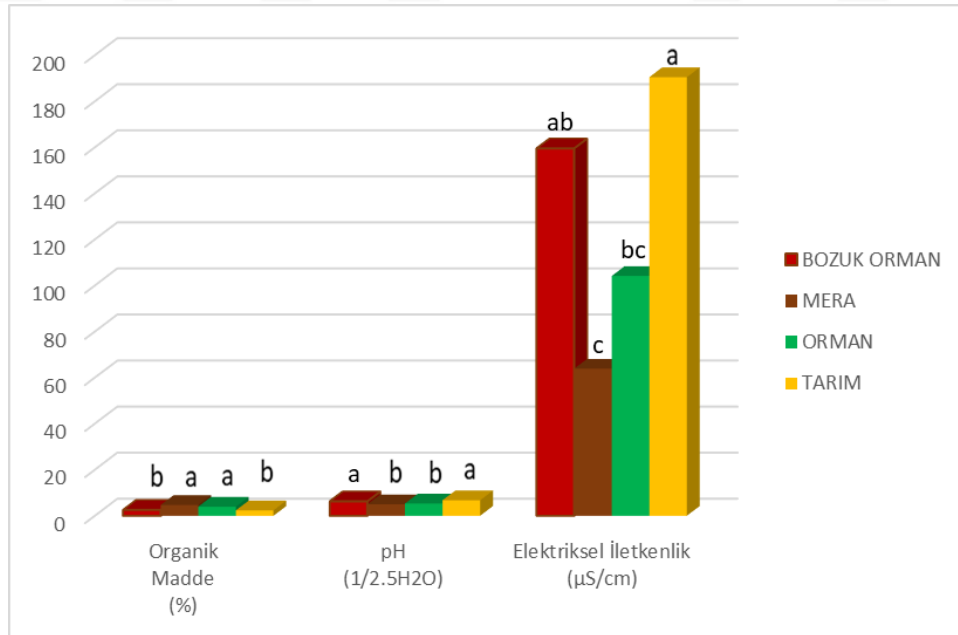
Benzer durum bizim çalışmamızda da görülmektedir. Ayrıca topraktaki canlı yaşamı ve organizmalara ait faaliyetler, tarım ve bozuk orman alanlarına göre doğal yapının fazla bozulmamış olması ve bu durumun getirileri olarak organik madde ve kök miktarındaki fazlalık orman ve mera alanlarında gözenek hacminin yüksek olmasında önemli paya sahiptir. İşlenerek doğal yapısı değişen tarım alanları ile bozuk orman alanlarında çeşitli etkenlerle topraktaki boşluk yapısı bozulmakta, organik madde ve kök miktarı azalmakta, sıkışmış olan toprakta gözenek hacmi düşük çıkmaktadır. Tarım alanlarındaki düşük gözenek hacmi, bu alanlarda sıkışma derecesinin de yüksek olmasına sebebiyet vermektedir (Turgut ve ark., 2010).

### 3.1.6 Organik Madde, pH ve Elektriksel İletkenlik

Araştırma alanı farklı arazi kullanımını altındaki topraklarda ortalama organik madde değerleri merada % 4.70, ormanda % 3.92, bozuk ormanda % 2.53 ve tarımda % 2.32; ortalama pH değerleri tarımda 6.73, bozuk ormanda 6.26, ormanda 5.34 ve merada 4.99; ortalama elektriksel iletkenlik (EI) değerleri tarımda 190.47  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , bozuk ormanda 159.50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ormanda 104.14  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ve merada 63.88  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak bulunmuştur (Şekil 15).

İstatistiksel analizde arazi kullanım şekillerine göre organik madde (F: 18.06;  $p<0.01$ ), pH (F: 29.81;  $p<0.01$ ) ve elektriksel iletkenlik (F: 6.09;  $p<0.01$ ) bakımından farklılığın önemli seviyede olduğu belirlenmiştir (Tablo 6).

Çalışma alanında organik madde bakımından mera ve orman toprakları yine istatistiksel olarak aynı grupta yer alarak bozuk orman ve tarım alanlarından daha yüksek değerler almış ve farklı bulunmuştur. Orman alanları yıllar boyu organik madenin birikebilmesi için uygun koşulları (yaprak dökümü vb.) sağlarken tarım alanlarında ürünlerin hasat edilmesinin yanı sıra toprağın işlenmesi organik maddenin ayrışarak uzaklaşmasına sebep olmaktadır (Türüdü, 1981; Karagül, 1994). Benzer şekilde insan müdahalesi ile uzaklaştırılmış olabileceği düşünülen bozuk orman alanlarında da organik madde düşük bulunmuştur. Mera alanlarında ise toprak yüzeyini sıkı bir şekilde çim kapağı oluşturarak keçeye benzer bir tabaka ile saran otlar ve organizmalar organik madde kazanımına çok önemli katkılar sağlamaktadır (Okatan, 1986). Korelasyon analizi sonuçları da organik madde miktarının kil miktarı, hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu ile negatif; kum miktarı ve gözenek hacmi ile pozitif yönde ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 7).



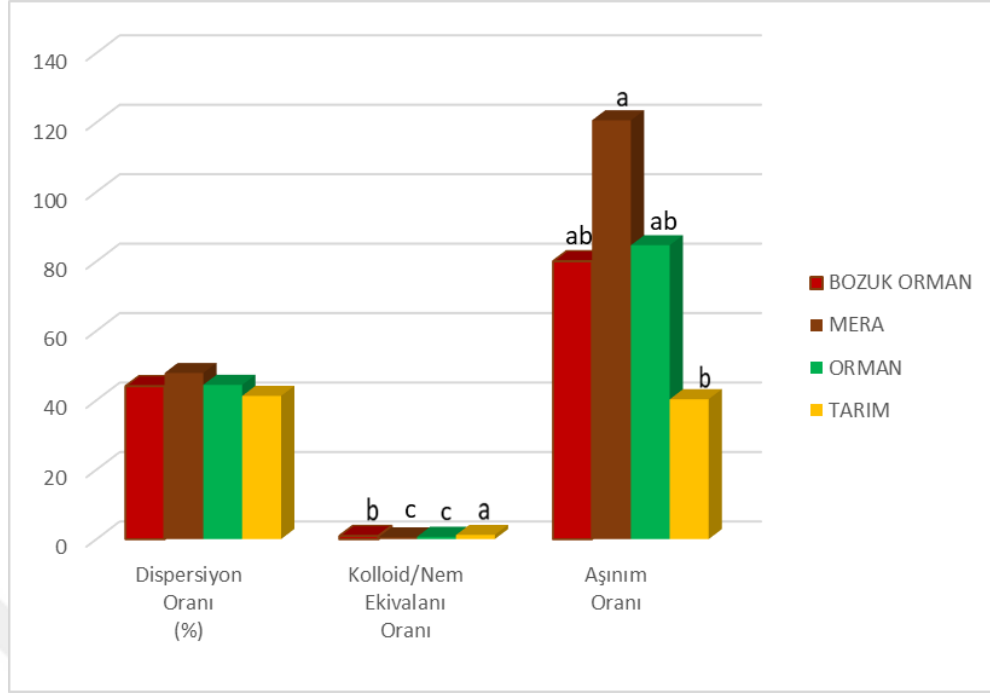
Şekil 15. Farklı arazi kullanımındaki topraklarda organik madde, pH ve elektriksel iletkenliğin değişimi

Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark vardır ( $p<0.05$ ).

pH ve elektriksel iletkenlikte ise organik maddenin tam tersi bir durum söz konusudur. Her iki parametre de orman ve mera alanlarında düşük, tarım ve bozuk orman alanlarında daha yüksek bulunmuştur. Benzer çalışmalarda da organik maddenin artışı, pH'ı düşürmüştür (Karagül, 1994; Erdoğan Yüksel, 2009; Özalp ve ark., 2016). Humin, humat gibi organik maddenin ayrışmasıyla açığa çıkan organik asitlerin pH-organik madde ilişkisinde önemli payı olduğu düşünülmektedir. Yapılan korelasyon analizine göre de organik madde ile pH arasında önemli düzeyde ve negatif bir ilişki saptanmıştır (Tablo 7). Tarım alanlarının işleniyor olması ve dolayısıyla organik maddenin düşüklüğü pH'nın artması sonucunu doğurmaktadır. Uzun yıllar doğal yapısını koruyabilmiş, havzanın yüksek ve eğimli bölgelerinde bulduklarından daha fazla yağış alan orman ve mera alanlarında ise profil boyunca bazik elementlerin yıkanması da bu alanlarda pH'nın düşük çıkmasına sebep olarak gösterilebilir. Orman, tarım ve otlak toprakları arasında en yüksek pH'nın tarım alanlarında bulunduğu bir çalışmada da CO<sub>2</sub> solunması, organik asitler ve tarım alanlarındaki toprak kireçlenmesi nedenler olarak sıralanmıştır (Türüdü, 1981). EI değeri de aynı sebeplerden dolayı etkilemiş, pH değerine benzer şekilde aynı grupta ve yakın değerler alarak tarım ve bozuk orman topraklarında, orman ve mera topraklarından oldukça yüksek bulunmuştur. Havza boyunca yıkanan bazik kationların ve tuzun vadi tabanında birikmesi de pH değerinin ve EI değerinin yüksek çıkmasının bir diğer sebebidir. Araştırma alanındaki tarım arazileri de genellikle bu taban arazilerde yer almaktadır.

### **3.1.7 Dispersiyon Oranı, Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı, Aşınım Oranı**

Araştırma sahası farklı arazi kullanımı altındaki topraklarda ortalama dispersiyon oranı bozuk ormanda % 44.05, merada % 47.84, ormanda % 44.43; tarımda % 41.23; ortalama kolloid/nem ekivalanı oranı tarımda 1.21, bozuk ormanda 0.90, ormanda 0.68, merada 0.52; ortalama aşınım oranı merada 120.59, ormanda 84.62, bozuk ormanda 80.02, tarımda 40.28 olarak bulunmuştur (Şekil 16). İstatistiksel analizde kolloid/nem ekivalanı oranı (F: 20.48; p<0.01) ve aşınım oranı (F: 3.64; p<0.01) bakımından farklılığın önemli, dispersiyon oranı (F: 0.50; p>0.05) bakımından ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Tablo 6).



Şekil 16. Farklı arazi kullanımındaki topraklarda aşınım eğilimlerinin değişimi

Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark vardır ( $p < 0.05$ ).

Üç indeks bakımından da orman ve mera topraklarının, tarım ve bozuk orman topraklarına kıyasla daha duyarlı olduğu görülmektedir. Bu da tarım ve bozuk orman topraklarının, orman ve mera topraklarına kıyasla erozyona daha dayanıklı olduğunu göstermektedir.

Literatüre göre doğal yapısını uzun yıllar koruyan orman ve mera alanlarında dispersiyon ve aşınım oranının en düşük, kolloid/nem ekivalanı oranının yüksek olması beklenirken, çalışma alanında tersi bir durum söz konusu olmuştur. Dispersiyon oranında tüm arazi kullanımları aynı grupta yer aldığından fark önemli bulunamamıştır. Tüm arazi kullanımlarında 15'den büyük çıkan dispersiyon oranı havza topraklarının erozyona duyarlı olduğunu göstermektedir.

Tüm arazi kullanım tiplerinde 1.5'den küçük değerler alan havza toprakları kolloid/nem ekivalanı oranı açısından da aşınım hassas bulunmuştur. Orman ve mera toprakları istatistiksel karşılaştırmalarda aynı grupta, bu erozyon indeksine göre daha dayanıklı bulunan tarım ve bozuk orman toprakları ise daha yüksek değerlerle farklı gruplarda yer almışlardır. Bu oranın hesaplanmasında kullanılan ve paydayı oluşturan tarla kapasitesinin mera alanlarında en yüksek, tarım alanlarında ise en

düşük; buna karşılık pay kısmına yazılan kil miktarının ise tarım alanlarında en yüksek, mera alanlarında en düşük değerleri almasının bu sonucun ortaya çıkmasında etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu sonuca göre tarım ve bozuk orman toprakları, orman ve mera topraklarına göre erozyona daha dayanıklı bulunmuştur. Benzer çalışmalarda da bu erozyon indeksinin kullanımında beklenenin aksi sonuçlar çıkabileceği ve kullanımına dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Karagül, 1994).

Aşınım oranına bakıldığında da havza toprakları 10'dan büyük değerler alarak sınır değeri aşmış ve yine erozyona duyarlı bulunmuştur. Mera alanları daha yüksek değerler ile istatistiksel olarak farklı bir grupta yer almış ve diğer arazi kullanımlarına göre erozyona daha duyarlı bulunmuştur. Orman ve bozuk orman alanları daha düşük değerlerle farklı bir grupta yer alırken, tarım alanları farklı bir grupta ve en düşük değerlerle diğer arazi kullanımlarına nispeten daha dayanıklı bulunmuşlardır.

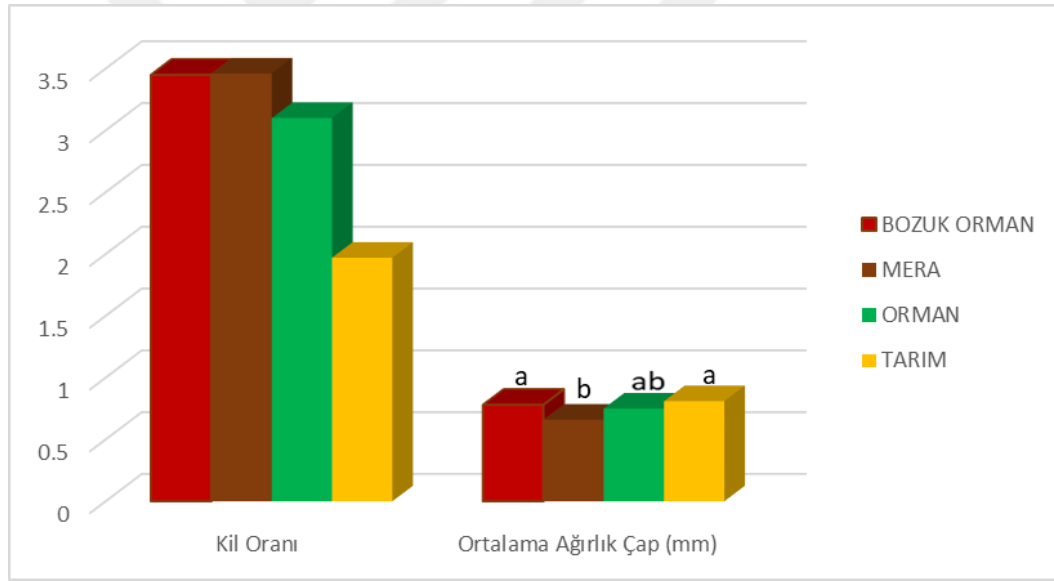
### **3.1.8 Kil Oranı ve Ortalama Ağırlık Çap**

Araştırma alanı farklı arazi kullanımı altındaki topraklarda ortalama kil oranı bozuk ormanda 3.45, merada 3.46, ormanda 3.10, tarımda 1.97; ortalama ağırlık çap tarımda 0.81 mm, bozuk ormanda 0.78 mm, ormanda 0.75 mm ve merada 0.66 mm olarak bulunmuştur (Şekil 17). İstatistiksel analizde arazi kullanım şekillerine göre ortalama ağırlık çapı (F: 5.22;  $p < 0.01$ ) değerleri arasındaki farklılık önemli seviyede bulunurken, kil oranında (F: 2.59;  $p > 0.05$ ) önemsiz bulunmuştur (Tablo 6).

Yapılan analiz sonuçları göstermektedir ki % kum+% toz değerinin, % kil değerine bölünmesiyle elde edilen kil oranı bakımından istatistiksel anlamda arazi kullanımlarındaki farklılık önemsiz bulunurken, en düşük ortalamalar tarım alanında çıkarken, en yüksek mera alanında çıkmıştır. Kil oranının artması toprakların erodibilesinin de yükseldiğini göstermektedir. “Diğer bir deyimle topraktaki kum ve toz fraksiyonlarının yüksek olması veya kil fraksiyonunun düşük olması, topraklarda erozyon eğilimini arttırmaktadır” (Balcı, 1996). Çalışma alanı kil oranı bakımından değerlendirildiğinde tarım toprakları erozyona daha dayanıklı

bulunurken, mera topraklarının erozyona daha yatkın olduğu yani erodibilitesinin daha yüksek olduğu söylenebilir.

Ortalama ağırlık çap değeri için ise çalışma alanı için yapılan analizler sonucunda en yüksek ortalamalar tarım topraklarında bulunurken, en düşük ortalama değerler ise mera alanlarında tespit edilmiştir. Kil oranı, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu gibi değerlerin yüksek; organik madde, gözenek hacmi, kök miktarı gibi değerlerin düşük olduğu tarım alanlarında ortalama ağırlık çapın yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur. Benzer çalışmalarda da yüksek ortalama ağırlık çap değerlerine sıkışmış toprak tabakalarında rastlanırken, en düşük ortalamalar üst toprak tabakalarından elde edilmiştir. Sıkışmış tabakaların örneklerine ait sağlam kesekler nedeniyle ortalama ağırlık çap değerlerinin yüksek bulunduğu belirtilmiştir (Turgut ve ark., 2010).



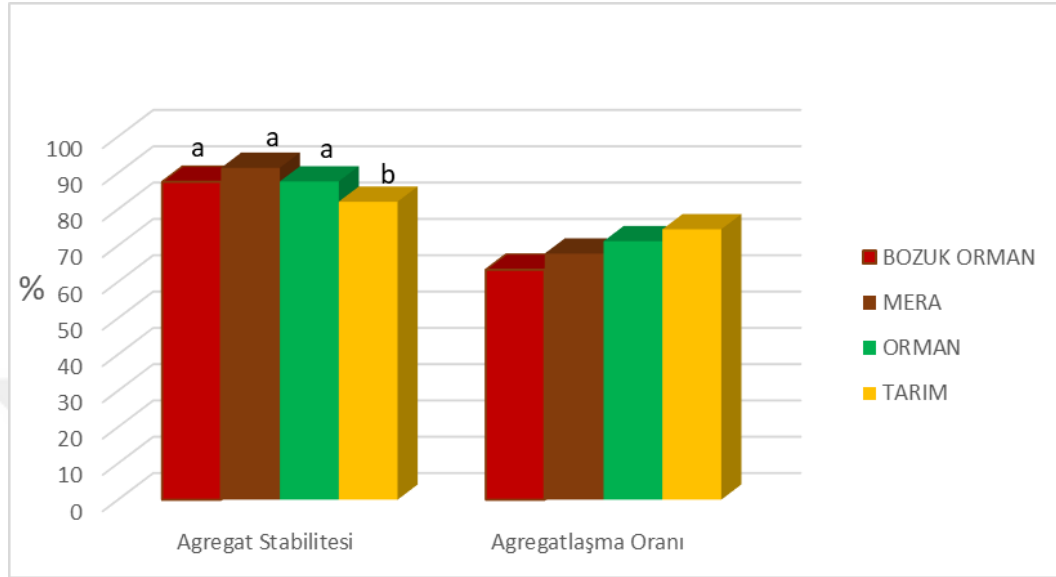
Şekil 17. Farklı arazi kullanımındaki topraklarda kil oranı ve ortalama ağırlık çapının değişimi

Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark vardır ( $p < 0.05$ ).

### 3.1.9 Agregat Stabilitesi ve Agregatlaşma Oranı

Araştırma alanı farklı arazi kullanımı altındaki topraklarda ortalama agregat stabilitesi merada % 91.40, ormanda % 87.64, bozuk ormanda 87.53 ve tarımda % 82.06; agregatlaşma oranı bozuk ormanda % 63.33, merada % 67.78, ormanda % 71.19, tarımda % 74.47 olarak bulunmuştur (Şekil 18). İstatistiksel analizde arazi

kullanımına göre agregat stabilitesi (F: 5.92;  $p < 0.01$ ) bakımından farklılık önemli seviyede bulunurken, agregatlaşma oranı (F: 1.91;  $p > 0.05$ ) bakımından önemsiz bulunmuştur (Tablo 6).



Şekil 18. Farklı arazi kullanımındaki topraklarda agregat stabilitesi ve agregatlaşma oranının değişimi

Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark vardır ( $p < 0.05$ ).

Toprağın katı kısmını oluşturan primer yapıların birleşmesinden oluşan sekonder parçacıklar olan agregatların parçalanması esnasında suyun kinetik enerjisine karşı gösterdikleri direncin, oluşacak erozyonun derecesini ya da erozyon eğilimini önemli derecede etkileyen bir faktör olduğu belirtilmektedir (Balcı, 1965; Özyuvacı, 1971). Topraktaki strüktürel yapının granüllerden, levhasal karaktere dönüşümü de topraktaki sıkışmanın fark edilebilir bir özelliğidir. Strüktürdeki bu değişim agregat stabilitesinde azalma ile sonuçlanmaktadır (Petersen et al. 1996). Dolayısıyla bu göstergeler ışığında çalışma sahasında organik madde ve kök miktarı gibi değerlerin yüksek olduğu orman ve mera topraklarında, kil içeriği, hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu gibi değerlerin yüksek olduğu tarım topraklarına kıyasla agregat stabilitesi de beklenildiği gibi istatistiksel anlamda farklı bir grupta yer alarak yüksek bulunmuştur. Yine benzer çalışmalarda da agregat dayanıklılığını arttıran organik madde içeriğindeki artışla agregat stabilitesinin arttığı belirtilmiştir (Hangişi, 2019; Turgut ve Ateş, 2017).

Agregatlaşma oranı bakımından ise araştırma sahasında kil içeriği en yüksek olan tarım toprakları daha yüksek ortalamaya sahiptir ki bu da beklenen bir sonuçtur.

Araştırmacılar primer toprak taneciklerinin organik madde, kil ve karbonat gibi kolloidal maddelerle birbirlerine bağlanarak agregatları meydana getirdiklerini (Scott, 2000) belirtmekle birlikte, benzer çalışmalarda da kil içeriği ile agregatlaşma oranı arasında pozitif yönlü bir korelasyonun olduğu vurgulanmıştır (Güler, 2020; Turgut ve Ateş, 2017).



Tablo 6. Arazi kullanımına göre fiziksel ve hidro-fiziksel toprak özelliklerinin değişimi

Toprak Özellikleri	Arazi Kul. Şekli	N	X	F Oranı	Önem Seviyesi	Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way Anova)
Kum (%)	Bozuk Orman	28	50.28	2.095	0.104	N.S
	Mera	18	52.00			
	Orman	63	49.60			
	Tarım	28	43.18			
Kil (%)	Tarım	28	37.01 <sup>a</sup>	8.363	0.000	1-2***
	Bozuk Orman	28	29.42 <sup>b</sup>			
	Orman	63	27.33 <sup>b</sup>			
Toz (%)	Mera	18	23.57 <sup>b</sup>	1.216	0.307	N.S
	Bozuk Orman	28	20.30			
	Orman	63	24.43			
	Tarım	28	23.07			
İskelet Miktarı (%)	Orman	63	19.81	3.621	0.015	1-2*
	Bozuk Orman	28	44.92 <sup>a</sup>			
	Tarım	28	41.29 <sup>ab</sup>			
	Mera	18	38.81 <sup>ab</sup>			
İnce Kısım (%)	Mera	18	28.94 <sup>b</sup>	4.082	0.008	1-2**
	Tarım	28	70.09 <sup>a</sup>			
	Bozuk Orman	28	60.83 <sup>ab</sup>			
Kök Miktarı (%)	Orman	63	53.69 <sup>b</sup>	1.012	0.390	N.S
	Bozuk Orman	28	0.33			
	Mera	18	0.97			
	Tarım	28	1.39			
Su Tutma Kapasitesi (%)	Mera	18	0.36	8.308	0.000	1-2***
	Orman	63	93.63 <sup>a</sup>			
	Bozuk Orman	28	65.08 <sup>b</sup>			
	Tarım	28	46.19 <sup>bc</sup>			
Geçirgenlik (mm/sa)	Tarım	28	40.12 <sup>c</sup>	3.804	0.012	1-2*
	Mera	18	574.76 <sup>a</sup>			
	Orman	63	563.94 <sup>ab</sup>			
	Bozuk Orman	28	502.98 <sup>ab</sup>			
Tarla Kapasitesi (%)	Tarım	28	275.91 <sup>b</sup>	10.460	0.000	1-2***
	Mera	18	52.06 <sup>a</sup>			
	Orman	63	45.07 <sup>a</sup>			
	Bozuk Orman	28	35.60 <sup>b</sup>			
	Tarım	28	32.44 <sup>b</sup>			

Tablo 6'nın devamı. Arazi kullanımına göre fiziksel ve hidro-fiziksel toprak özelliklerinin değişimi

Solma Noktası (%)	Mera	18	37.60 <sup>a</sup>	5.539	0.001	1-2***
	Orman	63	32.27 <sup>ab</sup>			
	Tarım	28	27.04 <sup>bc</sup>			
	Bozuk Orman	28	24.56 <sup>c</sup>			
Faydalı Su (%)	Mera	18	14.46 <sup>a</sup>	8.020	0.000	1-2***
	Orman	63	12.80 <sup>a</sup>			
	Bozuk Orman	28	11.03 <sup>a</sup>			
	Tarım	28	5.40 <sup>b</sup>			
Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	Tarım	28	1.13 <sup>a</sup>	20.336	0.000	1-2***
	Bozuk Orman	28	1.08 <sup>a</sup>			
	Orman	63	0.81 <sup>b</sup>			
	Mera	18	0.69 <sup>b</sup>			
Tane Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	Bozuk Orman	28	2.27 <sup>a</sup>	5.291	0.002	1-2***
	Tarım	28	2.25 <sup>a</sup>			
	Orman	63	2.09 <sup>ab</sup>			
	Mera	18	1.89 <sup>b</sup>			
Gözenek Hacmi (%)	Mera	18	63.66 <sup>a</sup>	10.459	0.000	1-2***
	Orman	63	60.02 <sup>a</sup>			
	Bozuk Orman	28	50.19 <sup>b</sup>			
	Tarım	28	47.26 <sup>b</sup>			
Organik Madde (%)	Mera	18	4.70 <sup>a</sup>	18.064	0.000	1-2***
	Orman	63	3.92 <sup>a</sup>			
	Bozuk Orman	28	2.53 <sup>b</sup>			
	Tarım	28	2.32 <sup>b</sup>			
pH (1/2.5H <sub>2</sub> O)	Tarım	28	6.73 <sup>a</sup>	29.811	0.000	1-2***
	Bozuk Orman	28	6.26 <sup>a</sup>			
	Orman	63	5.34 <sup>b</sup>			
	Mera	18	4.99 <sup>b</sup>			
Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	Tarım	28	190.47 <sup>a</sup>	6.094	0.000	1-2***
	Bozuk Orman	28	159.50 <sup>ab</sup>			
	Orman	63	104.14 <sup>bc</sup>			
	Mera	18	63.88 <sup>c</sup>			
Dispersiyon Oranı (%)	Bozuk Orman	28	44.05	0.497	0.685	N.S
	Mera	18	47.84			
	Orman	63	44.43			
	Tarım	28	41.23			

Tablo 6'nın devamı. Arazi kullanımına göre fiziksel ve hidro-fiziksel toprak özelliklerinin değişimi

Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı	Tarım	28	1.21 <sup>a</sup>	20.488	0.000	1-2***
	Bozuk Orman	28	0.90 <sup>b</sup>			
	Orman	63	0.68 <sup>c</sup>			
	Mera	18	0.52 <sup>c</sup>			
Aşınım Oranı	Mera	18	120.59 <sup>a</sup>	3.636	0.015	1-2*
	Orman	63	84.62 <sup>ab</sup>			
	Bozuk Orman	28	80.02 <sup>ab</sup>			
	Tarım	28	40.28 <sup>b</sup>			
Kil Oranı	Bozuk Orman	28	3.45	2.591	0.056	N.S
	Mera	18	3.46			
	Orman	63	3.10			
	Tarım	28	1.97			
Ortalama Ağırlık Çap (mm)	Tarım	28	0.81 <sup>a</sup>	5.216	0.002	1-2**
	Bozuk Orman	28	0.78 <sup>a</sup>			
	Orman	63	0.75 <sup>ab</sup>			
	Mera	18	0.66 <sup>b</sup>			
Agregat Stabilitesi (%)	Mera	18	91.40 <sup>a</sup>	5.923	0.000	1-2***
	Orman	63	87.64 <sup>a</sup>			
	Bozuk Orman	28	87.53 <sup>a</sup>			
	Tarım	28	82.06 <sup>b</sup>			
Agregatlaşma Oranı (%)	Bozuk Orman	28	63.33	1.909	0.131	N.S
	Mera	18	67.78			
	Orman	63	71.19			
	Tarım	28	74.47			

N: Örnek Sayısı;  $\bar{X}$ : Aritmetik Ortalama; \*: 0.05 Yanılma İle Önemli; \*\*: 0.01 Yanılma İle Önemli; \*\*\*: 0.001 Yanılma İle Önemli; N.S: 0.05 Yanılma İle Önemsiz.

Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark vardır ( $p < 0.05$ ).





#### 4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma süresince analizi gerçekleştirilen 24 adet toprak özelliğinin (fiziksel, hidro-fiziksel, kimyasal) farklı arazi kullanımlarına göre değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonuçları ve ortaya çıkan sonuçlar doğrultusundaki öneriler şu şekilde sıralanabilir.

- a) Arazi kullanımı araştırma sahası toprak özelliklerini istatistiksel anlamda önemli düzeyde etkilemiş ve istatistiksel anlamda, analizi gerçekleştirilen 24 adet toprak özelliğinden (kil, iskelet miktarı, ince kısım, su tutma kapasitesi, permeabilite, toprak nemi sabitleri, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, boşluk , organik madde, pH, elektriksel iletkenlik, kolloid/nem ekivalanı oranı, aşınım oranı, ortalama ağırlık çap, agregat stabilitesi) 18'inin araziden faydalanma şekline göre önemli düzeyde değişim gösterdiği saptanmıştır. Ortaya çıkan bu sonuçtan yetişme ortamı koşullarının benzer olduğu şartlarda, arazi kullanım biçiminin bazı toprak özelliklerini etkilediği sonucuna varılabilir.
- b) Elde edilen toprak analizi sonuçlarının tabii tutulduğu istatistiksel analiz sonuçları değerlendirildiğinde arazi kullanımı bakımından farklılığın önemli olduğu toprak özelliklerinin çoğunda orman ve mera alanlarının bir grupta; tarım ve bozuk orman alanlarının ise bir diğer grupta yer alarak benzer özellikler gösterdiği sonucuna varılabilir.
- c) Arazi kullanımının toprak özellikleri üzerindeki etkisini belirlemenin yanı sıra araştırmanın bir diğer amacı da erozyon duyarlılık indekslerinin belirlenmesidir. Elde edilen sonuçlara göre araştırma havzası toprakları erozyona karşı duyarlı bulunmuştur. Aşınımın göstergelerinden olan dispersiyon oranı ile aşınım oranının sınır değerlerden büyük; kolloid/nem ekivalanı oranının ise sınır değerden küçük bulunması genel olarak havza topraklarının erozyona duyarlı olduğunu göstermiştir.

- d) Erozyona duyarlı bulunan araştırma havzasında erozyon eğiliminin artmaması için çalışmalar yapılmalıdır. Gerekli görülen yerlerde mekanik önlemlerin (uygun teras çeşitlerinin kullanılması) yanı sıra bitkilendirme faaliyetlerinde de bulunulabilir. Yine bölge halkının desteği alınarak ekonomik ve toprağı koruyucu türlerle ağaçlandırma yapılabilir. Havzanın alt kısımlarında etkin bir korumanın sağlanabilmesi için özellikle havzanın üst kısımlarında zaruri görülen alanlardaki ağaçlandırma çalışmalarına öncelik verilmelidir. Ayrıca bozuk orman alanlarında yapılacak ağaçlandırmalarda da koruma orman rejimi uygulanarak orman tahribinden kaçınılmalıdır.
- e) Araştırma alanının da içerisinde yer aldığı havza sınırlarında erozyon tehlikesinin önüne geçebilmek için tarım, mera ve baskı altındaki orman alanlarında öncelikli olarak arazinin yanlış kullanımı sonlandırılmalı ve bunun için gerekli tedbirler devreye sokulmalıdır.
- f) Havza sınırlarında ve çevre köylerde yaşayan halkın da desteği alınarak erozyon tehlikesine açık bu alanlar koruma altına alınarak rehabilite edilmelidir. Bunun için yukarı havza çalışmalarına önem verilerek toprak-bitki-su arasındaki dengenin kurulması ve korunması gerekmektedir.
- g) Havzada yaşayan halkın orman ve meralar üzerindeki yoğun baskısı kaldırılmaya çalışılmalıdır. Mera alanlarında serbest otlatma ile birlikte bitki örtüsünün tahribi görülen sorunların başında gelmektedir. Serbest otlatmanın önüne geçebilmek için havzada ve civarında yaşamını sürdürenlerin bilinçlendirilerek, kalkındırılması sağlanmalı; bunun için de bölge halkı geçim farklı geçim kaynaklarına yönlendirilmelidir. Bunlar buldukları coğrafya ile uyum sağlayacak şekilde arıcılık, besi hayvancılığı, odun dışı orman ürünleri eldesi vb. olabilir.
- h) Otlatma mevsimi ve kapasitesine dikkat edilerek uygun otlatma yöntemleri seçilmeli, tekniğine uygun şekilde mera ıslahı faaliyetlerinde bulunulmalıdır.
- i) %20 ve üzerinde eğime sahip arazilerde zorunlu olmadıkça tarımsal faaliyetlerden kaçınılmalı, eğer ki yapılıyorsa toprağın eğime dik sürülmesine

dikkat edilmeli, eğim yönünde gerçekleştirilecek faaliyetlerden mutlaka kaçınılmalıdır.

- j) Topografik yapı itibariyle eğimi oldukça yüksek ortalamalara çıkan havzada olası heyelan ve sel olayının önüne geçebilmek için drenaj sistemlerinin iyi oluşturulması ve derelerin akışını engelleyen faaliyetlerden kaçınılarak yataklarının ihtiyaç halinde doğal haline en uygun şekilde ıslah edilmesi gerekmektedir.
- k) Ortalama eğimin fazla olduğu araştırma havzasında açılmış olan orman ve köy yollarının şev tarafları bitkilendirilmeli, yamaç eğimi yönünde toprak kayıplarının yaşanmaması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir (istinat duvarı vb.).
- l) Sürdürülebilir havza planı modellemeleri yapılarak uygulanabilmesi için kısa-orta ve uzun vadede gerekli yatırımlar yapılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Allison, L. E., 1965. Organic Carbon 1. In Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties (pp. 1367–1378). American Society of Agronomy, Soil Science Society of America.
- Anonim,1984. Çoruh Havzası Toprakları, Toprak-Su Genel Müdürlüğü Yayınları:756, Ankara.
- Anonim, 1990. Artvin İli Arazi Varlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 08, Ankara.
- Anonim, 2006. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Borçka Orman İşletme Müdürlüğü, Balcı İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı (2006-2025).
- Anonim, 2008. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü İnternet Sitesi (<https://www.tarimorman.gov.tr/CEM>).
- Anonim, 2018. Artvin İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Çiftçi Kayıt Sistemi Verileri.
- Anşin, R., 1983. Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri (The Floristic Regions and the Major Vegetation Types of Turkey). KTÜ Orman Fakültesi Dergisi, 6(2), 318-339.
- Eminağaoğlu, Ö., Akyıldırım Beğen, H. ve Aksu, G., 2015. Artvin'in Flora ve Vejetasyon Yapısı, s: 27-43. Şu eserde: Eminağaoğlu, Ö. (Ed.), Artvin'in Doğal Bitkileri, İstanbul: Promat.
- Aşkın, T., 1997. Ordu İli Topraklarının Strüktürel Dayanıklılığının ve Aşınımaya Duyarlılığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Balcı, A.N., 1973. İç Anadolu'da Anamateryal ve Bakı Faktörlerinin Erodibilite İle İlgili Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 1844/195, İstanbul.
- Balcı, A. N., 1996. Toprak Koruması, . İ.Ü. Yayın No: 3947, Orman Fak. Yayın No: 439, İstanbul.
- Baldwin, M., Kellogg, C. E. and Thorp, J., 1938. Soil Classification.
- Blake, G. R., Hartge, K. H., 1986. Bulk density. In Methods of Soil Analysis (Second). American Society of Agronomy.
- Bouyoucos, G. J., 1951. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. Agronomy Journal, 43, 434-438.

- Bozali, N., 2003. K.Maraş Sır Barajı Derin Dere Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri ile Erozyon Eğilimleri Üzerine Araştırmalar, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Düzce.
- Broersma, K., Robertson, J.A. and Chanasyk, D.S. 1997. The effects of diverse cropping systems on aggregation of a Luvisolic soil in the Peace River region. *Can J Soil Sci.* 77:323–329.
- Ceylan, S., 1995. Artvin Yöresinin Coğrafi Etüdü, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.
- Culley, J. L. B., 1993. Density and Compressibility, Soil Sampling and Methods of Analysis; In M.R. Carter: Canadian Society of Soil Science, 529-539.
- Danielson, R. E., Sutherland, P. L. ve Klute, A. 1986. Porosity. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods, 443-461.
- Dindaroğlu, T., ve Canbolat, M.Y., 2011. Kuzgun Barajı Gölü Havzasında, Mera ve Çayır Bitki Örtüsü Altında Gelişen Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, A.Ü. Ziraat Bilimler Dergisi, Cilt 22, Sayı 1, Erzurum.
- Erdoğan Yüksel, E.,2009. Artvin Saçınka Yöresindeki Orman ve Otlak Arazilerinde Bazı Toprak Özelliklerinin Yükselti ve Derinlik Kademelerine Göre Değişiminin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, A.Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Erpul G, Gabriels D, Norton D, Flanagan DC, Huang C, Visser SM. 2013a. Mechanics of interrill erosion with wind-driven rain. *Earth Surf Proc Land* 38(2):160-168. doi: 10.1002/esp.3280.
- Erol, A. ve Hızal, A., 2006. Gümüşhane İli Kösele Deresi Yağış Havzasında Hidro-Fiziksel Toprak Özelliklerinin, Toprak Oluşumunda Etkili Faktörlere Bağlı Olarak Değişimi, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10-1, 74-89.
- FAO, 2015. Status of the World's Soil Resources, Main Report.
- Gajic, B., Tapanarova, A., Tomić, Z., Kresović, B., Vujović, D. and Pejić, B. 2013. *Australian Journal of Crop Science*, AJCS 7(8):1198-1204.
- Gattinger, T.E., Explonatory Text of Geological Map of Turkey, MTA Publications, Ankara, 1962.
- Gee, G.W., Bauder, J.V.,1986. Particle Size Analysis, Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd edition. Agronomy no:9. 383-411, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Göl, C., 2002. Çankırı Eldivan Yöresinde Farklı Arazi Kullanım Türleri İle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 113-117.

- Göl, C. ve Dengiz, O., 2007. Çankırı-Eldivan Karataşbağı Deresi Havza Arazi Kullanım-Arazi Örtüsündeki Değişim ve Toprak Özellikleri, O.M.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 22(1), 86-97.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 201, İstanbul.
- Güler, S., 2020. Godrahav Havzasında Toprak Bozulma Katsayısındaki Değişimin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, A.Ç.Ü. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Artvin.
- Hacisalihoglu, S. 2007. Determination of soil erosion in a steep hill slope with different land-use types: A case study in Mertesdorf (Ruwertal/ Germany). J. Environ. Biol., 28, 433-438.
- Hangişi, A., 2019. Kıvam Limitleri ve Penetrasyon Direnci Üzerinde Etkili Olan Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi ve Derinlikle Değişiminin İncelenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- JMP, 2005. SAS Institute Inc. Carry NC.
- Kanar E., Dengiz, O., 2015. Madendere Havzası Topraklarında Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü ile Bazı Erozyon Duyarlılık İndeksleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 2, 15-27, ISSN: 2148-2306.
- Karaöz, Ö., 1989. Toprakların Bazı Kimyasal Özelliklerinin (pH, Karbonat, Tuzluluk, Organik Madde, Total Azot, Yararlanılabilir Fosfor) Analiz Yöntemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B-39(3), 64-82.
- Karagül, R., 1994. Trabzon-Söğütlüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şartları Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri İle Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kemper, W. and Rosenau, R., 1986. Aggregate Stability and Size Distribution, in: Methods of Soil Analysis: Part I: Physical and Minerological Methods, edited by: Black, C. A., Evans, D. D., and Dinauer, R. C., American Society of Agronomy, Madison, USA.
- Ketin, İ., Artvin Bölgesinin Jeolojik Etüdü Hakkında Memuar, MTA Enstitü Yayınları, Ankara, 1949.
- Ketin, İ., Artvin Bölgesinin Jeolojik Etüdü Hakkında Memuar, MTA Rapor No: 1951, Ankara, 1954.
- Korkanç, S.Y., Özyuvacı, N. and Hizal A. 2008. Impacts of land use conversion on soil properties and soil erodibility. Journal of Environmental Biology, 29(3) 363-370.
- Lal, R. 1991. Soil Erosion Research Methods. Science Press, Beijing (236 pp., in Chinese).

- MGM, 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Resmi İstatistikler. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler/istatistik.aspx?k=A&m=Artvin>.
- Madenoğlu, S., Erpul, G., 2018. Yarı Kurak Bölgelerde Farklı Arazi Kullanımlarında Toprak Erozyon Duyarlılığının Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı:484-493.
- Middleton, HE., 1930. Properties of Soils Which Influence Erosion. USDA Technical Bulletin 178: 1–16, USA.
- Nearing MA, Lane LJ, Alberts EE, Laflen JM. 1990. Prediction technology for soil erosion by water: status and research needs. Soil Sci. Soc. Am. J 54:1702–1711.
- Oades, J.M. 1984. Soil organic matter and structural stability: mechanism and implications for management. Plant Soil 76:319–337.
- Okatan, A., 1986. Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri ile Vejetasyon yapısı Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Okatan, A., Reis, M., 1997. An Investigation on The Cause and Results of Flood Disaster Which Occured In Melyat Creek Watershed Near Rize- Pazar, XI. Dünya Ormancılık Kongresi Tebliğleri, Antalya.
- Okatan, A., Reis, M., Yüksel, A., 1997. Effects of Climate and Physiographic Factors on Flooding at Watershed of Trabzon- Maden Creek, XI. Dünya Ormancılık Kongresi Tebliğleri, Antalya.
- Özalp, M., Erdoğan Yüksel, E., Yüksek, T., 2016. Soil Property Changes After Conversion from Forest to Pasture in Mount Sacinka, Artvin, Turkey. Land Degradation and Development, 27, 4, 1007-1017.
- Özden, S., 1992. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Yaygın Bazı Büyük Toprak Gruplarının Aşınma Duyarlılığı Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum (Yayınlanmamış).
- Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481.
- Öztan, Y., 1980. Meryemana Deresi Havzasındaki Mera ve Orman Arazisinde Otlatmanın Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri Üzerinde Etkileri, K.T.Ü. Orman Fak.Dergisi 3, 1.
- Özyuvacı, N., 1971. Topraklarda Erozyon Eğiliminin Tespitinde Kullanılan Bazı Önemli İndeksler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B, 21, 1, 190-207.
- Özyuvacı, N., 1976. Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 221.

- Özyuvacı, N., 1978. Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:233, İstanbul.
- Parlak, M., Yiğini, Y., Ekinci, H., 2014. Çanakkale Umurbey Ovası Topraklarının Erozyona Duyarlılığının Mevsimsel Değişimi, ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1): 123-131.
- Reynolds, W. D., 1993. Saturated Hydraulic Conductivity: Laboratory Measurement, Soil Sampling and Methods of Analysis: Canadian Society of Soil Science, 589-598.
- Saygın, F., Dengiz, O., İç S., 2019. Mikro Havza Ölçeğinde Erozyona Duyarlılık Parametreleri İle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi, Toprak Su Dergisi, Özel Sayı: 15-23.
- Scott, H. D., 2000. Soil Physics. Iowa state University Press.
- Taysun, A., 1986. Gediz Havzasında Rendzina Tarım Topraklarında Yapay Yağmuralayıcı Yardımıyla Taşlar, Bitki Artıkları ve Polyvinil Alkolün (PVA) Toprak Özellikleri ile Birlikte Erozyona Etkileri Üzerinde Araştırmalar, Ege Üniv. Ziraat Fak., Yay No:474, İzmir.
- Topp, G.C., 1993. Soil water Content , Soil Sampling and Methods of Analysis, Canadian Society of Soil Science, Chapter 50, 529-540.
- Turgut, B., Aksakal, E.L., Öztaş, T., 2010. Toprak Sıkışmasına Bağlı Fiziksel Ortam Özelliklerindeki Etkileşimler, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt IV.:, 1439-1446, 20-22 Mayıs, Artvin.
- Turgut, B., Ateş, M., 2017. Factors of Soil Diversity in the Batumi Delta (Georgia). Solid Earth, 8(1), 1-12. <https://doi.org/10.5194/se-8-1-2017>
- Tüfekçioğlu, A., 1995. Ordu-Melet Irmağı Havzasındaki Orman Ekosistemlerinde Yükselti ve Bakı Etmenlerine Göre Bitki Örtüsü ve Bazı Toprak Özelliklerinin Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 56-57.
- TÜİK, 2019. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Veri Tabanı, Şehir, Belde ve Köy Nüfusları.
- Türüdü, Ö.A., 1981. Trabzon İli Hamsiköyü Yöresinde Yüksek Arazide Aynı Bakıda Bulunan Ladin Ormanı, Kayın Ormanı, Çayır ve Mısır Tarlası Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması., K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 13, Trabzon.
- Uslu, S., 1971. Muhtelif Arazi Kullanma Şekillerinin Yüzeysel Akış ve Erozyon Üzerine Tesiri, İ.Ü.Orman Fak. Yay. No: 167, İstanbul.

- Wang, B., Zheng, F., Römken, J.M.M. and Darboux, F. 2013. Soil erodibility for water erosion: A perspective and Chinese experiences. *Geomorphology*, 187 (2013) 1–10.
- Yılmaz, F., 2007. Erfelek Barajı Yağış Havzasında (Sinop) Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Hidro Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Yüksek, T. ve Okatan, A., 2000. Trabzon Limni Deresi Yağış Havzası Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri ile Erozyon Eğilimi Değerlerinin Araştırılması, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt 1, Sayı 1, Artvin.
- Yüksek, T., 2001. Rize-Pazar Deresi Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri İle Aşınım Eğilimi Değerlerinin Araştırılması., Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yüksek, T. ve Ölmez, Z., 2002. Artvin Yöresinin İklim, Toprak Yapısı, Orman Alanları, Ağaç Serveti ve Ormancılık Çalışmalarıyla İlgili Genel Bir Değerlendirme. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 3(1).
- Yüksel, A., 1997. K.Maraş Ayvalı Barajı Kızıldere Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri İle Erozyon Eğilimleri Üzerine Araştırmalar, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

## ÖZGEÇMİŞ

Fotoğraf

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YILMAZ, Tolga  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri :  
Medeni hali :  
Yabancı Dili :  
Telefon :  
e-posta :

### Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Mezuniyet Tarihi</u>
Lisans	AÇÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü	2014
Yüksek Lisans	AÇÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2021