

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMANCILIK VE ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**TRABZON-GALYAN ATASU BARAJI HAVZASINDA KAÇKAR GRANİTOYİDİ
ÜZERİNDEKİ FARKLI ARAZİ KULLANIMLARININ ZAMANSAL
DEĞİŞİMİNİN VE EROZYON EĞİLİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seda Nur İNCE KAHVECİ

ŞUBAT 2014
GÜMÜŞHANE

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMANCILIK VE ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**TRABZON-GALYAN ATASU BARAJI HAVZASINDA KAÇKAR GRANİTOYİDİ
ÜZERİNDEKİ FARKLI ARAZİ KULLANIMLARININ ZAMANSAL
DEĞİŞİMİNİN VE EROZYON EĞİLİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seda Nur İNCE KAHVECİ

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı”
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05.02.2014

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 28.02.2014

ŞUBAT 2014

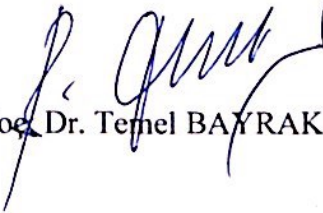


KABUL ve ONAY




Doç. Dr. Günay ÇAKIR ve Doç. Dr. Murat YILMAZ danışmanlığında Seda Nur İNCE KAHVECİ tarafından hazırlanan “TRABZON-GALYAN ATASU BARAJI HAVZASINDA KAÇKAR GRANİTOYİDİ ÜZERİNDEKİ FAKLI ARAZİ KULLANIMLARININ ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN VE EROZYON EĞİLİMLERİNİN BELİRLENMESİ” isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi Ormanlık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği ile kabul edilmiştir.


Başkan

: 
Doç. Dr. Temel BAYRAK


Üye (Danışman)

: 
Doç. Dr. Günay ÇAKIR

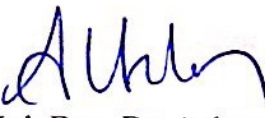
Üye (İkinci Danışman)

: 
Doç. Dr. Murat YILMAZ

Üye

: 
Doç. Dr. Selim ŞEN

Üye

: 
Yrd. Doç. Dr. Ayhan USTA

ONAY

Bu tez/...../..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. İbrahim TURAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TRABZON-GALYAN ATASU BARAJI HAVZASINDA KAÇKAR GRANİTOYİDİ
ÜZERİNDEKİ FARKLI ARAZİ KULLANIMLARININ ZAMANSAL
DEĞİŞİMİNİN VE EROZYON EĞİLİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

Seda Nur İNCE KAHVECİ

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Danışmanlar: Doç. Dr. Günay ÇAKIR
Doç. Dr. Murat YILMAZ
2014, 87 Sayfa

Bu çalışmada, Trabzon-Galyan Atası Barajı yağış havzasında kaçkar granitoyidi üzerindeki farklı arazi kullanımının zamansal değişimi ve erozyon eğilimleri araştırıldı. Farklı arazi kullanım şekillerinin havza topraklarının çeşitli özelliklerine, özellikle de erozyon eğilimlerine etkilerinin bilinmesi yağış havzasının yönetimine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu amaçla, yağış havzasında farklı arazi kullanım şeklinden (mera, tarım ve orman) havzayı temsil edecek şekilde toplam 137 örnek alan alındı. Örnek alanlar her arazi kullanım şeklinde aynı anakaya (kaçkar granitoyidi) üzerinde seçildi.

Toprak profilleri açılarak, tarım alanlarında derinlik kademelerine göre, mera ve ormanlık alanlarda ise horizonlara göre toprak örnekleri alındı.

Laboratuarda çalışmalarında toprak örnekleri üzerinde çeşitli fiziksel (tekstür, dispersiyon oranı, kil dispersiyon oranı, toz dispersiyon oranı, strüktürel stabilite indeksi, kolloid-nem ekivalanı oranı, erozyon oranı, tarla kapasitesi, solma noktası, faydalı su kapasitesi, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, gözenek hacmi) ve kimyasal (organik madde, EC ve pH) özellikleri belirlendi.

Arazi kullanım şekline göre toprak özellikleri arasında önemli farklılıklar bulundu. Erozyon eğilim indeksleri (dispersiyon oranı, erozyon oranı, kolloid-nem ekivalanı oranı) araştırma havzası topraklarında sınır değerlerin üzerinde gerçekleşti. Bu sonuç baraj havzasında toprakların erozyona duyarlı olduğunu göstermektedir. Tüm arazi kullanım şekillerinde dispersiyon oranları 15'ten büyüktür. Bununla birlikte dispersiyon oranı en düşük tarım alanında, en yüksek yapraklı orman alanında belirlendi.

Arazi kullanım şekli ve anakayanın havza topraklarının çeşitli özelliklerine önemli etkileri bulunduğundan yapılacak çalışmalarda bu özelliklerin dikkate alınması faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Arazi kullanım şekli, Erozyon eğilim indeksleri, Geçirgenlik, Toprak özellikleri

ABSTRACT

MS THESIS

**THE SPECIFICATION OF THE TEMPORAL CHANGE AND EROSION TRENDS
OF VARIED LAND USES ON KACKAR GRANITOID IN TRABZON-GALYAN
ATASU DAM RAIN BASIN**

Seda Nur İNCE KAHVECİ

Gümüşhane University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forestry and Environmental Sciences

Supervisors: Assoc. Prof. Günay ÇAKIR
Assoc. Prof. Murat YILMAZ
2014, 87 pages

In this study the specification of the temporal change and erosion trends of varied land use on Kackar granitoid in Trabzon-Galyan Atasu Dam Rain Basin have been investigated. It should be indicated that the identification of the effects of varied land uses on different characteristics of basin soils, particularly the specification of the effects on erosion trends, will contribute much to the management of rain basin.

For this aim, 137 samples representing the basin have been taken from varied land uses in the rain basin (meadow, agriculture and forest). Sample areas have been selected from the same bedrock (Kackar granitoid) in the each land use.

By opening land profiles, I took the soil samples in the agricultural areas according to the depth levels and in the meadows and in the forested lands according to the horizons.

In the laboratory researches, various physical (texture, dispersion rate, clay dispersion rate, dust dispersion rate, structural stability index, colloid- humid equivalent rate, field capacity, erosion rate, wilting point, available water capacity, bulk density, particle density, pore volume) and chemical (organic substance, EC and Ph) characteristics have been determined.

Important differences among the land characteristics according to the method of land use have been detected. Erosion trend indexes (dispersion rate, erosion rate, colloid-humid equivalent rate) were above the limit values in the research basin lands. This result shows that the lands in the dam basin are sensitive. The dispersion rates in all forms of land uses are greater than 15%. Besides, it has been identified that the dispersion rate was at its lowest level in the agricultural area and at its highest level in the leafy forest area.

Because of the fact that the method of land use and bedrock have significant effects on various characteristics of basin soils, these characteristics should be taken into consideration in the scientific studies.

Keywords: The method of land use, Erosion trend indexes, Permeability, Soil characteristics

TEŞEKKÜR

“Trabzon-Galyan Atası Barajı Havzasında Kaçkar Granitoyidi Üzerindeki Faklı Arazi Kullanımlarının Zamansal Değişiminin ve Erozyon Eğilimlerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışma Gümüşhane Fen Bilimleri Enstitüsü Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Her şeyden önce yüksek lisans tez konusunun belirlenmesi ve çalışmaların yürütülmesinde bana yol gösteren, içerik ve kaynak bakımından destek sağlayan, arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Günay ÇAKIR’a ve Doç. Dr. Murat YILMAZ’a teşekkürü borç bilirim. Yine çalışmanın yürütülmesi sırasında değerli fikir ve görüşleri ile beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Ayhan USTA’ya teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında bana her aşamada destek sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen değerli eşim Orman Yüksek Mühendisi Ergün KAHVECİ’ye, kapsamlı bir çalışmanın arazi aşamasını ortak olarak yürüttüğümüz ve laboratuvarında toprak analizlerini birlikte yaptığımız Orman Yüksek Mühendisi arkadaşlarım Salih MALKOÇOĞLU’na, ve İrfan ÖZTÜRK’e, Orman Mühendisi arkadaşlarım Mustafa AYBAR’a, Sıtkı BAYRAM’a, Ünal KAHVECİ’ye, Onur BEYAZOĞLU’na ve Arş. Gör. Yavuz KOCAMANOĞLU’na Biyolog Elif KOCAMANOĞLU’na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesinde bizlere araç sağlayan Trabzon Orman İşletme Müdürü Sayın Şaban BEKİRYAZICI’ya da teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırmanın uygulayıcılara, bilim dünyasına ve tüm ilgilienlere yararlı olmasını dilerim.

Seda Nur İNCE KAHVECİ
Gümüşhane, 2014

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	III
ABSTRACT	V
TEŞEKKÜR	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
2.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar.....	6
2.2. Diğer Ülkelerde Yapılan Çalışmalar	10
2.3. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı	13
2.3.1. Coğrafi Konum ve Mevki Özellikleri.....	13
2.3.2. İklim.....	15
2.3.3. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	17
2.3.4. Bitki Örtüsü	19
2.3.5. Nüfus Durumu	19
2.4. Hazırlık Çalışmaları.....	20
2.4.1. Güncel Arazi Kullanımının Belirlenmesi	20
2.4.2. Örnekleme Yerlerinin Belirlenmesi.....	22
2.5. Arazi Çalışmaları	22
2.5.1. Toprak Örneklerinin Alınması.....	22
2.6. Laboratuvar Çalışmaları	22
2.6.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	22
2.6.2. Toprak Örneklerinin Mekanik Analizi	23
2.6.3. Toprak Reaksiyonunun (pH) Belirlenmesi.....	23
2.6.4. Organik Maddenin Tayini.....	23
2.6.5. Dispersiyon Oranı	23
2.6.6. Kolloid/Nem Ekvivalent Oranı.....	24
2.6.7. Erozyon Oranı.....	24

2.6.8.	Tarla Kapasitesi ve Solma Sınırındaki (Pörsüme Sınırı) Nem Tayini.....	24
2.6.9.	Faydalanılabilir Su Kapasitesinin Belirlenmesi.....	25
2.6.10.	Su Tutma Kapasitesi	25
2.6.11.	Geçirgenlik (Permeabilite).....	25
2.6.12.	Hacim ağırlığı	25
2.6.13.	Tane Yoğunluğu	26
2.6.14.	Gözenek Hacmi (Porosite).....	26
2.7.	İstatistik Yöntemler	26
2.7.1.	Coğrafi Bilgi Sistemi	26
2.7.2.	Verilerin Bilgisayara Girilmesi.....	27
2.7.3.	Grafik Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması	27
2.7.4.	Grafik Olmayan Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması	28
2.7.5.	Verilerin Analizi	28
3.	BULGULAR.....	29
3.1.	Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Toprak Özellikleri ile Erozyon Eğilimlerinin Arazi Kullanım Şekline Göre Değişimi	29
3.1.1.	Toz + Kil ve Kil Oranları	29
3.1.2.	Tarla Kapasitesi (Nem Ekivalanı), Solma Noktası ve Faydalı Su Kapasitesi ..	31
3.1.3.	Hacim Ağırlığı.....	33
3.1.4.	Tane Yoğunluğu	34
3.1.5.	Gözenek Hacmi (Porosite).....	35
3.1.6.	Organik Madde	36
3.1.7.	Toprak Reaksiyonu (pH)	37
3.1.8.	Elektriksel İletkenlik (EC).....	38
3.1.9.	Dispersiyon Oranı	39
3.1.10.	Kil Dispersiyon Oranı.....	39
3.1.11.	Toz Dispersiyon Oranı.....	40
3.1.12.	Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı.....	41
3.1.13.	Erozyon Oranı.....	42
3.1.14.	Strüktürel Stabilite İndeksi	43
3.2.	Arazi Kullanım Sınıfları Değerlendirilmesi	45
4.	TARTIŞMA.....	49
4.1.	Toz + Kil ve Kil Oranlarına İlişkin Tartışma	49

4.2.	Tarla Kapasitesi (Nem Ekivalanı), Solma Noktası ve Faydalı Su Kapasitesi Oranlarına İlişkin Tartışma.....	51
4.3.	Hacim Ağırlığına İlişkin Tartışma.....	52
4.4.	Tane Yoğunluğuna İlişkin Tartışma	52
4.5.	Gözenek Hacmi Oranlarına İlişkin Tartışma.....	53
4.6.	Organik Madde Oranlarına İlişkin Tartışma.....	54
4.7.	Toprak Reaksiyon (pH) Oranlarına İlişkin Tartışma.....	54
4.8.	Elektriksel İletkenlik (EC) Değerlerine İlişkin Tartışma.....	55
4.9.	Dispersiyon Oranlarına İlişkin Tartışma	55
4.10.	Kil ve Toz Dispersiyon Oranlarına İlişkin Tartışma	56
4.11.	Kolloid/Nem Ekivalanı Oranlarına İlişkin Tartışma	56
4.12.	Erozyon Oranlarına İlişkin Tartışma	57
4.13.	Strüktürel Stabilite İndekslerine İlişkin Tartışma.....	58
5.	SONUÇLAR.....	59
6.	ÖNERİLER.....	64
7.	KAYNAKÇA	66
8.	EKLER	74
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Araştırma Alanının Genel Konumu	14
Şekil 2.2. 1100 - 2035 m yükselti kuşağı iklim diyagramı.....	17
Şekil 2.3. Araştırma alanının jeoloji haritası	18
Şekil 2.4. Uydu görüntüsü ile topoğrafik haritanın karşılaştırılması.....	21
Şekil 2.5. Uydu görüntüsü üzerinde arazi kullanım durumunun oluşturulması	21
Şekil 3.1. Arazi kullanım şekillerine göre toprakların ortalama % toz+kil miktarlarının değişimi.....	30
Şekil 3.2. Arazi kullanım şekillerine göre toprakların ortalama kil miktarlarının değişimi	31
Şekil 3.3. Toprakların nem sabitlerinin (TK, SN, FSK) arazi kullanım şekline göre değişimi.....	32
Şekil 3.4. Toprakların hacim ağırlığının arazi kullanım şekline göre değişimi	34
Şekil 3.5. Toprakların tane yoğunluğunun arazi kullanım şekline göre değişimi	35
Şekil 3.6. Toprakların gözenek hacminin arazi kullanım şekline göre değişimi.....	35
Şekil 3.7. Toprakların organik madde miktarlarının arazi kullanım şekline göre	36
Şekil 3.8. Toprakların pH miktarlarının arazi kullanım şekline göre değişimi	37
Şekil 3.9. Toprakların EC miktarlarının arazi kullanım şekline göre değişimi.....	38
Şekil 3.10 Dispersiyon oranının arazi kullanım şekillerine göre değişimi.....	39
Şekil 3.11. Kil dispersiyon oranının arazi kullanım şekillerine göre değişimi	40
Şekil 3.12. Toz dispersiyon oranının arazi kullanım şekillerine göre değişimi	40
Şekil 3.13. Kolloid/nem ekivalanı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi.....	41
Şekil 3.14. Erozyon oranı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi	42
Şekil 3.15. Strüktürel stabilite indeksi değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi.....	43
Şekil 3.16. Esiroğlu orman işletme şefliği 1984 yılı arazi kullanım sınıfları.....	47
Şekil 3.16. Esiroğlu orman işletme şefliği 2010 yılı arazi kullanım sınıfları.....	48

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı 1650 m yükseltisinin su bilançosu	17
Tablo 2.2. Araştırma alanındaki köy ve beldelerin 2000 ve 2010 yılları nüfus durumu...	20
Tablo 2.3. Dispersiyon oranı	24
Tablo 2.4. Erozyon eğilim indeksleri ıskalası	24
Tablo 3.1. Toprakların arazi kullanım şekline göre duncan testi sonuçları.....	44

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ÇB	: Çok bozuk
DO	: Dispersiyon oranı
EC	: Elektriksel iletkenlik
EO	: Erozyon oranı
FSK	: Faydalı su kapasitesi
GH	: Gözenek hacmi
Gn	: Gürgen
GY	: Geniş yapraklı
HA	: Hacim ağırlığı
İs	: İskan alanı
İY	: İğne yapraklı
KDO	: Kil dispersiyon oranı
Kn	: Kayın
KNE	: Kolloid/nem ekivalanı oranı
Kz	: Kızılağaç
L	: Ladin
OM	: Organik madde
Orm	: Orman
OT	: Orman Toprağı
pH	: Toprak reaksiyonu
SN	: Solma noktası
SSI	: Strüktürel stabilite indeksi
T	: Taşlık
TDO	: Toz dipersiyon oranı
TK	: Tarla kapasitesi
TY	: Tane yoğunluğu
Z	: Ziraat
gr	: Gram
ha	: Hektar
m ³	: Metreküp
μ	: Mikron

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Erozyon, genel olarak toprağın aşınması olayıdır. Oluşum itibariyle erozyon, jeolojik ve toprak erozyonu olmak üzere iki'ye ayrılır. Jeolojik erozyon, arazi üzerinde koruyucu vejetasyon örtüsünün olduğu durumlarda bile toprak çok yavaş taşınır ve ana kayadan yeni toprağın oluşum hızı ile toprak yüzeyindeki taşınma arasında bir denge bulunur. Böylece kaybolan üst toprak devamlı bir şekilde ana kayadan yeniden oluşan yeni toprakla telafi edilmiş olur. Bu şekilde erozyon jeolojik erozyon olarak tanımlanmaktadır. Toprak üzerindeki koruyucu bitki örtüsünün insanlar tarafından tahrip edilerek suni şekilde yaratılan koşullar altında doğal dengenin bozulması sonucunda toprak oluşum hızından daha hızlı taşınır ki bu şekilde erozyona toprak erozyonu denir (Uslu, 1970).

Erozyonun oluşumu dış güçlerin etkinliğine ve bunların şiddetine bağlıdır. Dolayısıyla erozyon da, aşınmaya neden olan dış güce göre sınıflandırılabilir. Bu açıdan bakıldığında erozyon; su, rüzgâr, buzul, dalga erozyonu gibi türlere ayrılabilir. Fakat özellikle su ve rüzgâr erozyonunun birlikte etkin olduğu alanlar da mevcuttur. Su erozyonu, genel anlamıyla yağışlar ile yeryüzüne düşen suların çeşitli şekilde yaptıkları aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetlerini kapsar. Alansal olarak dünyanın her tarafında görülür. Bu nedenle dünyada en fazla problemin olduğu erozyon türüdür (Yılmaz, 2006).

Erozyon oluşumunda suyun en önemli etkisi toprağı dispersleştirme ve taşıma etkisidir. Topraklar sahip oldukları fiziksel, kimyasal özellikleri ve organik maddeler yardımıyla suyun aşındırma ve taşıma etkisine değişik oranlarda karşı koyarlar. Diğer bir deyimle aynı dış erosiv etkenler altında farklı topraklar, farklı şekilde erozyona uğrarlar. Bu farklılık toprak özelliklerinin yani erodibilite karakteristiklerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Toprakların erodibilite karakteristikleri ile birçok özellikleri arasında yakın ilişkiler bulunmuştur. Bu ilişkiler yardımıyla erodibilite indeksleri geliştirilmiştir (Uslu, 1970 ve Balcı, 1996).

Toprakların erozyon eğilimlerini inceleyen araştırmacılar, erodibilite değerleri topraktaki kaba fraksiyonlarla pozitif bir ilişki içinde olup, kum ve toz miktarının yüksek olması ile artmaktadır.

Buna karşılık, eroziv etmenlere karşı çözülmeyi ve aşınmayı azaltıcı ve önleyici rolü olan kil ve diğer kolloidler gibi ince fraksiyonlar ve organik madde ile erodibilite

arasında negatif bir korelasyonun bulunduğu tespit edilmiştir (Balıcı, 1973; Balıcı, 1978; Özyuvacı, 1978; Okatan, 1987 ve Okatan vd., 1999).

Erodibilite, toprakların tamamen kendi bünyelerindeki çeşitli özelliklerinden kaynaklanan ve eroziv etmenlere karşı direncini veya erozyona uğrama eğilimini gösteren bir niteliğidir. Bu nedenle erodibilite, erozyondan farklı olarak bir eğilimi veya potansiyeli ifade eden bir kavramdır. Nitekim sık ve koruyucu bir bitki örtüsü, örneğin sık bir orman altında bulunan bir toprakta hiç bir etkin erozyon görülmediği halde, bu toprağın bazı yapısal özelliklerinden kaynaklanan erodibilitesi yüksek olabilir. Böyle toprakların koruyucu örtüsünün kaldırılması, topoğrafik ve yağış koşullarının elverişli olması halinde büyük bir erozyon olayını kaçınılmaz kılabilir (Balıcı, 1996).

Doğal bir süreç olmasına karşın erozyon, yanlış arazi kullanımı gibi sebeplerle daha hızlı seyredilmekte, bu nedenle de dünyada ve Türkiye’de birçok bölge için önemli bir problem haline almaktadır (Yüksel vd., 2007).

Türkiye, dünyada en fazla erozyona uğrayan Güney-Güneydoğu Asya kuşağı içinde yer alan yüksek ve engebeli bir ülkedir. Binlerce yıldan beri yoğun bir arazi kullanımına maruz kalan ve özellikle doğal bitki örtüsü önemli ölçüde tahribata uğratılmış bulunan Türkiye’den her yıl denizlere taşınan ortalama sediment miktarı, diğer ülkelere ve kıtalara oranla kat kat fazladır (Uslu vd., 1985). Gerçekten de yurdumuzdan her yıl denizlere taşınan materyal miktarı, yüzölçümü Türkiye’nin 13 katı olan Avrupa kıtasından taşınan materyal miktarından fazladır. Yine Türkiye’de birim alandan taşınan materyal miktarı Kuzey Amerika’dakinden 6 kat, Avrupa’dakinden 17 kat, Afrika’dakinden ise 22 kat fazladır (Atalay, 1980). Türkiye çeşitli yüzey şekillerine sahip bulunan yüksek ve genellikle dağlık bir ülkedir. Ortalama yüksekliği 1132 m olup, bu yükselti Avrupa’nınkinin (330 m) 3.5 katına ulaşmakta, dünyanın en yüksek kıtası olan Asya’nınkini (1050 m) bile aşmaktadır. Türkiye’de yükseltisi 1000 m’ den fazla olan alanlar (göller dışında) ülke yüzölçümünün % 56’sını aşmaktadır (Anonim, 1969). Ülkemizin topoğrafik yapısı incelendiğinde, düz ve düze yakın araziler ülke arazisinin % 12’sini (94027.44 km²) oluştururken, hafif ve orta eğime sahip araziler % 24’ünü (188054.88), dik, çok dik ve sarp araziler ise (% 12 den fazla) ülke yüzölçümünün yaklaşık % 60’dan (470137.2 km²) fazlasını oluşturmaktadır (Taysun vd., 1995). Bu durum ülkemizin yüksek olduğu kadar da arızalı ve dolayısıyla fazla eğimli bir arazi yapısına sahip olduğunu gösterir.

Bunun yanında Türkiye, ekonomik, sosyal ve kültürel bakımlardan hızlı gelişmelerin yer aldığı bir aşama içerisinde. Nüfus hızla artmakta ve bu artış doğal kaynaklar üzerinde baskısını gün geçtikçe artırmaktadır.

Diğer taraftan Türkiye doğal kaynaklar bakımından büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen hüküm süren değişik medeniyetlerin aşırı ve usulsüz faydalanmalarına maruz kalmıştır. Bu durum geride su temini ve toprak erozyonu yönünden çözümü güç sorunlar bırakmıştır. Nitekim bu sorunların çözümlerini amaçlayan birçok mühendislik projeleri inşa halindedir. Ancak, bu tesislerin sedimantasyona maruz kalmaları kaçınılmazdır (Balcı, 1974).

Erozyonun bugünkü boyutunu değerlendirmek açısından, herhangi bir havzaya bakıldığında, havzaların genellikle üst veya orta kısımlarında parçalı orman veya maki örtüsü bulunurken, taban araziden başlayarak ormanın başladığı yere kadar olan orta havzada bitki örtüsünün olmadığı veya zayıf olduğu görülür. Yani tarım alanları, orman ve mera alanları aleyhine havzanın yukarılarına doğru genişlemekte, potansiyel sınırlarının dışına çıkmaktadır. İşte bu marjinal araziler, (mera ve tarım arazileri), ülkemizdeki arazi bozulmasının ya da erozyonun en şiddetli bir şekilde yoğunlaştığı alanlardır. Bunun temel nedeni sosyo-ekonomik faktörlerdir (Gül, 1997).

Ayrıca, ülkemizdeki arazilerin % 73'ünde çeşitli derecelerde su erozyonu görülmektedir. Su erozyonunun görüldüğü toplam alanın % 20'si tarıma uygun alan olan II. III. Ve IV sınıf arazi kabiliyet sınıflarında, buna karşılık % 50'si ise devamlı doğal vejetasyon altında bulunması gereken ve tarıma uygun olmayan V.,VI. ve VII. arazi kabiliyet sınıfları üzerinde bulunmaktadır. Ülke arazilerinin yaklaşık %53'ü tarıma uygun olmayan ve sürekli bitki örtüsüyle kaplı olması gereken bir konuma sahiptir. Özellikle ülke arazisinin %7,9'unu oluşturan yaklaşık 6 milyon hektarlık alan, sürekli orman bitki örtüsü ile kaplı olması gerekirken yoğun ve işlemeli tarımsal etkinlikler yapılmaktadır. Bunun yanı sıra III. ve IV sınıf araziler de orta derecede eğimli araziler olup yüzey akışlarını ve erozyonu önleyici önlemlerin (sürekli bitki örtüsü, teraslama, şerit ekimi, tesviye eğrileri boyunca toprak işleme gibi) alınması ve dikkatli kullanılması gereken alanlardır (Balcı, 1996). Doğu Karadeniz Havzası jeolojik, jeomorfolojik ve topoğrafik yapısı itibariyle dağlık arazi niteliğinde olup, diğer bölgelerden daha farklı bir yapıya sahiptir. Topoğrafik yapısı itibariyle dik eğimli ve iklim yapısı itibariyle de bol yağışlı bir bölgedir. Doğu Karadeniz Bölgesi toprakları ülke yüzölçümünün % 5.34'ünü oluşturmaktadır. Bölge topraklarının % 81.32'sini dik eğimli (% 26-45) araziler oluşturmaktadır.

Bölgede topoğrafik yapının dik eğimli oluşu, geniş alanlarda şiddetli ve çok şiddetli düzeyde yüzey erozyonun görülmesine neden olmaktadır.

Yüzyıllardan beri süregelen hatalı arazi kullanımları sonucu doğal bitki örtüsü önemli ölçüde tahrip edilmiştir. Bölgede her yıl yaklaşık $900 \text{ m}^3/\text{km}^2$ civarında toprak ve $110 \text{ kg}/\text{km}^2$ bitki besin elementinin su erozyonu ile taşındığı bilinmektedir (Okatan, 1995).

Topraksu'nun verilerine göre Kantarcı'nın yaptığı ekolojik değerlendirmeler Türkiye'de ve Doğu Karadeniz Bölgesinde arazinin ne kadar yanlış kullanıldığını vurgulamaktadır. Buna göre; Doğu Karadeniz Bölgesinde tarım yapılabilir I., II. ve III. sınıf arazilerin oranı toplam arazinin % 2.1'idir. Bu oran, Trabzon'da % 1.01, Rize'de %0.43'dür. Orman olarak kullanılması gereken VI. sınıf arazide orman alanı; Batı Karadeniz'de % 53.4, Doğu Karadeniz'de % 8.8 olarak belirtilmekte ve tarım alanlarının potansiyel sınırlarını aştığı bildirilmektedir. Buna göre; Doğu Karadeniz'de VI. sınıf orman arazisinin % 91.2'si yanlış kullanım altında bulunmaktadır. 1970-1983 yılları arasındaki 13 yıllık dönemde Doğu Karadeniz Bölgesindeki Orman Bölge Müdürlüklerindeki orman alanlarında büyük azalmalar görülmüştür. Yalnız Trabzon'da orman alanı 1970'te 535782 hektar iken 1983'te 523141 hektara düşmüştür (Kantarcı, 1983 ve Kalay vd., 1990). Yöredeki orman ve mera'ların tahrip edilmesi, mera'larda aşırı, erken ve yoğun hayvan otlatılması ve tarım arazilerinde yüzyıllardır devam eden yanlış uygulamalar sonucunda topraklar erozyonla taşınıp gitmektedir. Yöredeki akarsularla bir yılda taşınan katı materyalin 10 milyon ton civarında olduğu ifade edilmektedir (Okatan, 1996). Ayrıca ormanların tahrip edilmesi sonucu can ve mal kaybına neden olan sel ve heyelan olayları meydana gelmektedir. Örneğin 1988 yılında Maçka'nın Çatak bölgesinde meydana gelen heyelan felaketinde 64 kişi hayatını kaybetmiş ve milyarlarca lira maddi hasar meydana gelmiştir (Kalay vd., 1990).

Erozyon olayında etkili olan iklim, topoğrafya ve vejetasyon faktörleri ile birlikte anakaya da etkili bir faktördür. Toprak oluşumunun temel maddesi olan anakaya en önemli toprak yapan faktördür. Ancak anakayanın toprağın gelişimindeki etkinliği bölgesel olarak değişir. Özellikle serin ve nemli iklimin etkisi altındaki bölgelerde toprağın gelişiminde anakaya iklimden daha az etkilidir. Buna karşılık ülkemizin de yer aldığı ılıman kuşaktaki toprak gelişimi olaylarında anakaya özelliklerinin iklim özellikleri kadar etkili olduğu anlaşılmıştır. Anakayalar fiziksel, kimyasal ve mineralojik yapı ve bileşimleri bakımından birbirinden farklılık gösterirler ve bu farklılıklarını kendisi üzerinde yetişen topraklara da

büyük ölçüde yansıtıklarından, bir toprağın yapısı o anakayanın özelliklerini göstermektedirler.

Bu nedenle de farklı anakayaların üzerinde gelişen toprakların ayrışma hızları, süreleri ve dolayısıyla erozyon duyarlılığı (erodobilitesi) farklılık gösterebilmektedir (Kantarıcı, 1987).

Bu tez kapsamında, Trabzon – Maçka Galyan Atası Barajı Havzasında yapılan çalışmada öncelikle kaçkar granitoyidi üzerindeki farklı arazi kullanımlarının zamansal değişiminin ve erozyon eğilim değerlerinin değişimi ve bu toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik özellikleri ve aralarındaki mevcut ilişkiler araştırılmıştır. Böylece, elde edilen bilgiler ve ilişkiler; havzanın genel olarak erozyon durumunu anakaya ve arazi kullanım şekilleri itibariyle ortaya koymak ve ileride yapılacak olan toprak koruma, erozyon ve sel kontrolü, arazi sınıflaması, ağaçlandırma, fonksiyonel ormancılık, yöredeki halkın sosyo-ekonomik düzeyinin yükseltilmesi gibi konularda yardımcı olması hedeflenmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Okatan (1987), Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası alpin meralarında yaptığı çalışmada, araştırma alanından alınan toprak örneklerinin erozyona karşı duyarlı olduklarını ve kum, toz ve kil yüzdeleri, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, gözenek hacmi, ateşte kayıp ve organik maddenin toprak derinliği ile doğru orantılı, solma noktası, nem ekivalanı ve geçirgenliğin toprak derinliği ile ters orantılı olarak değişim gösterdiğini saptamıştır.

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

Öztan (1980b), Meryemana Deresi Yağış Havzasında farklı bakılarda yer alan orman ve mera araştırma parselleri topraklarının, dispersiyon oranı ve kolloid/nem ekivalan değerleri bakımından erozyona karşı dayanıksız olduklarını saptamıştır.

Öztan (1974), Değirmendere ve Harşit havzalarında eğim ve farklı iki iklim tipini karşılaştırdığı çalışmada, toprakların dispersiyon oranı 15’ten büyük bularak erozyona duyarlı olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmaya göre nemli iklime sahip Değirmendere havzası toprakları kurak iklimli Harşit havzası topraklarına göre nispeten daha düşük erozyon eğilimine sahiptir. Ayrıca eğimi % 20’nin üzerinde olan toprakların, eğimi % 20’nin altında olan alanlardaki topraklara oranla daha fazla erozyon eğilimine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

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

Türüdü (1981), Trabzon-Hamsiköy yöresinde yaptığı çalışmada erozyon eğilimi olarak suya dayanıklı agregatların agregasyon indekslerini ortalama olarak mısır tarlasında 2.11, merada 2.38, kayın ormanında 3.56 ve Ladin ormanında 3.64 olarak bulmuş ve neticede orman topraklarının nispi olarak tarım ve mera topraklarına nazaran erozyona daha dayanıklı olduğunu belirlemiştir.

Ulu (1998), Trabzon Uzungöl-Haldizen deresi yağış havzasında farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırdığı çalışmasında araştırma alanı topraklarının erozyona duyarlı olduğunu belirlemiştir.

Türüdü ve Akalan (1979), Trabzon-Hamsiköy'ün 3 km güney doğusunda yer alan Ferganlı yöresinde yaptıkları araştırma ile benzer anamateryal, toprak, eğim ve baki koşullarına sahip ladin ormanı, ladin ormanı yerine geçmiş kayın ormanı, bu ormanların yaklaşık yarım yüzyıl önce açılması sonucu oluşmuş mera ve halen işlenmekte olan mısır tarlası topraklarının organik madde, porozite, hidrolik geçirgenlik, kation değişim kapasitesi, bazla doygunluk yüzdesi ve agregasyon indeksi değerleri saptanarak karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, toprak katlarının ortalama organik madde miktarı; mısır tarlasında % 3.28, çayır alanlarında % 4.34, kayın ormanlarında % 5.04 ve ladin ormanlarında % 7.44 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde porozite değerleri; mısır tarlasında % 39.21, çayır alanlarında % 56.38, kayın ormanlarında % 55.86 ve ladin ormanlarında % 59.19 olarak bulunmuştur. Yapılan analizler sonucunda toprak katlarının ortalama tarla kapasitesi değerleri; mısır tarlasında % 22.30, çayır alanlarında % 27.16, kayın ormanlarında % 27.39 ve ladin ormanlarında % 32.64 olarak bulunmuştur.

Balcı ve Özyuvacı (1973), Türkiye'nin iki farklı bölgesinde (Marmara ve iç Anadolu bölgesi) toprakların erozyon eğilimlerini incelemiş ve iç Anadolu bölgesi topraklarının erozyon eğilimlerinin, Kocaeli yarımadası topraklarının erozyon eğilimlerinden daha yüksek olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Özyuvacı (1978), Kocaeli Yarımadası topraklarında erozyon eğiliminin hidrolojik toprak özelliklerine bağlı olarak değişiminin incelendiği bir çalışmada, araştırma alanındaki Üst-Kratase kalkerleri üzerinde yer alan kırsal alanların yüzeysel toprakları hariç diğer bütün toprak gruplarında dispersiyon oranı sınır değer % 15'ten büyük bulunmuş ve toprakların genellikle erozyona dayanıksız olduğu belirlenmiştir.

Balcı (1973), İç Anadolu'da anamateryal, baki ve toprak derinliği faktörlerinin erodibilite ile ilgili toprak özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada,

dispersiyon oranı 6 farklı anakaya üzerinde gelişen toprakların bütününde ortalama 15'ten büyük bulunmuş ve toprakların erozyona duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Farklı bakılarda (kuzey, güney) yaptığı karşılaştırmada güney bakılardaki toprakların, kuzey bakılardaki topraklara göre erozyona daha çok duyarlı olduğunu belirlemiştir (Balcı, 1973).

Erol (2004), Toprak oluşumunu etkileyen faktörlerin hidro-fiziksel toprak özelliklerine etkisinin araştırıldığı Gümüşhane ili Köse Deresi yağış havzasında dispersiyon oranı kuzey bakı grubu topraklarında % 30.29, güney bakı grubu topraklarında ise % 40.12 olarak tespit edilmiştir.

Özyuvacı (1976), Arnavutköy deresi yağış havzasında yaptığı çalışmada dispersiyon oranlarını bütün toprak gruplarında 15'ten büyük bularak havza topraklarının genel olarak erozyona duyarlı olduğunu belirlemiş, bu duyarlılık üzerinde etkili olan en önemli faktörün anamateryal olduğunu belirtmiştir.

Özhan (1977), Belgrad Ormanı Ortadere yağış havzasında farklı ana materyaller üzerinde gelişen toprakların bazı özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada ortalama olarak dispersiyon oranı değerlerinin % 22.5 ile 27.6 arasında değiştiği ve toprakların erozyona karşı duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Uslu (1971), İstanbul-Şeytandere havzasında muhtelif arazinin kullanım şekillerinin yüzeysel akış ve erozyon üzerine etkisini incelemiştir. Muhtelif değer derinlik kademelere ait dispersiyon oranlarını 15'den, Erozyon oranı değerlerini de 10'dan büyük bulmuş ve neticede Neojen anamateryalinden gelişmiş bulunan araştırma alanındaki toprakların genellikle erozyona müsait olduğunu belirlemiştir.

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

Aydemir (1973a), Bolu'da üç farklı eğimde (% 15, % 28, % 9.45) ve beş farklı arazi kullanım şeklinde (buğday, nadas, mısır, fındık ve orman) doğal yağış altında parsel denemeleriyle yüzeysel akış ve toprak kaybını ölçmüştür. Sonuçta orman hariç diğer arazi kullanım şekillerinde eğim arttıkça toprak kaybı da artmıştır. Ormanda toprak kaybı tespit edilememiştir. Orman dışında kalan diğer arazi kullanım şekillerinde en fazla toprak kaybı sırasıyla mısır tarımın, nadas, buğday ve fındık tarımı olarak gerçekleşmiştir.

Gökbulak (1998), otlatmanın toprağın hidro-fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla Kemerburgaz-Taşlıdere havzasında yaptığı bir çalışmada,

toprak özelliklerinin; arazi kullanımı, toprak derinliği ve çığnenme derecesine bağlı olarak değişimi üzerinde durmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, toprakların sıkışması nedeniyle otlak alanındaki toprak özellikleri ile orman ve korunmuş alandaki toprak özellikleri arasında önemli farklılıklar tespit etmiştir.

Özellikle otlatmaya açık alandaki toprakların su tutma kapasitesi, permeabilite, toplam boşluk hacmi ve organik madde miktarı gibi özelliklerin otlatmadan korunmuş alan ve orman alanına göre daha düşük, hacim ağırlığının ise daha yüksek olduğunu ifade etmiştir (Gökbulak, 1998).

Doğan (1985), Tokat yöresinde yaptığı araştırmada, büyük toprak gruplarının universal toprak kaybı eşitliğindeki erodobilite (k) faktörünü suni yağış şartlarında incelemiştir. Sonuç olarak toprak kaybı eşitliğindeki erodobilite (k) faktörünün değerini kolluvial toprakla 0.13, kestane renkli toprakta 0.18, kahverengi orman toprağında 0.07 kalkersiz kahverengi orman toprağında 0.07 olarak bulmuş ve orman topraklarının dışındaki diğerlerinin orta derecede aşınabilir topraklar grubuna dahil olduğunu, orman topraklarının ise az aşınabilir topraklar grubunda olduğunu belirtmiştir.

Taysun (1986), Gediz havzası rendzina tarım topraklarında laboratuvarda suni yağmurlama ile erozyonu ölçmüş, dispersiyon oranı ve erozyon oranı ile yüzeysel akış arasında pozitif önemli, organik madde ile yüzeysel akış arasında negatif önemli korelasyon bulmuştur. Toprak örneklerinde ölçülen dispersiyon oranları 15'ten, erozyon oranları da 10'dan büyük ve erozyona duyarlıdır.

Özel vd., (1996), Dalaman havzasında erozyon üzerinde yaptıkları bir pilot çalışmada, Satelliite ve GIS (Geoproghic Information System) tekniklerini kullanarak erozyon haritasını ortaya koymaya çalışmışlar, projede CORINE, ICONA ve USLE metodolojileri kullanarak Dalaman havzasının gerçek ve potansiyel erozyon haritası oluşturmuşlardır.

Kansu vd., (1996), Ankara Çamlıdere Barajı havzasında yaptıkları araştırmada baraj havzasının erozyon duyarlılık indeks haritasını çıkarmak için, uzaktan algılama ile arazi ve laboratuvar çalışmaları CBS, GIS (Geographic İnformation System) ortamında incelenerek erozyon indeks haritasını ortaya koymuşlardır.

2.2. Diğer Ülkelerde Yapılan Çalışmalar

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

Oysaki orman ve otlak alanlarındaki toprak organik maddesi hemen hemen benzer olup, her bir arazi kullanım şeklinde derinlikler bakımından toprak organik madde miktarı önemli bir fark göstermemiştir (Çelik, 2004).

Balcı (1971), ABD Washington eyaletinde kurak ve nemli iklim koşulları altında gelişmiş bazı orman topraklarının erodibilite karakteristiklerini incelediği araştırmasında; aynı yağış ve eğim koşullarında, nemli iklime sahip araştırma topraklarının, kurak koşullara sahip araştırma topraklarına göre erozyona karşı daha dayanıklı olduklarını belirlemiştir.

Jha ve Rathore (1981), Hindistan'da yaptıkları çalışmada, toprak işlemeli alanlar ve sürekli orman örtüsü altında bulunan alanların üst ve alt topraklarında erodibiliteleri araştırmışlardır. Bu çalışmada, erozyon, dispersiyon oranı ve kolloid/nem ekivalanı oranlarının toprak işlemeli alanların üst topraklarında (0-15 cm) daha büyük değerlerde olduğunu bulmuşlardır.

Meyer ve Horman (1984), Tanım alanlarında, ürün sıralarındaki şevlerde (karıklarda) toprak kayıplarını belirlemek amacıyla Mississippi ve Iowa bölgelerinde 18 çıplak toprak örneği üzerinde oluk erozyonunu incelemişlerdir. Araştırma parselleri topraklarının üst kısmından alınan örnekler üzerinde toprakların fiziksel ve özelliklerini tespit etmişlerdir. Bu özelliklere göre kümeleşmesi zayıf, yüksek toz içeren topraklar en fazla erodobil ve yüksek kil içeren topraklar en az erodobildir. Yapılan korelasyon analizine göre kil yüzdesi, yararlanılabilir su, değişebilir kalsiyum, değişebilir katyon kapasitesi, organik madde miktarı ile oluk erozyonu arasında en iyi negatif ilişki vardır. Ulusal toprak kaybı değerinin yöreye has K faktörü ile oluk erozyonu arasında bir ilişki vardır.

Lumbanraja vd., (1988), yaptıkları çalışmada; Endonezya'da Batı Lampung'un yüksek eğimli bir bölgesinde arazi kullanım değişikliklerini 1970'den 1990'a kadar

kaydettiler. Göç ve artan nüfusun arazi kullanım değişiminin artmasında önemli rol oynadığı ortaya çıkmıştır. 1970 yılında alanın % 57'sinin ormanlarla örtülü olduğu, ancak bu oranın 1990 yılında % 13'e düştüğü ortaya konulmuştur. Ormansızlaşmadan sonra farklı arazi kullanım değişimleri altındaki araziler için toprağın kimyasal özellikleri (toplam organik karbon, toplam azot, yarayırlı fosfor, değişebilir katyonlar, katyon değişim kapasitesi v.b.) analiz edilmiştir. Toprak örnekleri 0-20 cm ve 20-40 cm şeklinde iki derinlik kademesinden ve dört farklı arazi kullanım şeklinden alınmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre; orman arazilerinden diğer arazi kullanım şekillerine doğru gidildikçe toprakların kimyasal özelliklerinin azaldığı belirlenmiştir.

İmesson (1984), Lüksemburg'da orman, mera ve tarım alanlarında aylık sürelerle toplanan örneklerde yağmur damlasının etkisiyle oluşan topraktaki ayrılmalar için toprak erodobilite ölçümleri yapmışlardır. Bütün alanlarda güçlü mevsimsel değişimlerin erodobilitede kış boyunca maksimum değer oluşturduğu, yaz boyunca da minimum değerler oluşturduğunu ani olarak tedbir etmişlerdir.

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

Chiacek ve Swan (1994), ABD'nin kuzey bölgesinde, erozyonun toprağın kimyasal özelliklerine etkisini araştırmışlardır.

ABD'nin kuzeyinde yer alan 8 eyalette 15 toprak üzerinde az, orta ve şiddetli erozyon safhalarına sahip alanlarda istenilen kimyasal özellikleri karşılaştırmışlardır. Araştırmanın sonucuna göre toprakların çoğu için erozyon şiddetinin artmasıyla pH ve değişebilir Ca, K miktarlarında artma tespit edilmiştir. Toprakların organik karbon, CaCO₃ yığılma derinliği, NO₃-N, çıkarılabilir P, katyon değişim kapasitesi, çıkarılabilir Zn, Fe ve Mn'da ise azalmalar tespit edilmiştir (Chiacek ve Swan, 1994).

Wischorrn ve Kasem (1973), Tayland'da Kop-Ma havzasında yaptıkları bir araştırmada (0-20) cm katmanındaki toprakların erodobilitelerini toprakların dispersiyon

oranı ve eğim tarafından daha çok etkilediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca dispersiyon oranı ile kil miktarı arasında negatif, hacim ağırlığı, organik madde ve çakıl ile pozitif korelasyon olduğunu belirlemişlerdir.

Bruand ve Tessier (2000), yaptıkları çalışmada kil karakteristiklerindeki değişimlerle alt toprak horizonlarının su tutma özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Burada su tutma kapasiteleri, şişmenin maksimum olduğu ve su içeriğinin tarla kapasitesine yakın olduğu kış aylarında farklı yaştaki ve fasiyesteki kalkerli veya kalsiyumlu killi sedimentlerden alınan toprak örnekleri üzerinde belirlenmiştir. Su tutma kapasitesinin kil içeriği ve yapısına bağlı olarak değişim gösterdikleri ifade edilmiştir.

Dryness (1966), ormanla kaplı yağış havzalarında erozyon eğilimi ve potansiyelini incelediği ve birçok kaynaktan derlediği bir çalışmada yüksek yerlerdeki orman topraklarının erozyon eğilimlerinin anakayanın özellikleri tarafından etkilendiğini, erozyon eğimlerini etkileyen diğer faktörlerin ise yükselti ve bakının etkilediği iklim şartları ve örtünün özellikle topraktaki organik madde miktanna etkide bulunduğunu ve bunun da erozyon eğilimlerini etkilediği belirtmiştir.

Rai ve Sharma (1998), Himalaya'nın Sikkim Havza'sında arazi kullanımının bitki örtüsü değişimi ve hidrolojisi üzerine araştırmalar gerçekleştirmişlerdir. Orman ve tarımsal orman alanlarından tarıma dönüştürülen alanların arazi kullanım değişimi 1988'den 1992'ye kadar incelenmiştir. Sonuçta tarıma dönüştürülen alanların % 11 oranında arttığını gözlemlemişlerdir. Aynı süre içerisinde yoğun bir karışıma sahip ormanlarında antropojen etkilerin bir sonucu olarak bu özelliklerini kaybederek tahrip edilmiş ormanlara dönüştükleri gözlenmiştir.

Willen (1965), Kaliforniya'da güney Sierra Nevada orman üstü topraklarının bazı erodobilite karakteristiklerini ve yüzey tekstürlerini incelemiştir. Araştırma için 208 toprak örneği 1800-2400 m yükseklikteki orman üstü alanlardan alınmıştır.

Yapılan çoğul regresyon analizine göre toprak tekstürü ve erodobilite indekslerinin, anakaya tipi, vejetasyon örtüsü, bakı, eğim ve yükseklik unsurlarıyla önemli derecede ilişkili olduğunu tespit etmiştir (Willen 1965).

Kwong Fai (1995), Tayvan'da Bajun River ve Tsengwen havzalarındaki erozyon durumunu ölçmek için AGNPS modelini (Agricultural Nongoint Source Pollution Model) ve coğrafi bilgi sistemini (GIS-Geographic Information System) bir arada kullanmıştır. Bajun River havzasında yıllık toprak kaybının 259 t/ha ve Tsengwen havzasında yaklaşık 903 t/ha olarak hesaplanmıştır.

Jayawardhana ve Hill (1992), Avusturalya'da oyuntu erozyonu ve heyelanların tahmininde GIS' in uzaktan algılama ile birlikte kullanılması üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırma alanındaki erozyon problemleri bölgesel arazi kaynakları araştırmalarında 1974, 1979 ve 1989 yıllarına ait veriler kaydedildi. Toprak erozyonu, heyelanlar ve tuzluluk arazi bozulmasının temel sebepleri olarak tanımlanmış ve GIS' in yardımıyla erozyon haritaları çizilmiştir.

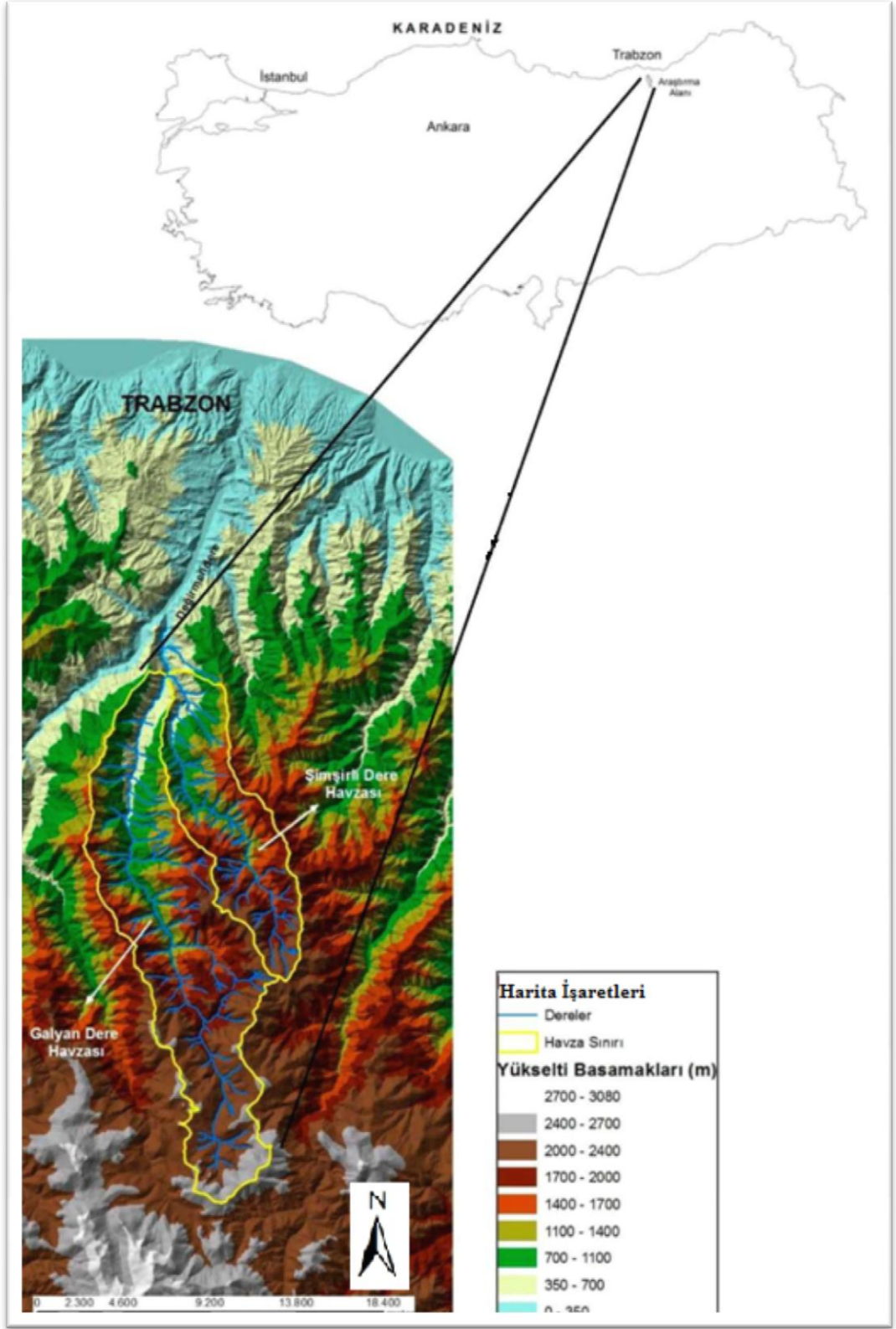
2.3. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

2.3.1. Coğrafi Konum ve Mevki Özellikleri

Araştırma alanı 39° 38' - 39° 47' doğu boylamları, 40° 35' - 40° 51' kuzey enlemleri arasında yer almakta olup idari yönden Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü'nün Esiroğlu Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanında Galyan Dere ve Şimşirli Dere havzaları olmak üzere iki adet havza bulunmaktadır. İki havzadan gelen Galyan ve Şimşirli derelerinin birleşiminde ise bir adet içme suyu barajı (Galyan-Atasu) bulunmaktadır. Galyan dere havzası 12888.17 ha, Şimşirli dere havzası 5805.41 ha olup, araştırma alanı toplam 18693.58 ha büyüklüğündedir. İki havzada yerleşim alanı olarak toplam 11 köy bulunmaktadır.

Araştırma alanının batısında Maçka Orman İşletme Müdürlüğü'nün Yeşiltepe, Maçka-Merkez, Meryemana Araştırma Orman İşletme Şeflikleri ile Altındere Milli Parkı, doğusunda ise Sürmene Orman İşletme Müdürlüğü'nün Arsin Orman İşletme Şefliği, kuzeyinde ise Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü'nün Trabzon-Merkez Orman İşletme Şefliği yer almaktadır.

Galyan Dere havzası yükseltisi 220 m - 2706 m arasında, Şimşirli Dere havzasının yükseltisi ise 220 m - 2375 m arasında olup her iki havza jeomorfolojik açıdan yüksek dağlık arazi özelliğindedir (Şekil 2.1.). Araştırma alanı genellikle dik ve yer yer sarp kayalık arazi niteliğindedir.



Şekil 2.1. Araştırma Alanının Genel Konumu (Usta, 2013).

2.3.2. İklim

Araştırma alanı içerisinde iklim özelliklerinin belirlenmesini sağlayacak uygun bir meteoroloji istasyonu bulunmamaktadır. Araştırma alanına en yakın meteoroloji istasyonları olarak Trabzon ve Maçka meteoroloji istasyonları bulunmaktadır. Ancak, Maçka'daki meteoroloji istasyonunun 1987 yılında kapatılmasından dolayı iklim özelliklerinin belirlenmesinde Trabzon Meteoroloji İstasyonu verileri değerlendirilmiştir.

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

Havzada yükselti farkının (Galyan havzası 220 m - 2706 m, Şimşirli havzası 220 m - 2375 m arasında) fazla olması, kışın yağışın aşağı yükseltilerde genelde yağmur şeklinde, daha yükseklerde ise kar şeklinde düşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca tipik Doğu Karadeniz iklimi etkisindeki araştırma alanında sis oluşumu gözlenmiştir (Usta, 2013).

Araştırma alanının iklim özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla, ölçüm değerlerinden yararlanılan Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nun bazı ölçümleri Tablo 2.1.'de verilmiştir (DMİGM, 2005).

Araştırma alanında su örnekleme istasyonlarının bulunduğu mikro havzalar yükseltileri 450 - 2375 m'ler arasında değişmektedir. Yükselti farkının olması araştırma alanında sıcaklık farklarına sebep olacağı düşünülmektedir. Her 100 m'lik yükselti artışı ile sıcaklığın 0.5 °C azaldığı ifade edilmektedir (Erinç, 1996).

Çalışma kapsamında da, araştırma alanının her bir yükselti basamağına ait sıcaklık değerlerinin hesap edilmesinde 100 m'lik yükselti artışı için sıcaklığın 0.5 °C azaldığı kabul edilmiştir.

Yükselti ile yağış rejimi arasında bir ilişki olduğu ve deniz seviyesine göre ise 100 m'lik yükseklik farkının yılda 45-55 mm arasında yağışı arttıracakı belirtilmektedir (Erinç, 1996).

Yükselti ile yağış arasındaki ilişkiyi ortaya koymak maksadıyla çeşitli formüller geliştirilmiştir. Erinç (1984) tarafından enterpole edilen yıllık yağış miktarı formülü ($Y_h = Y_o \pm 54h$) Türkiye'nin dağlık arazi şartlarında daha iyi sonuçlar verdiği araştırmalarla ifade edilmektedir.

Y_h: Denizden ortalama yüksekliği bilinen ve üzerinde meteoroloji istasyonu bulunmayan alanın hesaplanacak olan yıllık ortalama yağış miktarı (mm)

Y_o: Denizden yüksekliği belli olan ve yağış ölçmesi yapılan istasyonda ölçülen yıllık ortalama yağış miktarı (mm).

h: Meteorolojik ölçme yapılan istasyonun denizden yüksekliği ile, ölçme yapılmayan ve hesap yoluyla yıllık ortalama yağış miktarı bulunacak olan alanın denizden yüksekliği arasındaki fark (hektometre).

54: Katsayı, Türkiye için bu katsayının 45 olarak kullanılması tavsiye edilmektedir (Erinç, 1996). Bu katsayı yıllık olup, aylık katsayı ise, $45/12=3.75$ 'tir.

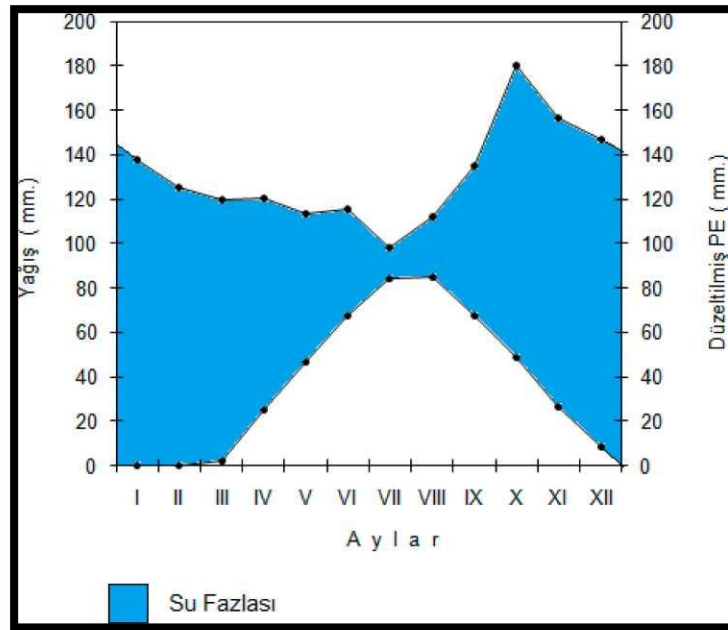
Çalışma kapsamında, 100 m'lik yükselti artışı için sıcaklık ve yağış değerleri, Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen ve Tablo 2.1.'de verilen değerlerin yükseltiye göre hesaplanmasıyla elde edilmiştir.

Araştırma alanındaki mikro havzalar 450 - 2375 m yükselti arasında yer almaktadır. Yükseltiye göre su bilançosu değerleri hesap edilmiş ve iklim tipleri belirlenmiştir. Bu amaçla, Thornthwaite ve Hare, 1955, Erinç, 1996 ve Kantarcı, 1972, tarafından geliştirilen yöntemlerden yararlanılmıştır.

1100 - 2035 m yükseltisi arasında; A C² r b⁴ sembolleri ile tanımlanan "*Çok nemli, düşük sıcaklıkta (mikrotermal), su noksanı olmayan veya pek az olan, okyanus (deniz) iklim tipi*" hakimdir (Tablo 2.1.).

Tablo 2.1. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı 1650 m yükseltisinin su bilançosu

Ölçüm yılları : 1975 – 2010													Enlem :41°00'		Boylam :39°43'	
İklim Ölçmeleri	AYLAR												Büyüme Dönemi		Yıllık	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İçi	Dışı		
Sıcaklık °C	-0.7	-1.1	0.2	3.9	7.7	12.1	15.0	15.1	12.0	8.1	4.2	1.1			6.5	
Sıcaklık İndisi	0.0	0.0	0.0	0.7	1.9	3.8	5.3	5.3	3.8	2.1	0.8	0.1			23.7	
Düz.memiş PET	0.0	0.0	1.8	24.8	45.2	67.4	81.5	82.0	67.0	47.3	26.5	8.1				
Düzeltilmiş PET	0.0	0.0	1.9	25.1	46.9	67.8	84.4	84.9	67.8	49.1	26.7	8.5	304.9	158.2	463.1	
Yağış (mm)	137.6	125.6	119.8	120.4	113.8	115.3	97.9	112.3	134.9	180.1	156.5	146.7	460.2	1100.1	1560.3	
Depo Değişikliği	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Depolama (FSK)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			100.0	
GET	-	-	1.9	25.1	46.9	67.8	84.4	84.9	67.8	49.1	26.7	8.5	304.9	158.2	463.1	
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	
Su Fazlası	137.6	125.6	117.9	95.3	66.8	47.4	13.4	27.3	67.1	131.0	129.7	138.2	155.3	941.9	1097.2	
Yüzeysel Akış	137.9	131.6	121.7	106.6	81.1	57.1	30.4	20.4	47.2	99.0	130.3	133.9	155.1	942.1	1097.2	



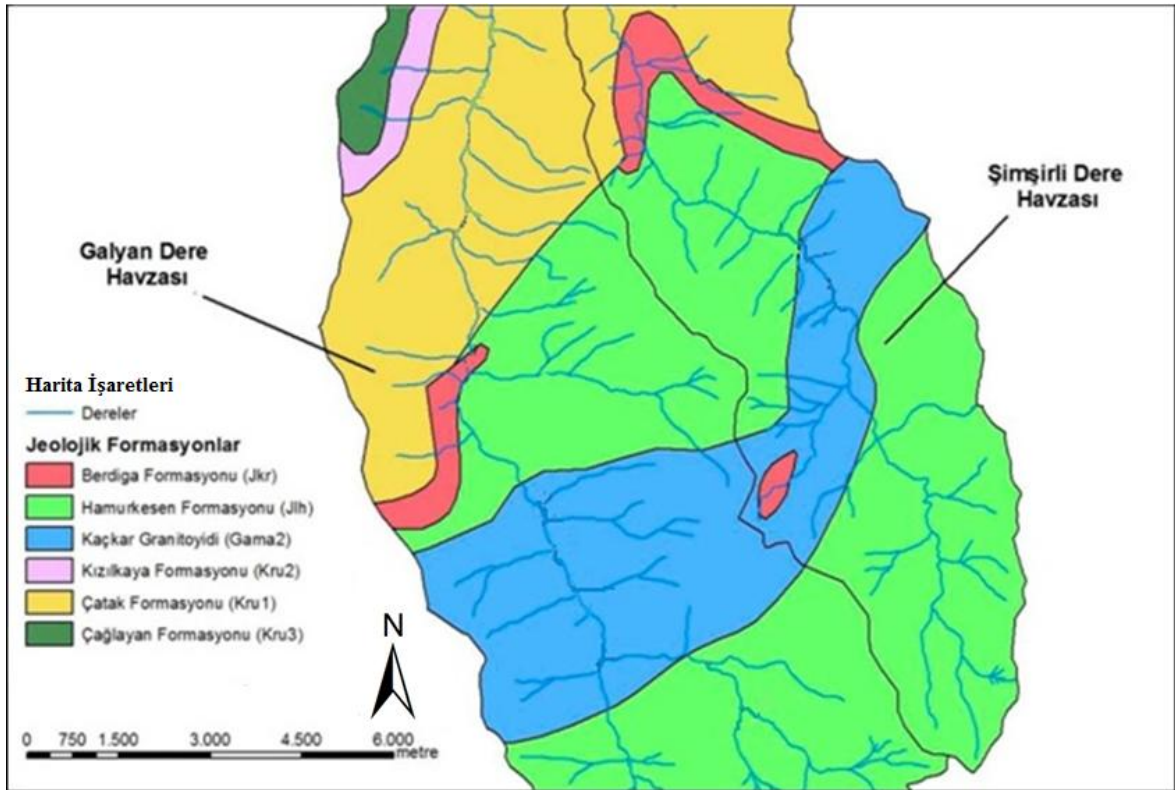
Şekil 2.2. 1100 - 2035 m yükselti kuşağı iklim diyagramı

2.3.3. Jeolojik Yapı ve Toprak

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

Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda kalan araştırma alanında yüzeyleyen kayalar Erken Jura-Kuvaterner zaman aralığında oluşmuştur. Havzadaki en eski birim Liyas yaşlı Hamurkesen Formasyonu olup asıl bileşenleri bazalt, andezit, dasit lav ve piroklastları ile kırmızı kumlu kireçtaşlarından oluşur (Usta, 2013).

Üzerine gelen resifal kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve çörtlü kireçtaşlarından oluşan Berdiga Formasyonu Geç Jura-Erken Kretase yaşlıdır. Havzada Geç Kretase-Paleosen yaşlı volkanik karakterli üç farklı birim yer alır. Bunlar kumtaşı, killi kireçtaşı ve silttaşı arakatkılı bazalt-andezitlerden oluşan Çatak Formasyonu, riyodasit ve dasitlerden oluşan Kızılkaya Formasyonu, çamurtaşı, kumtaşı ara tabakalı bazalt ve andezitlerden oluşan Çağlayan Formasyonlarıdır. Bu istif içerisinde Kaçkar Granitoyidi zaman zaman sokulum yapmıştır (Gültekin vd., 2003).



Şekil 2.3. Araştırma alanının jeoloji haritası (Usta, 2013).

2.3.4. Bitki Örtüsü

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

Araştırma alanı, Esiroğlu (Şahinkaya) Orman İşletme Şefliği sınırları içindedir. Son yapılan amenajman planına (münferit) (2002-2011) göre; Ladin (*Picea orientalis*) ve Kayın (*Fagus orientalis*) araştırma alanının ana ağaç türleridir. Ayrıca, Kızılağaç (*Alnus glutinosa*), Gürgen (*Carpinus betulus*), Gökmar (*Abies nordmanniana*), Kestane (*Castanea sativa*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Kavak (*Populus nigra-Populus tremula*), Şimşir (*Buxus sempervirens*), Meşe (*Quercus*), Fındık (*Corylus*) türleri de asli ağaç türleriyle karışık, küçük grup veya küme halinde, saf veya karışık olarak bulunurlar (Şahinkaya Orman İşletme Şefliği, Orman Amenajman Planı, 2002-2011).

Amenajman planında belirtilen diğer bitki türleri; Sütlegün (Ptendium), Ormangülü (*Rhododendron ponticum-Rhododendron luteum*), Orman Sarmaşığı (*Hedera helix*), Isırgan Otu (*Urtica dioica*), Böğürtlen (*Rubus canescens*), Yabani Üvez (*Sorbus torminalis*), Ayı Üzümü (*Vaccinium*), *Ilex aquifolium*, Mürver (*Sambucus*), Funda (*Erica*), Yabani Çilek (*Fragaria vesca*), At Kuyruğu (*Equisetum maximum*), Kızılcık (*Cornus mas*), Çayır Otları v.b.'dir (Şahinkaya Orman İşletme Şefliği, Orman Amenajman Planı, 2002-2011).

Araştırma alanında Ladin ve Kayın hakim türlerdir ve geniş alanlarda yayılış gösterirler. Kayın, Ladine göre daha düşük rakımlarda, yetişme ortamı şartlarının daha iyi olduğu havzalarda, çoğunlukla karışık, az olarak da saf halde bulunurlar. Araştırma alanının diğer önemli türü de Kızılağaç'tır. Daha çok dere içlerinde ve kayalık kısımlarda diğer yapraklı türlerle karışık ve saf halde bulunan Kızılağaç, Kayına olan baskıdan dolayı yayılışını yamaçlarda da göstermekte ve zamanla hakim türe dönüşmektedir (Usta, 2013).

2.3.5. Nüfus Durumu

Galyan dere ve Şimşirli dere havzalarında yerleşim daha çok köy civarlarındadır. Ancak, yaz aylarındaki yaylacılık faaliyetleri nedeniyle nüfus artmakta ve yukarı havzalardaki ormanlara olan baskı da artmaktadır. Bu sebeple, havzada mevsimsel olarak nüfus farklılığı yaşanmaktadır.

Araştırma alanının nüfus durumu köy ve beldelere göre Tablo 2.2.'de verilmiştir (TÜİK, 200-2010).

Tablo 2.2. Araştırma alanındaki köy ve beldelerin 2000 ve 2010 yılları nüfus durumu

Belde/Köy Adı	2000 Yılı	2010 Yılı
Akmescit	161*	118*
Alataş	205*	176*
Çayırar	280*	212*
Erginköy	140*	103*
Kuşçu	145*	140*
Oğulağaç	347*	303*
Ormaniçi	126*	83*
Şahinkaya/Atasu (B)	4436*	1770*
Şimşirli	401*	232*
Yüzüncüyü	222*	163*
Barışlı	249*	224*
Temelli	463*	405*
Toplam	7175*	3929*

(* kişi sayısı)

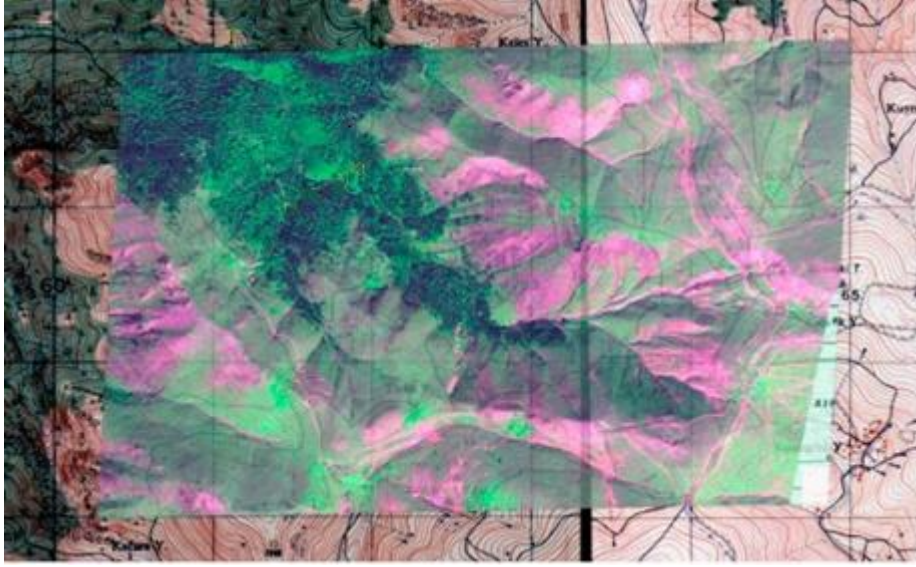
2.4. Hazırlık Çalışmaları

Farklı arazi kullanımlarının toprak özelliklerine etkilerinin araştırıldığı çalışmanın hazırlık aşamasında, öncelikle araştırma alanında yapılacak çalışmaya altlık sağlayacak çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bunun için, araştırma alanına ait 1/25.000 ölçekli memleket haritaları, jeoloji haritaları sayısallaştırılarak alanın sayısal arazi modeli ve sayısal jeoloji haritası elde edilmiştir. Daha sonra ise, sayısal arazi modeli üzerinde toprak örnekleme yapılacak yerler belirlenmiştir. Uydu görüntüsü yardımıyla da toprak örnekleme yapılan mikro havzaların arazi kullanımları belirlenmiştir.

2.4.1. Güncel Arazi Kullanımının Belirlenmesi

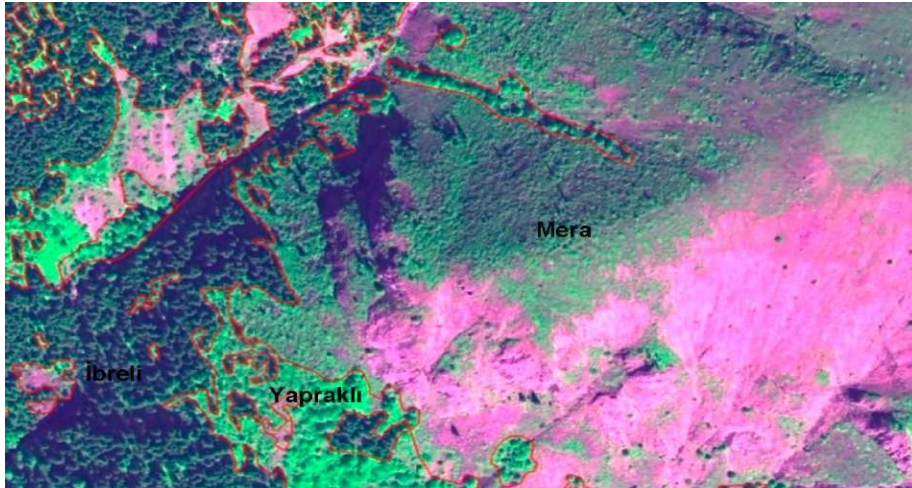
Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin elde edilebilmesi arazi kullanımlarının belirlenmesini kolaylaştırdığından günümüzde yaygın olarak tercih edilmektedir (Forney vd., 2001 ve Forney vd., 2002). Havzanın güncel arazi kullanım durumunu elde etmek için, baraj havzasına ait 0.6 m konumsal hassasiyette Quick-Bird uydu görüntüsü (2009) kullanılmıştır. Uydu görüntüsünün topoğrafik haritalardaki bilinen objelerle (dere, sırt, tepe

v.b.) tam uyumluluk göstermemesinden dolayı her bir havza ya da birkaç havza birlikte olacak şekilde parça parça sayısallaştırılarak topoğrafik haritalarla uyumu sağlanmıştır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Uydu görüntüsü ile topoğrafik haritanın çakıştırılması (Usta, 2013).

Uydu görüntülerinden her bir mikro havzanın arazi kullanım durumu (tarım, mera, yapraklı orman ve iğne yapraklı orman) ortaya çıkarılmıştır (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Uydu görüntüsü üzerinde arazi kullanım durumunun oluşturulması (Usta, 2013).

2.4.2. Örnekleme Yerlerinin Belirlenmesi

Araştırma alanında mikro havzalarda farklı arazi kullanımlarındaki toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla toprak profillerinin açılacağı yerler arazi çalışması öncesi belirlenmiştir. Toprak profillerinin yerlerinin belirlenmesinde jeolojik formasyonlar üzerindeki arazi kullanımlarının temsil edilebilmesi amaçlanmıştır.

2.5. Arazi Çalışmaları

Araştırma alanında arazi çalışması mikro havzalarda farklı arazi kullanımlarını (mera, tarım, geniş yapraklı orman ve iğne yapraklı orman) temsil edecek şekilde toprak örneklerinin alınması şeklinde gerçekleşmiştir.

2.5.1. Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örnekleme, tarım alanlarında açılan profillerde 0-10, 10-30, 30-60, 60-100 cm derinlik kademelerine göre, diğer arazi kullanımlarında (mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) ise toprak horizonlarına göre alınmıştır.

2.6. Laboratuvar Çalışmaları

2.6.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Araziden getirilen toprak örneklerini analizlere hazır hale getirmek için öncelikle laboratuvarda uygun bir yer seçilerek gazete kağıtlarının üzerine serilmiştir. Her bir toprak örneğine ilişkin etiketler toplu iğne ile ilgili gazete kağıdına tespit edilmiştir.

Bu şekilde serilen örnekler, hava kurusu haline gelince, havanda usulüne uygun olarak öğütülerek 2 mm'lik elekten geçirilip ince kısım kavanozlara, taş ve çakıl kısmı ise polietilen torbalara konulmuştur. Silindir örnekleri ise arazi çalışması bitiminden hemen sonra laboratuvarda bekletilmeden analize tabi tutulmuştur. Alınan toprak örnekleri üzerinde tekstür, su tutma kapasitesi, geçirgenlik (permeabilite), hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, gözenek hacmi (porosite), erozyon eğilimleri (dispersiyon oranı, erozyon oranı ve

kolloid/nem ekivalanı oranı), nem sabiteleri (tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalı su kapasitesi), organik madde ve pH gibi özellikler belirlenmiştir.

2.6.2. Toprak Örneklerinin Mekanik Analizi

Yukarıda açıklandığı şekilde hazırlanan toprak örnekleri (2 mm den ince kısım) üzerinde mekanik analiz (Bouyoucos hidrometresi ile) yapılmıştır (Gülçur, 1974 ve Irmak, 1974).

2.6.3. Toprak Reaksiyonunun (pH) Belirlenmesi

Toprakların tepkimesi cam elektrot metodu ile ölçülmüştür. Aktüel asitlik için topraklar saf su ile ıslatılıp bir gece bekletildikten sonra ölçülerek bulunmuştur (Gülçur, 1974).

2.6.4. Organik Maddenin Tayini

Topraktaki organik karbon Walkley-Black ıslak yakma metodu ile tayin edilmiştir. Organik karbondan gidilerek toprağın organik maddesi hesaplanmıştır (Kantarıcı, 2000).

2.6.5. Dispersiyon Oranı

Bu oranın belirlenmesinde Middleton'un dispersiyon oranı esas alınmıştır. 2 mm'lik elekten geçirilmiş hava kurusu toprak örneklerinden, ince tekstürlü topraklardan 50 gr, kaba tekstürlü topraklardan 100 gr örnek 400 ml'lik beherlere konuldu. Daha sonra örneklerin üzerine 200 ml saf su ilave edilerek 24 saat bekletildi. Süre sonunda beherdeki toprak-su çözeltilisi bir piset yardımıyla hidrometre silindirine aktarıldı. Hidrometre silindirinin üzeri 1000 ml olacak şekilde saf su ile tamamlandı. Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre yapılan okumalar ve değerlerin sıcaklık düzeltmeleri sonucunda kum, toz ve kil oranları hesaplanmıştır.

Elde edilen "toz+kil" değerlerinin toplamı tekstür analizi sonucu elde edilen "toz+kil" değerleri toplamına bölünerek dispersiyon oranı hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1971; Özyuvacı, 1978 ve Okatan, 1986).

Dispersiyon Oranı = (Dispersleştirilmemiş (toz + kil)/Dispersleştirilmiş(toz + kil))
x100

Ayrıca yukarıda yapılan açıklamaya göre; dispersiyon oranı Middleton tarafından bulunan ıskalaya göre aşağıdaki gibi değerlendirilmektedir (Lutzh ve Chandler, 1947).

Tablo 2.3. Dispersiyon oranı

Erodobilité İndeksi	Erozyona karşı dayanıklı topraklar	Erozyona karşı dayanıksız topraklar
Dispersiyon Oranı	< 15	>15

2.6.6. Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı

Mekanik analiz sonucu elde edilen kil miktarı aynı toprağın nem ekivalanı oranına bölünmesiyle elde edilmiştir (Arp, 1999 ve Özhan, 2004).

2.6.7. Erozyon Oranı

Dispersiyon oranının aynı toprağın kolloid/nem ekivalanı oranına bölünmesiyle bulunmuştur (Arp, 1999 ve Özhan, 2004).

Tablo 2.4. Erozyon eğilim indeksleri ıskalası

Erozyon Eğilim İndeksleri	Erozyona Karşı Dayanıklı	Erozyona Karşı Duyarlı
Dispersiyon Oranı	<15	>15
Erozyon Oranı	<10	>10
Kolloid/Nem ekivalanı	>1.5	<1.5

2.6.8. Tarla Kapasitesi ve Solma Sınırındaki (Pörsüme Sınırı) Nem Tayini

Tarla Kapasitesi sızıntı suyu topraktan sızıp ayrıldıktan sonra kapilar gözeneklerde tutulan suya eşdeğer nemi ifade etmektedir. Tarla kapasitesindeki nem toprakta 2.5 pF (0.33 atm)'lik bir güç ile tutulan suya eşdeğerdir. Bitki kökleri en fazla 4.2 pF (15 atm)'lik bir emme gücü ile toprak suyunu alabilirler.

Kökler daha yüksek bir emme gücü geliştiremezler. Bu noktada toprağın içerdiği nem miktarı solma sınırındaki veya pörsüme sınırındaki nem olarak tanımlanır (Erinç, 1965). Toprak örneklerinin tarla kapasitesi ve solma sınırındaki nem tayinleri Soil Moisture Equipment Co'nun seramik levhalı basınç cihazı ile yapılmıştır (Gülçur, 1974 ve Özyuvacı, 1978).

2.6.9. Faydalanılabilir Su Kapasitesinin Belirlenmesi

Serbest boşaltımlı topraklarda bitkiler tarla kapasitesi sınırı ile solma sınırı arasında kapılar gözeneklerde tutulan sudan faydalanabilirler. Bu nedenle toprak örneklerinin bitkiler için faydalanılabilir su kapasiteleri, tarla kapasitesi sınırındaki nem miktarlarından solma sınırındaki nem miktarının farkı alınarak hesaplanmıştır (Kantarıcı, 2000).

2.6.10. Su Tutma Kapasitesi

Permeabilite testlerinde kullanılan ve su ile doymuş hale gelen hacim ağırlığı örnekleri eğimli bir yüzeyde serbest drenaja bırakıldıktan sonra tartılmış ve doymuş haldeki ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra 24 saat süreyle 105 °C de kurutularak tartılmış ve fırın kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Kuru ve ıslak ağırlık arasındaki fark, kuru ağırlığın tuttuğu maksimum su olarak % cinsinden hesaplanmıştır (Okatan, 1986).

2.6.11. Geçirgenlik (Permeabilite)

Araziden getirilen silindir örnekleri üzerinde Özyuvacı tarafından geliştirilen bir düzeneğe kullanılarak ölçüm işlemleri yapılmış ve daha sonra Darcy kanununa dayanan formülün uygulanmasıyla toprak örneklerinin permeabilitesi hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1976).

2.6.12. Hacim ağırlığı

Permeabilite ölçümleri yapıldıktan sonra hacim örnekleri 105 °C de kurutularak silindir içindeki mutlak kuru toprağın silindir hacmine bölünmesiyle hacim ağırlığı gr/cm^3 olarak tespit edilmiştir (Özyuvacı, 1978).

2.6.13. Tane Yoğunluğu

Toprak örneklerinin tane yoğunluğu toprak ve suyun birbirleriyle yer değiştirme esasına göre yapılmaktadır (Balcı, 1969). Bu analizde toprak örneklerinin içerdiği organik madde miktarı göz önünde bulundurularak iki değişik yol izlenmektedir.

Bu analizlerde genellikle organik maddece zengin topraklarda piknometre yöntemi, organik maddece fakir topraklarda ise balon jöjeler kullanılmaktadır (Özyuvacı, 1971).

Bu işlem için iki milimetrelik elekten geçirilmiş 10gr fırın kurusu toprak örnekleri üzerinde piknometre yöntemiyle tayin edilmiştir (Gülçur, 1974).

2.6.14. Gözenek Hacmi (Porosite)

Laboratuarda hacim ağırlıkları ve tane yoğunlukları belirlenmiş olan örneklere ait toplam boşluk hacmi değerleri, bu örneklere ait hacim ağırlığı ile tane yoğunluğu arasındaki ilişkiden yararlanılarak bulunmuştur (Özyuvacı, 1978).

2.7. İstatistik Yöntemler

Arazi ve laboratuarda yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen veriler bilgisayarda istatistiki yöntemlerle değerlendirilmiştir. Toprakların erozyon eğilim değerlerinin değişimi ve bu toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik özellikleri ve aralarındaki mevcut ilişkiler ile farklı arazi kullanım şekilleri (tarım, mera ve orman alanları) ve toprak derinliği ile arasındaki ilişkiler korelasyon ve regresyon analiz yöntemi ile, ortalamaların karşılaştırılması ise Duncan testi (Duncan Multiple Range Test) ile yapılmıştır ($p < 0.05$). Verilerin bilgisayarda değerlendirilmesi ise SPSS 13.0 TM paket istatistik yazılımından yararlanılarak elde edilmiştir

2.7.1. Coğrafi Bilgi Sistemi

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), grafik ve grafik olmayan bilgilerin bütünleşik olarak yer aldığı ve çeşitli sorgulamalara cevap verebilecek şekilde yapılandırılmış bir sistemdir. Bilgi sistemlerinin alt sistemi olan Coğrafi Bilgi Sistemi, büyük miktardaki mekansal

verilerin girişi, üretilmesi, saklanması, türetilmesi, analizi ve sunulması amacıyla geliştirilmiştir (Yomralıoğlu, 2000).

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), araziye dayalı uzaysal, alansal ve niteliksel bilgilerin, depolanması, bu bilgilere ulaşılması, analizi yapılması, değerlendirilmesi, değiştirilmesi ve kontrolünün sağlanması otomasyonu olarak tanımlanabildiği gibi aslında bu sistem, bir bilgisayar yazılım ve donanımının insan bilgisiyle birlikte mantıklı konfigürasyon teknolojisi olarak ifade edilmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

Coğrafi Bilgi Sistemi' nin coğrafi veri, donanım, yazılım ve insan gibi bileşenleri bulunmaktadır. Grafik ve grafik olmayan verileri işleyerek bilgi haline dönüştürebilen CBS, envanter çalışmalarında, hizmet ağlarında, mühendislik hizmetlerinde, görüş analizlerinin yapılmasında ve çevre çalışmalarında kullanılma imkanına sahip olan bir bilgi sistemidir (Köse ve Başkent, 1993).

2.7.2.Verilerin Bilgisayara Girilmesi

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemine girilecek olan veriler grafik ve grafik olmayan veriler olarak ikiye ayrılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Grafik verileri; eşyükselti eğrileri, jeoloji haritası, arazi sınıfları haritası

Grafik olmayan veriler; deneme alanlarının toprak tekstür sınıfları, toprak profillerinin dispersiyon oranı değerleri, deneme alanlarının arazi kullanım şekilleri

2.7.3. Grafik Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Eşyükselti eğrilerinin bilgisayar ortamına aktarılmasında 1/25 000 ölçekli haritadan yararlanılmıştır. Araştırma alanının sınırları içinde kalan bölgeler ARC/INFO yazılımından yararlanılarak işlenmiştir. Veriler (1/25 000 ST+Y bilgisayar ortamında sayısallaştırılır) çizgi katmanı olarak münhani eğrileri CBS ortamında veri tabanı oluşturulur. CBS ortamında 50 m de bir geçirilen münhani eğrileri çizgi katmanı olarak hazırlanmıştır. Her bir çizginin denizden olan yüksekliği veri tabanına girilmiştir. Bu sayede sayısal eşyükseklik haritası oluşturulmuştur.

2.7.4. Grafik Olmayan Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Grafik olmayan veriler olarak, arazide yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen veriler kullanılmıştır. Arazi çalışmaları sonucu alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan laboratuvar analizleri sonucunda elde edilen değerler kullanılarak toprak türü, dispersiyon oranı ve arazi kullanım şekilleri verileri elle girilmiştir. Grafik olmayan veri olarak kullanılan bu veriler ARC/INFO TO ve TABLES programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

2.7.5. Verilerin Analizi

Çalışmada verilerin sayısal ortama girilmesinde ve değerlendirmesinde Coğrafi Bilgi Sistem yazılımları kullanılmıştır. Bilgisayar ortamına aktarılan bu grafik ve grafik olmayan verilerin saklanması, işlenmesinde, analiz edilmesinde ve elde edilen sonuçların kullanılmasında ARC/INFO yazılımının çeşitli modüllerinden yararlanılmıştır.

3. BULGULAR

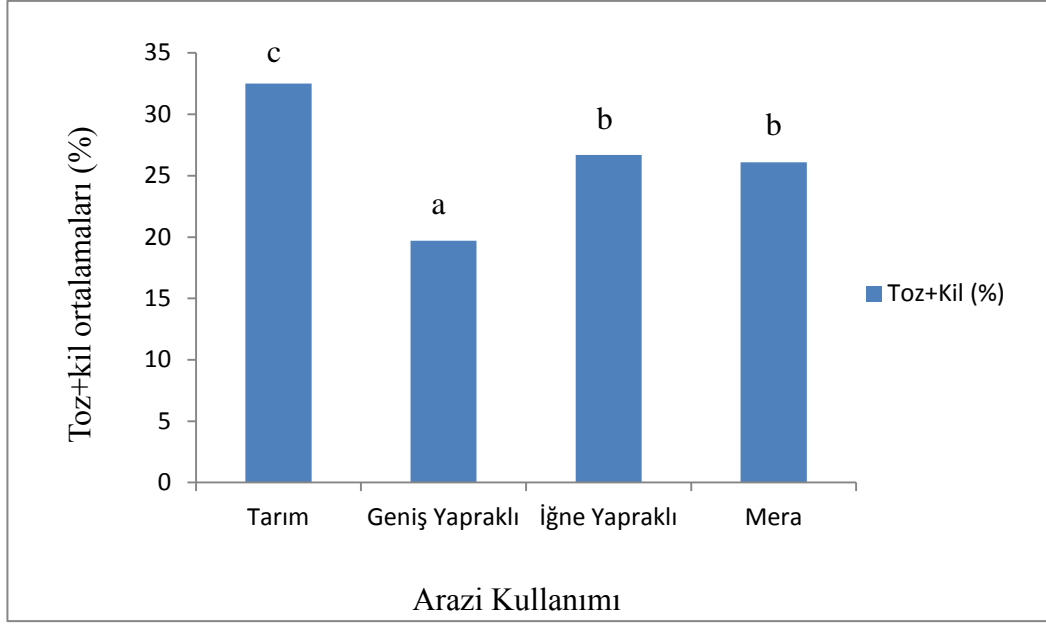
3.1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Toprak Özellikleri ile Erozyon Eğilimlerinin Arazi Kullanım Şekline Göre Değişimi

Araştırma alanındaki toprak özelliklerinin (fiziksel, kimyasal ve hidrolojik) ve erozyon eğilimi değerlerinin farklı arazi kullanım şekillerine göre farklılık gösterip göstermediği varyans analizi sonucu belirlenmeye çalışılmıştır. Arazi kullanım şekillerinden hangilerinin birbirinden farklı veya birbirleriyle aynı olduğunu belirlemek için Duncan testi yöntemine göre çoğul değişim aralığı analizi yapılmıştır. Ayrıca, toprak özellikleri arasındaki ilişkilerde korelasyon yöntemiyle belirlenmiştir.

3.1.1. Toz + Kil ve Kil Oranları

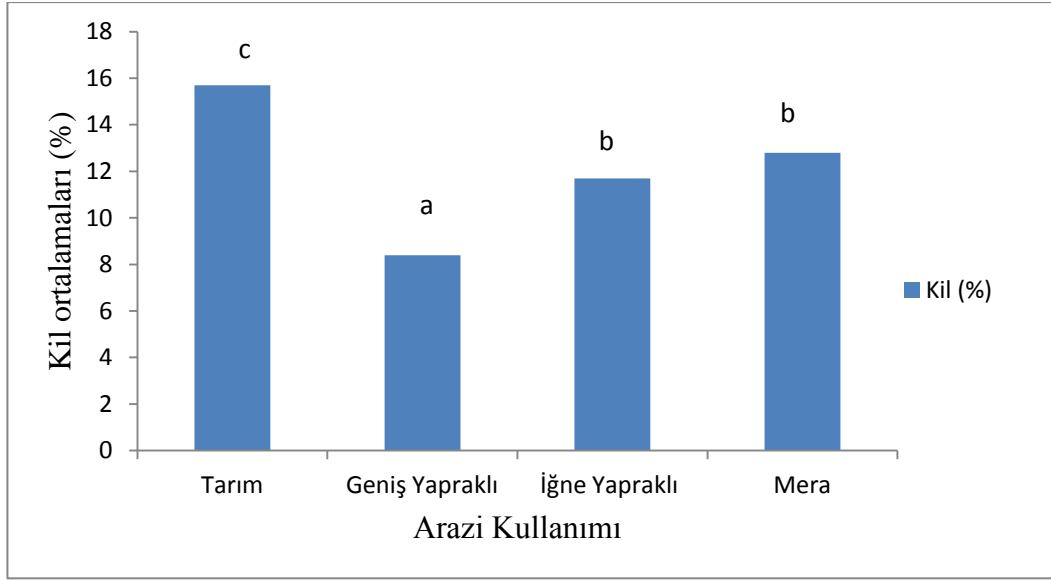
Araştırma alanındaki toprakların toz + kil ve kil fraksiyon oranları arazi kullanım şekillerine göre; tarım, geniş yapraklı, iğne yapraklı ve mera alanı topraklarında ortalama olarak sırasıyla; % 32.50, %15.70; % 19.65, % 8.42; % 26.66, % 11.68; % 26.13 ve % 12.78 değerleri arasında değişmektedir (Tablo 3.1., Şekil 3.1., Şekil 3.2.).

Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, geniş yapraklı, iğne yapraklı ve mera alanı topraklarında toz+kil oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Duncan testi ile karşılaştırıldığında ortalama toz+kil oranları, iğne yapraklı orman ve mera topraklarında birbirine yakın değerler gösterirken, geniş yapraklı orman topraklarda en düşük düzeylerde, tarım topraklarında ise en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir. Kil fraksiyonlarının arazi kullanım şekillerine göre değişimi istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($p< 0.05$). Duncan testi ile karşılaştırıldığında ortalama kil oranları, iğne yapraklı orman ve mera topraklarında birbirine yakın değerler gösterirken, geniş yapraklı orman topraklarda en düşük düzeylerde, tarım topraklarında ise en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir (Tablo 3.1., Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Arazi kullanım şekillerine göre toprakların ortalama % toz+kil miktarlarının değişimi

Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre toz+kil'in minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: % 19.91, max.: % 52.22 ve ort.: % 32.50, geniş yapraklı orman topraklarında min.: % 9.23, max.: % 37.72 ve ort.: % 19.65, iğne yapraklı orman topraklarında min.: % 8.01, max.: % 56.87 ve ort.: % 26.66, mera topraklarında ise min.: % 8.40, max.: % 48.84 ve ort.: % 26.13 olarak gözlenmektedir. Arazi kullanım şekillerine göre toz+kil ortalaması en yüksek (% 32.50) tarım topraklarında, en düşük (% 19.65) geniş yapraklı orman topraklarında olduğu gözlenmektedir.



Şekil 3.2. Arazi kullanım şekillerine göre toprakların ortalama % kil miktarlarının değişimi

Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre kil'in minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: % 10.13, max.: % 23.20 ve ort.: % 15.70, geniş yapraklı orman topraklarında min.: % 1.18, max.: % 20.52 ve ort.: % 8.42, iğne yapraklı orman topraklarında min.: % 0.72, max.: % 23.47 ve ort.: % 11.68, mera topraklarında ise min.: % 1.60, max.: % 22.36 ve ort.: % 12.78 olarak gözlenmektedir. Arazi kullanım şekillerine göre kil ortalaması en yüksek (% 15.70) tarım topraklarında, en düşük (% 8.42) geniş yapraklı orman topraklarında olduğu gözlenmektedir.

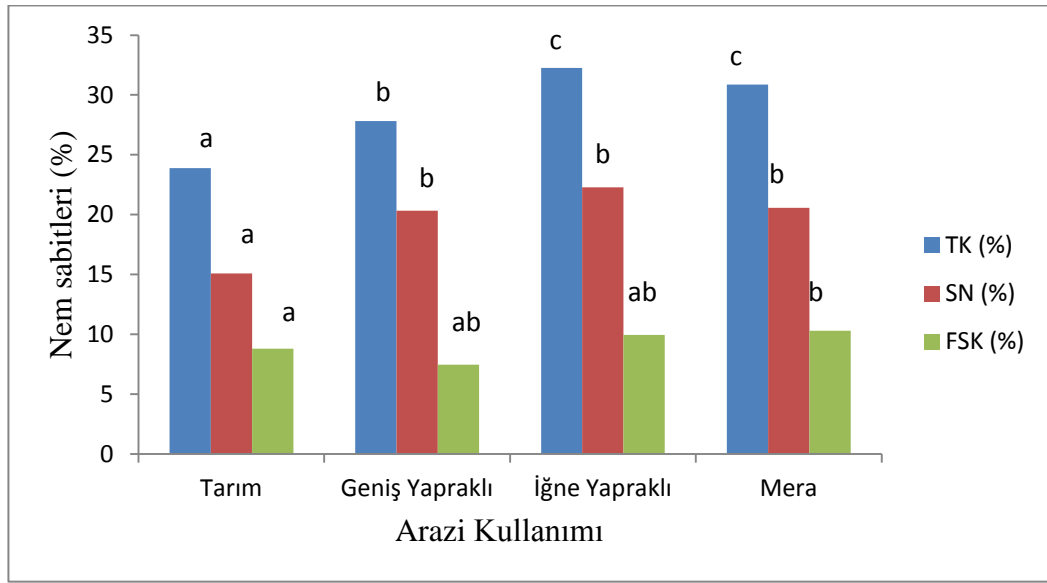
3.1.2. Tarla Kapasitesi (Nem Ekivalanı), Solma Noktası ve Faydalı Su Kapasitesi

Araştırma alanı topraklarının tarla kapasitesi (nem ekivalanı) ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 23.9, % 27.8, % 32.2, % 30.9' dur. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera ve iğne yapraklı orman topraklarında tarla kapasitesi ortalamaları en yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.

Solma noktası ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 15.1, % 20.3, % 22.3, % 20.6' dir.

Mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman topraklarında solma noktası ortalamaları en yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.

Ortalama faydalı su kapasitesi; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 8.8, % 7.5, % 10.0, % 10.3'tür. Tarım, mera ve iğne yapraklı orman topraklarında ortalama faydalı su kapasitesi en yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken geniş yapraklı orman topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.



Şekil 3.3. Toprakların nem sabitlerinin (% TK, % SN, % FSK) arazi kullanım şekline göre değişimi

Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre tarla kapasitesi değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: % 14.65, max.: % 30.15 ve ort.: % 23.88, geniş yapraklı orman topraklarında min.: % 13.35, max.: % 39.28 ve ort.: % 27.81, iğne yapraklı orman topraklarında min.: % 17.22, max.: % 48.71 ve ort.: % 32.25, mera topraklarında ise min.: % 21.83, max.: % 39.49 ve ort.: % 30.88 olarak gözlenmektedir. Arazi kullanım şekillerine göre tarla kapasitesi değerlerinin ortalaması en yüksek (% 32.25) iğne yapraklı orman topraklarında, en düşük (% 14.65) tarım topraklarında olduğu gözlenmektedir.

Arazi kullanım şekillerine göre toprakların solma noktası değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: % 6.97, max.: % 24.95 ve ort.: % 15.08, geniş yapraklı orman topraklarında

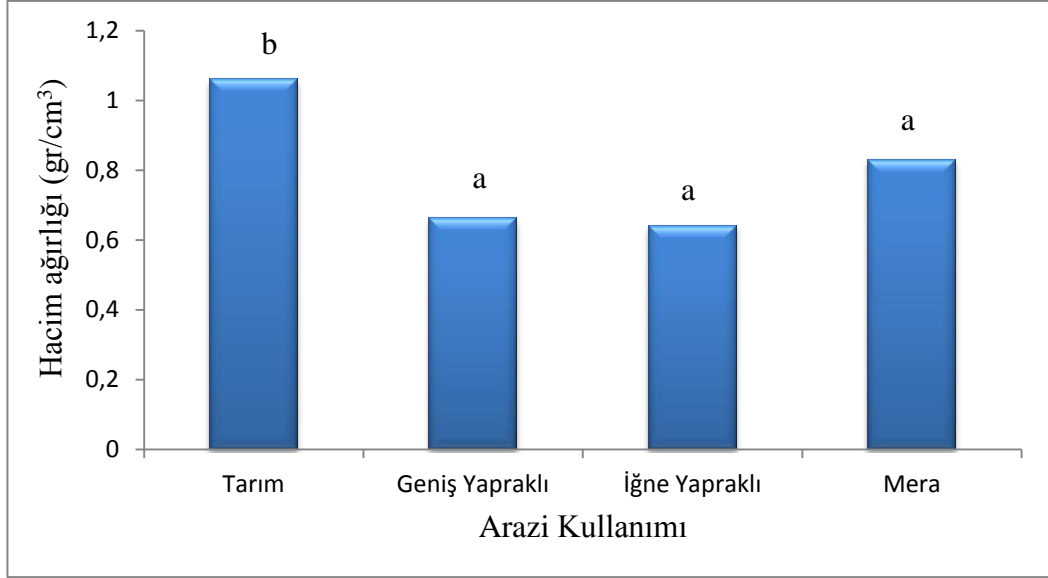
min.: % 8.76, max.: % 30.93 ve ort.: % 20.32, iğne yapraklı orman topraklarında min.: % 7.34, max.: % 37.30 ve ort.: % 22.29, mera topraklarında ise min.: % 11.34, max.: % 30.92 ve ort.: % 20.58 olarak gözlenmektedir.

Arazi kullanım şekillerine göre solma noktası değerlerinin ortalaması en yüksek (% 22.29) iğne yapraklı orman topraklarında, en düşük (% 15.08) tarım topraklarında olduğu gözlenmektedir.

Arazi kullanım şekillerine göre toprakların faydalanabilir su kapasitesi değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: % 4.87, max.: % 12.45 ve ort.: % 8.80, geniş yapraklı orman topraklarında min.: % 3.02, max.: % 16.86 ve ort.: % 7.48, iğne yapraklı orman topraklarında min.: % 2.46, max.: % 20.61 ve ort.: % 9.96, mera topraklarında ise min.: % 4.14, max.: % 19.04 ve ort.: % 10.30 olarak gözlenmektedir. Arazi kullanım şekillerine göre faydalanabilir su kapasitesi değerlerinin ortalaması en yüksek (% 10.30) mera topraklarında, en düşük (% 7.48) geniş yapraklı orman topraklarında olduğu gözlenmektedir.

3.1.3. Hacim Ağırlığı

Araştırma alanı topraklarının hacim ağırlığı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla 1.07 gr/cm^3 , 0.66 gr/cm^3 , 0.64 gr/cm^3 , 0.83 gr/cm^3 'tür. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında hacim ağırlı ortalamaları en düşük düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir.



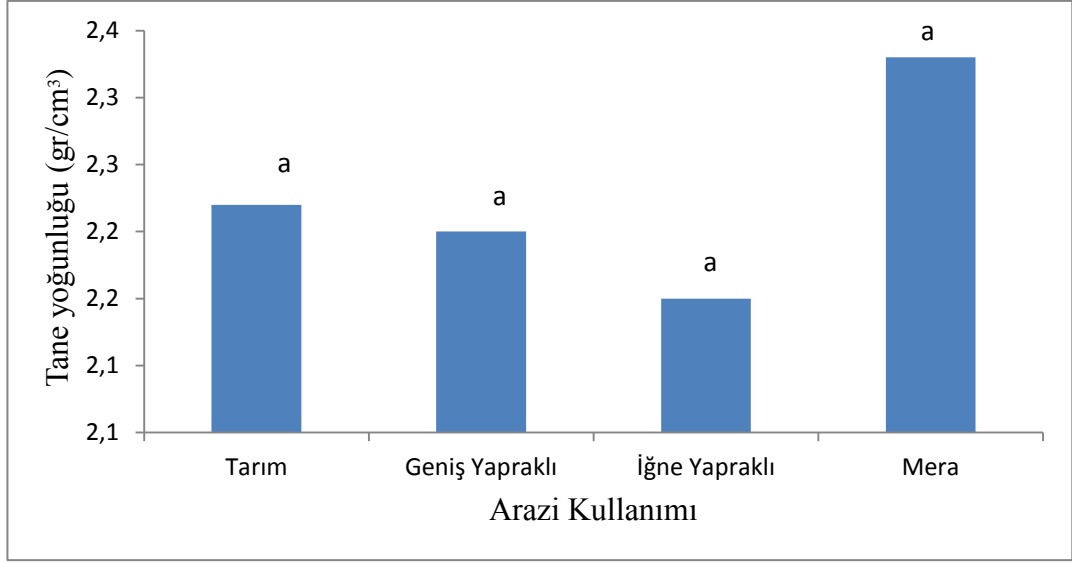
Şekil 3.4. Toprakların hacim ağırlığının arazi kullanım şekline göre değişimi

Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre hacim ağırlığı değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: 0.74 gr/cm³, max.: 1.38 ve ort.: 1.07 gr/cm³, geniş yapraklı orman topraklarında min.: 0.20 gr/cm³, max.: 1.45 gr/cm³ ve ort.: 0.66 gr/cm³, iğne yapraklı orman topraklarında min.: 0.11 gr/cm³, max.: 1.02 gr/cm³ ve ort.: 0.64 gr/cm³, mera topraklarında ise min.: 0.35, max.: 0.99 gr/cm³ ve ort.: 0.83 gr/cm³ olarak gözlenmektedir. Arazi kullanım şekillerine göre tarla kapasitesi değerlerinin ortalaması en yüksek (1.07 gr/cm³) tarım topraklarında, en düşük (0.64 gr/cm³) iğne yapraklı orman topraklarında olduğu gözlenmektedir.

3.1.4. Tane Yoğunluğu

Araştırma alanı topraklarının tane yoğunluğu ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla 2.22 gr/cm³, 2.20 gr/cm³, 2.15 gr/cm³, 2.33 gr/cm³'tür.

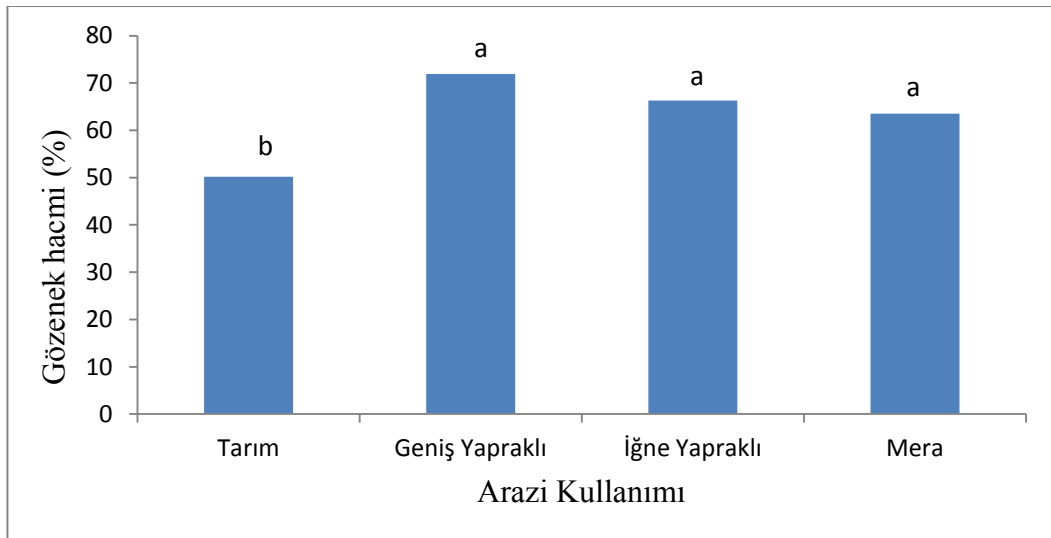
Varyans analizi sonuçlarına göre tane yoğunluğu ortalamaları arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark görülmemiştir.



Şekil 3.5. Toprakların tane yoğunluğunun arazi kullanım şekline göre değişimi

3.1.5. Gözenek Hacmi (Porosite)

Araştırma alanı topraklarının gözenek hacmi ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 50.2, % 71.9, % 66.3, % 63.5'tir. Tablo 3.1.' de verildiği gibi mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında gözenek hacmi ortalamaları en yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.

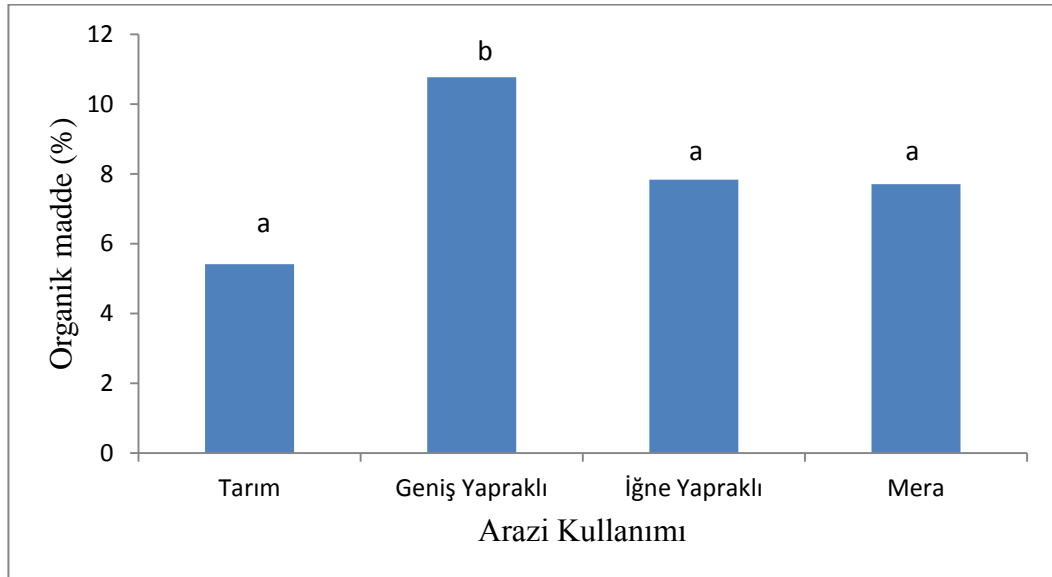


Şekil 3.6. Toprakların gözenek hacminin arazi kullanım şekline göre değişimi

Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre gözenek hacmi değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: % 22.80, max.: % 68.80 ve ort.: % 50.17, geniş yapraklı orman topraklarında min.: % 47.30, max.: % 88.11 ve ort.: % 71.90, iğne yapraklı orman topraklarında min.: % 43.28, max.: % 91.11 ve ort.: % 66.26, mera topraklarında ise min.: % 47.81, max.: % 87.01 ve ort.: % 63.54 olarak gözlenmektedir. Arazi kullanım şekillerine göre gözenek hacmi değerlerinin ortalaması en yüksek (% 71.90) geniş yapraklı orman topraklarında, en düşük (% 50.17) tarım topraklarında olduğu gözlenmektedir.

3.1.6. Organik Madde

Araştırma alanı topraklarının organik madde ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 5.41, % 10.77, % 7.83, % 7.70'dir. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında organik madde ortalamaları yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.



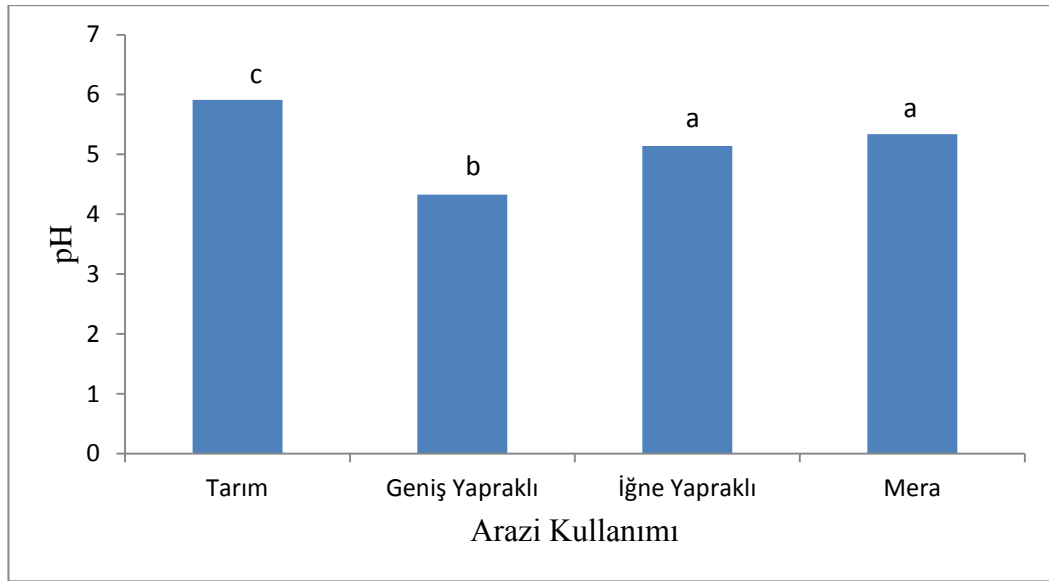
Şekil 3.7. Toprakların organik madde miktarlarının arazi kullanım şekline göre değişimi

Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre organik madde değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde,

tarım topraklarında min.: % 0.25, max.: % 13.41 ve ort.: % 5.41, geniş yapraklı orman topraklarında min.: % 0.40, max.: % 36.92 ve ort.: % 10.77, iğne yapraklı orman topraklarında min.: % 0.69, max.: % 26.12 ve ort.: % 7.83, mera topraklarında ise min.: % 0.07, max.: % 21.0 ve ort.: % 7.70 olarak gözlenmektedir. Arazi kullanım şekillerine göre organik madde değerlerinin ortalaması en yüksek (% 10.77) geniş yapraklı orman topraklarında, en düşük (% 5.41) tarım topraklarında olduğu gözlenmektedir.

3.1.7. Toprak Reaksiyonu (pH)

Araştırma alanı topraklarının pH ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla 5.91, 4.33, 5.14, 5.34'tür. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera ve iğne yapraklı orman topraklarında pH ortalamaları birbirine yakın iken geniş yapraklı orman topraklarında en düşük düzeyde, tarım topraklarında en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir.



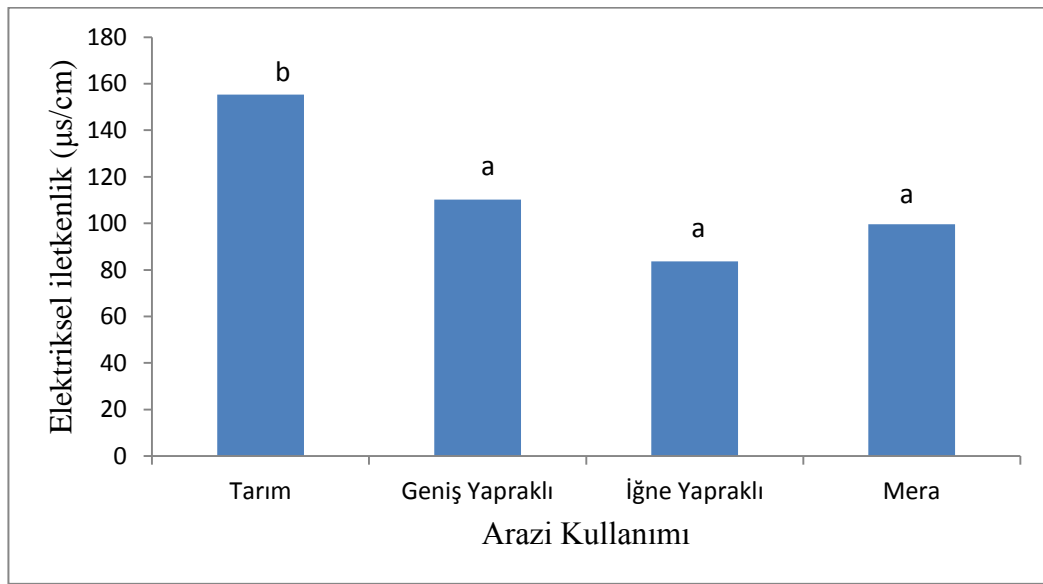
Şekil 3.8. Toprakların pH miktarlarının arazi kullanım şekline göre değişimi

Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre pH değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: 4.57, max.: 7.20 ve ort.: 5.91, geniş yapraklı orman topraklarında min.: 3.36, max.: 5.96 ve ort.: 4.33, iğne yapraklı orman topraklarında min.: 4.20, max.: 6.78 ve

ort.: 5.14, mera topraklarında ise min.: 4.14, max.: 7.54 ve ort.: 5.34 olarak gözlenmektedir. Arazi kullanım şekillerine göre pH değerlerinin ortalaması en yüksek (5.91) tarım topraklarında, en düşük (4.33) geniş yapraklı orman topraklarında olduğu gözlenmektedir.

3.1.8. Elektriksel İletkenlik (EC)

Araştırma alanı topraklarının elektriksel iletkenlik (EC) ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla 155.35 $\mu\text{s}/\text{cm}$, 110.15 $\mu\text{s}/\text{cm}$, 83.66 $\mu\text{s}/\text{cm}$, 99.66 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 'dir. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında EC ortalamaları düşük düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir.



Şekil 3.9. Toprakların EC miktarlarının arazi kullanım şekline göre değişimi

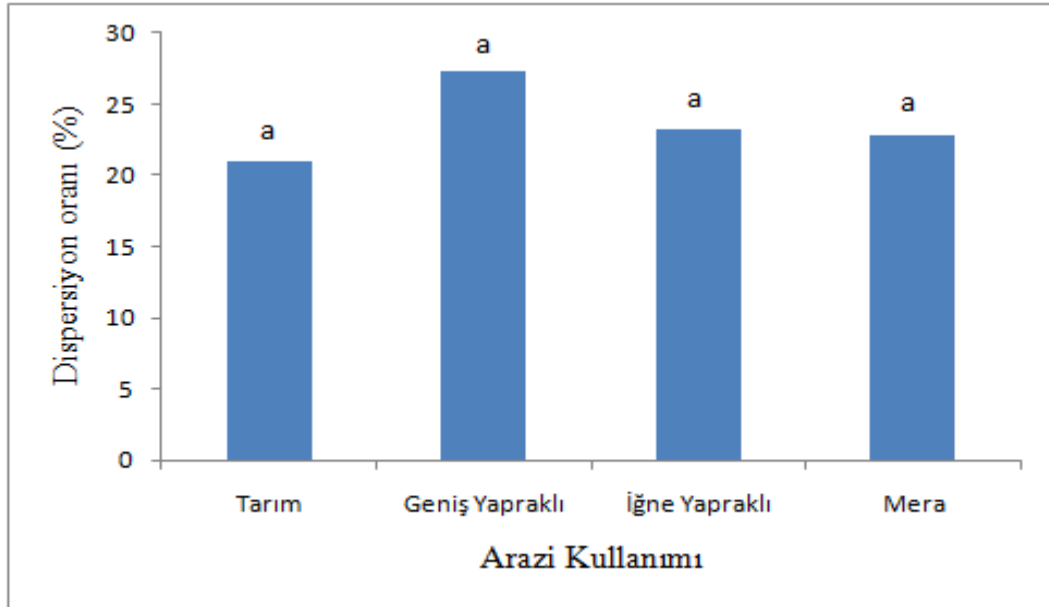
Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre EC değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: 54.00 $\mu\text{s}/\text{cm}$, max.: 384.00 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ve ort.: 155.35 $\mu\text{s}/\text{cm}$, geniş yapraklı orman topraklarında min.: 25.37 $\mu\text{s}/\text{cm}$, max.: 252.70 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ve ort.: 110.15 $\mu\text{s}/\text{cm}$, iğne yapraklı orman topraklarında min.: 39.90 $\mu\text{s}/\text{cm}$, max.: 212.80 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ve ort.: 83.66 $\mu\text{s}/\text{cm}$, mera topraklarında ise min.: 27.61 $\mu\text{s}/\text{cm}$, max.: 270.50 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ve ort.: 99.66 $\mu\text{s}/\text{cm}$ olarak gözlenmektedir.

Arazi kullanım şekillerine göre EC değerlerinin ortalaması en yüksek (155.35 $\mu\text{s}/\text{cm}$) tarım topraklarında, en düşük (83.66 $\mu\text{s}/\text{cm}$) ibrelili orman topraklarında olduğu gözlenmektedir.

3.1.9. Dispersiyon Oranı

Araştırma alanı topraklarının dispersiyon oranı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 20.93, % 27.34, % 23.19, % 22.85'tir.

Varyans analizi sonuçlarına göre dispersiyon oranı ortalamaları arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark görülmemiştir.

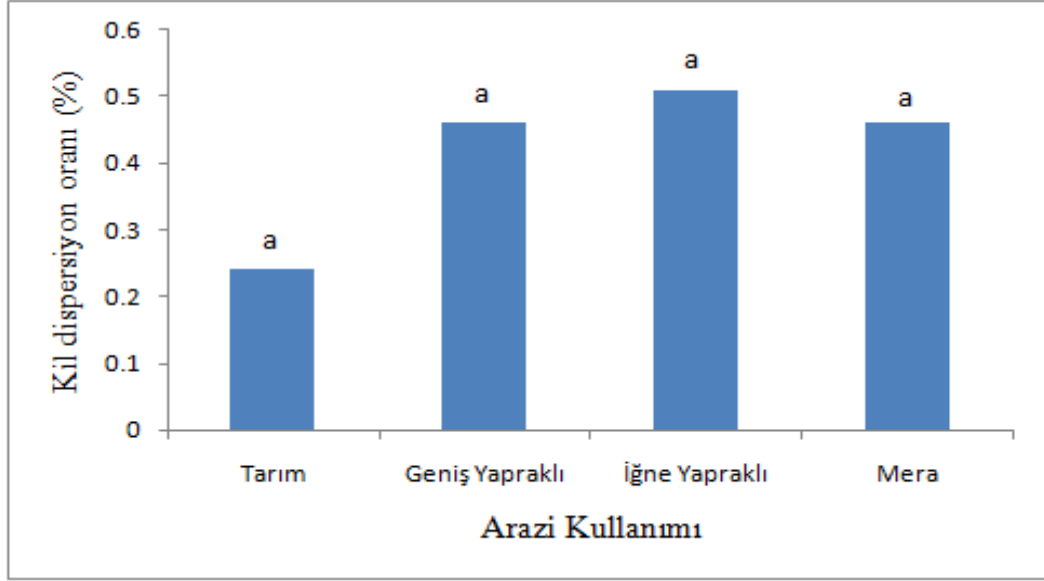


Şekil 3.10. Dispersiyon oranının arazi kullanım şekillerine göre değişimi

3.1.10. Kil Dispersiyon Oranı

Araştırma alanı topraklarının kil dispersiyon oranı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 0.24, % 0.46, % 0.51, % 0.46'dır.

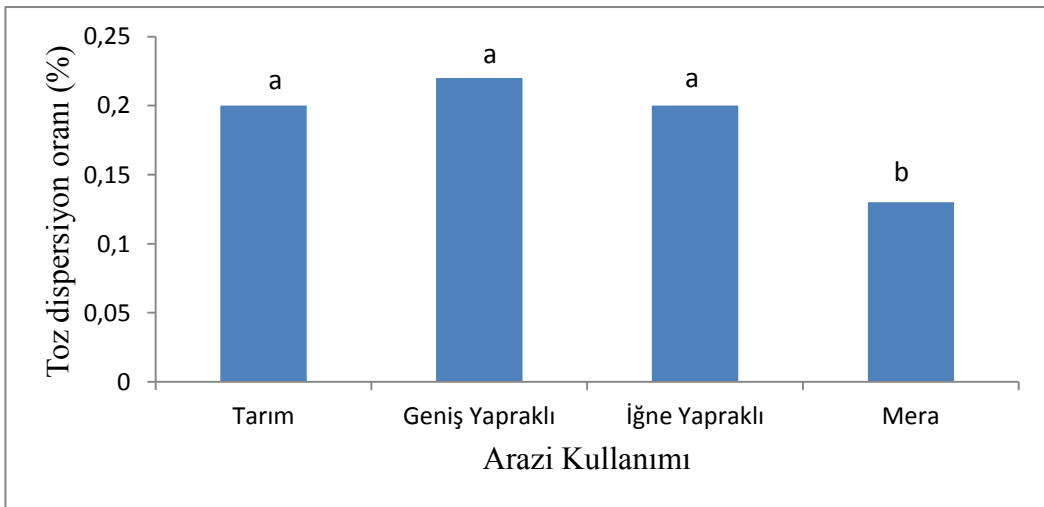
Varyans analizi sonuçlarına göre dispersiyon oranı ortalamaları arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark görülmemiştir.



Şekil 3.11. Kil dispersiyon oranının arazi kullanım şekillerine göre değişimi

3.1.11. Toz Dispersiyon Oranı

Araştırma alanı topraklarının toz dispersiyon oranı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 0.20, % 0.22, % 0.20, % 0.13'tür. Tablo 3.1.'de verildiği gibi tarım, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında toz dispersiyon oranı ortalamaları yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken mera topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.

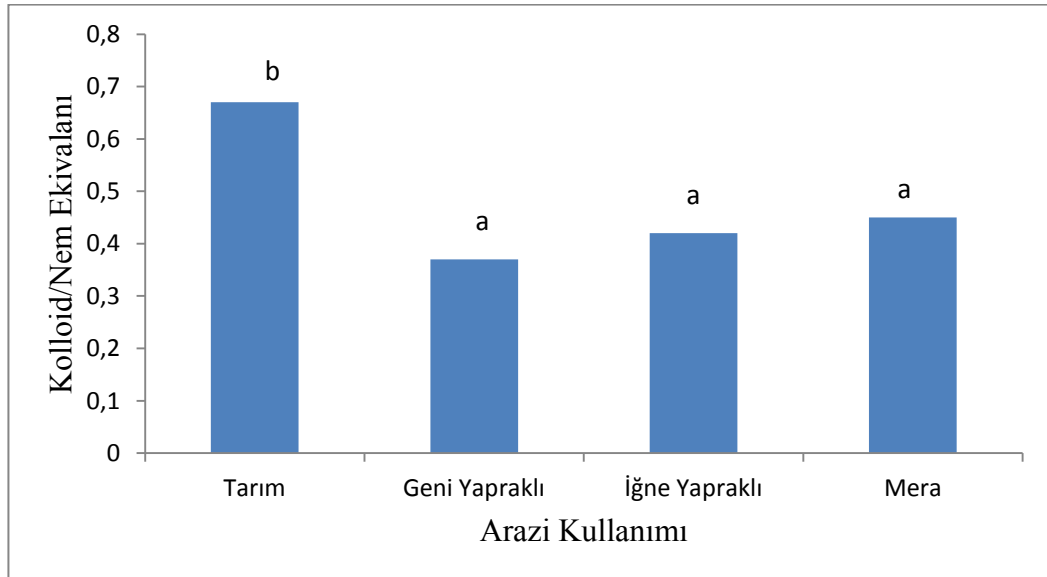


Şekil 3.12. Toz dispersiyon oranının arazi kullanım şekillerine göre değişimi

Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre toz dispersiyon oranı değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: % 0.08, max.: % 0.37 ve ort.: % 0.20, geniş yapraklı orman topraklarında min.: % 0.04, max.: % 0.54 ve ort.: % 0.22, iğne yapraklı orman topraklarında min.: % 0.05, max.: % 0.57 ve ort.: % 0.20, mera topraklarında ise min.: % 0.02, max.: % 0.37 ve ort.: % 0.13 olarak gözlenmektedir. Arazi kullanım şekillerine göre toz dispersiyon oranı değerlerinin ortalaması en yüksek (% 0.22) geniş yapraklı orman topraklarında, en düşük (% 5.41) mera topraklarında olduğu gözlenmektedir.

3.1.12. Kolloid/Nem Ekiyalanı Oranı

Araştırma alanı topraklarının kolloid/nem ekiyalanı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla 0.67, 0.37, 0.42, 0.45'tir. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında kolloid/nem ekiyalanı ortalamaları düşük düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir.



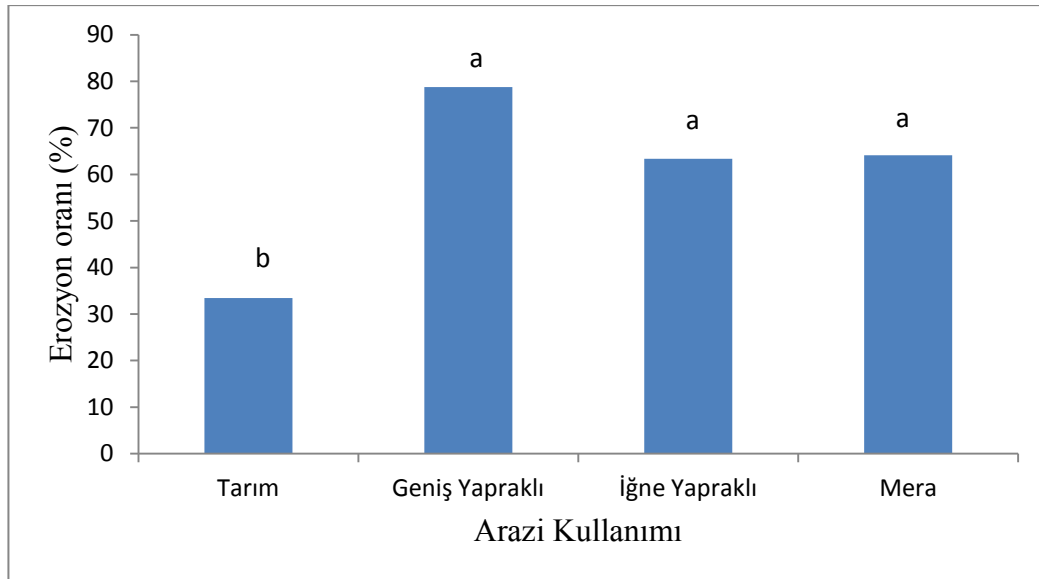
Şekil 3.13. Kolloid/nem ekiyalanı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi

Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre kolloid/nem ekiyalanı değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde,

tarım topraklarında min.: 0.42, max.: 1.05 ve ort.: 0.67, geniş yapraklı orman topraklarında min.: 0.04, max.: 0.82 ve ort.: 0.37, iğne yapraklı orman topraklarında min.: 0.20, max.: 0.72 ve ort.: 0.42, mera topraklarında ise min.: 0.15, max.: 0.88 ve ort.: 0.45 olarak gözlenmektedir. Arazi kullanım şekillerine göre kolloid/nem ekivalanı değerlerinin ortalaması en yüksek (0.67) tarım topraklarında, en düşük (0.37) geniş yapraklı orman topraklarında olduğu gözlenmektedir.

3.1.13. Erozyon Oranı

Araştırma alanı topraklarının erozyon oranı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 33.47, % 78.76, % 63.36, % 64.10'dur. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında erozyon oranı ortalamaları yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.



Şekil 3.14. Erozyon oranı değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi

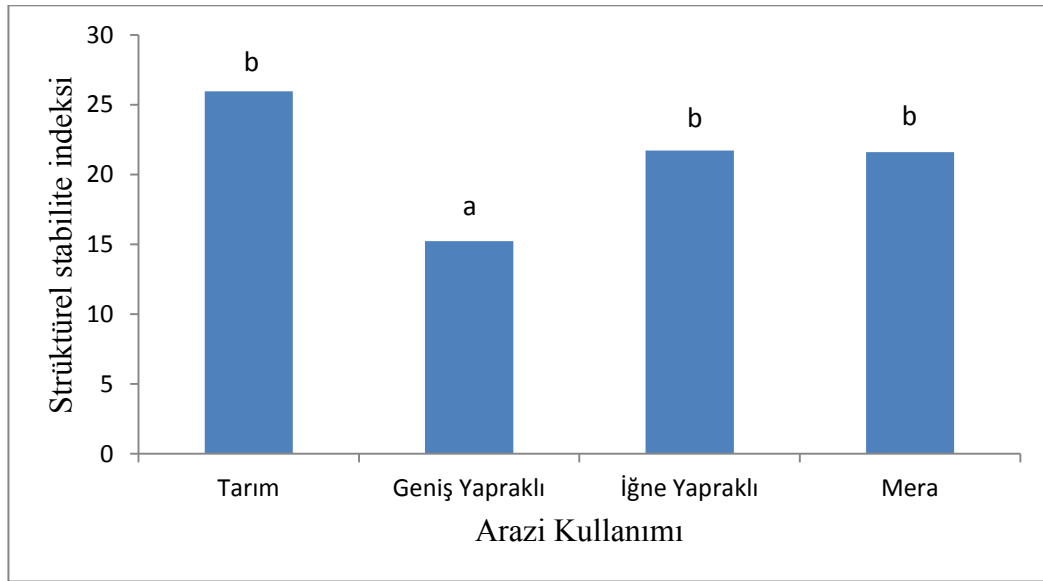
Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre erozyon oranı değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: % 13.13, max.: % 66.86 ve ort.: % 33.47, geniş yapraklı orman topraklarında min.: % 11.65, max.: % 248.93 ve ort.: % 78.76, iğne yapraklı orman

topraklarında min.: % 12.44, max.: % 198.47 ve ort.: % 63.36, mera topraklarında ise min.: % 8.0, max.: % 196.0 ve ort.: % 64.10 olarak gözlenmektedir.

Arazi kullanım şekillerine göre erozyon oranı değerlerinin ortalaması en yüksek (% 78.76) geniş yapraklı orman topraklarında, en düşük (% 33.47) tarım topraklarında olduğu gözlenmektedir.

3.1.14. Strüktürel Stabilite İndeksi

Araştırma alanı topraklarının strüktürel stabilite indeksi (SSI) ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla 25.96, 15.23, 21.71, 21.59'dur. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera, tarım ve iğne yapraklı orman topraklarında strüktürel stabilite indeksi ortalamaları yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken geniş yapraklı orman topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.



Şekil 3.15. Strüktürel stabilite indeksi değerlerinin arazi kullanım şekillerine göre değişimi

Araştırma alanı toprakları arazi kullanım şekillerine göre strüktürel stabilite indeksi değerlerinin minimum, maximum ve ortalama miktarları bakımından değerlendirildiğinde, tarım topraklarında min.: 16.23, max.: 46.91 ve ort.: 25.96, yapraklı orman topraklarında min.: 3.86, max.: 35.07 ve ort.: 15.23, iğne yapraklı orman topraklarında min.: 1.67,

max.: 49.12 ve ort.: 21.71, mera topraklarında ise min.: 1.19, max.: 42.50 ve ort.: 21.59 olarak gözlenmektedir.

Arazi kullanım şekillerine göre strüktürel stabilite indeksi değerlerinin ortalaması en yüksek (25.96) tarım topraklarında, en düşük (15.23) geniş yapraklı orman topraklarında olduğu gözlenmektedir.

Tablo 3.1. Toprakların arazi kullanım şekline göre Duncan testi sonuçları

Değişken	Arazi Kullanım Şekli			
	Tarım	Geniş Yapraklı	İğne Yapraklı	Mera
Toz+Kil (%)	32.50 <i>c</i>	19.65 <i>a</i>	26.66 <i>b</i>	26.13 <i>b</i>
Kil (%)	15.70 <i>c</i>	8.42 <i>a</i>	11.68 <i>b</i>	12.78 <i>b</i>
Tarla Kapasitesi(%)	23.88 <i>a</i>	27.81 <i>b</i>	32.25 <i>c</i>	30.88 <i>c</i>
Solma Noktası (%)	15.08 <i>a</i>	20.32 <i>b</i>	22.29 <i>b</i>	20.58 <i>b</i>
Faydalı Su Kapasitesi (%)	8.80 <i>ab</i>	7.48 <i>a</i>	9.96 <i>b</i>	10.30 <i>b</i>
Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	1.06 <i>b</i>	0.66 <i>a</i>	0.64 <i>a</i>	0.83 <i>a</i>
Tane Yoğunluğu (gr/cm ³)	2.22 <i>a</i>	2.20 <i>a</i>	2.15 <i>a</i>	2.33 <i>a</i>
Gözenek Hacmi (%)	50.17 <i>a</i>	71.90 <i>b</i>	66.26 <i>b</i>	63.54 <i>b</i>
Kil Dipersiyon Oranı (%)	0.24 <i>a</i>	0.46 <i>a</i>	0.51 <i>a</i>	0.46 <i>a</i>
Toz Dipersiyon Oranı (%)	0.20 <i>b</i>	0.22 <i>b</i>	0.20 <i>b</i>	0.13 <i>a</i>
Dipersiyon Oranı (%)	20.93 <i>a</i>	27.34 <i>a</i>	23.19 <i>a</i>	22.85 <i>a</i>
Erozyon Oranı (%)	33.47 <i>a</i>	78.76 <i>b</i>	63.36 <i>b</i>	64.10 <i>b</i>
Kolloid/Nem Ekvivalenti	0.67 <i>b</i>	0.37 <i>a</i>	0.42 <i>a</i>	0.45 <i>a</i>
Strüktürel Stabilite İndeksi	25.96 <i>b</i>	15.23 <i>a</i>	21.71 <i>b</i>	21.59 <i>b</i>
pH	5.91 <i>c</i>	4.33 <i>a</i>	5.14 <i>b</i>	5.34 <i>b</i>
Elektriksel İletkenlik (µs/cm)	155.35 <i>b</i>	110.15 <i>a</i>	83.66 <i>a</i>	99.66 <i>a</i>
Organik madde (%)	5.41 <i>a</i>	10.77 <i>b</i>	7.83 <i>a</i>	7.70 <i>a</i>

(Aynı satırdaki aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmazken farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiki olarak p< 0.05 düzeyinde önemli bir fark vardır)

3.2. Arazi Kullanım Sınıfları Değerlendirilmesi

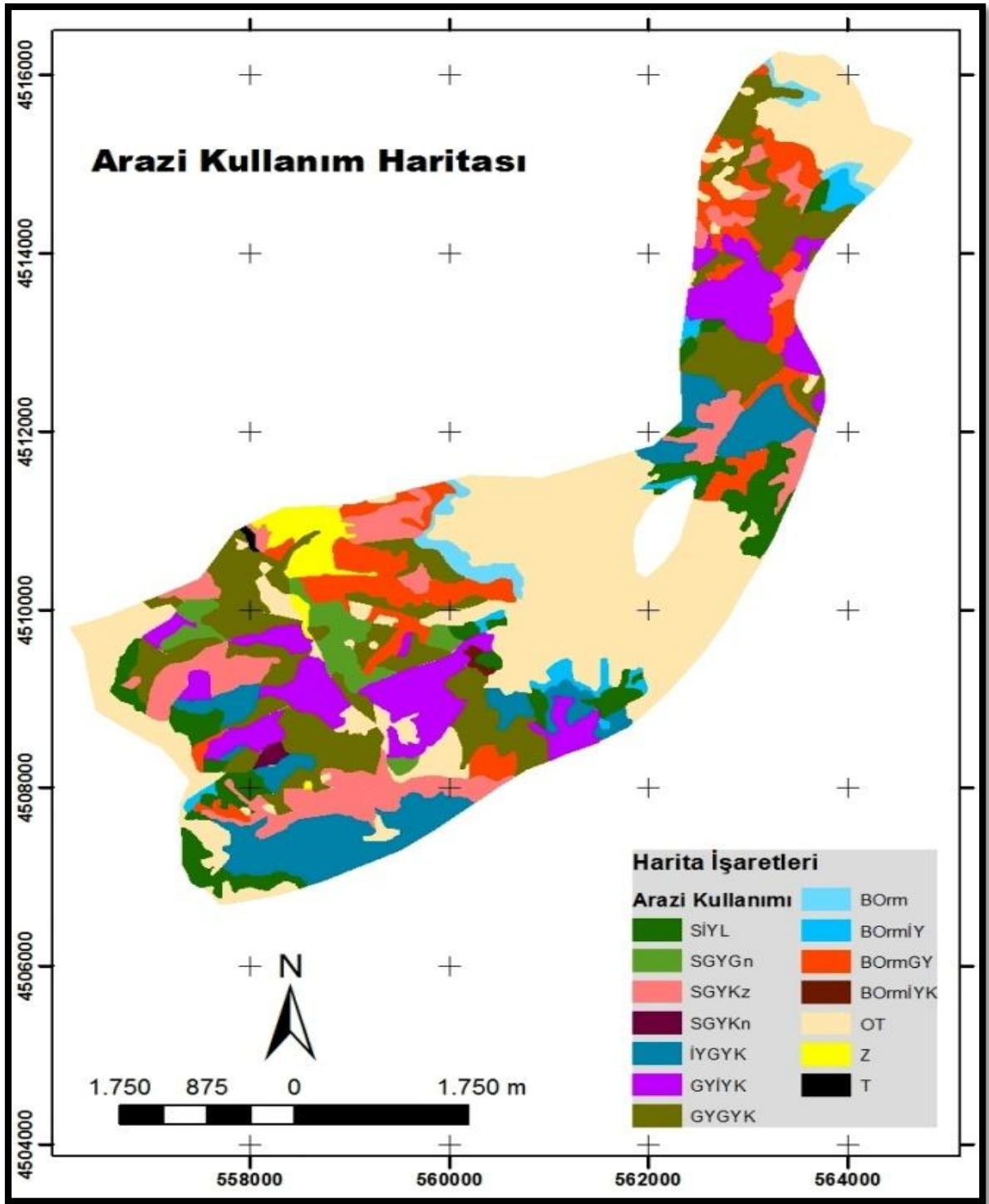
Orman alanlarıyla ilgili değişimi ortaya koyacak olursak. Tablo 3.2.'de verildiği gibi 1984 yılındaki toplam araştırma alanıyla 2010 yılındaki toplam alanda bir değişiklik olmamaktadır. Toplam araştırma alanı 2754.5 (ha) hektardır. 1984 yılındaki toplam alanımızın arazi kullanım sınıflarına göre dağılımı şu şekildedir. Araştırma alanının % 1.56'sı bozuk orman (BOrm), % 8.58'si geniş yapraklı bozuk orman (BOrmGY), % 0.15'i bozuk iğne yapraklı karışık orman (BOrmİYK) , % 1.66'sı geniş yapraklı karışık orman (GYGYK), % 9.73'ü geniş yapraklı ve iğne yapraklı karışık orman (GYİYK), % 9.39'u iğne yapraklı ve geniş yapraklı karışık orman (İYGYK), % 31.73'ü orman toprağı (OT), % 2.57'si geniş yapraklı saf gürgen ormanı (SGYGn), % 0.22'si geniş yapraklı saf kayın ormanı (SGYKn), % 9.35'i geniş yapraklı saf kızılalağaç ormanı (SGYKz), % 6.58'i iğne yapraklı saf ladin ormanı (SİYL), % 0.07'si taşlık alan (T) ve son olarak da % 1.93'ü ziraat alanlarından oluşmaktadır. 2013 yılına baktığımızda ise %30.58'i orman toprağı (OT), % 3.49'u ziraat sahası (Z), % 30.44'ü geniş yapraklı karışık orman (GYGYK), % 14.59'u geniş yapraklı ve iğne yapraklı karışık orman (GYİYK), % 15.07'si iğne yapraklı ve geniş yapraklı karışık orman (İYGYK), % 0.95'i geniş yapraklı saf kayın ormanı (SGYKn), % 3.75'i geniş yapraklı saf kızılalağaç ormanı (SGYKz), % 1.05'i iğne yapraklı saf ladin (SİYL), % 0.07'si taşlık (T) alandan oluşmaktadır. Ayrıca, Şekil 3.16. ve Şekil 3.17.'de arazi kullanım alanlarında renklendirme çalışmalarını yapılarak kullanım alanlarının zamana bağlı değişimleri verilmiştir.

Tablo 3.2. 1984 - 2010 yılları arasındaki arazi kullanımlarının zamansal olarak değişimi
(ha: Hektar)

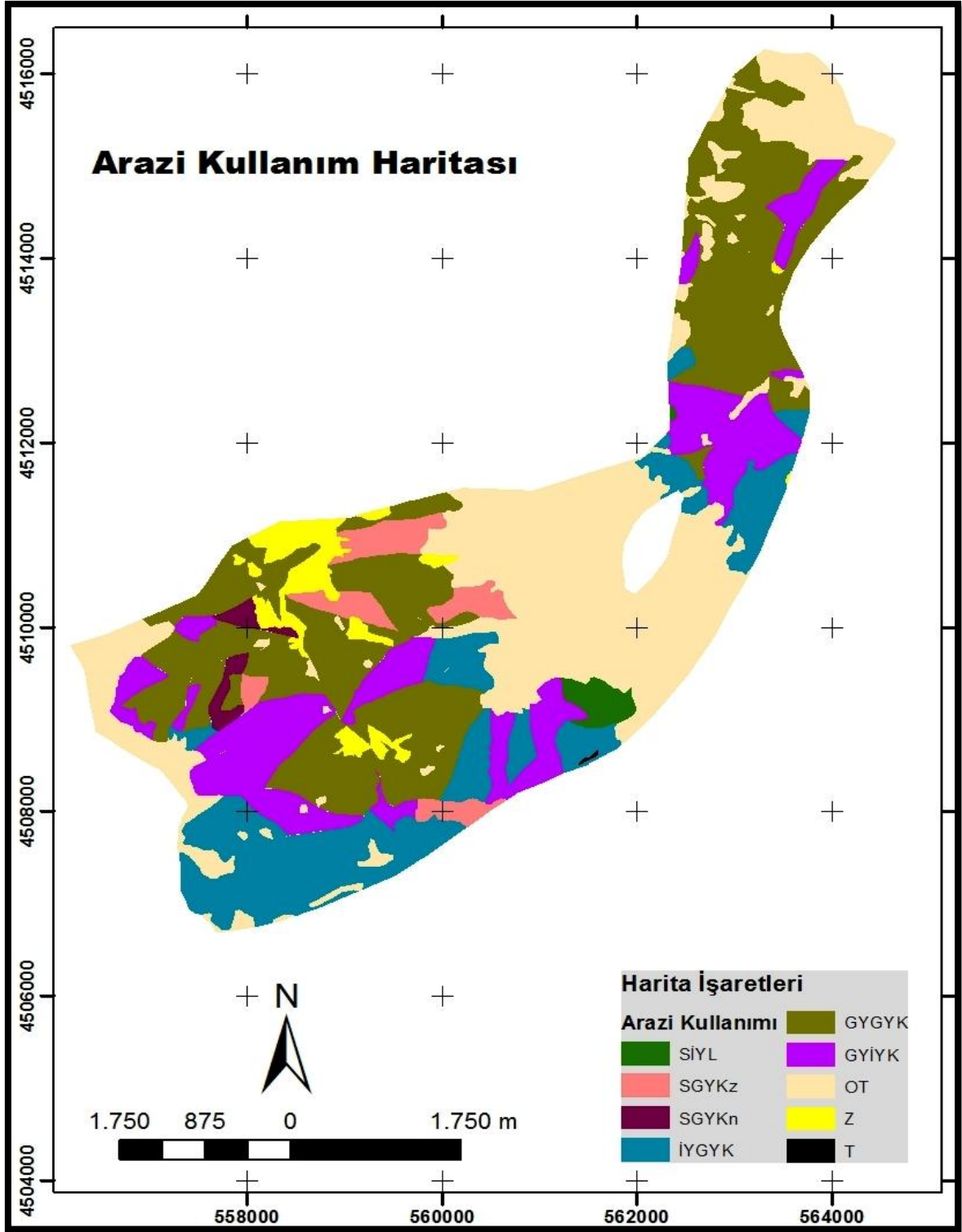
Arazi Kullanımı		2010 Yılı Arazi Kullanım Sınıfları									Genel Toplam
		GYGYK	GYİYK	İYGYK	OT	SGYKn	SGYKz	SiYL	T	Z	
1984 Yılı Arazi Kullanım Sınıfları	BOrm	17.8	3.1		8.3		10.6			3.1	42.9
	BOrmGY	121.8	34.4	23.3	13.3		36.6			7.0	236.3
	BOrmİY	7.3	12.9	7.9	7.8			6.1			42.1
	BOrmİYK	0.7		3.4							4.1
	GYGYK	312.3	78.2	36.6	8.6	11.4	5.4			4.1	456.6
	GYİYK	170.8	67.5	20.6	5.8	2.0				1.5	268.1
	İYGYK	8.2	93.3	142.9	7.9	4.8	0.5	0.9			258.6
	OT	39.8	3.8	17.5	768.4	2.4	0.3	11.4		30.5	874.0
	SGYGn	49.3	15.3	4.9	0.3		0.6			0.5	70.9
	SGYKn	2.1	4.0								6.0
	SGYKz	100.6	50.7	46.2	4.4	5.2	49.2			1.2	257.5
	SiYL	3.4	38.7	111.8	16.7			10.5			181.1
	T								2.0		2.0
	Z	4.5			0.7					47.9	53.1
Genel Toplam	838.5	401.8	415.2	842.3	25.9	103.2	28.9	2.0	96.0	2754.5	

(Yukarıdaki değerler hektar (ha) bazında verilmiştir)

(BOrm: Bozuk Orman, BOrmGY: Bozuk Geniş Yapraklı Orman, BOrmİY: Bozuk İğne Yapraklı Orman, BOrmİYK: Bozuk İğne Yapraklı Karışık Orman, GYGYK: Geniş Yapraklı Karışık Orman, GYİYK: Geniş Yapraklı İğne Yapraklı Karışık Orman, OT: Orman Toprağı, SGYGn: Saf Geniş Yapraklı Gürgen Ormanı, SGYKn: Saf Geniş Yapraklı Kayın Ormanı, SGYKz: Saf Geniş Yapraklı Kızılağaç Ormanı, T: Taşlık, Z: Ziraat Alanı)



Şekil 3.16. Esiroğlu orman işletme şefliği 1984 yılı arazi kullanım sınıfları haritası



Şekil 3.17. Esiroğlu orman işletme şefliği 2010 yılı arazi kullanım sınıfları haritası

4. TARTIŞMA

Bu başlık altında Trabzon-Galyan Atasu Barajı Havzasında kaçkar granitoyidi üzerindeki faklı arazi kullanımlarının zamansal değişiminin ve erozyon eğilimlerinin nasıl değişim gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır.

4.1. Toz + Kil ve Kil Oranlarına İlişkin Tartışma

Trabzon-Galyan Atasu Barajı Havzasında kaçkar granitoyidi üzerindeki faklı arazi kullanımlarının zamansal değişiminin ve erozyon eğilimlerinin belirlenmesi için tarım, mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman alanlarından toplam 40 profilden 137 adet toprak örneği alınmıştır. Bu toprakların ortalama % kil+toz ve % kil oranları belirlenmiştir.

Araştırma alanındaki toprakların toz + kil fraksiyon oranları arazi kullanım şekillerine göre; tarım, geniş yapraklı, iğne yapraklı ve mera alanı topraklarında ortalama olarak sırasıyla; % 32.50, % 19.65, % 26.66 ve % 26.13 değerleri arasında değişmektedir. Duncan testi ile karşılaştırıldığında ortalama toz+kil oranları, iğne yapraklı orman ve mera topraklarında birbirine yakın değerler gösterirken, geniş yapraklı orman topraklarda en düşük düzeyde, tarım topraklarında ise en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir.

Yukarıdaki verilerde anlaşılacağı üzere % kum oranı en fazla geniş yapraklı orman topraklarında, en az tarım topraklarında olduğu anlaşılmaktadır. Erol (2004) ve Bozali (2003) de yapmış oldukları çalışmada orman topraklarındaki kum miktarlarının diğer arazi kullanım şekli altındaki toprakların kum miktarlarından daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Korkanç (2003) yapmış olduğu çalışmada orman topraklarındaki kum miktarının açık alan topraklardaki kum miktarlarından daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Yapılan benzer çalışmalarda tersi durumlarda mevcuttur. Örneğin Türüdü (1981) ve Karagül (1994) yapmış oldukları çalışmada otlak alanındaki toprakların kum miktarı tarım ve orman alanı topraklarından daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma alanı topraklarının ortalama toz+kil miktarları erozyon eğilim indekslerinden dispersiyon oranı ($r = -0.558$, $p < 0.01$) ve erozyon oranı ($r = -0.727$, $p < 0.01$) ile negatif, kolloid/nem ekivalanı oranı ($r = 0.665$, $p < 0.01$) ile pozitif ilişki göstermektedir.

Araştırma alanındaki toprakların kil fraksiyon oranları arazi kullanım şekillerine göre; tarım, geniş yapraklı, iğne yapraklı ve mera alanı topraklarında ortalama olarak sırasıyla; %15.70, % 8.42, % 11.68 ve % 12.78 değerleri arasında değişmektedir. Duncan testi ile karşılaştırıldığında ortalama kil oranları iğne yapraklı orman ve mera topraklarında birbirine yakın değerler gösterirken, geniş yapraklı orman topraklarda en düşük düzeyde, tarım topraklarında ise en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir. Türüdü (1981)' de Değirmendere havzasında yapmış olduğu çalışmada tarım topraklarındaki kil oranının orman ve otlak alanlarındaki kil oranından önemli derecede fazla olduğunu tespit etmiştir. Erol (2004) ve Bozali (2003) yapmış oldukları çalışmada kil miktarının tarım topraklarında daha yüksek seviyelerde olduğunu belirlemişlerdir. Karagül (1994)' de yapmış olduğu çalışmada tarım topraklarındaki kil oranının orman ve otlak alanı topraklarından daha fazla olduğunu belirlemiş, ancak arazi kullanım şekilleri arasında kil oranı bakımından istatistiki anlamda önemli bir farklılığın olmadığını ifade etmiştir. Ayrıca Nkana ve Tonye (2003)'de çalışmalarında arazi kullanım şekillerinin kil miktarının değişimini önemli derecede etkilediğini ifade etmektedir. Yapılmış olan bu çalışmalarda tarım topraklarındaki kil miktarının yüksek olmasının en önemli nedeni olarak toprakların işlenmesi ve gübreleme olaylarının etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca tarım alanlarındaki eğimin orman alanlarına oranla daha düşük eğime sahip oldukları için yıkanma ve taşınma olayları daha az görülmekte ve bu durum kil miktarının tarım alanlarında daha fazla olduğu kanaatine varmamızı sağlamaktadır. Gabriels (1999) çalışmasında eğimin yüksek olduğu yerlerde kilin diğer toprak fonksiyonlarına göre daha fazla yıkanarak ortamdan uzaklaşacağını belirtmektedir. Kantarcı (2000) çalışmasında hayvan gübrelemesi yapılan tarım alanlarındaki kilin ortamdan daha güç yıkanacağını ifade etmektedir.

Araştırma alanı topraklarının kil miktarları ile dispersiyon oranı ($r = -0.620$, $p < 0.01$) ve erozyon oranı ($r = -0.797$, $p < 0.01$) arasında negatif, kolloid/nem ekivalanı ($r = 0.794$, $p < 0.01$) arasında ise pozitif bir ilişki bulunmuştur. Yılmaz (2007) benzer konuda yapmış olduğu çalışmada, kil miktarı ile dispersiyon oranı ve erozyon oranı arasında negatif, kolloid/nem ekivalanı arasında ise pozitif bir ilişki bulmuştur. Benzer çalışmada, Karagül (1994) kil miktarı ile dispersiyon oranı arasında istatistiki anlamda herhangi bir ilişki bulunmazken, erozyon oranı ile negatif, kolloid/nem ekivalanı arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirlemiştir.

4.2. Tarla Kapasitesi (Nem Ekivalanı), Solma Noktası ve Faydalı Su Kapasitesi Oranlarına İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının tarla kapasitesi (nem ekivalanı) ortalamaları; tarım, geniş yapraklı, iğne yapraklı ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 23.9, % 27.8, % 32.2, % 30.9' dur. Varyans analizi sonuçlarına göre tarla kapasitesi bakımından arazi kullanım şekilleri arasında önemli bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Duncan testine göre mera ve iğne yapraklı orman topraklarında tarla kapasitesi ortalamaları en yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.

Solma noktası ortalamaları; tarım, geniş yapraklı, iğne yapraklı ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 15.1, % 20.3, % 22.3, % 20.6' dir. Varyans analizi sonuçlarına göre solma noktası bakımından arazi kullanım şekilleri arasında önemli bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Duncan testine göre mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman topraklarında solma noktası ortalamaları en yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.

Faydalı su kapasitesi ortalamaları; tarım, geniş yapraklı, iğne yapraklı ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 8.8, % 7.5, % 10.0, % 10.3'tür. Varyans analizi sonuçlarına göre faydalı su kapasitesi bakımından arazi kullanım şekilleri arasında önemli bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Duncan testine göre tarım, mera ve iğne yapraklı orman topraklarında ortalama faydalı su kapasitesi en yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken geniş yapraklı orman topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.

Arazi kullanım şekillerine göre tarla kapasitesi ve solma noktası ortalamaları en düşük tarım topraklarında olup, en yüksek ortalama iğne yapraklı orman topraklarında elde edildi. Faydalı su kapasitesi ortalamaları karşılaştırıldığında en düşük ortalama geniş yapraklı orman topraklarında olup, en yüksek ortalama mera topraklarında olduğu belirlendi. Geçmiş yıllarda yapılmış olan çalışmalarda aksi durumlar söz konusudur. Örneğin Korkanç (2003) yapmış olduğu benzer çalışmada en yüksek tarla kapasitesi ve solma notası değerlerini tarım topraklarında bulmuş ve bu özelliklerin arazi kullanım şekilleri bakımından farklılık gösterdiğini ifade etmiştir.

Kantarıcı (2000), kil miktarı yüksek olan toprakların tarla kapasitelerinin ve solma noktalarının yüksek olabileceğini ifade etmiştir. Teepe vd., (2003) yapmış oldukları çalışmada solma noktasındaki değişimde tarım topraklarının kil içeriklerinin önemli bir role sahip olduğunu, tarım topraklarındaki solma noktası değerlerinin de buna bağlı olarak orman topraklarından daha yüksek olabileceğini belirtmişlerdir.

Tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinin yüksek çıkmasında hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu değerlerinin düşük olmasının etkili olduğu biliniyor. Karagül (1994), yüksek tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerini düşük hacim ağırlığı ve tane yoğunluğu değerlerinden kaynaklandığını ifade etmektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmada; Kantarcı (2000), Teepe vd., (2003)'de yapmış olduğu çalışmaların tersi sonuçları elde edilmiştir. Çalışmamızda, tarım topraklarındaki ortalama kil oranının mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarından daha fazla çıktığı fakat tarla kapasiteleri ve solma noktası ortalamaları en düşük tarım topraklarında olduğu belirlendi. Tablo 3.1.'de verildiği gibi araştırma alanı topraklarının tarla kapasitesi ve solma noktasındaki nem miktarları arazi kullanım şekline göre farklılık göstermektedir.

4.3. Hacim Ağırlığına İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının hacim ağırlığı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı, iğne yapraklı ve mera alanı topraklarında sırasıyla 1.07 gr/cm^3 , 0.66 gr/cm^3 , 0.64 gr/cm^3 , 0.83 gr/cm^3 'tür. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında hacim ağırlığı ortalamaları en düşük düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir. Williams vd., (2003), yapmış oldukları çalışmada geniş yapraklı orman alanları altındaki toprakların hacim ağırlığının (1.0 gr/cm^3) tarım alanlarındaki toprakların hacim ağırlığından (1.6 gr/cm^3) daha düşük olduğunu belirlemiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman alanlarındaki ortalama hacim ağırlığı tarım ve mera alanlarındaki ortalama hacim ağırlığından daha düşük değerlere sahiptir. Wienhold vd., (2001) çalışmalarında, otlama yapılan alanlarda çiğneme nedeniyle hacim ağırlığının artacağını ifade etmektedirler. Bu bilgilerden yola çıkarak hayvanların çiğnemesine maruz kalan açık alan topraklarında boşluk hacmi azalmakta ve hacim ağırlığının arttığı düşünülmektedir.

4.4. Tane Yoğunluğuna İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının tane yoğunluğu ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla 2.22 gr/cm^3 , 2.20 gr/cm^3 , 2.15 gr/cm^3 , 2.33 gr/cm^3 'tür.

Varyans analizi sonuçlarına göre tane yoğunluğu ortalamaları arasında istatistiki anlamda önemli bir fark görülmemiştir.

Arazi kullanım şekillerine göre tane yoğunluğu değerleri birbirine çok yakın bulunmuştur. Korkanç (2003) yapmış olduğu çalışmada arazi kullanma şekline göre araştırma alanı topraklarının tane yoğunluğunun istatistiki anlamda önemli olmadığını vurgulamıştır. Karagül (1994) ise çalışmasında tane yoğunluğu değerlerini tarım alanlarında daha yüksek bulmuş, orman ve otlak alanlarından daha farklı olduğunu ifade etmiştir.

4.5. Gözenek Hacmi Oranlarına İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının gözenek hacmi ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 50.2, % 71.9, % 66.3, % 63.5'tir. Varyans analizi ile karşılaştırıldığında arazi kullanım şekillerinin gözenek hacimleri üzerindeki etkisinin istatistiki anlamda önemli olduğu görülmüştür.

Arazi kullanım şekilleri bakımından farklılık olmakla beraber en yüksek gözenek hacmi geniş yapraklı orman topraklarında, en düşük gözenek hacmi tarım topraklarında bulunmuştur. Özhan (2004), toprakların gözenek hacmini organik madde miktarı, kum, toz, kil miktarları ve toprak strüktürünün tayin ettiğini ifade etmektedir. Topraklardaki organik maddenin fazlalığı gözenek hacimlerini artırdığı bilinmektedir. Bu çalışmada en yüksek organik madde miktarı geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında olduğu belirlendi. Ayrıca en yüksek gözenek hacmi geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında bulunmaktadır. Korkanç (2003) yapmış olduğu çalışmada toplam gözenek hacmi en fazla orman topraklarında sonra tarım topraklarında en az da açık alan topraklarında olduğunu ifade etmektedir. Bunun nedenini orman topraklarında organik madde ve kök oranı bakımından zengin olmasına bağlamaktadır. Diğer yönden açık alanlarda otlatma nedeniyle toprağa baskı uygulanmakta ve toprağın sıkışmasıyla iri gözenek oranı azalmaktadır.

Bunun sonucunda toplam boşluk oranının azalmasıyla gözenek hacminde azalma meydana gelebileceği düşünülmektedir. Gökbülak (2003) yapmış olduğu çalışmada otlak alanlarda düzensiz ve aşırı otlatma faaliyetlerinden dolayı meydana gelen sıkışma sonucunda toplam gözenek hacminin azaldığını ifade etmektedir.

Toprakların gözenek hacmi ile tarla kapasitesi, solma noktası, organik madde ve tane yoğunluğu arasında pozitif, hacim ağırlığı ve kolloid/nem ekivalanı arasında negatif korelasyonlar bulunmuştur (Ek Tablo 2).

4.6. Organik Madde Oranlarına İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının organik madde ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 5.41, % 10.77, % 7.83, % 7.70'dir. Varyans analizi ile karşılaştırıldığında arazi kullanım şekillerinin gözenek hacimleri üzerindeki etkisinin istatitiki anlamda önemli olduğu görülmüştür. Tablo 3.1.'de verildiği gibi geniş yapraklı orman topraklarında organik madde ortalamaları en yüksek düzeyde iken tarım topraklarında en düşük düzeyde olduğu.

Yılmaz (2005) yapmış olduğu çalışmada, Kayın ormanlık alanlarındaki toprakların organik madde miktarlarını % 7.67 olarak tespit etmiştir. Karagül (1994) çalışmasında en yükek organik madde miktarını otlak topraklarında (% 5.05), en düşük değeri ise tarım topraklarında (% 0.78) bulmuştur. Nkana ve Tonye (2003) yapmış oldukları çalışmada orman topraklarındaki organik karbon miktarını % 5.38 bulurken, tarım topraklarındaki organik karbon miktarını % 2.76 olarak belirlemişlerdir. Fullen vd., (2000) çalışmalarında açık alanlardaki organik maddenin (% 4.38), çıplak alanlardaki (% 2.04) organik madde miktarından fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

4.7. Toprak Reaksiyon (pH) Oranlarına İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının pH ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla 5.91, 4.33, 5.14, 5.34'tür. Varyans analizi ile karşılaştırıldığında arazi kullanım şekillerinin pH üzerindeki etkisinin istatitiki anlamda önemli olduğu görülmüştür. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera ve iğne yapraklı orman topraklarında pH ortalamaları birbirine yakın iken geniş yapraklı orman topraklarında en düşük düzeyde, tarım topraklarında en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir. Geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman alanlarındaki ortalama pH değerinin, tarım ve mera alanlarından daha düşük olmasının nedeni organik maddedir. Bunu, geniş yapraklı orman alanlarındaki aşırı yıkanmayla açıklamak mümkündür.

Kantarıcı (2000) çalışmasında ölü örtünün ayrışıp organik maddeye dönüşmesi sırasında oluşan organik asitler toprak tepkimesini düşürdüğünü ifade etmektedir.

4.8. Elektriksel İletkenlik (EC) Değerlerine İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının elektriksel iletkenlik (EC) ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla 155.35 $\mu\text{s/cm}$, 110.15 $\mu\text{s/cm}$, 83.66 $\mu\text{s/cm}$, 99.66 $\mu\text{s/cm}$ 'dir.

Varyans analizi sonuçlarına göre elektriksel iletkenlik bakımından arazi kullanım şekilleri arasında önemli bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera, geniş yapraklı orman ve iğne yapraklı orman topraklarında elektriksel iletkenlik ortalamaları düşük düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir. Tarım alanlarında EC miktarının diğer arazi kullanımlarına göre yüksek bulunmasını gübreleme faaliyetleri sonucu artan besin konsantrasyonunun arttırdığı düşünülmektedir. Özellikle, yörede fındık bahçelerinde verimi arttırmak amacıyla daha çok Kireçli Amonyum Nitrat ve NPK gübrelere kullanımı bunu desteklemektedir.

Araştırma alanı topraklarının ortalama elektriksel iletkenlik değerleri ile ortalama pH değerleri arasında pozitif ($r = 0.474$, $p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur (Ek Tablo 2).

4.9. Dispersiyon Oranlarına İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının dispersiyon oranı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 20.93, % 27.34, % 23.19, % 22.85'tir. Varyans analizi sonuçlarına göre dispersiyon oranı ortalamaları arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark görülmemiştir. Ancak, Tablo 3.1.'de verildiği gibi ortalama değer olarak geniş yapraklı orman topraklarındaki oran (% 27.34) diğer arazi kullanım şekillerine göre daha yüksek çıkmıştır.

Araştırma kapsamında farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların tamamının dispersiyon oranı sınır değeri olan 15'ten büyük olduğu için erozyona duyarlıdır. Karagül (1994), Ulu (1998), Erol (2004), Korkanç (2003) ve Bozali (2003) yapmış oldukları çalışmalarda orman topraklarının dispersiyon oranı sınır değerinin 15'ten büyük olduğunu belirlemişlerdir. Genel bir kanı olarak orman örtüsünün erozyonu

engellediği bilinmektedir. Usta (2002), orman topraklarının erozyona dayanıklı olduğunu belirleyen çalışmaların mevcut olduğunu ifade etmiştir.

Araştırma alanında ortalama olarak erozyona en dayanıklı toprakların tarım toprakları olduğu gözükmektedir. Korkanç (2003) çalışmasında, açık alan topraklarının dispersiyon oranı bakımından en dayanıklı topraklar olduğunu ifade etmektedir.

4.10. Kil ve Toz Dispersiyon Oranlarına İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının kil dispersiyon oranı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 0.24, % 0.46, % 0.51, % 0.46'dır. Tablo 3.1.'de verildiği gibi varyans analizi sonuçlarına göre dispersiyon oranı ortalamaları arasında istatistiki anlamda önemli bir fark görülmemiştir.

Araştırma alanı topraklarının toz dispersiyon oranı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 0.20, % 0.22, % 0.20, % 0.13'tür.

Tablo 3.1. de verildiği gibi tarım, yapraklı ve ibreli orman topraklarında toz dispersiyon oranı ortalamaları yüksek düzeyde ve birbirine yakın iken mera topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.

Balcı (1996), Karagül (1994), Karagül (1998) ve Özhan (2004), dispersiyon oranı agregatlaşmış kil+toz miktarının saf suda çalkalandığı zaman ayrılıp ayrılmama durumuna göre değer aldığını ve bu agregatlaşmış kil+toz ne kadar stabil ise yani saf suda dispersleşmiyorsa toprakların erozyona daha dayanıklı olduğunu ifade etmektedirler. Yapmış olduğumuz çalışmada; geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında organik madde miktarının fazla olması ve stabil strükture sahip oldukları halde dispersiyon oranının tarım ve mera alanından daha fazla çıkması ilginç bir durum oluşturmaktadır. Yılmaz (2007)'da yapmış olduğu çalışmada benzer sonuçları elde etmiştir.

4.11. Kolloid/Nem Ekiyalanı Oranlarına İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının kolloid/nem ekiyalanı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman , iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla 0.67, 0.37, 0.42, 0.45'tir. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman

topraklarında kolloid/nem ekivalanı ortalamaları düşük düzeyde ve birbirine yakın iken tarım topraklarında en yüksek düzeyde olduğu gözlenmektedir.

Kolloid/nem ekivalanı oranı bakımından toprakların sınır değeri olan 1.5'ten küçük değerler almakta ve erozyona duyarlı olduğu görülmektedir. Balcı (1996) ve Özhan (2004), kolloid/nem ekivalanı oranı, aynı toprağın mekanik analizde bulunan kil miktarının nem ekivalanına (tarla kapasitesi) bölünmesiyle elde edildiğini ifade etmektedirler. Araştırma alanında tarım topraklarındaki ortalama kil oranı, mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman alanlarındaki topraklardan daha yüksek değerlere sahiptir. Dolayısıyla tarım topraklarında kolloid/ nem ekivalanı oranı yüksek bulunmuştur.

Yılmaz (2007)'da yapmış olduğu çalışmada benzer sonuçları elde etmiştir. Karagül (1994) ve Karagül (1998)'de benzer çalışmalarında kolloid/nem ekivalanı oranlarını en yüksek tarım topraklarında olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman toprakları diğer iki arazi kullanım şekillerine göre kolloid/nem ekivalanı indeksi bakımından erozyona daha duyarlı olduğu gözlenmiştir. Yılmaz (2007)'da yapmış olduğu çalışmada benzer sonuçları elde etmiştir. Korkanç (2003) ve Bozali (2003), orman topraklarının erozyona daha duyarlı bulunduğu araştırmaların mevcut olduğunu ifade etmektedirler.

4.12. Erozyon Oranlarına İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının erozyon oranı ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla % 33.47, % 78.76, % 63.36, % 64.10'dur. Varyans analizi sonuçlarına göre erozyon oranları arasında istatistiksel anlamda bir fark olduğu gözlenmiştir. Tablo 3.1.'de verildiği gibi mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman topraklarında erozyon oranı ortalamaları yüksek düzeyde iken tarım topraklarında en düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir.

Balcı (1996) ve Özhan (2004), toprakların erozyon oranları dispersiyon oranının kolloid/nem ekivalanına bölünmesiyle hesaplanacağını ifade etmişlerdir. En yüksek erozyon oranı dispersiyon oranında olduğu gibi geniş yapraklı orman topraklarında bulunmuş olup bütün arazi kullanım şekillerinde sınır değeri olan 10'dan daha yüksek çıkmıştır. Bu çalışmada erozyon indeksine göre araştırma alanı toprakları erozyona duyarlıdır. Yılmaz (2007)'da yapmış olduğu çalışmada benzer sonuçları elde etmiştir. Karagül (1994) ve Korkanç (2003), bazı çalışmalarda toprakların erozyon oranları otlak

topraklarında yüksek olduğunu ifade etmektedirler. Bozali (2003) ve Karagül (1998), bazı çalışmalarda toprakların erozyon oranları orman topraklarında daha yüksek olduğunu ifade etmektedirler.

Sonuç olarak; araştırma alanındaki tarım, mera, geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman alanlarındaki topraklar erozyon eğilim indeksine göre erozyona duyarlı olduğu gözlemlendi. Orman topraklarının, tarım ve mera alanlarındaki topraklara oranla erozyona daha dayanıklı olması beklenirken bunun tam tersi bir sonuç elde edildi. Bu sonuç çelişki olarak algılanmamalıdır.

Bunu nedeni; orman alanlarının çoğunda toprakların su ile temas halinde kolay dispersleşebilen killerin olabileceği düşünülebilir. Ayrıca, çalışma alanındaki toprakların kum oranlarının % 65-75 arasında olmasının bir etkisi olduğu düşünülmektedir.

4.13. Strüktürel Stabilite İndekslerine İlişkin Tartışma

Araştırma alanı topraklarının strüktürel stabilite indeksi (SSI) ortalamaları; tarım, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman ve mera alanı topraklarında sırasıyla 25.96, 15.23, 21.71, 21.59'dur. Arazi kullanım şekillerine göre strüktürel stabilite indeksi değerlerinin ortalaması en yüksek (25.96) tarım topraklarında, en düşük (15.23) geniş yapraklı orman topraklarında olduğu gözlenmektedir. Agregatlaşma arttığı zaman strüktürel stabilite indeksinin arttığı ve toprağın bağlılığı yada kümeleşmesi üzerinde kil'in önemli bir role sahip olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı kil oranının fazla olması strüktürel stabilite indeksini artıracığı düşünülmektedir.

4.14. Arazi Kullanımının Zamana Bağlı Değişimine İlişkin Tartışma

Arazi kullanım sınıflarının değişimlerine tüm alan bazında bakacak olursak genel olarak orman alanlarımızda bir artış görülmektedir. 1984 yılında orman alanlarımızı % 11.81'i bozuk orman niteliğinde olup, 2010 yılında yapılan amenajman planına göre bozuk orman alanı bulunmaktadır. Bu alanlar GYGK, GYİK, İYGK, OT, SGKz, SİYL ve Z alanına dönüştüğü gözlenmiştir. Bu durumu nüfusun azalması sonucu ormana olan baskının azalmasına bağlayabiliriz.

5. SONUÇLAR

Trabzon-Maçka Galyan Vadisi Atası Barajı yağış havzasında yapılan bu araştırmada havzadaki toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik toprak özelliklerinin farklı arazi kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre farklılık gösterip göstermediği ve zamansal değişiminin nasıl olduğu varyans analiz sonucu ile belirlenmeye çalışılmıştır. Arazi kullanım şekillerinden hangilerinin birbirinden farklı veya birbirleriyle aynı olduğunu belirlemek için Duncan testi yöntemine göre çoğul değişim aralığı analizi yapılmıştır. Ayrıca, toprak özellikleri arasındaki ilişkiler korelasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Araştırma alanında her bir arazi kullanım alanlarından 10'ar adet toprak profili açılmış ve toplamda 137 adet toprak örneği alınmıştır. Bu örnekler üzerinde 17 adet toprak özelliği araştırılmıştır.

Laboratuvar çalışmaları ve yapılan istatistiki incelemelerde şu sonuçlar elde edilmiştir.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama % toz+kil oranları en yüksek tarım topraklarında, en düşük geniş yapraklı orman topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında % toz+kil oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre % toz+kil oranları arasında 3 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama % kil oranları en yüksek tarım topraklarında, en düşük geniş yapraklı orman topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında % kil oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre % kil oranları arasında 3 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama tarla kapasitesi oranları en yüksek mera topraklarında, en düşük tarım topraklarında olduğu belirlendi.

Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında tarla kapasitesi oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar

tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre tarla kapasitesi oranları arasında 3 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama solma noktası oranları en yüksek iğne yapraklı orman topraklarında, en düşük tarım topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında solma noktası oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre solma noktası oranları arasında 2 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama faydalı su kapasitesi oranları en yüksek mera topraklarında, en düşük geniş yapraklı orman topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında faydalı su kapasitesi oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre faydalı su kapasitesi oranları arasında 2 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama hacim ağırlığı oranları en yüksek tarım topraklarında, en düşük iğne yapraklı orman topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında hacim ağırlığı oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre hacim ağırlığı oranları arasında 2 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama tane yoğunluğu oranları en yüksek mera topraklarında, en düşük iğne yapraklı orman topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında tane yoğunluğu oranları arasında istatistiki anlamda bir farklılıklar tespit edilmemiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre tane yoğunluğu oranları arasında farklı homojen grup oluşmamıştır. Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre tane yoğunluğu ile gözenek hacmi arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur (Ek Tablo 2).

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama gözenek hacmi oranları en yüksek geniş yapraklı orman topraklarında, en düşük tarım topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında gözenek hacmi oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre gözenek hacmi oranları arasında 2 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama organik madde oranları en yüksek yapraklı orman topraklarında, en düşük tarım topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında organik madde oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre organik madde oranları arasında 2 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama pH oranları en yüksek tarım topraklarında, en düşük yapraklı orman topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında pH oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre pH oranları arasında 3 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama elektriksel iletkenlik oranları en yüksek tarım topraklarında, en düşük iğne yapraklı orman topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında elektriksel iletkenlik oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre elektriksel iletkenlik oranları arasında 2 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama dispersiyon oranı en yüksek geniş yapraklı orman topraklarında, en düşük tarım topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında dispersiyon oranları arasında istatistiki anlamda bir farklılıklar tespit edilmemiştir ($p<0.05$).

Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre dispersiyon oranları arasında farklı homojen grup oluşmamıştır.

Önemli bir erozyon eğilim indeksi olan dispersiyon oranı yapılan korelasyon analizinde araştırma alanı topraklarında toz+kil, kil, pH, kolloid/nem ekivalanı ve strüktürel stabilite indeksi arasında negatif, kil dispersiyon oranı, toz dispersiyon oranı ve erozyon oranı arasında pozitif anlamlı ve önemli ilişkiler bulunmuştur (Ek Tablo 2).

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama kil dispersiyon oranı en yüksek iğne yapraklı orman topraklarında, en düşük tarım topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında kil dispersiyon oranları arasında istatistiki anlamda bir farklılıklar tespit edilmemiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre kil dispersiyon oranları arasında farklı homojen grup oluşmamıştır.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama toz dispersiyon oranı en yüksek geniş yapraklı orman topraklarında, en düşük mera topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında toz dispersiyon oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre toz dispersiyon oranları arasında 2 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama kolloid/nem ekivalanı oranı en yüksek tarım topraklarında, en düşük geniş yapraklı orman topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında kolloid/nem ekivalanı oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre kolloid/nem ekivalanı oranları arasında 2 homojen grup oluşmuştur.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama erozyon oranı en yüksek geniş yapraklı orman topraklarında, en düşük tarım topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında erozyon oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre erozyon oranları arasında 2 homojen grup

oluşmuştur. Arazi kullanım şekli ve anakaya, havza topraklarının özelliklerini önemli derecede etkilemektedir. Erozyon eğilim indekslerinin tümünde topraklar sınır değerlerinin üzerinde bulundu ve bu durum havza topraklarının erozyona duyarlı olduğunu belirtmektedir.

Araştırma alanı kullanım şekillerine (tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman) göre ortalama strüktürel stabilite indeksi oranı en yüksek tarım topraklarında, en düşük geniş yapraklı orman topraklarında olduğu belirlendi. Varyans analizi sonuçlarına göre; tarım, mera, iğne yapraklı ve geniş yapraklı orman alanı topraklarında strüktürel stabilite indeksi oranları arasında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Yapılan duncan testi sonuçlarına göre; farklı arazi kullanım şekillerine göre strüktürel stabilite indeksi oranları arasında 2 homojen grup oluşmuştur. Yapılan korelasyon analizinde strüktürel stabilite indeksi ile toz+kil, kil, pH ve kolloid/nem ekivalanı arasında pozitif, organik madde, dispersiyon oranı, kil dispersiyon oranı, toz dispersiyon oranı ve erozyon oranı arasında negatif yönde anlamlı ve önemli bir ilişki bulunmuştur (Ek Tablo 2).

6. ÖNERİLER

Galyan-Atasu Baraj havzasında, yüksek kesimlerdeki mera alanlarında uygulanan aşırı, düzensiz ve kontrolsüz otlatmalar nedeniyle ve yıllarca havza etrafındaki ormanların tahrip edilmesi sonucu bitki örtüsü son derece zayıflamış, verim kapasiteleri düşmüş ve normal kapalılığını kaybetmiştir. Bu durum alanın yapısı itibariyle erozyon eğilimi çok yüksek olan havza topraklarının aşınmasına ve taşınmasına yol açmakta, aynı zamanda havzanın üretim gücünü hızla tüketmekte ve geleceğini tehdit etmektedir. Ayrıca, jeomorfolojik yapı itibariyle alanın büyük bölümü dik eğimli ve dağlık arazi niteliğinde olmakla beraber aşırı baskıdan dolayı şiddetli derecede erozyon hüküm sürmektedir. Bu alanlarda kısa sürede erozyon kontrol çalışmaları başlatılarak toprak kayıpları önlenmelidir.

Araştırma alanında disperiyon oranı ve erozyon oranı en yüksek yapraklı ve ibreli orman topraklarında bulunmuştur. Bu yüzden ormanlara yapılacak olan müdahalelerde çok dikkatli olunmalıdır.

Erozyon riski yüksek olan yerlerde ıslah sekileri, canlı ve cansız örme çitler, kuru duvar eşikler, rotasyon, malçlama, tesviye eğrilerine paralel sürüm, teraslama ve o yörenin iklim koşullarına uygun ağaçlandırma çalışmaları yapılabilir. Ağaçlandırma çalışmaları yapılırken kullanılacak bitki türünün o havza için ekolojik, sosyo-ekonomik ve kültürel özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır.

Araştırma alanındaki toprakların erodibilite karakteristiklerinin belirlenmesiyle, havzada yaşayan halkın sosyo-ekonomik durumları ve özellikle havzada uygulanacak olan en uygun arazi kullanım şekli belirlenmelidir.

İşlemeli tarım alanları denetim altına alınmalıdır. Bilimsel olarak I., II. ve III. sınıf araziler tarım alanı olarak kullanılır. VI. ve VII sınıf arazilerde tarım faaliyetleri yerine orman bitki örtüsüne ait faaliyetler yapılmalıdır.

Yanlış arazi kullanımı yapılan yerlerdeki sorunlar belirlenip çözümlenmelidir. Havzadaki mera ve orman alanlarına olan baskıyı azaltmak gerekir. Bu alanların yöre halkı tarafından tarım alanına dönüştürülmesini engellemek amacıyla arazi kadastrounun yapılması ve mülkiyet sorununun ortadan kaldırılması gerekir.

Havzada tarım yapılan alanların çoğunluğunu fındık arazileri oluşturmaktadır. Bunun yanında havzada yaşayan halkın sosyo-ekonomik bakımdan kalkındırılması için

alternatif geçim kaynakları (arıcılık, tavukçuluk, ahır hayvancılığı, balıkçılık v.b) sunulurken hem ekonomik yönden desteklemek hemde topraklara ve ormanlara olan aşırı baskıyı ortadan kaldırmak gerekir.

Havzada bulunan akarsulardan ve eğimli yan derelerden orman ve mera alanları korunmalı, yatak tabanlarında ve kıyılarında ıslah çalışmaları yapılarak yağış sonrası oluşabilecek toprak akmaları engellenebilir. Havzada dere yatakları yakınına inşa edilen yerleşim yerlerinde gerekli tedbirler alınmalıdır. Geçmiş yıllarda dere yatağının çevresinde yapılmış olan yerleşim yerlerinde heyelanlar sonucu birçok can kaybının meydana geldiği bilinmektedir.

Araştırma alanı barajın su toplama havzasında yer almaktadır. Galyan-Atasu Baraj havzasında, barajın rezervuar alanı dolmuş olup, barajdan Trabzon merkeze su vermeye başlanmıştır. Barajda bulunan su Trabzon'un yaklaşık 50 yıllık su ihtiyacını karşılayacağı düşünülmektedir. Ancak baraja yakın Çatak yöresinde yoğun yerleşim alanlarından halen dere sularına evsel atıkların atıldığı bilinmektedir. Bundan dolayı, evsel atıkların kontrolü ve deşarjı için mutlaka kanalizasyon sisteminin yerine getirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, evsel atıklar, baraj havzasının dışına verilerek içme suyunun kalitesi artırılabilir ve insan sağlığını da tehdit etmemiş olur.

Galyan-Atasu Baraj havzasında bulunan toprakların korunmaması halinde, erozyona hassas olan topraklar taşınarak barajın su depolama kapasitesini azaltacaktır. Buna bağlı olarak barajın ömrü kısalmaktadır. Bu durumun büyük sorunlara yol açacağı düşünülmektedir. Havzadaki sorunların giderilmesi için gerekli bilimsel, tekniksel, idari, yasal ve sosyo-ekonomik tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Sürdürülebilir havza yönetiminde, yöre halkının katılımını sağlayacak projeler geliştirilmelidir. Ayrıca yöre halkının, desteği ve önerileri dikkate alınarak uygulamalar yapılmalı, sorunlar çözülmeli ve verilen kararlarda halkın da söz sahibi olması sağlanmalıdır.

7. KAYNAKÇA

- Anonim, 1969. Türkiye’ de Tabii ve Beşeri Kaynakların İllere Göre Dağılımı, İmar ve İskân Bakanlığı Planlama ve İmar Genel Müdürlüğü Bölge Planlama Dairesi Yayını, Ankara.
- Anşin, R., 1983. türkiye'nin flora bölgeleri ve bu bölgelerde yayılan asal vejetasyon Tipleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 2, 318-339.
- ArdeL, A., Kurter, A. ve Dönmez, Y., 1969. Klimatoloji Tatbikatı, İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü, Yayın No: 40, İstanbul.
- Arp, P.A., 1999. Soils for Plant Growth Field and Laboratory Manual, Faculty of Forestry and Environmental Management, University of New Brunswick.
- Atalay, İ., 1980. Türkiye ve Dünyanın Ana Akarsularında Taşınan Yüzer Haldeki Sediment Miktarları, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt: 26, No: 52, Ankara.
- Aydemir, H., 1973. Bolu Massif’inde Araziden Faydalanma Biçimlerinde Yüzeysel Akışla Su Kaybı ve Toprak Taşınması Üzerine Araştırmalar, Ormanlık Araştırma Enst. Yay., Teknik Bülten Serisi, No: 54, Ankara.
- Aydemir, H., 1973. Yüzeysel Akışla Su Kaybı ve Toprak Erozyonunun Ulusal Ekonomiye Etkisi, TÜBİTAK IV. Bilim Kongresi, 5-8 Kasım 1973, Ankara, 1-10.
- Balcı, A. N., 1973. İç Anadolu’da Anamateryal ve Bakı Faktörlerinin Erodibilite İle İlgili Toprak Özellikleri üzerindeki Etkileri, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No. 195, İstanbul.
- Balcı, A.N. ve Özyuvacı, N., 1973. Variation in Erodibility of Soils as Related to Parent Material, Slope Exposure, Land Use and Sampling Depth In Two Different Regions of Turkey, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No: 195, İstanbul.
- Balcı, A.N., 1969. İç Anadolu’da Jeolojik Yapı, Topoğrafik Durum (Bakı) ve Toprak Derinliği Faktörlerinin Erodibilite Üzerindeki Etkileri, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No: 195, İstanbul.
- Balcı, A.N., 1971. Erodibility Characteristics of Some Forest Soils Developed under The Influence of And and Humid Climatic Conditions, İ.Ü.O.F Yayınları, İ.Ü.. Yayın No: 2402, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B, 21, 1, 48-58.
- Balcı, A.N., 1974. Özyuvacı, N., Türkiye’ nin Farklı İki Rejyonunda Yer Alan Topraklarda Erozyon Eğiliminin Anamateryal, Bakı, Arazi Kullanım Şekli ve Örneklem Derinliğine Bağlı Olarak Değişimi, İ.Ü.O.F Dergisi, Seri: A, 24, 2, İstanbul.
- Balcı, A.N., 1978. Erodibility Characteristics of Some Forest Soils Developed under The Influence of Arid and Humid Climatic Conditions, İ.O.F Yayınları, İ.Ü.,Yayın No:2402, İ.O.F Yayın No:248, İstanbul.

- Balcı, A.N., 1996. Toprak Koruması Ders Notları, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No:439, İstanbul.
- Balcı, A.N., 1996. Toprak Koruması. İ.Ü. Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı., Ders Kitabı, Üniversite Yayın No: 3947, Orman Fak. Yayın No: 439, Isbn: 9754044236, İstanbul.
- Bozali, N., 2003. Kahramanmaraş Sır Barajı Derin Dere Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri ile Erozyon Eğilimleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, A.İ.B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Bruand, A. and TESSIER, D., 2000. Water Retention Properties of the Clay in Soils Developed on Clayey Sediments: Significance of Parent Material and Soil History, European Journal of Soil Science, Volume 51, pp: 679-688.
- Chiacek, L.J. and SWAN, J.B., 1994. Effects of Erosion on Soil Chemical Properties in the North Central Region of The United States, Journal of Soil and Water Conservation, 49, 3, 259-26
- Çelik, İ., 2004. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey, Soil&Tillage Research 83 (2005) 270-277.
- Çepel, N., 1988. Orman Ekolojisi, İ.Ü., Orman Fak. Yayınları Yayın No: 399, Üçüncü Baskı, İstanbul.
- DMİGM, 2005. Trabzon Meteoroloji İstasyonu Verileri.
- Doğan, O., 1985. Tokat Yöresinin Yağış Erozyon İndisi (R) ve Önemli Büyük Gruplarının Aşınım Duyarlılık (K) ile Toprak Koruma Önlemleri (P) Parametrelerinin Yapay Yağış Koşullarında Saptanması, Köy Hizmetleri Gn. Md. Ankara Araştırma Enst. Müd. Teknik Yayın No: 37, Ankara.
- Dryness, C.T., 1966. Erodibility and Erosion Potential of Forest Watersheds, International Symposium on Forest Hydrology, Pergamon Press, Oxford 8 New York.
- Erinç, S., 1965. Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis, İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Yayın No:41, İstanbul.
- Erinç, S., 1984. Klimatoloji ve Metodları, 3. Baskı, İ.Ü. Yayınları, No: 3278, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 2, Sayfa: 139, İstanbul.
- Erinç, S., 1996. Klimatoloji ve Metodları, 4. Baskı, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Erol, A., 2004. Gümüşhane İli Köse Deresi Yağış Havzasında Toprak Oluşumunu Etkileyen Faktörlerin Hidro-Fiziksel Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Forney, W., Richards, L., Adams, K.D., Minor, T.B., Rowe, T.G., Smith, J.L. and Raumann, C.G., 2001. Land Use Change and Effects on Water Quality and Ecosystem Health in the Lake Tahoe Basin, Nevada and California, U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey, Open-File Report 01-418, USA.

- Forney, W., Richards, L., Adams, K.D., Minor, T.B., Rowe, T.G., Smith, J.L. and Raumann, C.G., 2002. Land Use Change and Effects on Water Quality and Ecosystem Health in the Lake Tahoe Basin, Nevada and California: Year-1 Progress, U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey, Open-File Report 02-014, USA.
- Fullen, B., Chan, L., Ma, K., Zhou, H. and Wang, J., 2000. The Relationships Between Land Use and Soil Conditions in the Hilly Area of the Loess Plateau in Northern Shaanxi, CHINA, Catena, Volume 39, Issue 1, PP: 69-78.
- Gabriels, D., 1999. The Effect of Slope Length on the Amount and Size Distribution of Eroded Silt Loam Soils: Short Slope Laboratory Experiments on Interill Erosion, Geomorphology, Volume 28, pp:169-172.
- Gökbulak, F., 1998. Hayvan Çiğnenmesinin Toprağın Hidro-Fiziksel Özellikleri Üzerindeki Etkileri, Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 48, sayı 2, İstanbul.
- Gökbulak, F., 2003. Otlaklarda Hayvanların Geçiş Yaptığı Aşırı Derecede Çiğnenmiş Güzergahlarda Bazı Fiziksel Toprak Özelliklerinin Değişimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 53, Sayı 1, Sayfa 39-46.
- Gül, A., 1997. Erozyon ve Arazi Kullanım Sorunları. Ağaçkakan Ekoloji Dergisi, Sayı:31, Yıl: 1997 Sayfa:61-64, İzmir.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İ.Ü. Yayınları Yayın No: 1970, Orman Fakültesi Yayın No: 201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul.
- Gültekin, F., Ersoy, A.F. ve Ersoy, H., 2003. Değirmendere Havzası'nın (Trabzon) Hidrolojisi, DMİGM, 1. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, 22 - 26 Eylül 2003, Gümüşdör-İzmir.
- Imeson, A.C. and VYS, M., 1984. Seasonal Variations in Soil Erodibility Under Different Land Use Types In Luxemburg, Journal of Soil Sciences, Vol 35, 323-33 1, Netherlands.
- Irmak, A., 1974. Arazide ve Laboratuvarda Toprağın Araştırılması Metodları, İ.Ü. Yayınlarından, Yayın No: 599, Orman Fakültesi Yayın No: 27, İstanbul.
- Islam, K.R. and Weil, R.R., 2000. Land Use Effects on Soil Quality in a Tropical Forest Ecosystem of Banglades, Agricultural Ecosystem& Environment, 79 (1) 9-16.
- Jayawardhana, P.M. and Gregory, J.E., 1990. Development of Remote Sensing and Gully Erosion Hazard Areas in Based Models for Predicting Landslide and Gully Erosion Areas in Australia, Proc. Of the International Symposium on Remote Sensing of Environment, Publ. By Env. Reserach Isnt. Of Michigan Ann Arbor., Mi, USA. 325-334.
- Jha, M.N. and RATHORE, R.K., 1981. Erodibility of Soil in Shifting Cultivation Areas of Tripura and Orissa, Indian Forestry, Volume 5, pp. 310-313.

- Kalay, H.Z., Köse, S., Altun, L. ve Karagül, R., 1990. Trabzon 20 Haziran Sel Felaketinin Nedenleri, Sonuçları ve Alınması Gerekli Önlemler, Trabzon ve Yöresi 20 Haziran 1990 Sel Felaketi Sempozyumu, 22-24 Kasım 1990, K.T.Ü. Trabzon, Bildiriler Kitabı, 299-319.
- Kansu, E., Süzen, M.L. ve Türkmenoğlu, 1996. A Preliminary Study on Derivation of Erosion Susceptibility Index Around Çamlıdere Dam Site (NW Ankara) by Intergrating Remote Sensing and GIS, Land Degradation Sempodium, 15-17 Haziran 1996, Adana, Bildiriler Özet Kitabı, 100.
- Kantarıcı, M.D., 1972. Belgrad Ormanında Toprak ve Orman Yetiştirme Muhiti Birimlerinin Haritalanması Esasları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri : A, Cilt : XXII, Sayı : 1, 123-214.
- Kantarıcı, M.D., 1983. Türkiye'de Arazi Yetenek Sınıfları ile Arazi Kullanımının Bölgesel Durumu, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No. 350, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 1987. Toprak ilmi, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlmi, İ.Ü. Yayınları Yayın No:4621, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 462, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 2005. Türkiye'nin Yetiştirme Ortamı Bölgesel Sınıflandırması ve Bu Birimlerdeki Orman Varlığı ile Devamlılığının Önemi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Isbn: 975-404-752-9, 52. İstanbul.
- Karagül, R., 1994. Trabzon-Söğütüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanma Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ile Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karagül, R., 1998. Kaynaşlı Havzasında Arazi Kullanım Durumu ve Bazı Toprak Özelliklerinin Araştırılması, A.İ.B.Ü. Araştırma Fonu Projesi, Proje Kod No: 96.05.02.17, Düzce/Bolu.
- Korkanç, S.Y., 2003. Bartın Yöresinde Arazi Kullanım Sorunları ve Çözüm Önerileri (İskalan Deresi Yağış Havzası Örneği), Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Köse, S. ve Başkent, E.Z., 1993. Coğrafi Bilgi Sisteminin Ormancılığımızdaki Yeri, 1. Ormancılık Şurası, 1-4 Kasım 1993, Ankara, Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları, Cilt 111, 195-204.
- Kwong Fai A., 1995. Erosion Assesment of Large Watersheds in Taiwan, Journal of Soil and Water Conservation, 50, 2, 180-183.
- Lumbanraja, J., Syam, T., Hishide, H., Mahi, A.K., Utomo, M., Sarno and Kimura, M., 1988. Deterioration of Soil Fertility by Land Use Changes in South Sumatra, Indonesia; from 1970-1990, Hydrological Processes, 12 (13/14) 2003-2013.
- Lutzh, J.H. and Chandler, F.R., 1947. Forest Soils, John Wiley and Sons Inc., New York,

- Meyer, M.D. and Harmon, W.C., 1984. Suspectibility of Agricultural Soils to Ynterrill Erosion, Soil Scince Society of America Journal., 48, 5, 1152-1156.
- Nkana, J.C.V. and Tonye, J., 2003. Assesment of Certain Soil Properties Related to Different Land-Use Systems in Kaya Watershed of Humid Forest Zone of Cameroon, Land Degradation&Development, Volume 14, pp: 57-67.
- 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 Enst., Trabzon.
- Okatan, A., 1987. Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri ile Vejetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar, Tarım Orman Köyişleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayın No: 664, Seri No: 62, Ankara.
- Okatan, A., 1995. Bahar Yarıyılı Seminerleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi, No: 49, Trabzon.
- Okatan, A., 1996. Doğu Karadeniz Bölgesinde Toprak Erozyonu Oluşumunda Etkili Olan Etmenler ve İrdelenmesi, K.T.Ü. Orman Fak., Bahar Yarıyılı Seminerleri Seminer Serisi No:2, Trabzon.
- Okatan, A., Reis, M. ve Yüksel, A., 1999. An Investigation On Erodibility Properties of Soils Which Developed On Different Parent Materials In K.Maraş Ayvalı Dam Kızıldere Creek Watershed, 10th International Soil Conservation Organization Conference, West Lafayette, Indiana.
- Özel, M.E., Doğan, O., Yıldırım, H., Küçükçakar, N. ve Ernst, F., 1996. Erosion mapping of Dalaman Basin (Türkiye): A Pilot Study of a Nationwide Database on Erosion, Land Degradation Sempodium, 15-17 Haziran 1996, Adana, Bildiriler Özet Kitabı, 76.
- Özhan, S., 1977. Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzasında Ölü Örtünün Hidrolojik Bakımdan Önemli Özelliklerinin Bazı Yöresel Etmenlere Göre Değişimi, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın NO: 2330, O.F. Yayın No: 235, İstanbul.
- Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınlan, Yayın No: 481, İstanbul.
- Öztan , Y., 1980b. Meryemana Deresi Havzasında Değişik Bakılardaki Orman ve Mera Arazileri Topraklarının Erozyon Eğilimi (Erodobility) Değerindeki Farklılıkların Araştırılması, K.T.Ü. Orman Fak. Derg., 3.2, 185-213, Trabzon.
- Öztan, Y., 1974. Doğu Karadeniz ve Doğu Karadeniz Ardı Bölümlerinde (Değirmendere ve Harşit Çayı Havzaları) Arazi Sınıflaması ile İlgili Bazı Havza Özelliklerinin Saptanması ve Karşılaştırılması, Trabzon.
- Öztan, Y., 1980a. Meryemana Deresi Havzasındaki Mera ve Orman Arazisinde Otlatmanın Değişik Etmenlerle İlişkili Olarak Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 3-1, 74-104, Trabzon.

- 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 Yayınları, Yayın No: 221, İstanbul.
- Özyuvacı, N., 1978. Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi. İ.Ü.O.F Yayınları, İ.Ü.Yayın No:2328, İ.Ü.Orm. Fak. Yayın No:233, İstanbul.
- Rai, S.C. and Sharma, E., 1998. Comparative Assesment of Runoff Characteristics Under Different Land Use Patterns within a Himalayan Watershed Hydrological Processes 12 (13/14) 2235-2248.
- Taysun A., Çanga, M.R. Uysal, H. ve Erpul, G., 1995. Toprak erozyonu ve koruma önlemleri, T.M.M.O.B. Ziraat Müh. Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi , T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No:26, sayfa 267-278, Ankara.
- Taysun, A., 1986. Gediz Havzasında Rendzina Tarım Topraklarında Yapay Yağmurlayıcı Yardımıyla Taşlar, Bitki Artıkları ve Polyvinil Alkolün (PVA) Toprak Özellikleri ile Birlikte Erozyona Etkileri Üzerinde Araştırmalar, Ege Üniv. Ziraat Fak., Yay No: 474, İzmir.
- Teepe, R., Dilling, H. and Beese, F., 2003. Estimating Water Retention Curves of Forest Soils From Soil Texture and Bulk Density, Journal of Plant Nutr. Soil Science, volume 166, pp: 111-119.
- Thorntwaite, C.W. and Hare, F.K., 1955. Climatic Classification in Forestry, Mnasylya 9, New York, 50-59.
- Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Şahinkaya Orman İşletme Şefliği, Orman Amenajman Planı (2002-2011), Münferit Planlama.
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, 2000 ve 2010 Nüfus Verileri.
- Türüdü, Ö.A. ve Akalan, Y., 1979. Orman Degradasyonu ve Açmaların Toprak Özelliklerinde Neden Olduğu Değişmeler, Çevre Sorunları-Vejetasyon ilişkileri Sempozyumu, İ.Ü. Orman Fak., TÜBİTAK Yayınları No: 453, TOAG Seri No: 89, İstanbul.
- Türüdü, Ö.A., 1981. Trabzon İli Hamsiköyü Yöresindeki Yüksek Arazide Aynı Bakıda Bulunan Ladin Ormanı, Kayın Ormanı, Çayır ve Mısır Tarlası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması, K.T.Ü. Orman Fak. Yay. No: 13, Trabzon.
- Ulu, F., 1998. Trabzon Uzungöl-Haldızın Deresi Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri ile Erozyon Eğilimleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Uslu, S. ve Ark., 1985. Erozyon-Mera, T.C. Başbakanlık, V. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, D.P.T. Yayın No: 2006, O.İ.K: 310. Ankara.

- Uslu, S., 1970. Toprak Erozyonuna Tesir Eden Faktörler ve Bunun Türkiye'deki Durumu, Ormanlık Araştırma Enst. Der., Cilt 16, Sayı 1, Ankara.
- Uslu, S., 1971. Muhtelif Arazi Kullanma Şekillerinin Yüzeysel Akış ve Erozyon Üzerine Tesiri, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No: 167, İstanbul.
- Usta, A., 2013. Galyan Yöresi – Atasu Barajı Havzasında Arazi Kullanımının Toprak ve Su Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması, Orman Genel Müdürlüğü Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Sayfa No: 18, Trabzon.
- Usta, A., 2002. 6831 Sayılı Orman Kanununun 2/B Maddesiyle Orman Sınırı Dışına Çıkarılan Yerlerin Kimi Ekolojik Özelliklerine Göre İrdelenmesi (Ordu-Ünye), Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Willen, D.W., 1965. Surface Soil Textural and Potential Erodibility Characteristics of Some Southern Sierra Nevada Forest Sites, Proc. Sci. Soc. America, 29, 2, 213-218.
- Wischarn, T. and Kasem, C., 1973. An Estimation of Soil Erodibility from Clay Content, Organic Matter, Bulk Density, and Gravel of Hill- Evergreen Forest (in Thailand), Kog-Ma Watershed Research Bulletin, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Thailand, 13, 40pp.
- Wienhold, B.J., Henrickson and Karn, J.F., 2001. Pasture Management Influences on Soil Properties in the Northern Great Plains, Journal of Soil and Water Conservation, Volume 56, Number 1, pp: 27-31.
- Williams, A.G., Ternan, J.L., Fitzjohn, C., Alba, S. and Perez-Gonzalez, A., 2003 Soil Moisture Variability and Land Use in a Temperate-Humid Environment, Land Degradation&Development, Volume 12, pp: 477-484.
- Yılmaz, E., 2006. Çamlıdere Barajı Havzasında Erozyon Problemi ve Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Sayfa No: 6, Ankara.
- Yılmaz, F., 2007. Erfelek Barajı Yağış Havzasında (Sinop) Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, A.İ.B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa No: 32. Bolu.
- Yılmaz, M., 2005. Doğu Karadeniz Bölümü Saf Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Kimi Ortam Etmenlerinin Kayının Gelişimine (Verimliliğine) Etkileri Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, 1. Baskı, Seçil Ofset, İstanbul.
- Yüksel, A., Akay, A.E., Reis, M. ve Gündoğan, R., 2007. Using The Wepp Model To Predict Sediment Yield In A Sample Watershed In Kahramanmaraş Region. International Congress on River Basin anagement (22-24 March), Antalya.
- Zohary, M., 1973. Geobotanical Foundations of The Middle East, Band 1.2, Gustave Fischer Verlag, Stuttgart, Swets and Zeitlinger, Amsterdam, 58.

