



**MİKROHAVZA ÖLÇEĞİNDE FARKLI
ARAZİ ÖRTÜSÜ VE KULLANIMLARINDA
ARAZİ TAHRİBATININ DEĞERLENDİRİLMESİ:
NARMAN ALABALIK MİKROHAVZASI ÖRNEĞİ**

Emre ÇOMAKLI

**Doktora Tezi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Toprak Bilimi Bilim Dalı
Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ
2019
Her Hakkı Saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

MİKROHAVZA ÖLÇEĞİNDE FARKLI ARAZİ ÖRTÜSÜ VE
KULLANIMLARINDA ARAZİ TAHRİBATININ
DEĞERLENDİRİLMESİ:
NARMAN ALABALIK MİKROHAVZASI ÖRNEĞİ

Emre ÇOMAKLI

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
Toprak Bilimi Bilim Dalı

ERZURUM
2019

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

MİKROHAVZA ÖLÇEĞİNDE FARKLI ARAZİ ÖRTÜSÜ VE
KULLANIMLARINDA ARAZİ TAHRİBATININ DEĞERLENDİRİLMESİ:
NARMAN ALABALIK MİKROHAVZASI ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ danışmanlığında Emre ÇOMAKLI tarafından hazırlanan bu çalışma, 09/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Toprak Bilimi Bilim Dalı'nda doktora tezi olarak **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Orhan DENGİZ

Üye: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Üye: Doç. Dr. Müdahir ÖZGÜL

Üye: Doç. Dr. M. Kerim GÜLLAP

Üye: Doç. Dr. Bülent TURGUT

İmza :

İmza :

İmza :

İmza :

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun 26/09/2019 tarih ve 38/63 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

MİKROHAVZA ÖLÇEĞİNDE FARKLI ARAZİ ÖRTÜSÜ VE KULLANIMLARINDA ARAZİ TAHRİBATININ DEĞERLENDİRİLMESİ: NARMAN ALABALIK MİKROHAVZASI ÖRNEĞİ

Emre ÇOMAKLI

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Toprak Bilimi Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Toprak bozulması, toprakların mevcut ve/veya gelecekteki faydalanma kapasitesini düşüren bir süreç olarak tanımlanmaktadır. 2014 yılı UNCCD raporuna göre; toprak bozulması dünyayı tehdit eden en önemli sorunlardan biri olarak, Dünya kara alanının %25'inde, 168 ülkede 1,5 milyar nüfusu doğrudan tehdit etmekte, her yıl 12 milyon hektar tarım arazi bozulmakta ve 5,2 milyon hektar orman arazisi ise yok olmaktadır. Bu çalışmada Alabalık Mikro havzasında farklı kullanım ve yönetim altındaki arazilerde toprak bozulması etki faktörünün alansal değişiminin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla; farklı jeomorfolojik birimler, ana materyaller, arazi kullanım ve yönetim şekilleri incelenmiştir. Toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik özellikleri ile erozyon eğilimlerini belirlemek için farklı arazi kullanım ve yönetim altındaki alanlar (tarım, orman ve mera) dikkate alınarak mikrohavzayı temsil eden 50 noktada toprak örnekleme yapılmış ve farklı arazi türlerine göre 6 noktada toprak profili açılmıştır. Ampirik Bayesian Krigleme yöntemi ile çalışma alanında örnekleme yapılamayan noktalar için tahmin yapılmıştır. Elde edilen tüm verilerin değerlendirilmesinde Türkiye Çölleşme Modeli çölleşme kriter ve göstergeleri kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda Alabalık mikro havzasının 1,58 indis değeri ile çölleşme bakımından yüksek risk sınıfı içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Havzada arazi kullanım değişikliklerinin çölleşme riskini artıran en önemli faktör olduğu belirlenmiştir.

2019, 157 sayfa

Anahtar Kelimeler: Toprak bozulması, Çölleşme, Arazi kullanım değişikliği, Türkiye çölleşme modeli, Alabalık mikrohavzası

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

ASSESSMENT OF LAND DEGRADATION IN AREAS UNDER DIFFERENT LAND COVER AND LAND USE AT MICROCATCHMENT SCALE: A CASE OF NARMAN ALABALIK MICROCATCHMENT

Emre ÇOMAKLI

Atatürk University
Graduate College of Science
Department of Soil Science and Plant Nutrition
Soil Science

Supervisor: Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Soil degradation is defined as a process that reduces the present and/or future utilization capacity of soils. According to the 2014 UNCCD report; as one of the most important threats to the World, soil degradation directly threatens about 25% of the World's land area and 1.5 billion inhabitants in 168 countries, on the other hand, 12 million hectares of agricultural land is degraded each year and 5.2 million hectares of forest land is destroyed. In this study, it was aimed to determine the spatial change of soil degradation impact factor in areas under different use and management in Alabalik Micro Basin. For this purpose; different geomorphological units, parent materials, land use and management patterns were examined. 50 soil samples were collected by taking into consideration the different physical land use and management areas (agriculture, forest and pasture) to determine some physical, chemical and hydrological characteristics and erosion tendencies of the soils within the watershed. In addition, 6 soil profiles on three different land use type were digged. The Empirical Bayesian Kriging method was used for interpolation. The desertification criteria and indicators of the Turkey Desertification Model were used in evaluating all the data obtained. It was obtained that Alabalik Micro Basin is in high-risk class in terms of desertification with an index value of 1.58. Land use changes in the basin were identified as the most important factor increasing the risk of desertification.

2019, 157 pages

Keywords: Soil degradation, Desertification, Land use change, Alabalik micro catchment

TEŞEKKÜR

“Mikrohavza Ölçeğinde Farklı Arazi Örtüsü ve Kullanımlarında Arazi Tahribatının Değerlendirilmesi: Narman Alabalık Mikrohavzası Örneği” konusunda yapılan bu çalışma; Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ’a çalışma esnasında değerli katkılar sunan Sayın Prof. Dr. Orhan DENGİZ’e, Sayın Doç. Dr. Müdahir ÖZGÜL’e, Sayın Doç. Dr. M. Kerim GÜLLAP’a ve Sayın Doç. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU YILDIZ’a teşekkürlerimi ve şükranları sunarım.

Arazi çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü ve Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nün değerli personellerine teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca her konuda sabırla yanımda olan, desteklerini esirgemeyen başta babam Sayın Prof. Dr. Binali ÇOMAKLI’ya, eşim Sayın Tuğba ÇOMAKLI’ya, oğlum Gökalp Eren’e, kızım Nehir Gökçe’ye ve tüm aileme sonsuz şükranlarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Emre ÇOMAKLI

Eylül, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Araştırma alanı genel özellikleri	20
3.1.2. İklim	23
3.1.3. Bitki örtüsü	24
3.1.4. Toprak özellikleri	25
3.1.5. Jeolojik yapı	26
3.1.6. Sosyoekonomik yapı	28
3.1.7. Bilgisayar yazılımı ve sayısal veritabanı.....	30
3.2. Yöntem	31
3.2.1. Arazi çalışmaları.....	31
3.2.2. Laboratuvar çalışmaları	32
3.2.2.a. Toprak tekstürü (Mekanik analiz)	32
3.2.2.b. Toprak reaksiyonu (pH)	32
3.2.2.c. Organik madde	32
3.2.2.d. Kireç	33
3.2.2.e. Elektriksel iletkenlik.....	33
3.2.2.f. Dağılım haritalarının oluşturulması	33
3.2.3. Değerlendirme yöntemleri.....	33
3.2.3.a. Temel havza karakteristiklerinin belirlenmesi	33
3.2.3.b. Türkiye Çölleşme Risk Modeli	37

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	48
4.1. Temel Havza Karakteristikleri	48
4.1.1. Arazi kullanım şekli	48
4.1.2. Havza alanı	50
4.1.3. Havza şekli	51
4.1.4. Havzanın bitkisel özellikleri.....	52
4.1.4.a. Tarım arazilerine ait bitki örtüsü özellikleri	53
4.1.4.b. Mera arazilerine ait bitki örtüsü özellikleri	54
4.1.4.c. Orman arazilerine ait bitki örtüsü özellikleri.....	60
4.1.4.d. Çıplak alanlar	61
4.1.5. Havzanın genel eğim dağılımı.....	62
4.1.6. Havzanın yükseklik ve bakı durumları.....	63
4.2. Arazi Kullanım Özellikleri ve Toprak Profil Karakteristiklerine İlişkin Bulgular.....	65
4.2.1. Havza topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	65
4.2.2. Tarım arazisinde açılan toprak profillerinin özellikleri.....	66
4.2.3. Mera arazisinde açılan toprak profillerinin özellikleri	70
4.2.4. Orman arazisinde açılan toprak profillerinin özellikleri	74
4.2.5. Toprakların fizyografik niteliklerine bağlı arazi kullanım durumları	78
4.2.5.a. Tarım arazileri	79
4.2.5.b. Mera arazileri	79
4.2.5.c. Orman arazileri	79
4.3. Modele İlişkili Bulgular	80
4.3.1. İklim kalitesi göstergelerinin değerlendirilmesi.....	80
4.3.2. Su kalitesi göstergelerinin değerlendirilmesi	81
4.3.3. Toprak göstergelerinin değerlendirilmesi	81
4.3.4. Arazi örtüsü ve Arazi kullanımı göstergelerinin değerlendirilmesi	88
4.3.5. Topoğrafya ve jeomorfoloji göstergelerinin değerlendirilmesi.....	89
4.3.6. Sosyoekonomi göstergelerinin değerlendirilmesi	89
4.3.7. Yönetim göstergelerinin değerlendirilmesi	89
4.3.8. Mikrohavzaya ait çölleşme indisi değerinin değerlendirilmesi.....	90
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	93

KAYNAKLAR	98
EKLER.....	107
EK 1.....	107
EK 2.....	132
EK 3.....	141
EK 4.....	155
EK 5.....	156
ÖZGEÇMİŞ	158



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
HIDS	Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi
MSS	Mera Sağlık Sınıfı
TÇM	Türkiye Çölleşme Modeli
TÇR	Türkiye Çölleşme Riski
TKGM	Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
TKO	Toprağı Kaplama Oranı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Alabalık mahallesinden bir görünüm.....	21
Şekil 3.2. Araştırma alanı konumu ve örnekleme noktaları.....	22
Şekil 3.3. Çalışma alanının toprak nem ve sıcaklık rejimine ait diyagramlar	23
Şekil 3.4. Alabalık mikrohavzası bitki örtüsünden genel bir görünüm	25
Şekil 3.5. Alabalık mikrohavzası anakaya yapısından bir görünüm.....	26
Şekil 3.6. Alabalık mikrohavzasına ait jeoloji haritası	27
Şekil 3.7. Alabalık mikrohavzasında yapılan hayvancılık faaliyetlerinden bir görünüm.....	29
Şekil 3.8. Alabalık mikrohavzasında yapılan tarım faaliyetlerinden bir görünüm	29
Şekil 3.9. Çalışma alanına ait 1:25.000 ölçekli topoğrafik harita (H47b1 ve H47b2) ve toprak örnek noktaları.....	30
Şekil 3.10. Türkiye çölleşme kriter, gösterge ve alt göstergelerinin birlikte gösterimi	39
Şekil 4.1. Çalışma alanına ait arazi kullanımı haritası.....	48
Şekil 4.2. Alabalık mikrohavzasının CORINE 2012 sınıflama sistemine göre arazi örtü tipleri	49
Şekil 4.3. Alabalık mikrohavzası tarım arazilerinden bir görünüm.....	54
Şekil 4.4. Alabalık mikrohavzası mera arazilerinden bir görünüm	57
Şekil 4.5. Alabalık mikrohavzası orman arazilerinden bir görünüm.....	60
Şekil 4.6. Alabalık mikrohavzası çıplak alanlardan bir görünüm.....	62
Şekil 4.7. Çalışma alanı genel eğim dağılım haritası.....	63
Şekil 4.8. Havzaya ait yükseklik sınıfları haritası.....	64
Şekil 4.9. Havzanın bakı haritası	64
Şekil 4.10. Toprak erozyon riski gösterge haritası	82
Şekil 4.11. Toprak derinliği gösterge haritası	83
Şekil 4.12. Organik madde gösterge haritası	84
Şekil 4.13. pH gösterge haritası	85
Şekil 4.14. Toprak tekstürü gösterge haritası.....	86
Şekil 4.15. Kireç içeriği gösterge haritası	87

Şekil 4.16. Toprak kriteri gösterge haritası.....	88
Şekil 4.17. Türkiye çölleşme risk haritası.....	91



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Erinç'in yağış etkenlik indisi ve iklim tipleri	24
Çizelge 3.2. De Martonne indeks değerleri ve iklim tipleri.....	24
Çizelge 3.3. Ulusal ve Uluslararası havza büyüklük sınıfları	35
Çizelge 3.4. Çölleşme kriterlerinin ağırlıkları	40
Çizelge 3.5. İklim göstergelerinin ağırlıkları	41
Çizelge 3.6. Su göstergelerinin ağırlıkları	42
Çizelge 3.7. Toprak göstergelerinin ağırlıkları	42
Çizelge 3.8. Arazi örtüsü ve arazi kullanım göstergelerinin ağırlıkları.....	43
Çizelge 3.9. Topoğrafya ve Jeomorfoloji göstergelerinin ağırlıkları.....	45
Çizelge 3.10. Sosyoekonomi göstergelerinin ağırlıkları.....	45
Çizelge 3.11. Yönetim göstergelerinin ağırlıkları.....	46
Çizelge 3.12. Çölleşme indisi sınıf aralıkları ve tanımlamaları.....	47
Çizelge 4.1. Alabalık Mikrohavzası arazi kullanım durumu ve oransal dağılımı	50
Çizelge 4.2. Araştırma alanında tespit edilen bitkiler.....	52
Çizelge 4.3. Mera kesimlerinde bulunan bitki türleri ve türlerin oransal dağılımları	54
Çizelge 4.4. Mera kesimlerinde bulunan azalıcı, çoğalıcı ve istilacı türler ve oransal dağılımları	57
Çizelge 4.5. Mikrohavza topraklarına ait bazı ortalama fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	66
Çizelge 4.6. Tarım arazisi 1 nolu profile ait bazı özellikler	67
Çizelge 4.7. Tarım arazisi 2 nolu profile ait bazı özellikler	69
Çizelge 4.8. Mera arazisi 1 nolu profile ait bazı özellikler	71
Çizelge 4.9. Mera arazisi 2 nolu profile ait bazı özellikler	73
Çizelge 4.10. Orman arazisi 1 nolu profile ait bazı özellikler	75
Çizelge 4.11. Orman arazisi 2 nolu profile ait bazı özellikler	77
Çizelge 4.12. Toprak göstergelerinin hesaplanan ağırlık değerleri	81
Çizelge 4.13. Kriterlere ait puanlamalar ve çölleşme indis değerleri	90

1. GİRİŞ

Arazi kaynakları, dünya genelinde tarım sektöründe olduğu gibi diğer sektörler içinde önemli üretim etmenini oluşturmaktadır. Binlerce yılda oluşabilen ve sınırlı bir doğal kaynak olan toprağın, oluşumunu hızlandırmanın ve miktarını artırmanın teknik yönden mümkün olmadığı düşünüldüğünde, toprak kaybına sebep olan faktörlerin belirlenerek kayıpların önlenmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Toprak; sınırlı ve yenilenemeyen bir doğal kaynaktır. Potansiyel faydalanılabilir arazilerin sınırlı oluşu insan nüfusu ve hayvan varlığının taleplerini sürekli karşılayamayacak durumdadır. Bu sebeple toprağın doğal yapısını tahrip etmeden en yüksek ürünü almak tek başına yeterli olmayıp; toprak erozyonunun önlenmesi, biyolojik aktivitenin hızlandırılması ve toprağın bozulan besin elementi dengesinin tekrar sağlanması suretiyle bozulan dengenin yeniden tesis edilmesi ile mümkün olabilir (Kılıç 2008).

Toprak biliminin gelişimi 150 yıl öncesine dayanmakla birlikte son 50 yıl içinde meydana gelen gelişmelerle toprak bilimi insanların yaşam kalitesine önemli katkılar sağlamış ve toprak kaynakları yönetiminin insan ihtiyaçlarını karşılamadaki önemi daha net ortaya çıkmıştır. Bu durum bilim insanlarının toprak kalitesi konusuna olan ilgilerini arttırarak bilim insanlarının; toprak kalitesi kavramının tanımı ve toprak kalitesinin ölçülmesinde kullanılacak güvenilir yolların araştırılmasına odaklanmalarını sağlamıştır. Toprak kalitesinin tanımlanması üzerine iki kavram bulunmaktadır. Birinci kavram, toprağın işlevlerine bağlı olarak kapasitesi, ikinci kavram ise, kullanıma uygunluğudur. Kapasite; iklim, topografya, bitki örtüsü ve ana materyalin de olduğu özelliklerin ortak bir fonksiyonudur. Kullanıma uygunluk ise, insanlar tarafından etkilenen dinamik bir kavram olup toprak kullanımı ve yönetimi ile ilişkilidir (Özulu vd 2006). Toprak kalitesi, bir toprağın bitki ve hayvansal üretkenliğini desteklemesi ve geliştirmesi, su ve hava kalitesini muhafaza etmesi veya arttırmasıdır. Toprak kalitesinin korunması ve desteklenmesi, ekosistemin sürdürülebilirliğini sağlamak için temel bir gerekliliktir (Delelegn *et al.* 2017).

Toprak; hava ve su gibi yerküreyi saran en önemli doğal kaynaklardan birisidir. Kara ekosisteminde yaşayan bütün canlılar, beslenme ihtiyaçlarını doğrudan veya dolaylı yollarla topraktan sağlayarak toprak içerisinde veya üzerinde yaşarlar. Canlıların yaşam süreçlerinin toprak varlığıyla ilişkili olması sebebiyle bu varlığın ekosistem içerisinde korunması ve sürdürülebilirliğinin akılcıl yönetim planlarının yapılmasıyla sağlanması gerekmektedir. Dolayısıyla bir toplumun refahı büyük ölçüde toprakların verim gücüne ve bu gücün sürdürülebilir kullanılmasına bağlıdır. Aksi takdirde, diğer doğal kaynaklarda olduğu gibi toprakların bu durumları göz önüne alınmadan degradasyonlarının devam etmesi, onların üretkenlik ve verimlilik parametrelerinin sekteye uğraması sonucu ekosistem içerisindeki işlevselliklerini yitirmesi kaçınılmazdır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE 2015).

Yanlış arazi kullanımlarının bir sonucu olan erozyon, ülkemizin önemli çevre sorunlarından birisidir. Toprak kaynaklarının sürdürülebilirliği ancak uygun ve etkin planlama yaklaşımlarıyla sağlanabilmektedir. Doğal kaynak yönetiminde nihai hedeflerle bağlantı kurulduğunda, ister tek başına ister toplu halde olsun her birinin kendine özgü özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu nedenle doğal kaynak planlayıcılarının temel hedefi, kaynaklar ile kaynak kullanıcılarının talepleri arasında dengeli bir planlama yapmak olmalıdır (Göl vd 2004).

Türkiye'nin toplam karasal alanının yaklaşık yarısı (%46,9) %40'tan fazla eğime, %62,5'ten fazlası da %15'ten fazla eğime sahiptir. Mera arazilerinin %64'ü, orman arazilerinin %54'ü ve arazi kullanımlarının büyük bölümünü oluşturan tarım arazilerinin ise %59'u erozyona maruz kalmaktadır. Erozyonun yanı sıra meralarda, tarım arazilerinde ve ormanlarda görülen tahribat ve plansız kentleşmenin Türkiye'de çölleşme ve arazi bozulması açısından olumsuz etkileri bulunmaktadır. Türkiye'deki orman alanlarının yarısı bozuk ve rehabilite edilmesi gereken orman vasfını taşımaktadır. Bununla birlikte bozkır alanlarının önemli bir kısmı da tarım arazilerine dönüştürülmüş veya aşırı otlama yapılarak tahrip edilmiştir (Anonim 2016).

Arazi kullanma politikasının belirlenmesinde ve planlanmasında, karar vericilerin, yerel çalışmalar sonucunda elde edilen bilimsel verilerden faydalanmaları gerekmektedir. Böylelikle ülke topraklarından etkin ve sürdürülebilir faydalanma için tarım, orman, mera veya diğer arazi kullanım türlerinden hangisinin tercih edileceğine karar vermek daha kolay olacaktır (Göl ve Dengiz 2007).

Doğal kaynakların potansiyellerinin ve özelliklerinin saptanması kapsamında toprakların kalite kriterlerine göre değerlendirilmesi arazi kullanım planlamasının ve yönetiminin en önemli aşamalarından birisidir (Dindaroğlu 2013).

Arazi bozulumu ve çölleşme günümüzün en önemli çevre sorunlarının başında gelmektedir. Toprak, su ve biyoçeşitlilik gibi doğal kaynakların tahribatı ve bozulması dünyada birçok ülkeyi kıtlık ve açlıkla karşı karşıya getirmektedir. Tüm iklim bölgelerinde yılda milyonlarca hektar arazi bozulmaktadır. Dünya yüzeyinin % 33'ünden fazlasını etkileyen, arazi bozulumu ve çölleşmeden 2,6 milyar insanın yüzden fazla ülkede etkilendiği tahmin edilmektedir (Adams and Eswaran 2000). Arazi bozulması; toprak erozyonuna, fiziksel-kimyasal-biyolojik-ekonomik arazi bozulmasına ve bitki örtüsünün uzun vadeli kaybına (veya bozulmasına) karşı toprakların biyolojik veya ekonomik verimliliğinin azalmasından veya kaybindan kaynaklanmaktadır. Dünya üzerindeki arazilerin yaklaşık %25'i daha çok insan faaliyetlerinden kaynaklanan nedenlerle bozulmuştur. İnsan kaynaklı bozulmaya ilaveten küresel ısınma ve iklimsel değişiklikler de arazi bozulumu ve çölleşmenin olumsuz etkilerinin artmasına neden olmaktadır. Arazi bozulununun toplumsal ve ekonomik hayat üzerine önemli düzeyde olumsuz etkileri olmaktadır. Bu etkiler, gıda güvenliğinin azalması, biyoçeşitliliğin azalması, temiz su temini riskinin artması, verimliliğin düşmesi gibi sonuçlar doğurmaktadır. Her yıl 12 milyon ha. civarında toprak kaybı olduğunu göz önüne aldığımızda durumun ciddiyeti daha çok anlaşılmaktadır (Davies 2017).

Dünyanın birçok bölgesinde şiddeti ve derecesi artan arazi bozulumu; tüm ekili alanların % 20'sini, ormanların % 30'unu ve çayır ve meraların % 10'unundan fazlasını etkisi altına almaktadır (Bai *et al.* 2008). Avrupa'da toprak erozyonu arazi

bozulmasının en büyük ve en yaygın biçimlerinden biri olarak kabul edilmekte ve bu durum sürdürülebilir tarımsal arazi kullanımına ciddi sınırlamalar getirmektedir. Bu durum iklim değişikliği, yanlış arazi kullanımı ve insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkmaktadır (Gobin *et al.* 2004).

İnsanoğlunun çayır ve meralarla olan ilişkisi geçmişten bugüne devam etmekte olup ilk insanlar bitkisel besinlere olan ihtiyaçlarını toplayarak, hayvansal ihtiyaçlarını da avlanarak doğal kaynaklardan temin etmişlerdir. Hayvanların evcilleştirilmeye başladığı süreçte; insanlar, hem kendi beslenme ihtiyaçlarını hem de beslediği hayvanların yem ihtiyacını temin etme yolunu aramış ve yakın çevrelerinden başlamak üzere doğal çayır ve meraları kullanmışlardır. Mera alanlarının hayvan beslemenin yanı sıra; erozyonun önlenmesi, toprak veriminin artırılması, oluşan bitki örtüsü ile yüzeysel akışı engelleyerek suyun etkin şekilde kullanılması ve su toplama havzası olarak taban suyu ve akarsularımızı zenginleştirmesi gibi birçok önemli fonksiyonlara da bulunmaktadır (Cevher 2012; Çomaklı ve Menteşe 1999).

Genel olarak doğal kaynakların sınırlı olması, dünya nüfusunun sürekli artması ve küresel iklim değişikliği gibi nedenlerden dolayı doğal kaynakların doğru şekilde kullanımı çok önemlidir. Çayır mera alanları zengin biyoçeşitlilik ve çiftlik hayvanları için ucuz ve kaliteli kaba yem kaynakları olması açısından en önemli doğal kaynaklarımızdandır (Sürmen ve Koç 2016). Çayır-mera alanları sahip oldukları önem açısından gerek medeniyetlerin kurulmasın da gerekse yıkılmasında çok önemli bir rol oynamaktadır (Barnes *et al.* 2003).

Toplam 14.6 milyon hektarlık alanla ülkemiz arazilerinin % 18.8'ini oluşturan çayır ve meraların % 85'i yarı kurak bölgelerde yer almaktadır (Gökkuş 2001; Altın vd 2011). Ülkemizde genel olarak eğimli ve engebeli arazilerde bulunan meraların %90'ı VI. ve VII. sınıf araziler üzerinde yer almaktadır (Aydın ve Uzun 2002). Ancak VI. ve VII. sınıfta yer alan bu araziler tarıma uygun olmadığı halde tarım arazisi olarak kullanılmakta ve topraklarımız günden güne çoraklaşmakta, meralarımız daralmakta ve erozyonun şiddeti daha da artmaktadır (Akıncı 2005). Ayrıca çayır mera alanları

üzerinde yapılan erken otlatmalar tür çeşitliğini ve sayısını önemli ölçüde azaltmakta, böylece birim alandaki bitki yoğunluğu giderek azalmakta ve buna bağlı olarak erozyon şiddeti artmaktadır. Erozyonun bir sonucu olarak toprağın verimi azalmakta sular kirlenmekte, ürünlerde verim ve kalite düşmekte ve ülkemizde erozyon sonucunda her yıl 500 milyon ton verimli toprak kaybolmaktadır (Doğan 1995).

Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması için arazi tahribatının dengelenmesi son derece önemli olmaktadır. Arazi bozulumu ve çölleşmenin en önemli etkeni toprak kalitesinin azalmasıdır. Yapılacak uygulamalarla toprak kalitesinin artırılması ile arazi tahribatının dengelenmesi gerekmektedir. Toprak kalitesi esas olarak biyolojik üretkenliğin sürdürülmesi, çevre kalitesinin korunması ve bitki ve hayvan sağlığının teşvik edilmesi için ekosistem sınırları içerisinde işlev gören bir toprağın kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Toprak kalitesi doğrudan belirlenebilen bir özellik olmamakla birlikte toprak kalitesi ile ilgili bir yargıya varabilmek için toprak kalite göstergeleri kullanılmaktadır. Sürdürülebilirliğin sağlanması toprak kalitesinin belirlenmesinde kullanılacak yöntemlerin güvenilir olmasına ve genel kullanıma uygun olmasına bağlıdır.

Toprak kalitesi Parr *et al.* (1992) tarafından; toprakların uzun vadede doğal kaynaklara zarar vermeden insan ve hayvan sağlığını geliştirme ve güvenilir gıda maddelerini sürekli üretme kabiliyetleri olarak tanımlanmıştır. Toprak bozulmasının en önemli etkisi şüphesiz ki toprakların üretim potansiyellerini düşürmesi üzerinedir. Bitkiler için temel besin ortamı ve su deposu durumunda olan toprağın strüktürel yapısındaki bozulmalar, bitki büyümesini olumsuz yönde etkilemektedir. Toprak bozulması, tarım arazilerinin yoğun olarak kullanılmasına ve doğal su kaynaklarının kirlenmesine yol açmakla birlikte tarımsal üretim ve çevresel etkileri yoluyla da politik ve sosyal dengesizliğe neden olmaktadır. Dünya bugün kendini besleyecek kapasitede olsa da bunun sürdürülebilir olması için toprak bozulmasının kontrol altına alınması ve bozulmuş toprakların mutlaka ıslah edilmesi gerekmektedir. Bu sebeple toprak bozulmasını etkileyen etmen ve süreçlerin iyi analiz edilmesi ve değerlendirilmesi gereklidir. Tabii ki toprağın üretkenliğini korumak ve degrade olmuş toprakları ıslah etmek amaçlanırken

çevre kalitesinin de göz önünde tutulması temel ilke olmalıdır (Öztaş 1997). Toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesiyle ilgili planlamalarda kaynaklara ilişkin detaylı bilgi ve belgelerin çıkarılması önemlidir (Hamdy and Lacirignola 1992). Planlamanın başlangıcında, toprak ve su kaynaklarının nitelik ve nicelik olarak incelenmesi ve mevcut kaynakların potansiyellerinin belirlenmesi gerekir. Böylece hangi projelerin, nerede, ne zaman, nasıl ve neden yapılacağı doğru biçimde belirlenebilir (Tekinel vd 1995).

Arazi bozulmasının değerlendirilmesinde kullanılan en yaygın yöntemler; uzman görüşleri, arazi kullanıcılarının görüşleri, alan izleme, gözleme, ölçüm ve modelleme, verimlilik değişimlerinin tahminleri ve uzaktan algılamadır (Kapalanga 2008). Bu bağlamda dünya genelinde birçok model geliştirilmiş geliştirilen modellerle doğal kaynakların korunması amaçlanmıştır. Bunlardan birisi Akdeniz ülkelerinde meydana gelen çölleşmenin olumsuz etkilerini araştırmak ve tedbir almak amacıyla oluşturulan Çevre Programı içerisinde MEDALUS (Mediterranean Desertification And Land Use) projesidir. MEDALUS projesi kapsamında iklimsel nedenler ve arazi kullanımları sonucu çölleşme tehlikesi altında bulunan hassas alanların belirlenmesi amacıyla çevresel hassas alanlar endeksi (ESA, Environmental Sensitive Areas) geliştirilmiştir (Basso *et al.* 2000). Bu indeks içerisinde iklim, toprak kalitesi, arazi kullanım durumu, bitki örtüsü ve amenajmanın durumunun belirlenmesi gibi çeşitli değişkenler ve göstergeler kullanılmıştır. Herbir kalite parametresi de kendi içerisinde alt parametrelerden oluşmaktadır. MEDALUS modeli büyük ölçeklerde kullanıldığında yeni veri ve parametrelere ihtiyaç duymaktadır. MEDALUS modeli ile Akdeniz bölgesi için çölleşme riskinin belirlenmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır (Kirkby *et al.* 1998). Ülkemiz açısından Akdeniz iklimi dışındaki coğrafik bölgelerde kullanımı kısıtlı olmaktadır.

Bu nedenle; 2015 yılında Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) ve TÜBİTAK-BİLGEM tarafından; ülkemizin tüm bölgelerinde kullanılabilecek ülkemize özel coğrafi tabanlı matematiksel bir model olan Türkiye Çölleşme Modeli (TÇM) geliştirilmiştir. Türkiye Çölleşme Modeli 7 kriter (iklim, su, toprak, arazi örtüsü

ve arazi kullanımı, topoğrafya ve jeomorfoloji, sosyo-ekonomi ve yönetimi) 48 gösterge ve 37 alt göstergeden oluşmaktadır. Türkiye çölleşme modeliyle %84 tutarlılıkta ortaya konulan risk haritasına göre alansal ölçekte arazi varlığının %25.5'inde yüksek arazi bozulumu/çölleşme riski bulunmaktadır. Ülke topraklarının %12.7'si zayıf, %53.2'si ise orta derecede çölleşme risk sınıfında yer almaktadır. Bu durum da ülkemiz açısından çölleşme ve arazi bozulumu ile hızlı ve etkin mücadele yapılmasının önemini ortaya koymaktadır (ÇEM 2017).

Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi'nde ülkemiz; kurak, yarı kurak ve yarı nemli alanlara (%65) sahip olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizin ortalama yüksekliği 1.132 m'dir. Toplam arazinin %62'sini dik, çok dik ve sarp araziler oluşturmaktadır.

Arazi bozulumu ve çölleşme dinamik ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Ülkemiz de iklim özellikleri ve topoğrafik yapısı nedeniyle çölleşme riski taşıyan ülkeler arasında yer almaktadır. Doğal kaynaklarımızın sürdürülebilirliğini tehdit eden başta erozyon olmak üzere arazi bozulumu ve bunun son noktası çölleşmenin önüne geçilmesi son derece önem arz etmektedir. Bu nedenle riskli alanların belirlenmesi, izlenmesi ve erken müdahale edilmesi gerekmektedir.

Yukarıdaki açıklamalar ışığında; farklı kullanım ve yönetim uygulamaları altındaki arazilerde toprak bozulmasında etkili olan faktörlerin alansal değişim ve dağılımının değerlendirilmesi amacıyla bu çalışma planlanmıştır. Bu çalışma ile Erzurum İli Narman ilçesi Alabalık Mikrohavzası'nda arazi örtüsü ve kullanımları altındaki alanlarda arazi tahribatlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hızlı nüfus artışı ve gelişen teknoloji ile birlikte insanların doğal kaynaklar üzerindeki baskısı artmakta ve bu kaynakların yenileme gücünü kaybetmesine neden olmaktadır. Doğal kaynakların korunması ve toprak kalitesindeki bozulmanın önlenerek sürdürülebilirliğinin sağlanması için uygun yönetim sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Doğal kaynakların koruma ve kullanma dengesi göz önüne alınarak etkin yönetimini sağlamak sürdürülebilir arazi yönetimi için önem arz etmektedir. Arazi bozulumu ve verimlilik kaybı büyük ölçüde insanların yanlış arazi kullanım uygulamalarından kaynaklanmaktadır

Arazi kullanımındaki değişimleri tarımsal üretim ve yoğunluğun artması, sanayileşme, kentleşme, turizm vb. süreçler etkilemektedir. Bu süreçlerin etkileri ile tarım arazileri parçalanmakta ve alanları nüfus artışına bağlı olarak küçülmektedir. Mera arazileri bu süreç içinde tarım alanlarına, verimli tarım alanları ise endüstri alanlarına ve turizm tesisleri vb. alanlara dönüştürülmektedir (Tanrıvermiş 2003). Arazi kullanım değişiklikleri, biyoçeşitliliği ve toprak kalitesini değiştirir ve böylece ekosistem işlevlerindeki etkiler. Toprak kalitesini korumak için uygun arazi ve toprak yönetimi gereklidir (Delelegn *et al.* 2017). Sınırlı ve yenilenmesi binlerce yılı bulan toprak kaynaklarının doğal yapısını bozmadan canlıların ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde verimliliğin sürdürülebilmesi ve bozulan doğal dengenin sağlanabilmesi ise çevre faktörü dikkate alınarak tarım, hayvancılık ve ormancılık stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Aydınalp 1998).

Doğal kaynak ve çevre bilimindeki gelişmeler toprağın ekosistemin işlevlerinin temel yapısını oluşturduğunu göstermiştir. Farklı kullanım ve yönetim altındaki alanlar (orman, mera ve tarım arazileri) için gerekli olan bitki besin maddelerini bünyesinde barındırması, sıcaklığı düzenlemesi ve su tutma kapasitesi ile kuraklığın önlenmesi gibi birçok ekosistem hizmeti toprak sistemi tarafından sağlanmaktadır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE 2015).

Toprak ancak iyi bir amenajman planı ile kullanıldığında kendini yenileyen ve bu şekilde sürdürülebilir doğal bir kaynaktır. Bu sebeple arazi kullanım türünün öncelikli amacı; toprağı korumak ve böylece topraktan sürekli ve en üst düzeyde üretim sağlamaktır (Göl vd 2004). Toprak oluşum süreci, insan ömrüne kıyasla oldukça uzundur; parmak kalınlığındaki (2,5 cm) bir toprak tabakasının oluşması için 300 ile 1.000 yılın geçmesi gerektiğı hatta bazı bölgelerde ise bu sürenin daha uzun olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Görcelioğlu 1976).

Toprak oluşum hızının bozulma süreçlerinin gerisinde kalması ile ekosistem değerlerini kaybetmeye başlamakta ve toprağın önemli fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini yitirmesiyle arazi bozulması süreci kendini göstermektedir. Toprak bozulması su baskınları, toprak kaymaları gibi doğal olaylardan kaynaklanabilir fakat bozulma sürecinin temelinde farklı toprak ve arazi kullanımları yoluyla insan faaliyetlerinin yattığı söylenebilir (Blum 2008).

Toprağın, fiziksel özelliklerinin üretim düzeyini olumsuz yönde etkileyebilecek seviyede değişimi fiziksel, organik maddenin azalması, ekolojik yapının kötüye gitmesi ve toprağın organik madde içeriğindeki azalma ise biyolojik bozulmaya sebep olmaktadır. Toprakta kimyasal bozulma ise; toprağın özellikle karbon, azot ve fosfor gibi bileşenlerinin etkilendiğı ve toprağın elemental dengesizliğine yol açan değişimlerdir. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulma olaylarının tamamı birbirleri ile etkileşim halindedir. Bu olaylar toprağın hidrolojik özelliklerinin, erozyona duyarlılıklarının, bitki besin elementlerinin yararışlılığının ve karbon depolama kapasitesinin değişmesinde rol oynarlar (Öztaş 1997; Contador *et al.* 2009).

Bitki örtüsünün ve toprağın bozulması; biyolojik üretkenliğin geri dönüşümü olmaksızın kaybına yol açmakta ve ekosistemlerin sağlığı azalmaktadır (Islam vd 1999).

Son yıllarda iklim değişikliğı, toprak bozulması, yanlış arazi kullanımı ve arazi örtüsündeki değişiklikler nedeniyle arazi bozulumu riski küresel düzeyde en önemli ekolojik konulardan biri haline gelmiştir (Bajocco *et al.* 2012). Yapılan çalışmalardan

elde edilen bilgiler, son yıllarda toprak bozulma süreçlerinde önemli bir artış olduğunu ve gerekli önlemler alınmadığı takdirde bozulmanın daha da artacağına dair kanıtlar olduğunu göstermektedir (Montanarella 2007).

Türkiye’de tarımsal üretim amacıyla faydalanılabilecek olan I. II. III. ve IV. sınıflarda yer alan araziler, Türkiye'nin toplam arazi varlığının %34,5'ine karşılık gelmektedir. Çayır, mera ve orman olarak kullanılması gereken V. VI. ve VII. sınıftaki arazi miktarı toplam arazi varlığının %60,9'unu oluşturmakta iken, diğer kullanım amaçlarına uygun olan VIII. sınıf araziler toplam arazi varlığının %4,6'sını oluşturmaktadır (Reis vd 2016).

Ülkemizdeki mera alanlarının %70'inin bitki örtüsünün bozulmuş olmasından dolayı vejetasyonun toprağı tutma yeteneğinin oldukça azaldığı ifade edilmiş (Erkun 1999) ve dünyadaki durum değerlendirildiğinde ise jeolojik olarak erozyona duyalı alanların %80'inin meralardan oluştuğı belirtilmiştir (Marshall 1973).

Erozyon kontrolü açısından mera bitki örtülerinin sıklığı önemli bir ölçüt olup bitki ile kaplılık yüzeyi yağmur damlalarının doğrudan etkisinden korur, toprakta infiltrasyonu artırır, yüzey akışını yavaşlatır ve sonuç olarak erozyonu azalmasına neden olur (Dadkhah and Gifford 1980; Wood *et al.* 1987; Thrift *et al.* 2013).

Klimaks vejetasyonu tahrip olmuş kurak sahalardaki mera alanlarının, bitki örtüsü zamanla azalmış, erozyona uğramış ve bu meralar yabancı otların yetişmesi açısından dahi verimsiz hale geldiğı belirlenmiştir (Bakır ve Açıkğöz 1976).

Toprağı kaplama oranı toprağın erozyon direncinin bir göstergesi olup, bu oran %30'un altına düştüğünde toprak erozyonunun, %10'un altına düştüğünde ise hem su hem de rüzgâr erozyonunun hızla arttığı kaydedilmiştir (Marshall 1973).

Meralarda bitki örtüsünün azalmasıyla birlikte toprağın erozyona uğrama riski artmakta olup ülkemizde %88,7'lik bir orana sahip olan işlemeli tarıma uygun olmayan

alanlarda erozyon problemlerinin görülmesi durumun ciddiyetini açıkça ortaya çıkarmaktadır (Koç vd 1994).

Loughran *et al.* (2004) Avusturalya'da yaptıkları çalışmada arazi kullanımı bakımından 3 farklı bölgeyi (rotasyonlu yetiştiriciliğin yapıldığı bahçe bitkileri alanları, işlenmeyen çayır mera ve orman alanları ve hayvan otlatılan otlak alanları) araştırmışlar ve erozyondan kaynaklanan toprak kayıplarının yetiştiricilik yapılan alanlarda ve otlak alanlarında yılda yaklaşık olarak aynı ve 5.5 ton/ha olduğunu, işlenmeyen çayır mera ve orman alanlarındaki toprak kaybının ise 1 ton/ha olduğunu kaydetmişlerdir.

Mera bitkilerinin erozyon kontrolündeki rolü önemli olup, bir buğdaygil merasından, temiz işlenmiş nadas veya mısır tarlasına göre bölgeler itibari ile 526-1029 kez daha az toprak, 5-272 kez daha az yağış kaybı olduğu kaydedilmiştir (Graffis *et al.* 1985).

Thurrow and Hussein (1989) Somali'nin 8 km. güneyinde bulunan Afgoi meralarında yaptıkları çalışmada geniş yapraklı türlerin yoğun olduğu meralarda hafif otlatılan alanda buğdaygillerin oranı %33,7 iken, ağır otlatılan alanda bu değer %3,3'e düştüğü, bu alanlarda geniş yapraklıların oranı hafif otlatmada %4,5 iken, ağır otlatmada %64,9'a yükseldiğini belirlemişlerdir.

Mera sağlığı ve durum sınıfı değişiminde etkili olan iki faktör toprağı kaplama oranı (TKO) ve botanik kompozisyonudur. Sağlık sınıfının riskli olması bitki örtüsünün seyrekleşmesinden kaynaklanmakta (Koç vd 2003) ve kötü otlatma şartlarında iyi cins yem bitkileri hızla kaybolmakta sonuç olarak mera durumu zayıflamaktadır (Sürmen 2004; Bilgili 2007; Güllap 2010).

Münavebeli otlatmanın tür kompozisyonunu etkilemediği, kısa süreli ve ağır otlatma baskısının buğdaygillerin oranını azalttığı tespit edilmiştir (Gillen *et al.* 1991). Dünyada meraların bozulmasına neden olan ana etkenlerin başında ağır otlatma gelmektedir (Çomaklı vd 2008).

2015 yılı itibarıyla yapılan tespitlere göre ormanlık alanlar ülke alanının %28,5'ini, tarım alanları yaklaşık olarak %31'ini ve mera alanları ise yaklaşık olarak %19'unu kaplamaktadır. Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi (European Comission- Joint Research Center) tarafından MODİS uydusu verileri kullanılarak Türkiye'nin 2000-2010 yılları arasındaki arazi kullanım değişimi haritası hazırlanmıştır. Bu haritadan elde edilen verilere göre Türkiye orman alanlarının 2000-2010 yılları karşılaştırılmasında ormanlık alanda 387,70 km² alanda azalma, çalı ve çayırılık alanlarda 152 km² alanda artış, tarım alanlarında 234,70 km² artış ve diğer alanlarda önemli bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir (Anonim 2016).

Türkiye'de bozulma sürecinin nedenleri arasında iklim değişikliği dışında; aşırı otlatma, sanayileşme, kentleşme, ormansızlaştırma ve yoğun tarım faaliyetleri bulunmaktadır (Çetin vd 2007). Bunun yanında; hızlı nüfus artışı, yasa dışı orman tahribatı, yanlış toprak işleme ve aşırı sulama faaliyetleri de arazi bozulmasının temel nedenleri arasında bulunmaktadır (Cangir vd 2000).

Okatan vd (2000), Kahramanmaraş-Ayvalı barajı Kızıldere yağış havzasında toprakların erozyon eğilim değerlerinin hidrofiziksel toprak özelliklerine bağlı olarak değişimini inceledikleri çalışmada; orman alanlarındaki toprak kayıplarının tarım alanlarına nispeten çok az olduğunu belirtmişlerdir.

Türkiye'de temel arazi varlıkları içerisinde en büyük değişim çayır-mera alanlarında yaşanmış olup bu değişimle birlikte son 70 yıl içerisinde doğal çayır ve mera alanlarında %61,5 oranında azalma olmuştur (Gökkuş 2018).

Kadim bir uygarlık tarihine sahip olan Anadolu'da topografyanın zorluğu, geniş alanlarda etkili olan yarı-kurak koşullar, nüfus ve hayvancılığın hızlı artışı yıllardan beri kullanılan arazilerin daha kırılgan hale gelmesine neden olmuştur. Arazi kullanımlarının yönetim ilkelerine göre planlanmaması durumunda bitki örtüsündeki olumsuzluklar devam etmesi de kaçınılmaz olacaktır. Özellikle Orta Anadolu'da insan müdahaleleri sonucu, bazı odunsu ve otsu bitki türlerinin soyu tükenmiştir ve bu alanlar bozkırlara

dönüşmüştür. Türkiye'de meralar; aşırı ve kapasitelerinin üstünde otlatılmaları nedeniyle bazı bitki türlerini kaybetmişlerdir. Bunun gibi ciddi arazi bozulmaları sonucu ülke genelinde toplam 13 türün nesli tükenmiştir. Otsu bitki örtüsüyle kaplı Anadolu steplerinde yapılan bir çalışmada, çam, meşe, ardıç ve alıç, gibi bazı odunsu ve çalı türleri orman kalıntılarından tespit edilmiş ve bölgede bir zamanlar ormanın hâkim olduğu belirlenmiştir (Gökbülak vd 2018).

Küresel ölçekte arazi bozulmasının değerlendirilmesi üzerine uzaktan algılama yöntemleriyle yapılan bir çalışmada Türkiye topraklarının %3.95'inde arazi bozulmasının görüldüğünü ve nüfusunun %5'ine denk gelen 3,5 milyon insanın arazi bozulmaktan doğrudan veya dolaylı bir biçimde etkilendiği belirlenmiştir (Bai *et al.* 2008).

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kapsamında 'Karasal ekosistemlerin sürdürülebilir kullanımını korumak' (Hedef 15) ve 'bozulmuş arazilerin ve toprakların iyileştirilerek arazi bozulmasının nötr olduğu bir dünyaya kavuşmak' (Hedef 15.3) amaçlanmaktadır. Bu da bozulan arazilerin iyileştirilmesiyle tekrar dengelenerek telafi edilebilir (Anonymous 2015).

Bozulma süreçleri her ne kadar insan olmadan da gerçekleşse de, bu durum genel olarak doğal denge sınırlarında bir orandadır. Örneğin, doğal ormandaki su erozyonu, toprak altı su oluşum oranı ile örtüşmektedir. Hızlandırılmış arazi bozulması ise insan müdahaleleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Arazi bozulmasının en çok bilinen ana sebepleri; meraların aşırı otlatılması, yoğun tarım uygulamaları, ormanların tahrip edilmesi, aşırı ve kontrolsüz sulama, tuzluluk ve endüstriyel kirliliklerdir. Arazi bozulması arasında iki tür ayırım yapmak mümkündür. Bunlarda birincisi uygun olmayan arazi kullanımlarıdır. Bu araziler sürdürülebilirliği mümkün olmayacak şekilde bozulmuş (son derece çıplak, bitki örtüsü oluşmamış ve aşırı erozyona uğramış yamaçlar) alanlardır. Bu gibi alanlar ancak ciddi ekonomik kaynaklar ve fazla zaman ayrılarak rehabilite edilebilirler. İkincisi ise, arazi yönetim uygulamalarından

kaynaklanan bozulmalardır. Bu bozulma süreçlerinin uygun yönetim teknikleri uygulanarak önüne geçilebilmektedir (Stocking and Murnaghan 2013).

Arazi bozulmasının değerlendirilmesi için öncelikle bölgedeki erozyonun nedenlerini, derecesini, durumunu ve kapsamını ortaya çıkararak olası sonuçları ve potansiyel yönetim önlemlerini belirlemek gerekmektedir (Ballayan 2000). Arazi bozulması; iklim, toprak, bitki örtüsü, ekonomik ve nüfus koşullarını içeren küresel bir sorun olmakla birlikte statik bir süreç olmadığından dolayı zamansal ve mekânsal dinamikleride ele alacak yeni yaklaşımlara ihtiyaç duymaktadır (Salvati and Zitti 2009).

Zimbabve’de farklı arazi kullanım ve yönetim şekillerinin toprak kayıpları üzerine etkilerinin araştırıldığı bir pilot çalışmada (%9 eğim) toprak kayıplarının arazi kullanım ve yönetim şekillerinden önemli ölçüde etkilendiği tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda çıplak alandan toprak kaybı 125 (ton/ha/yıl) kötü yönetim uygulamalarının olduğu tek yıllık bitkilerle ekim yapılan tarım arazisinden kaybolan toprak miktarı 50 (ton/ha/yıl) ve doğal ormandan kaybolan toprak miktarı ise 0.5 (ton/ha/yıl) olarak tespit edilmiştir (Stocking and Murnaghan 2013).

Arazi kullanım değişiklikleri, yoğun toprak işleme ve biyokütlenin yerinden uzaklaştırılmasını içeren arazi kullanım ve yönetim uygulamaları, toprak organik maddesini azaltabilir, önemli toprak fiziksel parametrelerini bozabilir ve sonuç olarak toprak erozyonunu arttırabilir (Li *et al.* 2007).

Arazi kullanımındaki değişikliklerle insanlar doğal kaynaklardan daha fazla yarar sağlamayı amaçlamakta aynı zamanda da ekosistemlerin gıda üretimini sürdürme, tatlı su ve orman kaynaklarını koruma, iklim ve hava kalitesini düzenleme ve bulaşıcı hastalıklara direnç kapasitesini de potansiyel olarak zayıflatmaktadırlar (Foley *et al.* 2005). Ayrıca arazi kullanımı ve toprak yönetimi toprak fiziksel kalitesinin önemli göstergeleri olan toprak agregat büyüklüğü dağılımını ve stabilitesini de etkilemektedir (Barthes and Roose 2002).

Önemli toprak fiziksel özellikleri, toprak organik maddesinden ve tekstürden etkilenmektedir. Ormanlık alanlardan diğer arazi kullanımlarına dönüşüm, topraktaki kütle yoğunluğunda artışa ve hidrolik iletkenlikteki azalmaya, böylece erozyona karşı toprak duyarlılığa neden olmaktadır. Organik madde konsantrasyonu, kütle yoğunluğu ve agregat stabilitesi gibi toprak fiziksel özellikleri de tarım uygulamalarından etkilenmektedir (Gelaw *et al.* 2015). Toprak agregat stabilitesi toprak aşınmasıyla ilgili olduğundan, ekosistemin direnci ve esnekliğindeki değişiklikleri yansıtmaktadır. Bu sebeple meraların bozulmasına işaret eden potansiyel bir erken uyarı göstergesidir (Bird *et al.* 2007).

Arazi kullanımı değişikliği, sadece ormanların mera veya ekili alanlara dönüştürülmesi ya da tam tersi dönüşümler karasal ekosistemlerin biyoçeşitliliğini ve işleyişini etkilemektedir (Sala vd 2000). Arazi kullanımındaki değişimlerin, bitki türleri kompozisyonundaki değişimlerden ve arazi kullanımı türlerindeki yönetim uygulamalarından kaynaklanan toprak karbonu ve besin içerikleri, toprak tekstürü ve pH etkileri üzerinde önemli ve uzun süreli etkileri olabilmektedir (Lauber *et al.* 2008).

Abubakar (1997), Nijeryanın Kobomo havzasında yapmış olduğu çalışmada tarım arazilerindeki toprak bozulmasının otlak ve baklagil yetiştirilen arazilere oranla daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Meralarda toprak bozulmasının ana göstergeleri genellikle biyolojik göstergelerdir. Bu sebeple biyolojik göstergeler yaygın olarak ulusal veya büyük ölçeklerde meraların degradasyonunu değerlendirmek için kullanılırlar (An *et al.* 2017).

Arazi kullanımı ve arazi yönetimi değişikliklerinden kaynaklanan toprak kalitesindeki değişiklikleri anlamak, sürdürülebilir arazi yönetim planlarını veya müdahalelerini belirlemek için önemlidir (Teferi *et al.* 2016).

Arazi kullanım değişiklikleri dünya çapında biyolojik çeşitliliği doğrudan etkilemektedir. Küresel ısınmaya katkıda bulunmasının yanısıra toprak bozulmasının başlıca kaynağıdır ve ekosistem hizmetlerini de etkilemektedir (Lambin *et al.* 2001).

Yener vd (2017), Artvin’de yaptıkları bir çalışmada, Sakallı Kızılağaçlarla (*Alnus glutinosa ssp. barbata*) kaplı orman arazisinin çay tarımı arazilerine dönüştürülmesi sonucu, toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimleri araştırmışlardır. Araştırma sonucuna göre; arazi dönüşümünün toprakta ve dolayısıyla ürün veriminde düşüşlere neden olduğu ve çay tarımında sıkça yapılan gübrelemeden kaynaklanan asitleşmeye bağlı olarak toprağın bozulduğu tespit edilmiştir.

Karagül (1999), Trabzon-Söğütlüdere havzasında farklı arazi kullanım şekillerinin toprakların bazı özelliklerini nasıl etkilediğini belirlemek için yapmış olduğu çalışmada, arazi kullanım şeklinin havza topraklarının özelliklerini önemli ölçüde değiştirdiğini tespit etmiştir. Aşınabilirlik indislerine göre (dağılma oranı, kolloid/nem eşdeğerlik oranı, erozyon oranı), araştırma havzası toprakları erozyona duyarlı bulunmuş ve en düşük dağılma oranı orman topraklarında bulunmuştur; bunu mera toprakları izlemiş ve en yüksek dağılma oranına tarım topraklarında rastlanmıştır. Ayrıca orman ve mera üst topraklarının alt topraklara göre erozyona daha dayanıklı olduğu sonucuna varılmıştır.

Teferi *et al.* (2016), Etiyopya’nın Mavi Nil Havzasındaki bir mikrohavzada arazi kullanımı ve arazi örtüsünün toprak kalitesi göstergelerine etkisini değerlendirdikleri çalışmada arazi kullanımındaki değişikliklerin toprak organik maddesinde azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Riezebos and Loerts (1998), Güney Brezilya ve Doğu Paraguay’da arazi kullanım değişikliği ve toprak işleme uygulamasının toprak organik maddeleri üzerindeki etkisini araştırmış ve orman arazisinin tarım arazisine dönüştürülmesinden sonra özellikle üst toprakta organik madde içeriğinin önemli miktarda azaldığını tespit etmişlerdir.

Evrendilek vd (2004), Toros dağlarında mera alanlarından tarım arazilerine dönüştürülen alanlar ile orman ve mera arazilerinin organik karbon içeriği ve fiziksel özelliklerini karşılaştırarak bu arazi dönüşümünün etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucuna göre; mera arazilerinin tarım arazisine dönüştürülmesi ile toprak erozyonunun %46,2 arttığı, toprak organik maddesinin %48,8, organik karbon içeriğinin %43 ve yarayırlı su kapasitesinin %30,5 azaldığını tespit etmişlerdir.

Zhao *et al.* (2005), Çin'in kuzeyindeki yarı kurak Bashang bölgesinde arazi kullanımına bağlı toprak bozulmasının incelendiği araştırmada; mera arazilerinin tarım arazilerine dönüştürülmesinin, toprak tekstürünü kabalaştırdığını ve organik karbon içeriğinde ve bitki besinlerinde kayıplarla neden olarak toprak bozulmasına yol açtığı sonucuna varılmıştır.

Islam and Weil (2000), Bangladeş'in tropikal orman ekosistemindeki arazi kullanım değişikliklerin toprak kalitesi özelliklerine etkisini değerlendirmek için yapmış oldukları çalışmada arazi kullanım değişikliklerinin toprak kalitesini önemli oranda düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Deleegn *et al.* (2017), tarafından Kuzey Etiyopya'nın yaylalarında farklı arazi kullanımlarının toprak kalitesi ve agregat stabilitesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; yaylalardaki arazi kullanım değişikliğinin, toprak ekosistemi süreçlerini önemli ölçüde etkilediği bu durumda besin kaybı, toprak istikrarsızlığı ve sonuçta azalan arazi verimliliği ile sonuçlandığını belirtmişlerdir. Öyle ki ormansızlaşma ve arazi kullanım değişikliklerinden sonra toprakta karbon (C) ve azot (N) miktarlarında önemli düşüşler (tarım arazilerine dönüşen topraklarda sırasıyla %75 ve %74 oranında ve çayır/mera arazilerine dönüşen topraklarda %64 ve %63) olduğu tespit edilmiştir. Arazi kullanım değişiklikleri topraktaki C stoğunu önemli ölçüde etkilemektedir (Guo and Gifford 2002).

Smith *et al.* (2005), Avrupa'daki ekili alanların ve otlakların mineral toprak karbonunda öngörülen değişikliklerini inceledikleri (1990-2080 yılları arası) modelleme

çalışmasında; toprakta organik karbon depolanması üzerinde arazi kullanım değişikliklerinin öngörülen iklim değişikliğinden daha büyük bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Werf *et al.* (2009), Özellikle tropik bölgelerde insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının %12-20'sinin arazi kullanım değişikliklerinin etkisinden kaynaklanmakta olduğunu tespit etmiştir.

Gao and Liu (2010), Çin'de düz topoğrafya, yarı kurak iklim gibi nedenlerle arazi bozulması eğiliminde olan bir bölgede yapmış oldukları çalışmada arazi örtüsü değişikliklerinin uzun vadeli eğilimini tespit ederek arazi bozulmasının nedenlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda arazi bozulmasının, yoğun tarım faaliyetleri, aşırı otlatma ve ormansızlaşma ile daha ciddi boyutlara ulaştığını bildirmişlerdir.

Dengiz ve Akgül (2005), Gölbaşı özel çevre koruma alanı ve çevresindeki arazilerin CORINE erozyon risk modelini kullanarak erozyon risk durumlarını belirledikleri çalışmada, araştırma alanının %72.9'u düşük, %23.8'i orta ve %1.0'lik gibi çok az bir kısmının ise yüksek erozyon riskine sahip olduğu bildirilmiştir.

Tağıl (2007), Tuzla Çayı Havzası'nda uzaktan algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tekniklerini kullanarak yaptığı bir çalışmada arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin erozyon riski üzerine etkilerini incelemiştir. Yapılan değerlendirmede ormanlık alanlarda, çalılıklarda ve fundalıklarda azalma; zeytinliklerde ve otlak alanlarında ise artış gözlemlendiği belirtilmiştir. Sonuç olarak araştırmanın başladığı 1987 yılında otlak alanlarında toplam risk oranı %13.4 iken, arazi kullanım değişiklikleri sonucunda 2000 yılında %19.3'e yükseldiği tespit etmiştir.

Bayramın (2003), MEDALUS Toprak Kalite İndeks parametrelerini coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak Beypazarı topraklarına uyguladığı ve toprak kalite indekslerini belirlediği çalışmasında; toprak kalite indeks değerlerini sırasıyla %54.6'sı yüksek

%31.9'u orta ve %13.5'i düşük olarak bulmuştur. Ayrıca; Typic Haploxerepts, Typic Xerorhents, Typic Xerofluvents ve Fluventic Haploxerepts'ler de yüksek, Typic Calcixerepts ve Gypsic Haploxerepts'ler de orta ve Lithic Xerorhents'ler de düşük toprak kalite indekslerinin gözlemlendiğini bildirmiştir.

Giordano *et al.* (2003), Sicilya'da çölleşmeye duyarlı alanların belirlenmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmada; iklim değişikliği, kuraklık ve yanlış arazi kullanımının çölleşmeye neden olduğunu bildirmişlerdir.

Koçyiğit and Rice (2004), yaptıkları bir çalışmada, doğal çayır ekosisteminden tarım alanlarına dönüştürülen arazilerde toprak karbonunun yaklaşık %60 azaldığını bildirmişlerdir.

Ulu vd (1999), Trabzon-Uzungöl havzasında yaptıkları çalışmada mevcut orman alanlarındaki kaçak kesimler sonucu ormanlarda kapalılığın azaltılması ve mera alanlarındaki aşırı ve bilinçsiz otlatma nedeniyle vejetasyon tahrip edilmesi sonucunda erozyon olaylarının arttığını bildirmişlerdir.

Çelik (2005), Akdeniz yaylalarında arazi kullanımının bazı toprak özellikleri üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında; tarım arazilerine dönüştürülen mera arazilerinin 0–20 cm derinliğindeki toprak organik madde içeriği ortalama %49 oranında önemli ölçüde azaldığını tespit etmiştir. Aynı çalışmada; mera ve orman topraklarında > 4.0 mm büyüklükte agregatlar baskınken, ekilen topraklar $\leq 0,5$ mm büyüklüğünde agregatları içerdiği ve tarım arazilerinin hidrolik iletkenlik değerlerinin orman topraklarına göre daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Sonuç olarak, orman ve mera alanlarının tarımsal kullanıma dönüşmesi ile toprakların organik madde, hacim yoğunluğu, agregat dayanıklılığı ve erozyona duyarlılıklarının istatistiki açıdan önemli düzeyde değiştiğini belirtmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

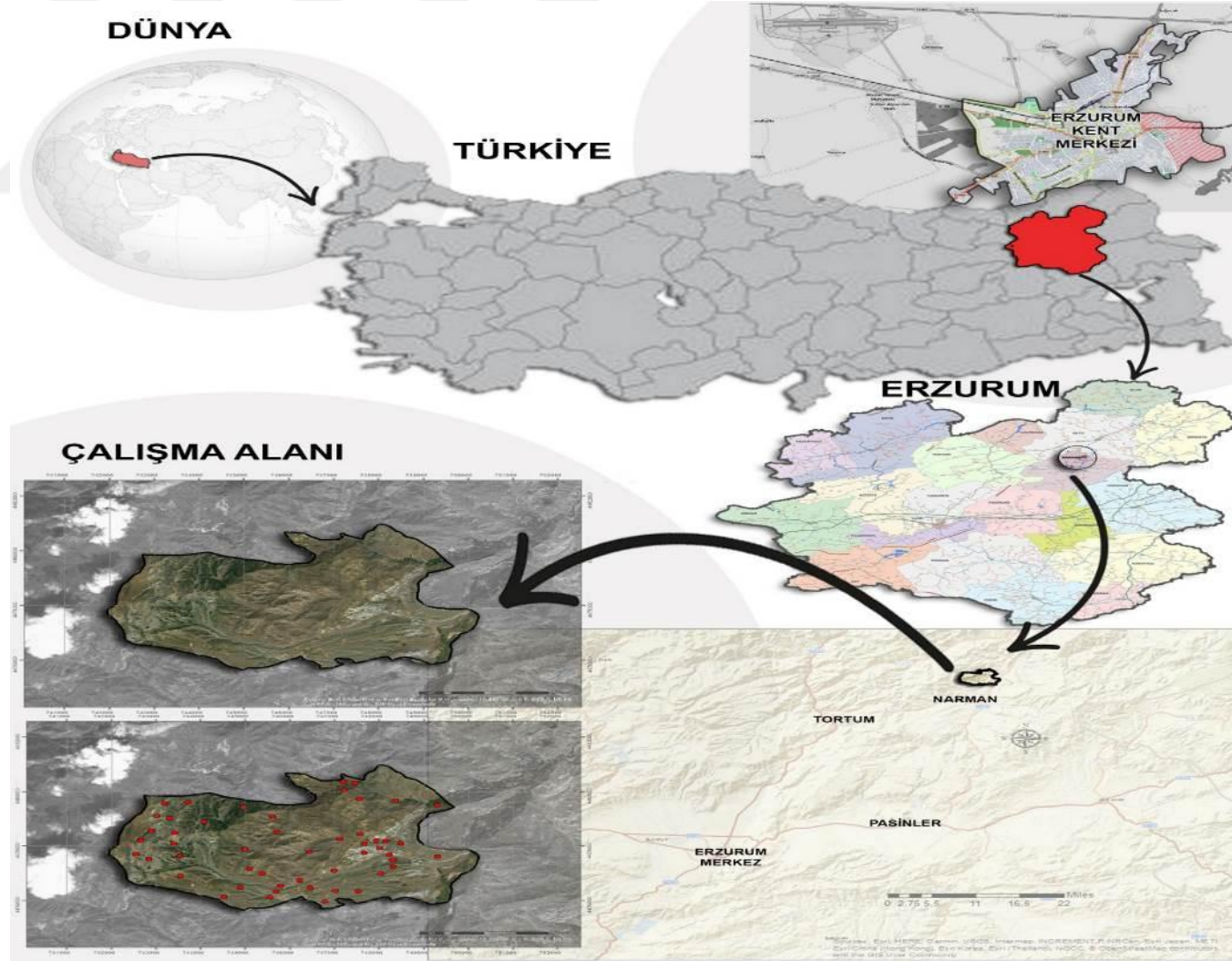
3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanı genel özellikleri

Alabalık Mikrohavzası ülkemizin kuzeydoğu'sunda Erzurum iline bağlı Narman ilçesinin kuzeyinde ve Erzurum iline yaklaşık 120 km, Narman İlçesine 18 km ve Oltu ilçesine 27 km uzaklıktadır. Araştırma alanı 741951 - 750229 m doğu boylamları ve 4477744 - 4477723 m kuzey enlemleri (Universal Transverse Mercator) arasında Oltu çayı havzası sınırları içerisinde bulunmaktadır. Oltu çayı havzası, Çoruh Nehri'nin ana kollarından olup su toplama havzası niteliğindedir. Mikrohavza sınırları içerisinde sadece Alabalık mahallesi yer almakla birlikte Mikrohavza kaynakları hemen bitişiğinde bulunan Kuruçalı mahallesi ile birlikte kullanılmaktadır (Şekil 3.1). Mikrohavza ana derelerden Karaçamurların deresi, Yedikardeşler deresi, Patlağanlar deresi ve bu derelere bağlanan yan kolları kapsamaktadır. Araştırma alanının en yüksek noktası 2603 m, en alçak noktası 1442 m yükseltiye sahip olan Patlağanlar deresi mansabını oluşturmaktadır. Havzaların büyüklük bakımından sınıflandırması göz önüne alındığı zaman Alabalık Mikrohavzası 2895 ha'lık alan ile 'büyük havza' kategorisine girmektedir. Çalışma kapsamında 50 noktada bozulmuş toprak örneği alınmış ve farklı arazi kullanım türlerinden toplam 6 adet toprak profili açılmış ve Toprak Taksonomisi'ne (Soil Survey Staff, 1999) göre sınıflandırılmıştır. Araştırma alanı konumu ve örnekleme noktaları Şekil 3.2'de sunulmuştur.



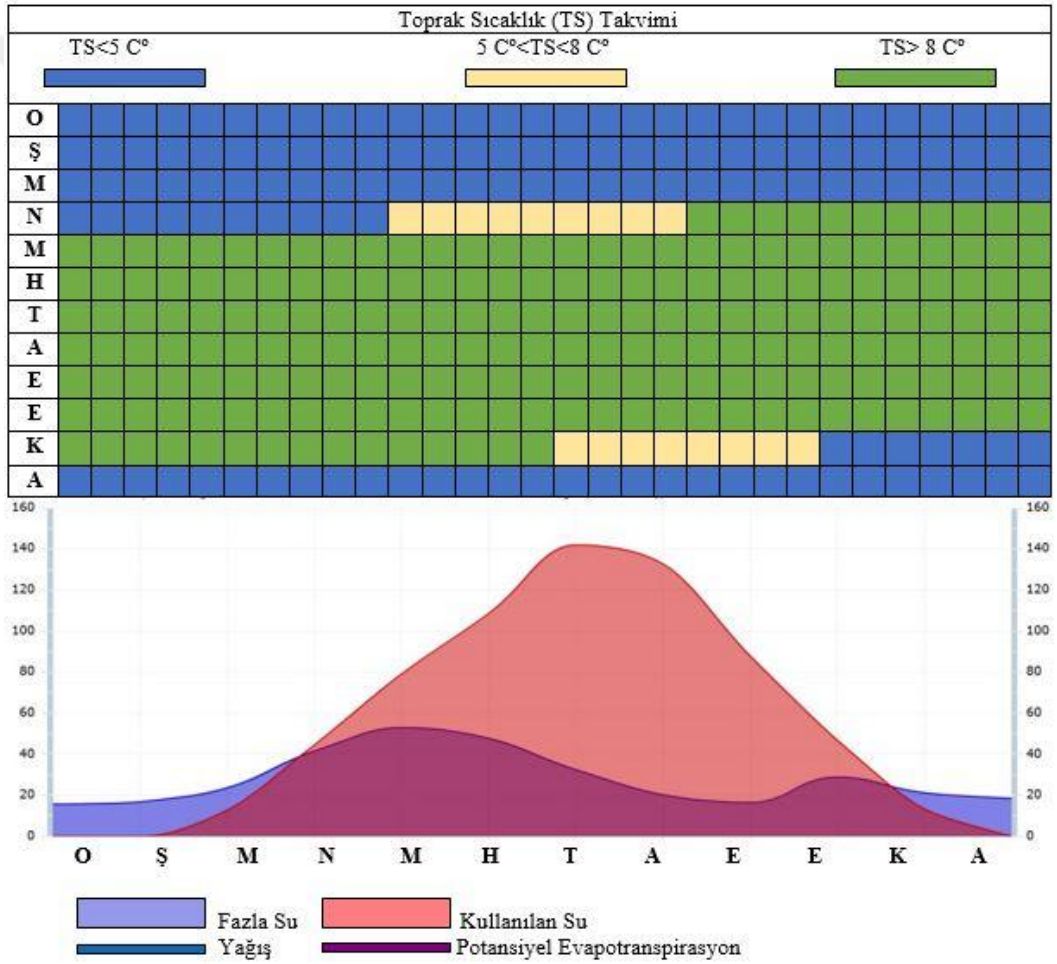
Şekil 3.1. Alabalık mahallesinden bir görünüm



Şekil 3.2. Araştırma alanı konumu ve örnekleme noktaları

3.1.2. İklim

Araştırma alanının yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık 600 mm, yıllık ortalama sıcaklık değeri ise 9.1°C 'dir. Newhall simülasyon modeline göre çalışma alanı toprak Typic Xeric nem rejimi ve mesic toprak sıcaklık rejimine sahiptir (Newhall and Berdanier 1996). Çalışma alanının Newhall modeline göre toprak nem ve sıcaklık rejimine ait diyagramlar Şekil 3.3'te sunulmuştur.



Şekil 3.3. Çalışma alanının toprak nem ve sıcaklık rejimine ait diyagramlar (Newhall and Berdanier 1996)

Yağış ve buharlaşmanın neden olduğu su kaybına yol açan maksimum sıcaklığı temel etmen olarak dikkate alan Erinç iklim sınıflandırmasına göre çalışma alanı yarı nemli iklim tipine sahiptir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Erinç'in yağış etkenlik indisi ve iklim tipleri (Erinç 1984)

Im	İklim Tipi	Bitki Örtüsü
<8	Tam kurak	Çöl
8-15	Kurak	Çölümsü step
15-23	Yarı kurak	Step
23-40	Yarı nemli	Park görünümlü orman
40-55	Nemli	Nemli orman
>55	Çok nemli	Çok nemli orman

Kuraklığın ve nemliliğin ifade edildiği farklı yöntemlerle bulunan kuraklık indekslerinden birisi de De Martonne kuraklık indeksidir. De Martonne indeksine göre çalışma alanı Yarı Kurak - Nemli Arası iklim özelliğine sahiptir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. De Martonne indeks değerleri ve iklim tipleri (De Martonne 1942)

IDM	İklim Tipi
<5	Kurak
5-10	Yarı kurak
10-20	Yarı kurak- Nemli arası
20-30	Yarı nemli
30-60	Nemli
>60	Çok nemli

3.1.3. Bitki örtüsü

Araştırma alanı Türkiye'nin 3 büyük flora bölgesinden biri olan İran-Turan floristik bölgesinin Doğu Anadolu-İran alanında yer almaktadır (Muratgeldiev *et al.* 2000). Araştırma alanında yarı kurak iklim altında step vejetasyonu egemendir. Alanın bir kısmı otsu bir kısmı odunsu ya da çalı karakterli bir step görünümündedir (Şekil 3.4). Otsu stepte *Stipa* ve *Bromus* türleri çoğunluktadır. Kamefit stepte ise; *Astragalus* ve *Acantholimon*'a ait birçok tür bulunmaktadır. Mikrohavzanın dâhil olduğu kuşak

içerisinde edafik fakörlerin baskın etkisiyle İran-Turan step elemanlarına ait halofil ve halofitler'de yaygın olarak görülmektedir (Atalay 1982).



Şekil 3.4. Alabalık mikrohavzası bitki örtüsünden genel bir görünüm

3.1.4. Toprak özellikleri

Mikrohavzanın eğimli ve kırık bir arazi yapısına sahip olması ve yanlış arazi kullanımına bağlı bitki örtüsünün aşırı tahrip edilmesi alanda şiddetli erozyona neden olmuştur. Mikrohavza'da yer yer anakayanın ortaya çıktığı alanlar bulunmaktadır. Bu alanlarda AC profilli entisol topraklar yaygın olarak görülmektedir. Mikrohavzanın taşkın ve birikmelere uğrayan akarsu yataklarında eolic ve alüviyal tipte sığ topraklar bulunmaktadır. Erozyonun nispeten daha az olduğu çayır-mera alanlarında mollisol topraklar özellikle sarıçam ağaçlarının bulunduğu ormanlık alanlarda yaygın kahverengi orman toprakları (eski sınıflandırma sistemine göre) gelişim göstermiştir.

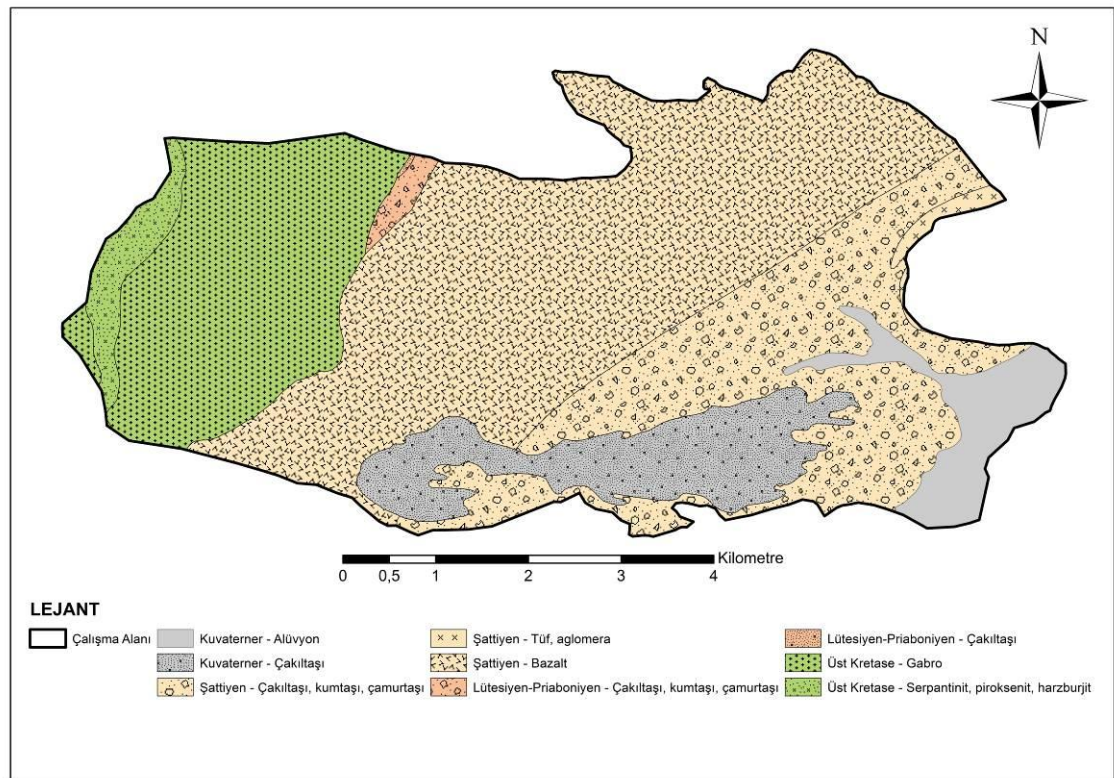
3.1.5. Jeolojik yapı

Araştırma alanı Kuzey Doğu Anadolu Orojenik kuşağı içerisinde bulunmaktadır. Bu bakımdan orojenik kuşaklara özgü özellikler baskın durumdadır (Atalay 1982). Bu alandaki ilk yerleşim yaşı Geç Kretase sonu- Erken Eosen öncesidir. Bu alan Jura-Geç Kretase arasında açılma, Geç Kretase-Günümüz arasında ise sıkışma tektoniğinin egemen olduğu jeotektonik ortamlarda gelişmiş otokton ve allokton kaya birimlerini kapsamaktadır. Eosen sonunda tamamen su üstü olan ve post orojenik bindirmelerle sınırlı karasal molas havzasında değişik kesimlerinde (alüvyon yelpazesi, akarsu ve göl) oligosen yaşlı Narman grubu kayaları çökelmiştir. Bu grubu meydana getiren formasyonlardan Oligosen yaşlı Alabalık formasyonu; çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı ve kiltaşından oluşmaktadır. Alabalık formasyonuna genellikle kırmızı ve kahverengi şeklinde koyu bir renk hâkimdir. Bazı alanlarda ise koyu gri ve yeşil renkler görülebilmektedir (Şekil 3.5). Pliyosen- Pleyistosen yaşlı ve yatay konumlu kuruçalı formasyonu ise; fay önlerinde ve dağ eteklerinde alüvyal yelpaze, aşağı kesimlerde ise akarsu ortamlarında gelişen ve çoğunlukla çakıltaları ile temsil edilmektedir (Bozkuş 1998).



Şekil 3.5. Alabalık mikrohavzası anakaya yapısından bir görünüm

Oligosen -Miyosen yaşlı konglomera, kumtaşı, silt-kil tabakaları ve jips-kireçtaşı bantlarından oluşan alt sedimanter birim, aglomeraları temsil edilen volkanik birim, alt sedimanter birime göre daha ince taneli ve kil içeriği daha yüksek olan üst sedimanter birim ve Kuvaterner yaşlı alüvyon çökellerden oluşmaktadır (Yarbaşı 2018). Araştırma alanına ait jeoloji haritası Şekil 3.6'da sunulmuştur.



Şekil 3.6. Alabalık mikrohavzasına ait jeoloji haritası (MTA 2016)

Mikrohavzada dağ şeritleri arasında çöküntü alanları mevcut olup akarsular tarafından vadiler oluşturulmuştur. Mikrohavza'da düzlük alanlarda ve ana derelerin birleşim yerlerinde kuvaterner çökelleri bulunmaktadır. Bu alanlar akarsu ortamlarında gelişmiş çakıltaşları, kum taşları ile temsil edilmekte olup alanın yaklaşık yarısını kaplamaktadır. Bu alanlarda akarsuların düşey yönde aşındırması ile alüvyal taraçalar oluşmuştur. Havzanın orta kısmında kalan alanların tamamı bazaltlarla örtülmüş halde bulunmaktadır. Yüksek dağlık alanlarda ise serpantin ve gabro bulunmaktadır.

3.1.6. Sosyoekonomik yapı

Havzadan yararlanan 2 mahalle (Alabalık ve Kuruçalı) bulunmaktadır. Mahallelerde kırsal fakirlik ciddi boyutlara ulaşmıştır. Geçimin büyük oranda tarımsal ve hayvansal faaliyetlere bağlı olduğu bu yörede yanlış tarım uygulamaları, sulamaya duyulan ihtiyaç, gübre kullanımının ekonomik nedenlere bağlı olarak sınırlı olması ve aşırı ve kontrolsüz otlatma elde edilen geliri giderek daha da azaltmaktadır. Havza ekonomisi büyük oranda tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır. Büyükbaş hayvan yetiştiriciliği yaygındır. Ayrıca arıcılık faaliyetleri de yapılmaktadır. Tarım alanlarının tamamı ekilip biçilmek suretiyle değerlendirilmektedir (Şekil 3.7). Tarımsal ürünlerin üretiminde geleneksel yöntemler kullanılmakla birlikte üretim pazara yönelik olmayıp tamamen kendi ihtiyaçlarını karşılamaya yöneliktir. Sulama imkânı olan dere kenarlarında çok kısıtlı olmakla birlikte sulu tarım yapılmaktadır. Bu alanlarda özellikle fasulye, domates, soğan gibi günlük ihtiyacı karşılamaya yönelik çeşitler ile küçük parsellerde elma, armut ve erik yetiştirilmektedir. Ayrıca geçmiş yıllardan kalma verimleri düşmüş asma çubukları ile az da olsa üzüm yetiştiriciliği yapılmaktadır. Mahallede tarım ürünü olarak en çok buğday, arpa, yonca, korunga ve yulaf yetiştirilmektedir (Şekil 3.8). Ayrıca mikrohavzada yaygın olan kuşburnu türlerinden pekmez yapılmakta ve bu ürünler yöre halkının ihtiyaçlarını karşıladığı gibi iç pazarda satılarak köylüye ek kazanç sağlamaktadır. Yine doğal olarak yetişen ve ekonomik değeri yüksek bazı mantar türleri gelir getirici odun dışı orman ürünü olarak değerlendirilmektedir.



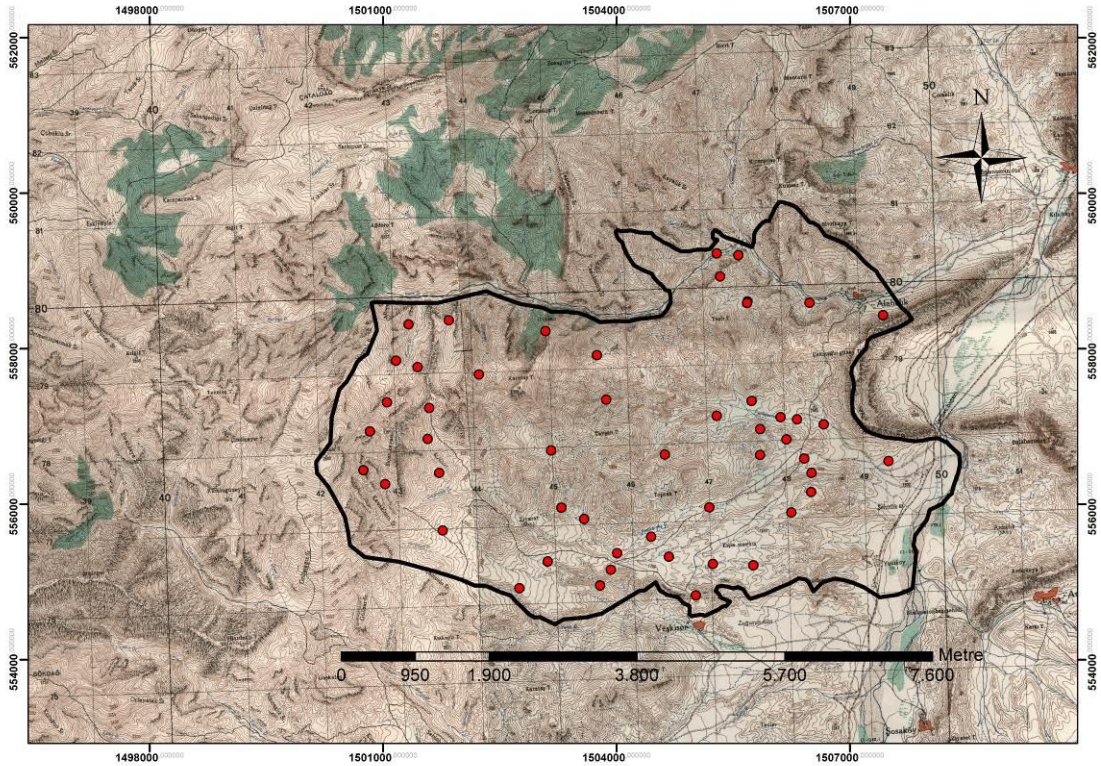
Şekil 3.7. Alabalık mikrohavzasında yapılan hayvancılık faaliyetlerinden bir görünüm



Şekil 3.8. Alabalık mikrohavzasında yapılan tarım faaliyetlerinden bir görünüm

3.1.7. Bilgisayar yazılımı ve sayısal veritabanı

Bu çalışmada, araştırma alanına ait H47b1 ve H47b2 paftası içerisine giren 1:25.000 ölçekli topoğrafik harita altlık materyal olarak kullanılarak sayısallaştırılmıştır (Şekil 3.9). Topoğrafik ve Jeoloji haritalarının sayısallaştırılmasında, toprak veri tabanının hazırlanmasında, DEM üretilmesinde ve haritalama çalışmalarında ArcGIS 10.5, yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca; 1/25000'lik topoğrafik, 1/25000'lik ve 1/120000'lik jeoloji haritası, 10 m çözünürlüğe sahip sayısal yükseklik modeli ve 1/25000'lik toprak haritasından yararlanılmıştır. Yüzey toprak örneklerine ait noktasal verilerin işlenerek alansal haritalarının oluşturulmasında da ArcGIS 10.5 programı kullanılmıştır.



Şekil 3.9. Çalışma alanına ait 1:25.000 ölçekli topoğrafik harita (H47b1 ve H47b2) ve toprak örnek noktaları

3.2. Yöntem

Bu çalışmada toprak bozulmasına etki eden faktörler incelenerek farklı jeomorfolojik birimler, ana materyaller, arazi kullanım ve yönetim şekilleri incelenmiştir. Toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve hidrolojik özellikleri ile erozyon eğilimlerini belirlemek için farklı arazi kullanım ve yönetim altındaki alanlar (tarım, orman ve mera) dikkate alınmıştır.

3.2.1. Arazi çalışmaları

Topoğrafya, toprak, arazi kullanımı ve arazi örtüsü faktörleri göz önünde tutularak profil yerleri ve örnekleme noktaları belirlenmiştir. Temsili örnekleme yapılarak farklı arazi kullanım ve yönetim altındaki alanlarda mikrohavzanın büyük çoğunluğunu temsil edecek noktalardan 50 adet toprak örneği alınmış ayrıca her arazi kullanım türünü temsilen 6 adet toprak profili açılmıştır. Örnekleme noktalarının koordinatları GPS yardımıyla kaydedilmiştir. Araştırma alanında bulunan toprakların morfolojik özelliklerinin saptanması ve sınıflandırılması örnek toprak profil incelemeleri Soil Survey Staff (1999)'a göre yapılmıştır.

Bir çayır mera vejetasyonunun örtü derecesi alana göre yüzde olarak (bitki ile kaplı alan) belirlendikten sonra botanik kompozisyonunun belirlenmesi de gerekmektedir. Her bir türün bu toplum içindeki oranı, o türün botanik kompozisyona katılma yüzdesini, örtü derecesi cinsinden ifade etmektedir. Böylece, botanik kompozisyon, herbir türün çayır mera için önemini, toplam örtü derecesine katılma derecesini göstermektedir (Gençkan 1985).

Çalışma alanında bitkilerin karakterlerini ölçme yerine gözle müşahede ederek kalitatif olarak değerlendirmesine dayanan gözle tahmin metodu kullanılmıştır (Tosun ve Altın 1981). Bitki ile kaplı alan, bitki türlerinin veya vejetasyonun hepsinin, toprak yüzeyini kapladığı alanı ifade etmekte olup mera kesimlerinde, bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı bitkiye rastlanan nokta sayısına oranlanması ile belirlenmiştir (Gökkuş

vd 2000). Ayrıca mera durum ve sağlık sınıfları Koç vd (2003)'in ülkemiz şartlarına göre belirlediği esaslar dikkate alınarak belirlenmiştir

Araştırma sahasındaki türler (Bakır 1987) tarafından önerilen yöntem esas alınarak azalıcı, çoğalıcı ve istilacı olmak üzere 3 kısma ayrılmıştır.

3.2.2. Laboratuvar çalışmaları

Alınan toprak örnekleri usulüne uygun olarak havada kurutulmuş ve 2 mm lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan toprak örnekleri kullanılarak, laboratuvarda tekstür, toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik, kireç içeriği, organik madde içeriği, gibi toprakların fiziksel, kimyasal ve mekanik analizleri yapılmış ve aşığıdaki yöntemlerle belirlenmiştir.

3.2.2.a. Toprak tekstürü (Mekanik analiz)

Toprakların tekstür tayini Bouyoucos hidrometre yöntemine göre 2 mm'lik elekten geçirilmiş hava kurusu toprak örnekleri üzerinde yapılmıştır (Bouyoucos 1951).

3.2.2.b. Toprak reaksiyonu (pH)

Toprakların pH'ları 1:2,5'luk toprak- saf su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre kullanılarak belirlenmiştir (McLean 1982).

3.2.2.c. Organik madde

Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Nelson and Sommers 1982).

3.2.2.d. Kireç

Toprakların kireç içeriklerinin belirlenmesinde Scheibler kalsimetresi kullanılmıştır (Çağlar 1958).

3.2.2.e. Elektriksel iletkenlik

Saturasyon macunu ekstraksiyon süzüklerinden elektriki kondüktivite aleti kullanılarak $\mu\text{mhos/cm}$ olarak belirlenmiştir (Rhoades 1982).

3.2.2.f. Dağılım haritalarının oluşturulması

Dağılım haritalarının oluşturulmasında; tek bir semivariogram yerine birçok semivariogram modelinin tahmin edilmesi ve kullanılmasıyla basit ve güvenilir veri enterpolasyonu sağlayan Amprik Bayesian Krigleme yöntemi kullanılmıştır (Krivoruchko 2012).

3.2.3. Değerlendirme yöntemleri

3.2.3.a. Temel havza karakteristiklerinin belirlenmesi

Havzaya ait yapılacak olan değerlendirmelerin olumlu sonuçlar doğurması için havzaya ait bazı temel karakteristik özelliklerin tespit edilmesi gerekmektedir. Havza karakteristiklerinin belirlenmesi için arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler değerlendirilerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır. 1/25000 ölçekli memleket haritalarının H47b1 ve H47b2 numaralı paftaları Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilerek sayısallaştırılmıştır.

1. Havzaya ait fizyografik karakteristikler

Araştırma alanı yükseklik, eğim ve bakı grupları, ArcGIS 10.5 programında Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) üretildikten sonra yükseklik grupları, eğim grupları ve bakı grupları haritalanmıştır. Jeoloji haritası ise Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden (MTA) elde edilen 1/25000 ölçekli jeoloji haritası sayısallaştırılması ile elde edilmiştir.

- **Ortalama yükseklik**

ArcGIS 10.5 programında sayısal yükseklik modeli üzerinden havzanın ortalama yüksekliği hesaplanmıştır. Ortala yükseklik havzanın en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki yükseklik farkıdır.

- **Ortalama eğim**

ArcGIS 10.5 programında sayısal yükseklik modeli üzerinden havzanın ortalama eğimi hesaplanmıştır. Eğim haritaları ise IUFRO (International Union of Forest Research Organizations) tarafından kabul edilmiş eğim sınıfları dikkate alınarak üretilmiştir.

- **Reliyef oranı (Rh)**

Havzanın en düşük ve en yüksek noktalarının kot farkı arasındaki fark ile havza uzunluğu arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır. Reliyef oranı değerlerinin yüksek olması, dik ve eğimli arazileri göstermektedir. Bu gibi havzalarda su akışı daha fazla erozif güç sağlamaktadır (Schumm 1956).

- **Oransal Relief**

Havzanın maksimum reliefinin havza çevresine oranı olarak ifade edilmektedir (Avcı ve Sunkar 2015).

2. Havza alanı

Mikrohavza alanı havzayı sınırlayan su ayırım çizgileri topografik harita üzerinde çizildikten sonra CBS ortamına aktarılarak sayısallaştırma sonucunda belirlenmiştir. Belirlenen alan miktarı havza büyüklük sistemine göre değerlendirilerek havza sınıfı belirlenmiştir. Ulusal ve Uluslararası havza büyüklük sınıfları Çizelge 3.3'te belirtilmiştir (Kanar 2014).

Çizelge 3.3. Ulusal ve Uluslararası havza büyüklük sınıfları (Kanar 2014)

Ulusal sınıflama		Uluslararası sınıflama	
Havza sınıfı	Alan (km ²)	Havza sınıfı	Alan (ha)
Küçük	< 1	Catchment	13-259
Orta	1-10	Subwatershed	259-2590
Büyük	10-100	Watershed	2.590-25.900
Çok büyük	>100	Subbasin	25.900—259.000
		Basin	>259.000

3. Arazi kullanım şekli

Arazi kullanım haritası; Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen amanjman planlarındaki meşcere haritası ve Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) Parsel sorgulama sisteminden elde edilen mevcut parsel bilgileri kullanılarak elde edilmiştir.

4. Havza şekli

Havza şekli, suların havzayı terk etme süresini, drenaj sistemini ve hidrolojik özelliklerini doğrudan etkilemektedir. İnce ve uzun havzalarda suların boşalma süresi daha uzun, sel ve taşkın olma tehlikesi daha azdır. Bir havzasının şekli, karakteristik hidrografının şeklinide etkiler. Örneğin, uzun biçimli bir havza, aynı yağış için dairesel şekle yakın bir havzaya göre daha düşük bir çıkış akımı oluşturur. Dairesel şekle yakın bir havza daha düşük bir konsantrasyon süresi sunar ve daha yüksek akış üretir.

Havzaların şekilleri havzadaki akışları etkileyen önemli bir parametre olmakla birlikte şekil ifade eden indisler form faktörü, şekil faktörü, uzama oranı ve Gravelius katsayısı olarak değerlendirilmektedirler (Özhan 2004).

- **Sekil faktörü (Sf)**

Havza uzunluğunun karesinin havza alanına oranı ile hesaplanmaktadır (Özhan 2004).

$$Sf = \frac{L^2}{A} \quad A \rightarrow \text{havza alanı (km}^2\text{)} \quad L \rightarrow \text{havza uzunluğu (km)}$$

- **Uzama oranı (Re)**

Uzama oranı havza alanına eşit alana sahip bir dairenin çapının, havzanın maksimum uzunluğuna bölünmesiyle elde edilmektedir (Balcı ve Özyuvacı 1988).

$$Uo = \frac{2\sqrt{A/\pi}}{L} \quad A \rightarrow \text{havza alanı (km}^2\text{)} \quad L \rightarrow \text{havza uzunluğu (km)}$$

- **Gravelius indeksi (G)**

Havzası çevresi ile havzanın çevresine eşit bir yüzeye sahip olan dairenin çevresi arasındaki ilişkiye dayandırılan Gravelius'un indeksi kullanılarak; aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Elbaşı ve Özdemir 2018).

$$G = 0,282 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad A \rightarrow \text{havza alanı (km}^2\text{)} \quad P \rightarrow \text{havzanın çevresi (km)}$$

3.2.3.b. Türkiye Çölleşme Risk Modeli

Türkiye Çölleşme Risk Modeli; Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK-BİLGEM işbirliği ile yürütülen Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi (HIDS) kapsamında; ülkemize özgü coğrafi tabanlı matematiksel bir model olarak geliştirilmiştir. Bu model, arazi bozulumu ve çölleşme riskinin tespiti, havza ölçeğinde risk haritalarının üretilmesi ve çölleşme ve arazi bozulumu riskinin izlenmesini sağlayabilecek bir çalışmadır (ÇEM 2017).

Türkiye Çölleşme Risk Modeli; iklim; su, toprak, arazi örtüsü ve arazi kullanımı, topoğrafya ve jeomorfoloji, sosyo ekonomi ve yönetim olmak üzere 7 kriter, 48 gösterge ve 37 alt göstergeden oluşmaktadır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE 2015).

Modelde; çölleşme üzerine hangi etmenin ne kadar etkili olduğunun ölçülmesi zor olduğundan dolayı ölçme yoluyla belirlenmesi neredeyse olanaksız olan etmenlerin etki derecelerinin belirlenmesinde, öznel bir istatistiksel değerlendirme aracı olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılmıştır. Bu bağlamda, 24 adet gösterge haritasından 4 adet ana kriter indis haritası üretilmiştir. Verisi sağlanan 4 ana kritere (iklim, toprak, arazi örtüsü ve arazi kullanımı, topoğrafya ve jeomorfoloji) ait indis haritaları, AHP yaklaşımı kullanılarak hesaplanan indis değerlerine göre üretilmiştir. Türkiye Çölleşme Risk haritası da verisi bulunan ana kriter indis haritaları kullanılarak

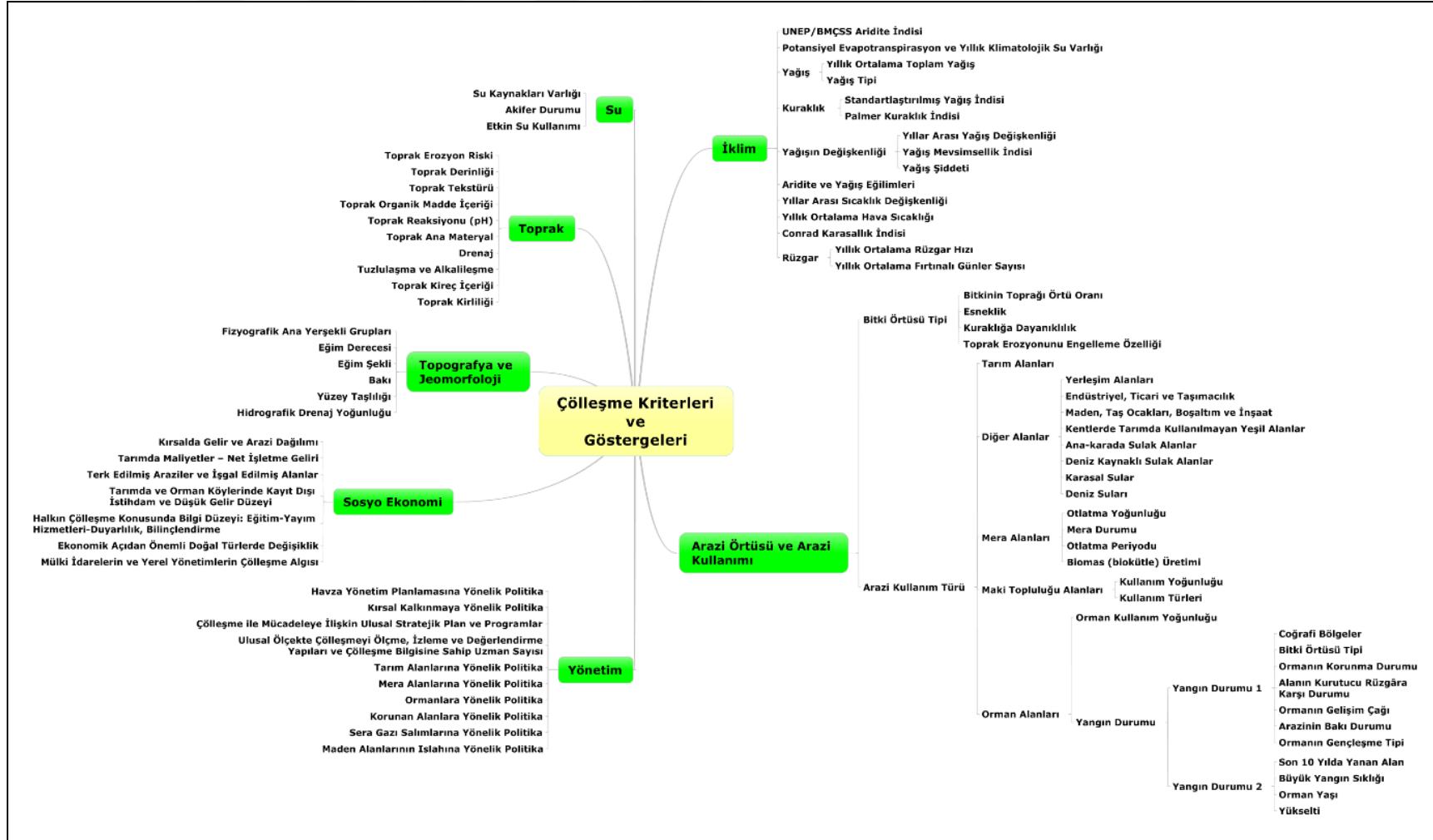
elde edilmiştir. Göstergelerin birleştirilerek çölleşme indis değerinin elde edilmesinde ise aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$G = \sum_{i=1}^{n_i} a_{ij} \cdot G_{ij} = a_{i1}G_{i1} + a_{i2}G_{i2} + \dots + a_{in_i}G_{in_i}$$

n_i = i. göstergeler kümesindeki gösterge sayısı

a_{ij} = i. gösterge kümesinde j. göstergeye atanacak ağırlık

Toprak bozulmasının alansal değişiminin izlenmesinde ve çölleşme risk değerinin hesaplanmasında Türkiye Çölleşme Risk Modelinde kullanılan yöntem kullanılmıştır. Şekil 3.10'da gösterilen ve Türkiye için uygun olan çölleşme kriter ve göstergelerin mikrohavza bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE, 2015).



Şekil 3.10. Türkiye çölleşme kriter, gösterge ve alt göstergelerinin birlikte gösterimi (ÇEM 2017)

Türkiye Çölleşme Modelinde her göstergesinin hangi durumda ne kadar çölleşmeyi etkilediğinin ortaya konulması için her sınıfa puan değeri verilmiştir (ÇEM 2017). Bu puan değerinde ‘1 puan’ en az ‘2 puan’ ise en fazla etkileme durumunu göstermektedir. Kriter ve/veya göstergenin çölleşme üzerindeki etkilerinin standart hale getirilmesi amacıyla tüm gösterge ve kriterlere ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak ağırlık değerleri verilmiştir. Çölleşme kriterlerinin ağırlıkları Çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çölleşme kriterlerinin ağırlıkları (ÇEM 2017)

Kriter	Ağırlığı (%)
İklim	35,6
Su	18,4
Toprak	17,2
Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı	11,6
Topoğrafya ve Jeomorfoloji	6,3
Sosyoekonomi	6,2
Yönetim	4,7

- **İklim kriterinin ağırlıklandırılması**

Türkiye Çölleşme Modelinde, çölleşme ana ölçütlerinden biri olan “İklim” kriterinin çölleşmeden etkilenebilirliğinin değerlendirilmesinde, 10 başlık altında toplam 19 iklim göstergesi incelenmiştir (Şekil 3.10). Çizelge 3.5’da iklim göstergelerinin ağırlıklandırılması verilmiştir.

Çizelge 3.5. İklim göstergelerinin ağırlıkları (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE, 2015)

Gösterge No.	Gösterge	Alt Gösterge	Gösterge Ağırlığı (%)	Alt Gösterge Ağırlığı (%)
1	BMÇP-BMÇSS Aridite İndisi		26	
2	Potansiyel Evapotranspirasyon ve Yıllık Ortalama Klimatolojik Su Varlığı		16	
3	Yağış		15	
3-1		Yıllık Ortalama Toplam Yağış		70
3-2		Yağış Tipi		30
4	Kuraklık		10	
4-1		Standartlaştırılmış Yağış İndisi		60
4-2		Palmer Kuraklık Şiddet İndisi		40
5	Yağış Değişkenliği		8	
5-1		Yıllar Arası Yağış Değişkenliği		35
5-2		Yağış Mevsimsellik İndisi		35
5-3		Yağış Şiddeti		30
6	Aridite ve Yağış Eğilimleri		8	
7	Yıllar Arası Sıcaklık Değişkenliği		6	
8	Yıllık Ortalama Hava Sıcaklığı		5	
9	Conrad Karasallık İndisi		3	
10	Rüzgâr		3	
10-1		Yıllık Ortalama Rüzgâr Hızı		60
10-2		Yıllık Ortalama Fırtınalı Günler Sayısı		40

- **Su kriterinin ağırlıklandırılması**

Su Kriteri altında su kaynaklarının varlığı, akifer durumu ve etkin su kullanımı göstergeleri yer almaktadır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE, 2015). Uzman görüşüne dayalı AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırma yapılmıştır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Su göstergelerinin ağırlıkları (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE, 2015)

Gösterge	Ağırlığı (%)
Su Kaynakları Varlığı	63,6
Akifer Durumu	26,3
Etkin Su Kullanım	10,1

- **Toprak kriterinin ağırlıklandırılması**

Toprak kriteri altında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile 10 gösterge belirlenmiştir. Çölleşme ve toprak bozulması bakımından önemli görülen göstergeler içerisinde toprak erozyon riski en belirleyici gösterge olarak en fazla ağırlığa sahip olmuştur (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Toprak göstergelerinin ağırlıkları (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE, 2015)

Gösterge	Ağırlığı (%)
Toprak Erozyon Riski	22,7
Toprak Derinliği	21,1
Toprak Tekstürü	17,1
Toprak Organik Madde İçeriği	11,3
Toprak Reaksiyonu	7,4
Toprak Ana Materyal	4,8
Drenaj	4,8
Tuzlulaşma ve Alkalileşme	4,1
Toprak Kireç İçeriği	4,0
Toprak Kirliliği	2,8

- **Arazi örtüsü ve arazi kullanım kriterinin ağırlandırılması**

Çölleşme sürecine etki eden önemli yedi kriterden biri olarak belirlenen “Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı”, arazi bozulumu / çölleşme açısından Bitki Örtüsü Tipi ve Arazi Kullanımı Türleri olmak üzere 2 gösterge ve toplam 28 alt göstergeye ayrılarak incelenmiştir. Arazi örtüsü ve arazi kullanım göstergelerinin çölleşme açısından ağırlık puanları Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Arazi örtüsü ve arazi kullanım göstergelerinin ağırlıkları (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE, 2015)

Alt Kriter	Gösterge No.	Gösterge	Alt Gösterge	Alt Kriter Ağırlığı (%)	Gösterge Ağırlığı (%)	Alt Gösterge Ağırlığı (%)	
Bitki Örtüsü Tipi	1-1	Bitkinin Toprağı Örtme Oranı		50	38,3		
	1-2	Esneklik			28,7		
	1-3	Kuraklığa Dayanıklılık			17,8		
	1-4	Toprak Erozyonunu Engelleme			15,1		
Arazi Kullanım Türü	2-1	Tarım Alanları		50	45,9		
	2-2	Mera Alanları			18,2		
	2-2-1		Mera Otlatma Kapasitesi ve Yoğunluğu				41,3
	2-2-2		Mera Kalitesi				23,0
	2-2-3		Meranın Biyokütle Üretimi				19,5
	2-2-4		Mera Otlatma Peryodu				16,2
	2-3	Diğer Alanlar				23,6	

Çizelge 3.8. (devam)

2-3-1		Maden, Taş Ocakları, Boşaltım ve İnşaat Alanları			29,0
2-3-2		Endüstriyel, Ticari ve Taşımacılık Alanları			17,4
		Yerleşim Alanları			16,9
		Deniz Suları			8,6
2-3-3		Ana-Karada Sulak Alanlar			8,5
2-3-4		Karasal Sular			8,5
2-3-5		Deniz Kaynaklı Sulak Alanlar			7,1
2-3-6					
2-3-7		Kentlerde Tarımda Kullanılmaan Yeşil Alanlar			6,7
2-3-8					
2-4	Maki Topluluğu Alanları			7,2	
2-4-1		Makiliklerin Kullanım Yoğunluğu			50
2-4-2		Makiliklerin Kullanım Türü			50
2-5	Orman Alanları			5,1	
2-5-1		Orman Alanlarının Kullanım Yoğunluğu			50
2-5-2		Orman Yangınları			50

- **Topoğrafya ve Jeomorfoloji kriterinin ağırlandırılması**

Topografya ve Jeomorfoloji kriterinin çölleşmeden etkilenebilirlik değerlendirmesi kapsamında toplam 6 adet gösterge incelenmiştir. Topoğrafya ve Jeomorfoloji göstergelerinin çölleşme açısından ağırlık puanları Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Topoğrafya ve Jeomorfoloji göstergelerinin ağırlıkları (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE, 2015)

Gösterge	Ağırlığı (%)
Fizyografik Ana Yerşekil Grupları	34,4
Eğim Derecesi	27,2
Eğim Şekli	17,3
Bakı	7,4
Yüzey Taşlılığı	7,0
Hidrografik Drenaj Yoğunluğu	6,6

- **Sosyoekonomi kriterinin ağırlandırılması**

Türkiye Çölleşme Risk Modeli'nde "Sosyo-ekonomi" kriteri altında 7 adet gösterge değerlendirilmiştir. Sosyoekonomi göstergelerinin çölleşme açısından ağırlık puanları Çizelge 3.10'da verilmiştir. Sosyoekonomik göstergelerin puanlandırılması aşamasında köy muhuru ve köylülerle yüz yüze gerçekleştirilen görüşmelerden ve Narman Tarım ve Orman İlçe müdürlüğü'nden elde edilen veriler kullanılmıştır.

Çizelge 3.10. Sosyoekonomi göstergelerinin ağırlıkları (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE, 2015)

Gösterge	Ağırlığı (%)
Kırsalda Gelir ve Arazi Dağılımı	34,3
Tarımda Maliyetler-Net İşletme Geliri	15,2
Terk Edilmiş Araziler ve İşgal Edilmiş Alanlar	15,1
Tarımda ve Orman Köylerinde Kayıt Dışı İstihdam ve Gelir Düzeyi	14,8
Halkın Çölleşme Konusunda Bilgi Düzeyi	7,5
Ekonomik Açından Önemli Doğal Türlerde Değişiklik	6,9
Mülki İdarelerin ve Yerel Yönetimlerin Çölleşme Algısı	6,2

- **Yönetim kriterinin ağırlandırılması**

Türkiye Çölleşme Risk Modeli'nde "Yönetim" kriteri altında, "Çölleşme ile Mücadeleye İlişkin Ulusal Stratejik Plan ve Programlar" ve "Ulusal Ölçekte Çölleşmeyi Ölçme, İzleme ve Değerlendirme Yapıları ve Çölleşme Bilgisine Sahip Uzman Sayısı" gösterge olarak ele alınmıştır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE 2015). Bunlara ek olarak, çölleşme ile ilişkili yürürlükte olan çeşitli politikalar da sisteme bir gösterge olarak dâhil edilmiştir. Yönetim göstergelerinin çölleşme açısından ağırlık puanları Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Yönetim göstergelerinin ağırlıkları (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE, 2015)

Gösterge	Ağırlığı (%)
Havza Yönetim Planlamasına Yönelik Politika	19,3
Kırsal Kalkınmaya Yönelik Politika	17,1
Çölleşme ile Mücadeleye İlişkin Ulusal Stratejik Plan ve Programlar	14,8
Ulusal Ölçekte Çölleşmeyi Ölçme, İzleme ve Değerlendirme Yapıları ve Çölleşme Bilgisine Sahip Uzman Sayısı	10,2
Tarım Alanlarına Yönelik Politika	10,0
Mera Alanlarına Yönelik Politika	7,7
Ormanlara Yönelik Politika	7,1
Korunan Alanlara Yönelik Politika	5,2
Sera Gazı Salınımına Yönelik Politika	4,4
Maden Alanlarına Yönelik Politika	4,3

Risk değerinin hesaplanması için gerekli olan veriler elde edilmiştir. Verileri elde edilemeyen kriterler hesaplamaya katılmayarak risk değerine yansıtılmamıştır. Yine verisi elde edilen kriterler içerisindeki göstergelerden hesaplamaya katılmayan verilerde çıkarılmıştır.

- **Göstergelerin Çölleşme Açısından Ağırlıklandırılması**

Göstergelere ait her bir kritere ait sınıf puanları, çölleşme ve arazi bozulmasına etki etmemesi (1.0 puan) ile çölleşme ve arazi bozulması açısından maksimum düzeyde etki etmesi (2.0 puan) arasında puanlandırılmıştır. Sınıf puanının 2.0'ya yaklaşması, o kriterle alakalı olarak toprak bozulması ve çölleşme riskinin arttığı anlamını taşımaktadır. Çölleşme indisi sınıf aralıkları ve tanımlamaları Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Çölleşme indisi sınıf aralıkları ve tanımlamaları (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE, 2015)

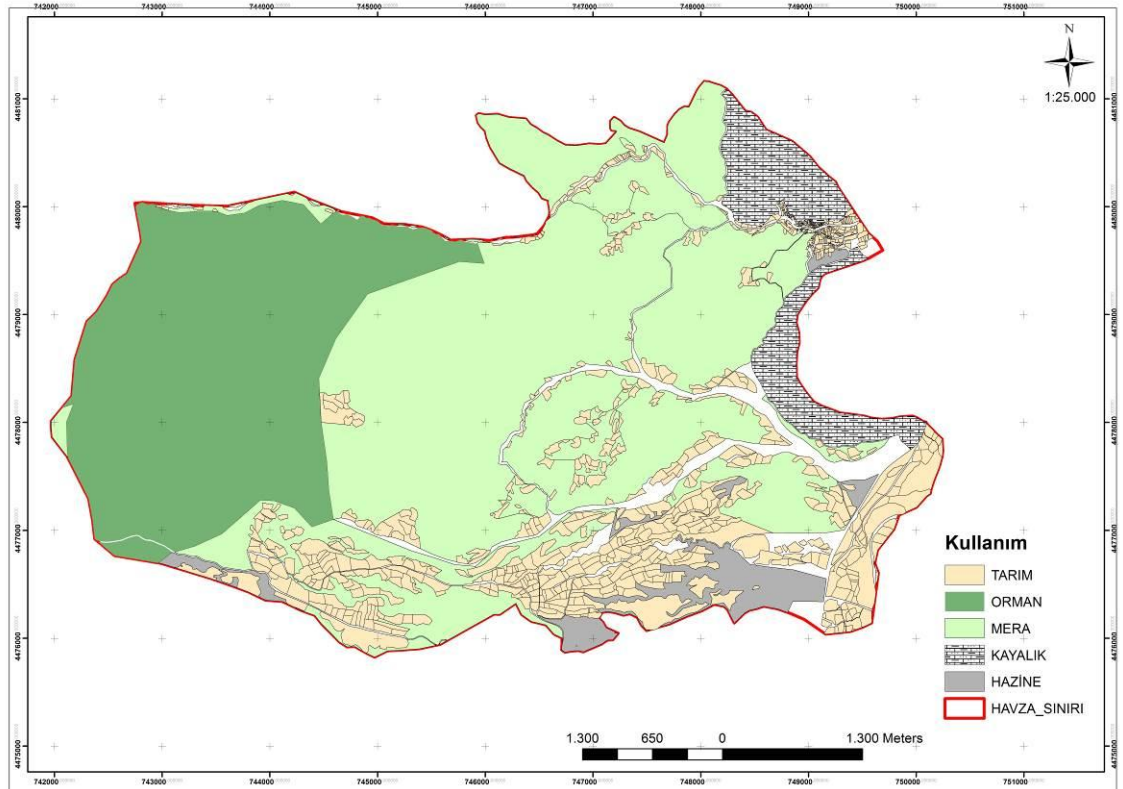
Sınıf	İndis	Açıklama
1	1.00 - 1.27	Çok düşük - Çok Düşük
2	1.28 - 1.34	Çok Düşük - Düşük
3	1.35 - 1.40	Düşük - Düşük
4	1.41 - 1.45	Düşük - Orta
5	1.46 - 1.48	Orta - Orta
6	1.49 - 1.54	Orta - Yüksek
7	1.55 - 1.60	Yüksek - Yüksek
8	1.61 - 1.67	Yüksek - Çok yüksek
9	1.68 - 2.00	Çok Yüksek - Çok yüksek

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Temel Havza Karakteristikleri

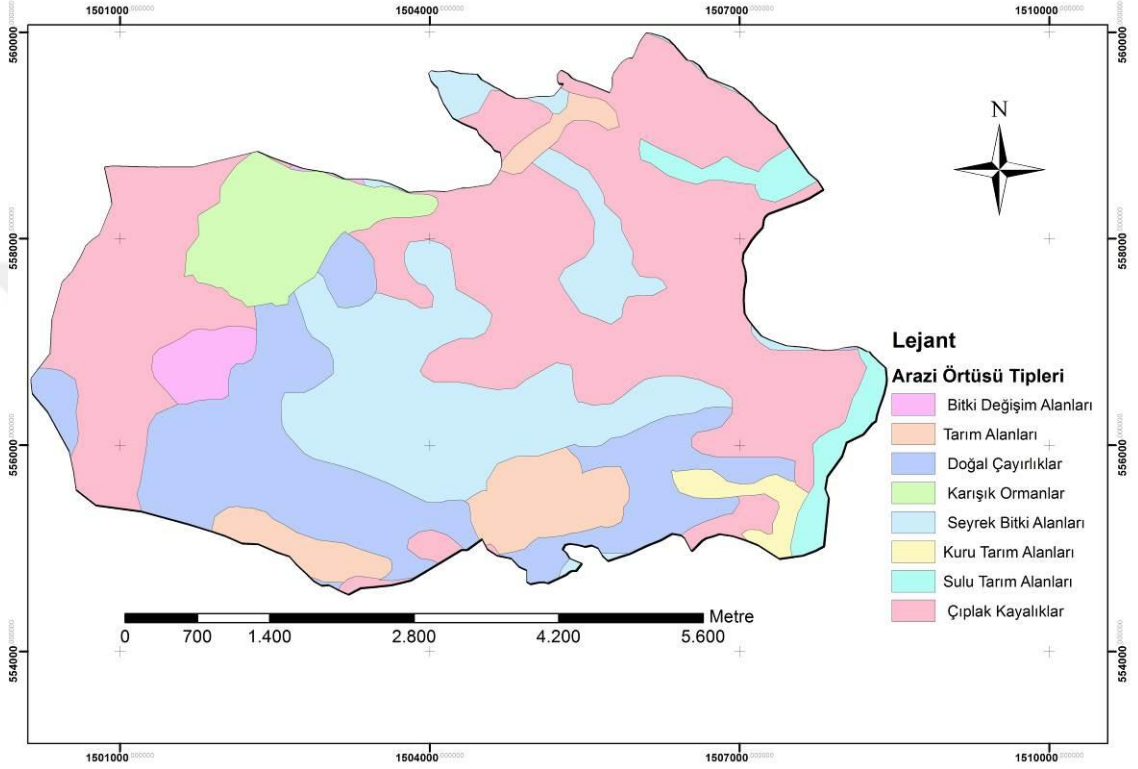
4.1.1. Arazi kullanım şekli

Arazi kullanım şekli ve bitki örtüsünün durumu, toprak kayıplarını etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Çalışma alanının mevcut arazi kullanımı ve arazi örtü dağılımını belirlemek amacıyla tapu kadastro parsel bilgileri kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeye göre başlıca arazi kullanımını toplam alanın %45 ile en fazla mera alanları oluştururken sırasıyla, orman %25 tarım %21, çıplak alan %5 ve %4 hazine arazileri oluşturmaktadır. Kadastro durumlarına ve arazi tespitlerine göre değerlendirilen arazi kullanım haritası Şekil 4.1’de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Çalışma alanına ait arazi kullanımı haritası

Ayrıca çalışma alanının CORINE sınıflama sistemi kullanılarak arazi örtüsü tipleri belirlenmiştir (Şekil 4.2). CORINE 2012 verilerine göre arazi kullanım örtüsü durumlarının mevcut örtü durumları ile farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Alabalık mikrohavzasının CORINE 2012 sınıflama sistemine göre arazi örtü tipleri

CORINE sınıflama sisteminde arazi örtüsü haritaları Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından belirlenen arazi örtüsü sınıflandırması doğrultusunda uydu görüntüleri kullanılarak bilgisayar destekli görsel yorumlama metodu ile 1/100.000 ölçekte üretilmektedir. Kadastro haritalarında ise ölçek 1/25.000 olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu havza gibi aşırı erozyona uğramış alanlar için CORINE arazi sınıflama sisteminde, net bir sınıf bulunmamaktadır (Koca vd 2009). Bu sebeple havzada noktasal yapılan detaylı çalışma ile CORINE sınıflama sistemi arasında farklılıklar oluşabilmektedir. Bu sebeple çalışmada; arazi tespitleri ile yüksek uyumluluk gösteren tapu kadastro parsel bilgileri kullanılmıştır.

4.1.2. Havza alanı

Alabalık Mikrohavzası'nın toplam alanı 2895 ha. olarak hesaplanmıştır. Toplam alan içerisinde %45'lik oranla (1350 ha.) en büyük payı mera alanları oluştururken orman alanları %25'ini (719 ha.) ve tarım alanları ise %21'ini (607 ha.) oluşturmaktadır. (Çizelge 4.1). Havza büyüklük sınıflama sistemine göre Ulusal sınıflama sistemine göre "Büyük Havza (10-100 km²)" sınıfına, Uluslararası sisteme göre değerlendirildiğinde ise, "Watershed (2590-25900 ha)" sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.1. Alabalık Mikrohavzası arazi kullanım durumu ve oransal dağılımı

Arazi kullanım durumu					
CORINE Sınıflama Sistemi	Alan (ha)	Alan (%)	Mevcut Durum	Alan (ha)	Alan (%)
Çıplak Kayalık	1221	42	Mera	1310	45
Doğal Çayırliklar	622	21	Orman	719	25
Seyrek Bitki Alanları	497	17	Tarım arazisi	607	21
Doğal Bitki Örtüsü İle Karışık Tarım Alanları	187	6			
Karışık Ormanlar	187	6			
Sürekli Sulanan Alanlar	87	3	Çıplak/Kayalık alanlar	153	5
Bitki Değişim Alanları	53	2	Hazine arazisi	105	4
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	40	1			
Toplam	2895	100	Toplam	2895	100

Çizelge 4.1 incelendiğinde Mikrohavza genelinde CORINE sınıflama sistemi'ne göre çıplak alanlar genel alanın %42'sini kaplarken kadaströ verileri ve arazi gözlemlerine göre çıplak alanlar genel alanın %5'ini kaplamaktadır. Bu farklılıklar özellikle zayıf ve aşırı bozulmuş meraların (**EK 1**) ve yeni ağaçlandırma sahalarının (**EK 3**) uydu görüntülerinin alındığı zamana ve harita verilerinin kullanıldığı ölçek farkına bağlı olarak değişiklik gösterdiği düşünülmektedir. Nitekim yapılan bazı çalışmalarda da benzer farklılıkların ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Silva *et al.* 2007; Burkhard *et al.* 2009; Ateşoğlu 2016).

4.1.3. Havza şekli

- **Şekil faktörü (Sf)**

Havza alanı büyüdükçe şekil faktörü küçülmektedir. Alabalık mikrohavzasında şekil faktörü 1,94 olarak hesaplanmıştır. Bu faktör değeri birden büyük bir değere sahiptir ve bu sonuca göre havza şeklinin kısa ve geniş olduğu ortaya çıkmaktadır.

- **Uzama oranı (Re)**

Havza şeklinin dar veya geniş oluşunu gösteren bir parametredir. Alabalık mikrohavzasında uzama oran değeri 0,40 olarak hesaplanmıştır. Bu oranın çok çeşitli iklimsel ve jeolojik tiplerde 0,6 ile 1,0 arasında olduğunu belirtilmektedir. Uzunlaşma oranı değeri 0.6 ya yaklaşan havzalar genellikle ince uzun; oranı 1'e yaklaşan havzalar ise dairesel şekillidirler (Schumm and Lichty 1965). Dağlık havzalarda ise bu değer daha küçük değerler almaktadır. Nitekim çalışma havzası da bu özellikleri yansıtmaktadır.

- **Gravelius İndeksi**

Gravelius indeksi, havzalarının şekillerini açıklamaya yardımcı bir indekstir. Bu değer bir'e eşit veya bir'den büyüktür. Alabalık mikrohavzasında Gravelius katsayısının değeri 1,00 olarak hesaplanmıştır. Gravelius katsayısının değeri büyüdükçe havzanın biçimi daireden uzaklaşmakta küçüldükçe dairesel görünüm kazanmaktadır. Havza şekilleri akım hidrograflarına etki etmektedir. Uzunlamasına havzalarda hidrograf düşük fakat devamlı iken, dairesel havzalarda pik hidrograflar görülmektedir (Elbaşı ve Özdemir 2018).

4.1.4. Havzanın bitkisel özellikleri

Araştırma alanı içerisinde tespit edilen otsu, çalı ve odunsu formda bulunan bazı bitki türleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Araştırma alanında tespit edilen bitkiler

<i>Acantholimon cariacefalium</i>	<i>Juniperus nana</i>
<i>Acantholimon caryophyllaceum</i>	<i>Juniperus oblonga</i>
<i>Acantholimon sp.</i>	<i>Juniperus oxycedrus</i>
<i>Acer campestre sp.</i>	<i>Koeleria cristata</i>
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Lonicera caprifolium L.</i>
<i>Agropyron cristatum</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Agropyron intermedium</i>	<i>Medicago sp.</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Melica sp.</i>
<i>Alopecurus pratense</i>	<i>Miniortia sp.</i>
<i>Alyssum desertorum</i>	<i>Nepeta sp.</i>
<i>Artemisia spicigera</i>	<i>Nepeta nuda</i>
<i>Astragalus ericophalus</i>	<i>Onobrychis sp.</i>
<i>Astragalus sp.</i>	<i>Onosma sp.</i>
<i>Atriplex sp.</i>	<i>Orobanche sp.</i>
<i>Berberis vulgaris L.</i>	<i>Ostrya carpinifolia</i>
<i>Bromus erectus</i>	<i>Phleum montanum</i>
<i>Bromus japonicus</i>	<i>Phleum pratence</i>
<i>Bromus tectorum</i>	<i>Phlomis sp.</i>
<i>Bromus tomentellus</i>	<i>Pinus sylvestris L.</i>
<i>Carex sp.</i>	<i>Plantago sp.</i>
<i>Catabrosella parviflora</i>	<i>Poa alpina</i>
<i>Centaurea sessilis</i>	<i>Poa bulbosa</i>
<i>Cichorium intybus</i>	<i>Poa pratensis</i>
<i>Circium sp.</i>	<i>Populus tremula sp.</i>
<i>Coronilla sp.</i>	<i>Potentilla recta</i>
<i>Cotinus coggygria</i>	<i>Poterium sanguisorba</i>
<i>Crepis sp.</i>	<i>Reseda armena</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Reseda lutea</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Rosa spinosissima L.</i>
<i>Daphne oleoides sp.</i>	<i>Scutellaria orientalis</i>
<i>Delphinium sp.</i>	<i>Sorbus subfusca</i>
<i>Diantus sp.</i>	<i>Stachis sp.</i>
<i>Eryngium campestre</i>	<i>Stipa sp.</i>
<i>Euphorbia sp.</i>	<i>Tamarix octandra</i>
<i>Ferula orientalis</i>	<i>Taraxacum officinale</i>

Çizelge 4.2. (devam)

<i>Festuca arundinaceae</i>	<i>Teucrium polium</i>
<i>Festuca ovina</i>	<i>Thymus parviflorus</i>
<i>Festuca pratensis</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Globularia trichosantha</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Helichyrsom pratense</i>	<i>Trifolium sp.</i>
<i>Herniaria glabra</i>	<i>Verbascum sp.</i>
<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Xeranthemum annuum</i>
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Ziziphora sp.</i>
<i>Juncus gerardi</i>	
<i>Juniperus communis</i>	
<i>Juniperus excelsa</i>	
<i>Juniperus foetidissima</i>	

4.1.4.a. Tarım arazilerine ait bitki örtüsü özellikleri

Hâlihazırda havzada 607 ha. alanda tarımsal faaliyetler yapılmaktadır. Bu alanların büyük kısmında kuru tarım yapılmakla birlikte azda olsa meyvelik, kavaklık ve yem bitlilerinin ekildiği alanlarda bulunmaktadır. Havza genelinde tarımsal ürünler buğday, arpa, yonca, korunga, yulaf, karışık sebze ve meyve yetiştirilmektedir. Tarımsal ürünlerin üretiminde geleneksel yöntemler kullanılmaktadır (Şekil 4.3). Tarımsal üretim pazara yönelik olmayıp tamamen kendi ihtiyaçlarına göre yapılmaktadır. Tarım arazilerine ait bazı tanımlayıcı bilgiler ve ilkbahar ve sonbahar görüntüleri **EK 2**'de sunulmuştur.



Şekil 4.3. Alabalık mikrohavzası tarım arazilerinden bir görünüm

4.1.4.b. Mera arazilerine ait bitki örtüsü özellikleri

Havza içerisindeki mera kesimlerinde buğdaygillerden 9, baklagillerden 21 ve diğer familyalardan 44 olmak üzere toplam 74 bitki türüne rastlanmıştır. Mera kesimlerinde bulunan bitki türleri ve türlerin ortalama oransal dağılımları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Mera kesimlerinde bulunan bitki türleri ve türlerin oransal dağılımları

Buğdaygil (%18)	Baklagil (%6)	Diğer Familya (%76)
<i>Astragalus eriocephalus</i>	<i>Agropyron cristatum</i>	<i>Acantholimon cariacefalium</i>
<i>Astragalus sp.</i>	<i>Agropyron intermedium</i>	<i>Acantholimon caryophyllaceum</i>
<i>Coronilla sp.</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Acantholimon sp.</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Alopecurus pratense</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Medicago sp.</i>	<i>Bromus erectus</i>	<i>Alyssum desertorum</i>
<i>Onobrychis sp.</i>	<i>Bromus japonicus</i>	<i>Artemisia spicigera</i>
<i>Trifolium repens</i>	<i>Bromus tectorum</i>	<i>Atriplex sp.</i>
<i>Trifolium pratense</i>	<i>Bromus tomentellus</i>	<i>Berberis vulgaris L.</i>
<i>Trifolium sp.</i>	<i>Catabrosella parviflora</i>	<i>Carex sp.</i>

Çizelge 4.3. (devam)

<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Centaurea sessilis</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Cichorium intybus</i>
<i>Festuca arundinaeae</i>	<i>Cirsium sp.</i>
<i>Festuca ovina</i>	<i>Cotinus coggygria</i>
<i>Festuca pratensis</i>	<i>Crepis sp.</i>
<i>Koeleria cristata</i>	<i>Daphne oleoides sp.</i>
<i>Phleum montanum</i>	<i>Delphinium sp.</i>
<i>Phleum pratense</i>	<i>Diantus sp.</i>
<i>Poa alpina</i>	<i>Eryngium campestre</i>
<i>Poa bulbosa</i>	<i>Euphorbia sp.</i>
<i>Poa pratensis</i>	<i>Ferula orientalis</i>
<i>Stipa sp.</i>	<i>Globularia trichosantha</i>
	<i>Helichyrsom pratense</i>
	<i>Herniaria glabra</i>
	<i>Hypericum perforatum</i>
	<i>Melica sp.</i>
	<i>Minuartia sp.</i>
	<i>Nepeta nuda</i>
	<i>Nepeta sp.</i>
	<i>Onosma sp.</i>
	<i>Orobancha sp.</i>
	<i>Phlomis sp.</i>
	<i>Plantago sp.</i>
	<i>Potentilla recta</i>
	<i>Poterium sanguisorba</i>
	<i>Reseda armena</i>
	<i>Reseda lutea</i>
	<i>Scutellaria orientalis</i>
	<i>Staclys sp.</i>
	<i>Taraxscum officinale</i>
	<i>Teucrium polium</i>
	<i>Thymus parviflorus</i>
	<i>Verbascum sp.</i>
	<i>Xeranthemum annuum</i>
	<i>Ziziphora sp.</i>

Araştırma sahasında tespit edilen buğdaygillerin oranı %18, baklagillerin oranı %6 ve diğer familyaların oranı %76 olarak belirlenmiştir. Araştırma sahasında baklagillere göre buğdaygillerin yaygın olmasındaki en etkili faktör bu familyaya mensup bitkilerin saçak ve yoğun kök sistemine sahip olmasının yanı sıra olatmaya karşı da dirençli olmasından ileri gelmektedir (Gökkuş ve Koç 2001). Buğdaygiller sahip olduğu saçak

kök sistemi ile yarı kurak bölgelerdeki kısa süreli az yağışları en etkin şekilde değerlendirebilen saçak kök sistemine sahiptir. Bu nedenle dünyada meraların yaygın olduğu 250-1000 mm yağış kuşağındaki doğal otsu bitki örtülerinin hakim türleri buğdaygiller olarak öne çıkmaktadır (Holechek *et al.* 2004). Ancak 23 mera kesimin ortalaması dikkate alındığında yumaklı bitkiler grubunu içerisinde yer alan buğdaygil oranının düşük olması erozyonun ortaya çıkmasında önemli bir faktör olarak kaşımıza çıkmakta ve bunun sonucunda meralar gerek verimliliğini gerekse erozyona karşı direçlerini önemli ölçüde kaybetmektedirler (Altın 1999). Bu nedenle yumak formlu bitkilerin dip kısımlarında bıraktıkları artık ve sık kardeşleri sayesinde hareket halindeki suyun kinetik enerjisini kırmada diğer türlere göre daha üstün konumdadır. Ülkemiz meralarında hakim durumda bulunan buğdaygil türlerinin yumak formlu olmaları meralar açısından oldukça önemlidir.

Mera kesimlerinde baklagil oranı çok düşük olup bu durum ağır otlatmanın bir göstergesi olarak dikkate alınabilir. Bu nedenle kötü kullanılan meralarda istenmeyen türlerin oranı belirgin bir şekilde artmaktadır (Öztaş vd 2003; Holechek *et al.* 2004). Nitekim yapılan çalışmalarda (Tsiouvaras *et al.* 1996; Bakoğlu vd 1999) artan otlatma baskısıyla baklagil oranında azalmalar olacağı belirtilmiştir.

Araştırma sahasının 23 kesiminin ortalama olarak diğer familya oranı %76 olup bu da mera bitki örtülerinin geçmişten bugüne kadar ne denli kötü kullanıldığının bir göstergesi olarak algılanabilir (Şekil 4.4). Çünkü kötü kullanılan mera bitki örtülerinde arzulanmayan bitkilerde yoğun bir artış ortaya çıkması beklenen bir durumdur (Öztaş vd. 2003; Holechek *et al.* 2004).



Şekil 4.4. Alabalık mikrohavzası mera arazilerinden bir görünüm

Ayrıca mera kesimlerinin genelinde taşlılığın artması geçmişten bugüne kadar erozyon yaşandığının bir belirtisidir. Erozyonla üst toprak tabakasını kaybeden alanlarda ise üst tabakada yeterli nem tutulamadığı için derin kazık köklü bitkiler, başka bir ifadeyle diğer familyalarda artışın olması beklenen bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır (Chartier and Rostagno 2006). Mera kesimlerinde bulunan azalıcı, çoğalıcı ve istilacı türler ve türlerin oransal dağılımları Çizelge 4,4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Mera kesimlerinde bulunan azalıcı, çoğalıcı ve istilacı türler ve oransal dağılımları

Azalıcı (%8)	Çoğalıcı (%14)	İstilacı (%78)
<i>Agropyron cristatum</i>	<i>Catabrosella parviflora</i>	<i>Acantholimon cariacefalium</i>
<i>Agropyron intermedium</i>	<i>Coronilla sp.</i>	<i>Acantholimon caryophyllaceum</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Acantholimon sp.</i>
<i>Alopecurus pratense</i>	<i>Festuca ovina</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Bromus erectus</i>	<i>Plantago sp.</i>	<i>Alyssum desertorum</i>
<i>Bromus tomentellus</i>	<i>Poa alpina</i>	<i>Artemisia spicigera</i>

Çizelge 4.4. (devam)

<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Poa bulbosa</i>	<i>Astragalus eriocephalus</i>
<i>Festuca arundinaeae</i>	<i>Stipa sp.</i>	<i>Astragalus sp.</i>
<i>Festuca pratensis</i>		<i>Atriplex sp.</i>
<i>Koeleria cristata</i>		<i>Berberis vulgaris L.</i>
<i>Lotus corniculatus</i>		<i>Carex sp.</i>
<i>Medicago sp.</i>		<i>Centaurea sessilis</i>
<i>Onobrychis sp.</i>		<i>Cichorium intybus</i>
<i>Phleum montanum</i>		<i>Circium sp.</i>
<i>Phleum pratense</i>		<i>Cotinus coggygia</i>
<i>Poa pratensis</i>		<i>Crepis sp.</i>
<i>Poterium sanguisorba</i>		<i>Daphne oleoides sp.</i>
<i>Trifolium repens</i>		<i>Delphinium sp.</i>
<i>Trifolium pratense</i>		<i>Diantus sp.</i>
<i>Trifolium sp.</i>		<i>Eryngium campestre</i>
		<i>Euphorbia sp.</i>
		<i>Ferula orientalis</i>
		<i>Herniaria glabra</i>
		<i>Hypericum perforatum</i>
		<i>Melica sp.</i>
		<i>Minuortia sp.</i>
		<i>Nepeta nuda</i>
		<i>Nepeta sp.</i>
		<i>Onosma sp.</i>
		<i>Orobanche sp.</i>
		<i>Phlomis sp.</i>
		<i>Plantago sp.</i>
		<i>Potentilla recta</i>
		<i>Reseda lutea</i>
		<i>Scutellaria orientalis</i>
		<i>Staclys sp.</i>
		<i>Taraxscum officinale</i>
		<i>Thymus parviflorus</i>
		<i>Verbascum sp.</i>
		<i>Xeranthemum annuum</i>
		<i>Ziziphora sp.</i>

Çizelge 4.4'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere bitki türlerinin %8'in azalıcı, %14 çoğalıcı ve %78'inin ise istilacı türlerden oluştuğu belirlenmiştir. Her mera üzerinde bulunan bitki türlerinin bir kısmı klimaks bitki türleridir. Bir kısım bitki türlerinin de klimaks vejetasyonla ilişkileri olmayıp bu bitkilere "istilacı bitkiler"adı verilmektedir. Klimaks bitki türleri ise, olatmaya karşı gösterdikleri davranışlar bakımından "azalıcı

bitkiler" ve "çoğalıcı bitkiler" olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar (Bakır 1987). İstilacı tür olarak tanımlanan bitkiler azalıcı ve çoğalıcı bitkilerin yerine geçmekte ve bunun sonucunda doğal vejetasyonun korunmasına karşı önemli bir sorun oluşturmaktadır (Scharfy 2009). İstilacı türler, merada arzulanan ile doğrudan rekabet ettiği gibi, toprak süreçlerini değiştirerek yerli tür çeşitliliğini de azaltabilir ve erozyona neden olabilmektedir (Miki and Kondoh 2002; Ehrenfeld 2003). Çoğalıcı ve istilacı bitkilerin oranlarının fazla olması meraların kötü kullanıldığının bir göstergesi (Holechek *et al.* 2004) olup bu da 23 mera kesimimiz genel durumunu destekler niteliktedir. Yem değerleri düşük olan baklagiller ve buğdaygiller ile yabancı ot olarak nitelendirilen diğer familyalara ait türler çoğalıcı ve istilacı türleri oluştururlar. Çoğalıcı ve istilacı bitkiler kötü kullanılan meralarda iyi kalitedeki türlerin yerini geçmektedir (Holechek *et al.* 2004; Çomaklı vd 2012). Mera kesimlerinde ortalama toprağı kaplama %25 olarak tespit edilmiştir. Dünyada jeolojik erozyona hassas sahaların %80'ini meralar oluşturmaktadır. Mera kapasitesinin üzerinde otlatmanın yapılması, bitki örtüsünün toprağı kaplama oranının azalmasına, suyun yüzeyden akışının hızlanmasına ve toprak erozyonunun artmasına etki etmektedir (Thurow *et al.* 1988). Meraların ağır otlatılmasının sebep olduğu sonuçlardan birisi de bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı olup, bitki örtüsünün azalmasıyla toprağın erozyona uğrama riski artmaktadır. Nitekim ülkemizde %88,7'lik bir orana sahip olan işlemeli tarıma uygun olmayan alanlarda erozyon problemlerinin görülmesi durumun ciddiyetini ortaya koymaktadır (Koç vd 1994). Yapılan çalışmada toprağı kaplama oranının %30'un altına düşmesi bu alanlarda erozyon riskinin yüksek olduğunun bir göstergesidir. Nitekim bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı %30'un altına düştüğünde toprak, %10'un altına düştüğünde ise hem su hem de rüzgar erozyonunun hızla arttığı kaydedilmiştir (Marshall 1973). Sonuç olarak; gerek meraların aşırı otlatılması gerekse toprak yüzeyindeki koruyucu bitki örtüsünün azalması bu kesimlerdeki erozyon riskini artırmaktadır. Çayır ve Mera arazilerine ait bazı tanımlayıcı bilgiler ve ilkbahar ve sonbahar görüntüleri **EK 1**'de sunulmuştur.

4.1.4.c. Orman arazilerine ait bitki örtüsü özellikleri

Havzanın topoğrafik yapısı ve tarımdan başka istihdam sağlayacak imkânların yokluğu nedeniyle kullanım yoğunluğuna bağlı olarak doğal kaynaklar üzerindeki baskı yıllar geçtikçe artmış, orman, toprak ve su kaynakları bozulma ile karşı karşıya kalmıştır. Bunun yanısıra aşırı hayvan otlatma havza genelinde klimaks türlerin azalmasına neden olmuştur. Ekonomik ve sosyal nedenlerle günümüzde de havza üzerindeki baskılar devam etmektedir. Orman arazisi olarak nitelendirilen alanlarda bozuk orman, bir kapalı orman alanları ile orman toprağı niteliğindeki alanlar bulunmaktadır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Alabalık mikrohavzası orman arazilerinden bir görünüm

Genellikle VII. kabiliyet sınıfında, %30'dan fazla eğime sahip arazilerin bulunduğu havzada yüksek rakımlarda doğal olarak veya dikim yoluyla sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) bulunmaktadır. Sarıçam; Doğu Anadolu'da 2700 m ye kadar yükselmektedir.

Havzada sarıçam yayılışı en iyi kuzeye bakan yamaçlarda 2000 m üzerindeki rakımlarda olmaktadır. Güneye bakan yamaçlarda ise 1500-1600 m civarında başlamakta 2700 m. ye kadar çıkmaktadır. Havzadaki sarıçam alanları 2200 m den yüksek olan alanlarda bulunmakta olup bu özellikleri göz önüne alındığında ormanlık alanların yarı nemli iklim şartlarında oluştuğu söylenebilir. Nitekim 2200 m ile 2250 m yükseklikten daha üst zonlarda ‘yarınemli – nemli sarıçam ormanları’ olarak kabul edilmektedir. Bu yükseklikler arasında sarıçam ormanları değişik anakayalar üzerinde yetişmektedir (Atalay 1982). Havza sınırları içerisinde sarıçam çoğunlukla saf meşcere oluşturmakla birlikte nadiren de olsa ardıçlar *Juniperus oxycedrus* L. ile karışım yapmaktadır. Daha yükseklere çıkıldıkça *Juniperus oxycedrus* L. yerini sürünücü ardıçlara (*Juniperus nana*) bırakmaktadır. Biraz daha düşük rakımlarda, derin vadilerde ve depresyonların kenarlarında küçük öbekler halinde titretilen kavak (*Populus tremula* sp.), ardıçlar (*Juniperus oblonga*, *Juniperus oxycedrus* L., *Juniperus excelsa*, *Juniperus foetidissima*, *Juniperus nana*), gürgen yapraklı kayacık (*Ostrya carpinifolia*), ova akçaağacı (*Acer campestre* sp.) yabancı defne (*Daphne oleoides* sp.), üvez (*Sorbus subfusca*), hanımeli (*Lonicera caprifolium* L.), kuşburnu (*Rosa spinosissima* L.), adi kadıntuzluğu (*Berberis vulgaris* L.), boyacı sumacı (*Cotinus coggygria*) ve ılgın (*Tamarix octandra*) gibi ağaç, ağaççık ve çalı formdaki bitkiler bulunmaktadır. Ayrıca yerleşim yerleri yakın alanlarda ormancılık faaliyetleri kapsamında dikimi yapılan ceviz ağaçları ve bazı meyve ağaçları da bulunmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde havzanın doğal yapısının bozulması sonucunda şiddetli erozyon alanları bitki örtüsü yönünden de yoksun hale gelmiştir. Orman arazilerine ait bazı tanımlayıcı bilgiler ve ilkbahar ve sonbahar görüntüleri **EK 3**'te sunulmuştur.

4.1.4.d. Çıplak alanlar

Çıplak alanlar mikrohavzanın %5 lik bir kısmını kaplamaktadır. Bu alanlar, hiç bir örtü ile kaplı olmadıklarından dolayı, dış kuvvetlerin doğrudan etkisi altında kalmaktadırlar. Bu nedenle bitki örtüsünü büyük ölçüde kaybetmiş bu alanlar, erozyon açısından yüksek riskli sahalardır. Mikrohavza'nın kırıklı ve eğimli yapıda oluşu bu alanların genişlemesine sebep olmaktadır (Şekil 4.6). Mikrohavzanın orta kısımlarında eğimli

güney yamaçlarda bu alanlara sıkça rastlanmaktadır. Çıplak alanlara ait bazı tanımlayıcı bilgiler ve ilkbahar ve sonbahar görüntüleri **EK 4**'te sunulmuştur.

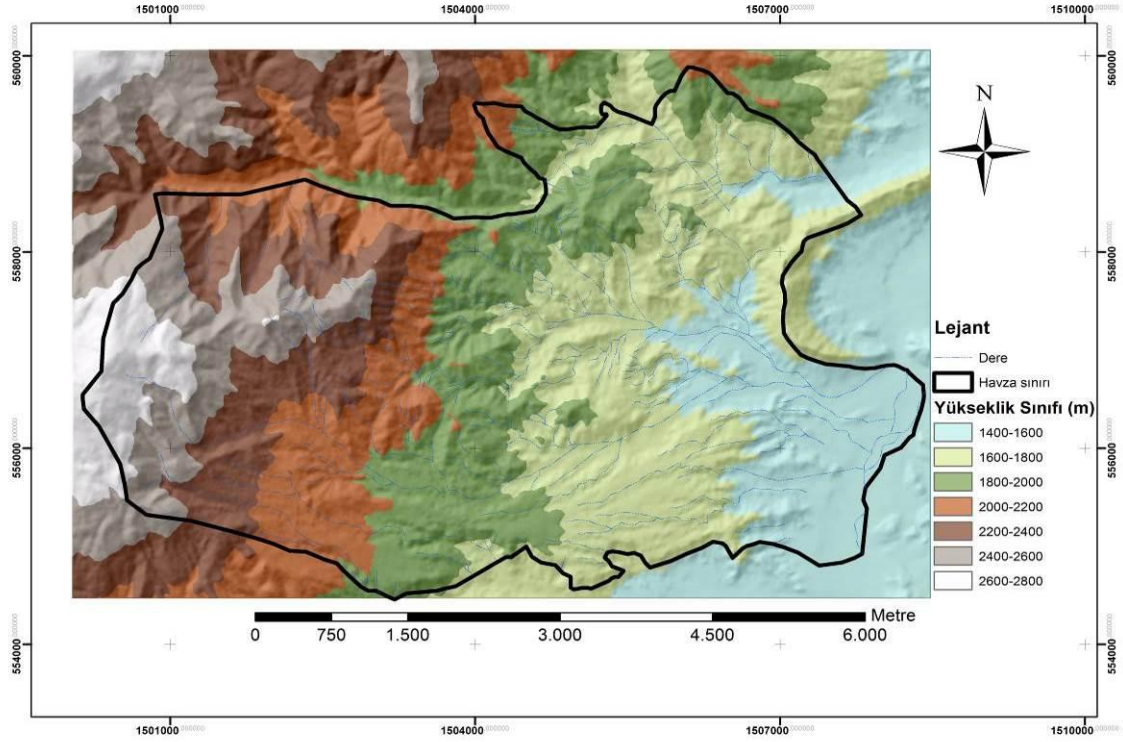


Şekil 4.6. Alabalık mikrohavzası çıplak alanlardan bir görünüm

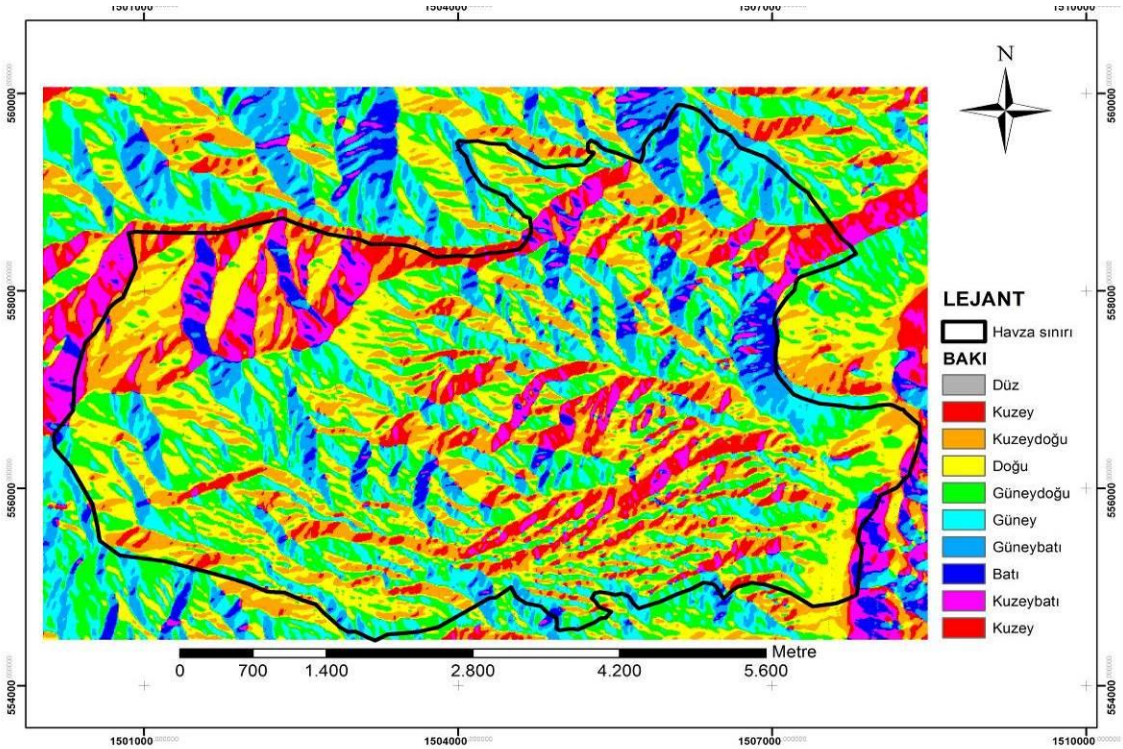
4.1.5. Havzanın genel eğim dağılımı

Özellikle taşkın ve heyelanların oluşmasında önemli etkiye sahip olan eğim durumu, havzanın morfometrik özellikleri içinde yer almaktadır. Havza ortalama eğimi, bağımsız bir değişken olarak havza topografisi hakkında bilgi vermektedir. Bir havzanın ortalama eğimi yağışın akışını doğrudan etkilemektedir. Eğimi az olan alanlarda su tamamen veya kısmen toprağa sızması için gereken zamanı bulur ve bu durum erozyonun şiddetini azaltır.

Çalışma alanı, Uluslararası Orman Araştırma Kuruluşları Birliği (IUFRO) tarafından kabul edilen eğim sınıflarına göre beş sınıf içerisinde değerlendirildiğinde (Şekil 4.7), düze yakın ve hafif eğimli araziler toplam alan içerisinde çok az bir yer kaplarken, havzanın büyük bir kısmını ise çok dik ve sarp araziler oluşturmaktadır. Yapılan



Şekil 4.8. Havzaya ait yükseklik sınıfları haritası



Şekil 4.9. Havzanın baki haritası

4.2. Arazi Kullanım Özellikleri ve Toprak Profil Karakteristiklerine İlişkin Bulgular

Mikrohavzada, akarsu yataklarının kenarlarında taşkınlara ve millenmeye uğrayan geniş tabanlı düzlük alanlarda alüviyal depozitler üzerinde gelişen alüviyal topraklar ve yamaçların eteklerinde eğime bağlı olarak taşınmış ve taşınma ajanının etkisinin azalmasıyla biriktirilmiş taşlı ve nispeten sığ koluviyal topraklar bulunmaktadır. Alüviyal toprakların bulunduğu alanlar depolamanın karakterine bağlı olarak mikrohavzanın genel engebeli topoğrafyasından farklı olarak düze yakın bir topoğrafya ile genellikle çayır, mera ve tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Bu alanların yukarı kısımları etek, üst etek ve yamaç pozisyonunda yer alan araziler mera alanları olarak tanımlanmaktadır. Havzanın yüksek rakımlı ve daha çok engebeli olan kısımları ise çalılık ve orman bitki örtüsü ile kaplı alanları içermektedir.

4.2.1. Havza topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Havza topraklarına ait bazı ortalama fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 4.5'te verilmiştir. Farklı arazi kullanımları altındaki topraklar arasında en yüksek kum içeriğine %74 ile orman arazileri, en düşük kum içeriğine ise %64 ile tarım arazileri sahiptir. Buna karşılık en yüksek kil içeriği %13 ile tarım arazilerinde, en az kil içeriği ise %6 ile orman arazilerinde belirlenmiştir. Havza topraklarında tarım, orman ve mera topraklarının tekstür sınıfları kumlu tın, çıplak alanların ise kumlu kil olarak belirlenmiştir.

Toprakların kireç içerikleri tarım, mera, orman ve çıplak alan sırasıyla, %12.4, %9.7, %3.7 ve 9.2 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre havzada tüm arazi kullanım türlerinin kalsiyum karbonat yönünden zengin olduğu söylenebilir. pH değerleri ise tarım arazilerinde 7.9, mera arazilerinde 7.8, orman arazilerinde 7.6 ve çıplak alanlarda 8.1 olarak belirlenmiş olup, reaksiyon bakımından hafif ile orta derecede alkalın karakterde olduğu tespit edilmiştir.

Organik madde içerikleri tarım arazilerinde %3, mera arazilerinde %2,1, orman arazilerinde %8,6 ve çıplak alanlarda %1,1 olarak belirlenmiş olup, çıplak alanlarda az, mera ve tarım arazilerinde orta ve orman arazilerinde ise yüksek sınıfına girmektedir. Elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine ve değişebilir Na^+ göre tuzluluk ve alkalilik probleminin olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Mikrohavza topraklarına ait bazı ortalama fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Toprak özellikleri	Tarım arazileri	Mera arazileri	Orman arazileri
Kil, %	13	10	6
Silt, %	23	19	20
Kum, %	64	71	74
Tekstür sınıfı	Kumlu tın	Kumlu tın	Kumlu tın
pH	7,9	7,8	7,6
EC, dS m^{-1}	0,72	0,65	0,50
Na, cmol kg^{-1}	0,15	0,18	0,22
CaCO_3 , %	12,4	9,7	3,7
Organik madde, %	3,0	2,1	8,6

Mikrohavza topraklarına ait bazı fiziksel ve kimyasal analizlere ait noktasal sonuçlar **EK 5**'te sunulmuştur.

4.2.2. Tarım arazisinde açılan toprak profillerinin özellikleri

Mikrohavza içerisinde bulunan tarım arazilerini temsilen 2 adet toprak profili açılarak inceleme yapılmıştır. Profillere bazı tanımlayıcı bilgiler Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Tarım arazisi 1 nolu profile ait bazı özellikler

TARIM ARAZİSİ 1 NOLU PROFİL	
Koordinatları: 748245-4478336	Rakım: 1593 m
Pozisyon: Alt teras	Topoğrafya: Düze yakın
Eğim: % 0-2	Ana materyal: Alüviyal
Arazi kullanma şekli: Tarım arazisi	Vejetasyon: Hububat anızı
Erozyon: Çok şiddetli	Drenaj: iyi
Taşlılık: Sınıf 1	Taban suyu derinliği: Profilde yok

Çalışma alanında 1 numaralı profille temsil edilen alanlarda yayılım gösteren topraklar, profil gelişmesinin az görüldüğü veya horizon gelişiminin görülmediği taşkınlarla sürüklenen alüvyonlar üzerinde meydana gelmiş topraklardır. Alt teraslarda düşük eğimlerde teşekkül etmiş bu topraklar farklı zamanlardaki sediment birikimine bağlı

katmanlaşma ile yüzeyde bitki gelişimi ve toprak işleme katmanlarında farklılaşmaların görüldüğü işleme ve münavebe koşullarına bağlı olarak organik madde yönünden zayıf topraklar olup toprakların strüktürel gelişimleri oldukça zayıftır. Tarım arazisi olarak değerlendirilen bu alanlarda çoğunlukla hububat- nadas münavebesi uygulanmaktadır.

Toprak profili içerisinde 0-35 cm derilikte bir yüzey toprağı ve Ap (işlenen kat) horizonu, 35-73 cm derinlikte yeni gelişim göstermeye başlamış zayıf bir B horizonu bulunmaktadır. 73-110 cm derinlikte kireçli bir materyalle depolanmış bir C horizonu ve altında yine farklı etkilerle depolanmış başka bir taşınmış alüvyal materyal depolanmıştır.

Çizelge 4.7. Tarım arazisi 2 nolu profile ait bazı özellikler

TARIM ARAZİSİ 2 NOLU PROFİL	
Koordinatları: 748208-4477733	Rakım: 1552 m
Pozisyon: Orta teras	Topoğrafya: Düze yakın
Eğim: % 0-2	Ana materyal: Koluluviyal
Arazi kullanma şekli: Hububat-Yem bitkileri	Vejetasyon: Yem bitkileri
Erozyon: Şiddetli	Drenaj: İyi
Taşlık: Sınıf 2	Taban suyu derinliği: Profilde yok

The image shows a soil profile with a depth scale on the left. The scale is marked from 0 to 110 cm in increments of 10. The profile is divided into three horizons: Ap (0-30 cm), B (30-50 cm), and C (50-+ cm). The Ap horizon is dark brown with roots. The B horizon is lighter brown and more compact. The C horizon is very light brown and contains many small stones.

Çalışma alanında 2 numaralı profille temsil edilen alanlarda yayılım gösteren topraklar, profil gelişmesinin ve bitki kök gelişiminin nispeten iyi olduğu depolanma zamanına bağlı profil gelişiminin görüldüğü veya horizon gelişiminin görüldüğü taşkınlarla sürüklenen alüvyonlar üzerinde meydana gelmiş topraklardır.

Orta teraslarda düşük eğimlerde oluşmuş bu topraklar, mikrohavzanın üst kısımlarından yüzeydeki organik madde içeriği nispeten fazla olan materyallerin birikimine bağlı horizonlaşma (katmanlaşma) ile yüzeydeki bitki kök gelişiminin görüldüğü işleme ve münavebe koşullarına bağlı olarak organik madde yönünden 1 numaralı profile göre iyi profil gelişimi olan topraklar olup toprakların strüktürel gelişimleri oluşmaya başlamıştır. Tarım arazisi olarak değerlendirilen bu alanlarda çoğunlukla yem bitkileri-hububat münavebesi uygulanmaktadır.

Toprak profili içerisinde 0-30 cm derilikte bir yüzey toprağı ve bitki köklerinin yoğun olduğu Ap (işlenen kat) horizonu, 30-50 cm derinlikte yeni gelişim göstermeye başlamış zayıf bir A₂ (B) horizonu bulunmaktadır. 50-80 cm derinlikte kumlu ve çakıllı bir materyalle depolanmış bir C horizonu ve altında yine farklı etkilerle depolanmış başka bir taşınmış C materyali bulunmaktadır.

4.2.3. Mera arazisinde açılan toprak profillerinin özellikleri

Mera arazilerinin bulunduğu araştırma alanlarında havzanın topoğrafyası, iklim koşulları, meraların kullanım şekli ve yöredeki yerel koşullara bağlı olarak toprak özellikleri önemli oranda bozulmuştur. Toprakların fiziksel (strüktür) kimyasal (organik madde) ve morfolojik (profil içi taşlılık) gibi özellikleri oldukça kötü durumdadır. Mikrohavza içerisinde bulunan mera arazilerini temsilen 2 adet toprak profili açılarak inceleme yapılmıştır. Profillere ait görünüm ve bazı tanımlayıcı bilgiler Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Mera arazisi 1 nolu profile ait bazı özellikler

MERA 1 NOLU PROFİL	
Koordinatları: 747137-4478477	Rakım: 1599 m
Pozisyon: Orta teras	Topoğrafya: Engebeli
Eğim: %8-12	Ana materyal: Alüviyal
Arazi kullanma şekli: Mera	Vejetasyon: Çeşitli mera bitkileri
Erozyon: Şiddetli (birikme zonu)	Drenaj: İyi
Taşlılık: Sınıf 2	Taban suyu derinliği: Profilde yok

Çalışma alanında mera arazilerinde 1 numaralı profile temsil edilen alanlarda yayılım gösteren topraklar, profil gelişmesinin ve bitki kök gelişiminin nispeten zayıf olduğu depolanma zamanına bağlı olarak farklı karakterde materyallerin biriktiği daha çok orta teras arazi pozisyonunda yayılım gösteren toprakları temsilen açılmıştır.

Orta teraslarda düşük eğimlerde teŖekkül etmiŖ bu topraklar, mikrohavzanın üst kısımlarından taŖınarak biriktirilmiş ancak bitki örtüsünün gelişimi yanlış arazi yönetimi uygulamaları ile engellenmiş ve profil boyunca toprak oluşturan pedogenik süreçlerin etkisi belirgin hale gelmemiş topraklardır. Profil içerisindeki katmanlar morfolojik ve fiziksel olarak aynı görünümde olup solumun tamamı tek bir katmanı temsil edecek bir görüntü oluşturmaktadır. Mera arazisi olarak değerlendirilen bu alanlar çoğunlukla hayvan otlatma alanları olarak kullanılmaktadır.

Toprak profili içerisinde 0-80 cm derilikte bir yüzey toprağı ve solumun tamamını içerecek şekilde bir genetik toprak gövdesi bu kısmın altındaki derinlikte yeni gelişim göstermeye başlamış zayıf bir C horizonu bulunmaktadır. Yine farklı etkilerle depolanmış materyallerin mineralojik bileşim ve tane iriliğindeki farklılıkla ortaya çıkan başka bir taşınmış C materyali depolanmıştır.

Çizelge 4.9. Mera arazisi 2 nolu profile ait bazı özellikler

MERA 2 NOLU PROFİL	
Koordinatları: 745471-4476876	Rakım: 1803 m
Pozisyon: Üst teras	Topoğrafya: Engebeli
Eğim: %12-20	Ana materyal: Kolüflüviyal (su ve eğim)
Arazi kullanma şekli: Mera	Vejetasyon: Çayıtlı mera bitkileri
Erozyon: Şiddetli	Drenaj: İyi
Taşlılık: Sınıf 3	Taban suyu derinliği: Profilde yok

The image shows a soil profile with a vertical scale on the left. The scale is marked from 10 to 110 cm. The soil is dark brown and appears to be a loess or colluvial material. The profile is divided into two horizons: A (0-60 cm) and C (60-+ cm).

Üst teraslarda düşük eğimlerde ve yamaç alanlarda teşekkül etmiş bu topraklar, mikrohavzanın üst kısımlarından taşınarak biriktirilmiş (kolüviyal veya kolüflüviyal) materyaller üzerinde depolanmış ancak bitki örtüsünün gelişimi, yanlış arazi yönetimi

uygulamaları ile engellenmiş ve profil boyunca toprak oluşturan pedogenik süreçlerin etkisi belirgin hale gelmemiş topraklardır. Profil içerisindeki katmanların morfolojik ve fiziksel olarak değişimi daha fazla olup bu fizyografyada taşınma birikme olaylarının daha sık tekrarlandığı anlaşılmaktadır. Bu alanlarda solumun tamamı tek bir katmanı temsil edecek bir görüntü oluşturmaktadır. Mera arazisi olarak değerlendirilen bu alanlar çoğunlukla hayvan otlatma alanları olarak kullanılmaktadır. Ancak topoğrafik koşullar ve iklim koşulları (ilkbahar kar erime koşullarında) şiddetli erozyon koşullarının oluşmasına sebep olmaktadır.

Toprak profili içerisinde 0-60 cm derilikte bir yüzey toprağı 60-100 cm de farklı karakterde kireç nodülleri bulunan bir materyalin birikimi ve solumun tamamını içerecek şekilde bir genetik toprak gövdesi bu kısmın altındaki derinlikte yeni gelişim göstermeye başlamış zayıf bir C horizonu bulunmaktadır. Yine farklı etkilerle depolanmış materyallerin mineralojik bileşim ve tane iriliğindeki farklılıkla ortaya çıkan başka bir taşınmış kum materyali depolanmıştır.

4.2.4. Orman arazisinde açılan toprak profillerinin özellikleri

Çalışma konusu havzanın en üst kısımları ile zirvenin hemen altında yer alan sarp yamaçların oluşturduğu fizyografyalarda yayılım gösteren toprakların bulunduğu alanlar çalılık ve orman bitki örtüsü altında bulunan alanlardır. Bu alanlarda toprak oluşum ve süreçlerinin etkisi havzanın aşağı kısımlarından farklı olup toprakların profil gelişimi volkanik ana materyaller üzerinde ve daha kaba bir birikme materyali üzerinde şekillenmiştir. Mikrohavza içerisinde bulunan orman arazilerini temsilen 2 adet toprak profili açılarak inceleme yapılmıştır. Profillere ait görünüm ve bazı tanımlayıcı bilgiler Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Orman arazisi 1 nolu profile ait bazı özellikler

ORMAN 1 NOLU PROFİL	
Koordinatları: 743711-4480021	Rakım: 2264 m
Pozisyon: Sarp yamaç	Topoğrafya: Dalgalı ve engebeli
Eğim: %20-+	Ana materyal: Koluviyal
Arazi kullanma şekli: Orman	Vejetasyon: Orman vejetasyonu
Erozyon: Şiddetli	Drenaj: İyi
Taşlılık: Sınıf 5	Taban suyu derinliği: Yok

The image shows a soil profile in a forest. A white measuring tape is placed vertically on the left side of the profile, showing depths from 10 to 120 cm. The soil is dark brown and appears to be a loessial material. The profile is divided into two main sections: the upper section (0-30 cm) is labeled 'A' and the lower section (30-+ cm) is labeled 'C'. The background shows a steep, rocky slope with sparse vegetation.

Çalışma alanında orman arazilerinde 1 numaralı profille temsil edilen alanlarda yayılım gösteren topraklar, profil gelişmesinin ve bitki kök gelişiminin çok zayıf olduğu depolanma zamanına bağlı olarak farklı karakterde materyallerin biriktiği daha çok sarp yamaç arazi pozisyonunda yayılım gösteren toprakları temsilen açılmıştır.

Sarp yamaçlarda şiddetli eğimlerde ve dağlık alanlarda teşekkül etmiş bu topraklar, mikrohavzanın üst kısımlarında kısmen taşınarak biriktirilmiş (kolüviyal) materyaller üzerinde depolanmış ancak bitki örtüsünün gelişimi, yanlış arazi yönetimi uygulamaları ile engellenmiş, bazı alanlarında bitki örtüsü korunmuş ve profil boyunca toprak oluşturan pedogenik süreçlerin etkisi belirgin hale gelmemiş topraklardır. Profil içerisindeki katmanların morfolojik ve fiziksel olarak değişimi daha fazla olup bu fizyografyada taşınma birikme olaylarının sık tekrarlanmadığı anlaşılmaktadır. Bu alanlarda yüzeydeki zayıf gelişimli bir A horizonunun altında C horizonu bulunmaktadır. Orman arazisi olarak değerlendirilen bu alanlar çoğunlukla insan yerleşimine uzak ulaşılması zor alanlar olarak orman ve çalı bitki örtüsü altında kullanılmaktadır. Topoğrafik koşullar ve iklim koşulları oluşturduğu bitki örtüsü ile erozyonu engellemektedir.

Toprak profili içerisinde 0-30 cm derilikte bir yüzey toprağı 30-60 cm de farklı karakterde taş ve çakılların yoğun bulunduğu bir materyalin birikimi ve solumun tamamını içerecek şekilde bir genetik toprak gövdesi bu kısmın altındaki derinlikte yeni gelişim göstermeye başlamış zayıf bir C horizonu bulunmaktadır. Yine farklı etkilerle depolanmış materyallerin mineralojik bileşim ve tane iriliğindeki farklılıkla ortaya çıkan başka bir taşınmış volkanil materyal depolanmıştır.

Çizelge 4.11. Orman arazisi 2 nolu profile ait bazı özellikler

ORMAN 2 NOLU PROFİL	
Koordinatları: 742998-4479030	Rakım: 2515 m
Pozisyon: Yüksek düzlük	Topoğrafya: Düze yakın dalgalı
Eğim: %12-20	Ana materyal: Koluviyal
Arazi kullanma şekli: Orman	Vejetasyon: Orman ağaçları
Erozyon: Şiddetli (birikme zonu)	Drenaj: İyi
Taşlılık: Sınıf 3	Taban suyu derinliği: Profilde yok

The image shows a soil profile with three horizons labeled A, B, and C. A vertical measuring tape is placed to the right of the profile, showing depth in centimeters from 0 to 130. The A horizon is dark brown, the B horizon is lighter brown with roots, and the C horizon is very light brown and rocky.

Çalışma alanında orman arazilerinde 2 numaralı profille temsil edilen alanlarda yayılım gösteren topraklar, profil gelişmesinin ve bitki kök gelişiminin çok zayıf olduğu depolanma zamanına bağlı olarak farklı karakterde materyallerin biriktiği daha çok sarp yamaç arazi pozisyonunun biraz aşağısında ancak yine çok engebeli alanlarda yayılım gösteren toprakları temsilen açılmıştır.

Sarp yamaçlarda, yamaç altlarında, şiddetli eğimlerde ve dağlık alanlarda teşekkül etmiş bu topraklar, mikrohavzanın üst kısımlarında kısmen taşınarak biriktirilmiş (kolüviyal) materyaller üzerinde depolanmış ancak bitki örtüsünün gelişimi, yanlış arazi yönetimi uygulamaları ile engellenmiş, bazı alanlarında bitki örtüsü korunmuş ve profil boyunca toprak oluşturan pedogenik süreçlerin etkisi belirgin hale gelmemiş topraklardır. Profil içerisindeki katmanların morfolojik ve fiziksel olarak değişimi daha az olup bu fizyografyada taşınma birikme olaylarının sık tekrarlanmadığı anlaşılmaktadır. Bu alanlarda yüzeydeki zayıf gelişimli bir A horizonunun altında 1 numaralı profile göre daha küçük taneli birikime sahip C horizonu bulunmaktadır. Orman arazisi olarak değerlendirilen bu alanlar çoğunlukla yerleşim yerlerine uzak, ulaşılması zor alanlar olarak orman ve çalı bitki örtüsü altında kullanılmaktadır. Topoğrafik koşullar ve iklim koşulları oluşturduğu bitki örtüsü ile erozyonu önemli oranda engellemektedir.

Toprak profili içerisinde 0-25 cm derilikte bir yüzey toprağı 25-60 cm de farklı karakterde organik atıkların yoğun bulunduğu bir materyalin birikimi ve solumun tamamını içerecek şekilde bir genetik toprak gövdesi bu kısmın altındaki derinlikte yeni gelişim göstermeye başlamış 60-95 cm derinlikte zayıf bir C horizonu bulunmaktadır. Yine farklı etkilerle depolanmış materyallerin mineralojik bileşim ve tane iriliğindeki farklılıkla ortaya çıkan başka bir taşınmış volkanil materyal litolojik C materyali depolanmıştır.

4.2.5. Toprakların fizyografik niteliklerine bağlı arazi kullanım durumları

Araziler kullanımları bakımından ister planlı ister geleneksel yöntemlerle değerlendirilsinler, temel kullanım stratejilerinin içerisinde fizyografik arazi grupları

veya fizyografik tanımları oldukça önemlidir. Çünkü fizyografik üniteler arazilerin ve üzerinde yayılım gösteren toprakların topoğrafya, iklim, hidroloji ve kullanım biçimi gibi özelliklerini özetler niteliktedir. Çalışmanın yürütüldüğü mikrohavza, bu özelliği ile toprak işlemeli tarım, çayır, mera ve orman örtüsünde kullanılabilen ve aynı zamanda bu kullanımları etek, üst etek, teras, üst teras, yamaç, dağlık ve sarp topoğrafyalarda içeren bir arazi yapısına sahiptir. Bu alanların jeolojik ve pedolojik özellikleri ile arazi kullanımını açısından çalışmaya temel olacak ayrımları aşağıda ifade edilmiştir.

4.2.5.a. Tarım arazileri

Çalışma alanında toprak işlemeli tarımda kullanılan topraklar, profil gelişmesinin az görüldüğü veya horizon gelişiminin görülmediği taşkınlarla sürüklenen alüvyonlar üzerinde meydana gelmiş topraklardır (Şekil 4.11). Alt teraslarda düşük eğimlerde teşekkül etmiş bu topraklar farklı zamanlardaki sediment birikimine bağlı katmanlaşma ile yüzeyde bitki gelişimi ve toprak işleme katmanlarında farklılaşmaların görüldüğü işleme ve münavebe koşullarına bağlı olarak zayıf gelişimli topraklar olup strüktürel gelişimleri oldukça zayıftır. Tarım arazisi olarak değerlendirilen bu alanlarda çoğunlukla hububat- nadas münavebesi uygulanmaktadır (**EK 2**).

4.2.5.b. Mera arazileri

Mera arazilerinin bulunduğu araştırma alanlarında havzanın topoğrafyası, iklim koşulları, meraların kullanım şekli ve yöredeki yerel koşullara bağlı olarak toprak özellikleri önemli oranda bozulmuştur. Toprakların fiziksel (strüktür) kimyasal (organik madde) ve morfolojik (yüzey taşlılık) gibi özellikleri oldukça kötü durumdadır. Bu alanlar, orta ve üst teras ile kısmen yamaç alanları içerisine almaktadır (**EK 1**).

4.2.5.c. Orman arazileri

Çalışma konusu havzanın en üst kısımları ile zirvenin hemen altında yer alan sarp yamaçların oluşturduğu fizyografyalarda yayılım gösteren toprakların bulunduğu alanlar

çalılık ve orman bitki örtüsü altında bulunan alanlardır. Bu alanlarda toprak oluşum ve süreçlerinin etkisi havzanın aşağı kısımlarından farklıdır. Mikrohavza içerisinde bulunan orman arazilerini temsilen açılan profiller üst yamaç, dağlık ve sarp eğimli alanlarda bulunmaktadır (**EK 3**).

4.3. Modele İlişkili Bulgular

Türkiye Çölleşme Modeli ülkemizde çölleşmeye hassas alanların tespit edilmesi ve zamanında etkili önlemlerin alınması amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Model kapsamında iklim, su, toprak, arazi örtüsü ve arazi kullanımı, topoğrafya ve jeomorfoloji, sosyo ekonomi ve yönetim göstergeleri temel alınarak Çölleşme Risk Haritası oluşturulmuştur. Model’de değerlendirilen bazı göstergeler yeniden ağırlıklandırılarak Alabalık Mikrohavzası için çölleşme risk durumu ortaya konulmuştur.

4.3.1. İklim kalitesi göstergelerinin değerlendirilmesi

İklim göstergelerinin ağırlıklandırılması aşamasında mikrohavzaya en yakın meteoroloji istasyonunun verileri kullanılmıştır. İklim göstergelerinin ağırlıklandırılmasında Türkiye Çölleşme Modelin’de bulunan göstergeler ve ağırlıkları kullanılmıştır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE, 2015). Yapılan değerlendirme sonucunda mikrohavza için iklim bakımından çölleşme insdis değeri 0,51, puanı ise 1,43 olarak hesaplanmıştır. İklim faktörü çölleşmenin temel göstergeleri arasında değerlendirilmektedir. Mikrohavza ‘batı rüzgârları kuşağı’nın etkisi altında bulunmaktadır. Batı rüzgârları kuşağının etkisiyle kış aylarında yağış miktarı düşmekte ilkbahar ve yaz aylarında ise artmaktadır. Özellikle bitki örtüsünün zayıf olduğu eğimli yamaçlarda harekete geçen yüzeysel suların etkisiyle sel ve taşkınlar oluşmaktadır. İklim şartlarının olumsuz etkilerinin mikrohavzada çölleşmeyi etkilediği sonucu ortaya çıkmaktadır.

4.3.2. Su kalitesi göstergelerinin değerlendirilmesi

Su göstergelerinin ağırlıklandırılmasında Türkiye Çölleşme Modelin’de bulunan göstergeler ve ağırlıkları kullanılmıştır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE 2015). Yapılan uzman değerlendirmeleri sonucunda mikrohavza için su göstergeleri bakımından çölleşme insdis değeri 0,27, puanı ise 1,47 olarak hesaplanmıştır.

4.3.3. Toprak göstergelerinin değerlendirilmesi

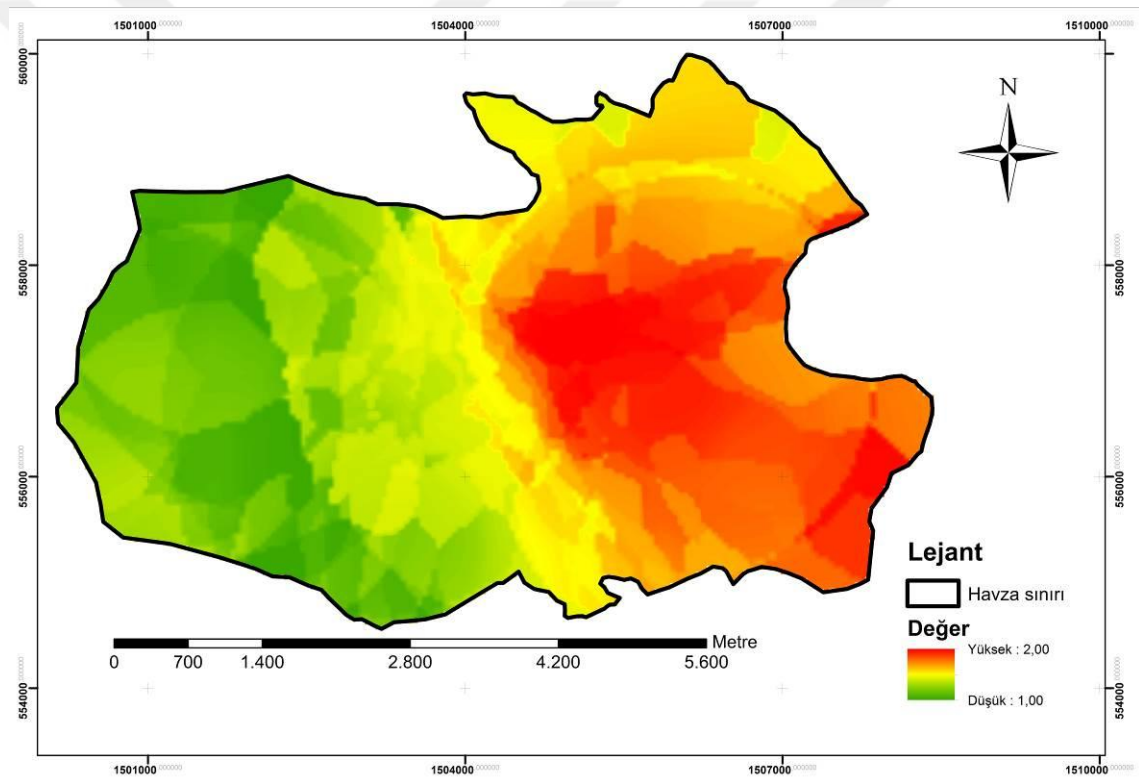
Model’de değerlendirilmeye alınan toprak göstergeleri arasında kullanılmayan göstergeler çıkarılarak gösterge ağırlıkları yeniden hesaplanmıştır. Gösterge ağırlıkları yeniden oluşturulurken verisi değerlendirilmeyen drenaj ve toprak kirliliği göstergeleri hesaplama dâhil edilmemiştir. Hesaplama dâhil edilmeyen göstergeler çıkarılarak göstergeler yeniden ağırlıklandırılmıştır. Toprak göstergelerinin yeni hesaplanan ağırlık değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Toprak göstergelerinin hesaplanan ağırlık değerleri

Toprak kriteri Ağırlık (%17,2)	
Gösterge	Ağırlığı (%)
Toprak erozyon riski	24,5
Toprak derinliği	22,8
Toprak tekstürü	18,5
Toprak organik madde içeriği	12,2
Toprak reaksiyonu	8,0
Toprak ana materyal	5,2
Tuzlulaşma ve alkalileşme	4,4
Toprak kireç içeriği	4,3

Toprak kriter göstergelerinden toprak erozyon riski, toprak derinliği, organik madde, pH, tekstür ve kireç göstergeleri dağılım haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan haritalar sırasıyla; Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve 4.15’de sunulmuştur.

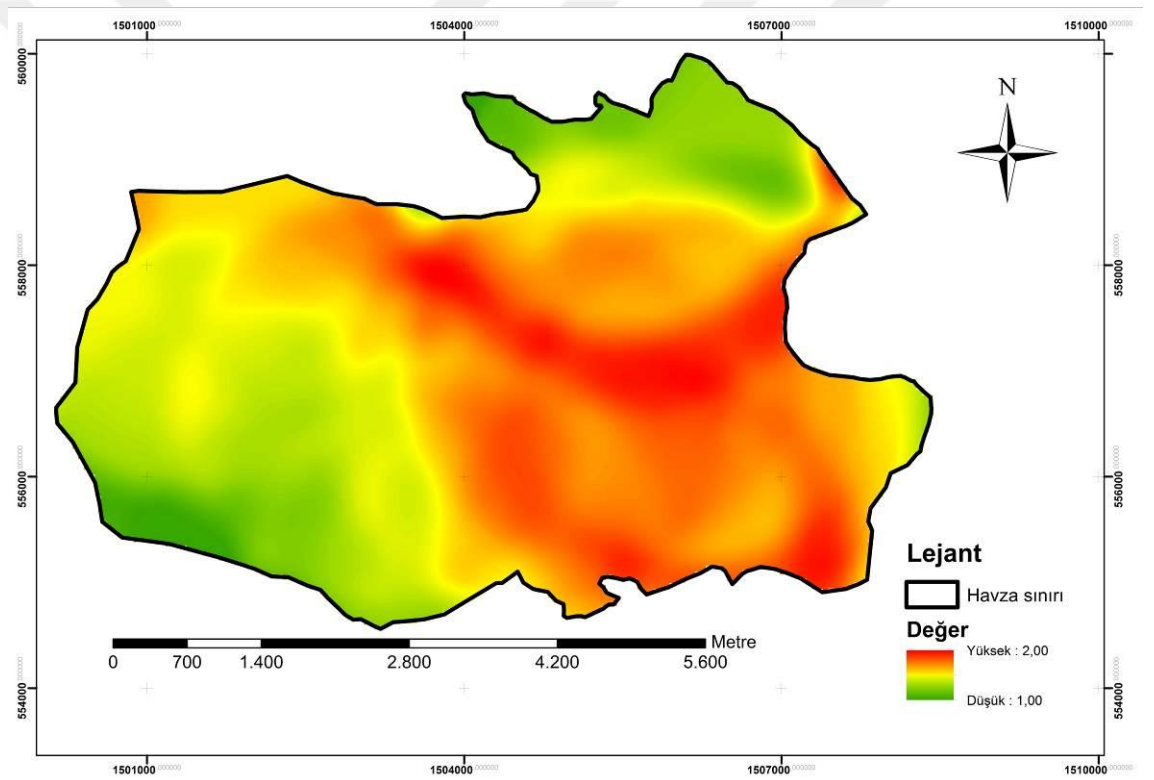
Erozyon riski, küçük yerleşim birimleri (köyler, bağ evleri vb.) yakınlarında bulunan tarım alanlarında ve aşırı ve kontrolsüz otlatılan mera alanlarında orman alanlarına göre özellikle uygulanan arazi kullanım ve yönetim çalışmalarından dolayı daha fazladır (Şekil 4.10). Mera alanlarının aşırı ve düzensiz otlatılmasıyla doğal bitki örtüsünün tahribi sonucu toprak yüzeyi açık kalmakta böylelikle hem sızma azalmakta hem de yağmur damlası erozyonu etkisi de hızlanmaktadır (Bozyiğit ve Güngör 2011). Bunun yanı sıra eğim ve eğim uzunluğu ile birlikte yanlış arazi kullanımları erozyon üzerinde belirleyici faktörlerden biri olarak görülmektedir.



Şekil 4.10. Toprak erozyon riski gösterge haritası

Bitkilerin su ve besin ihtiyaçlarını karşıladığı kök alanı ve toprağın hacmini tanımlayan toprak derinliği, çölleşme ve bozulma açısından toprak kalitesi için temel göstergelerdendir (Turan vd 2019). Toprak derinliğinin orta derin ve derin olduğu orman alanlarında, eğimin az olduğu tarım arazilerinde ve bitki örtüsü yönünden iyi durumda olan bazı meralarda, derinliğin sık ve çok sık olduğu arazilerin ise eğimli ve

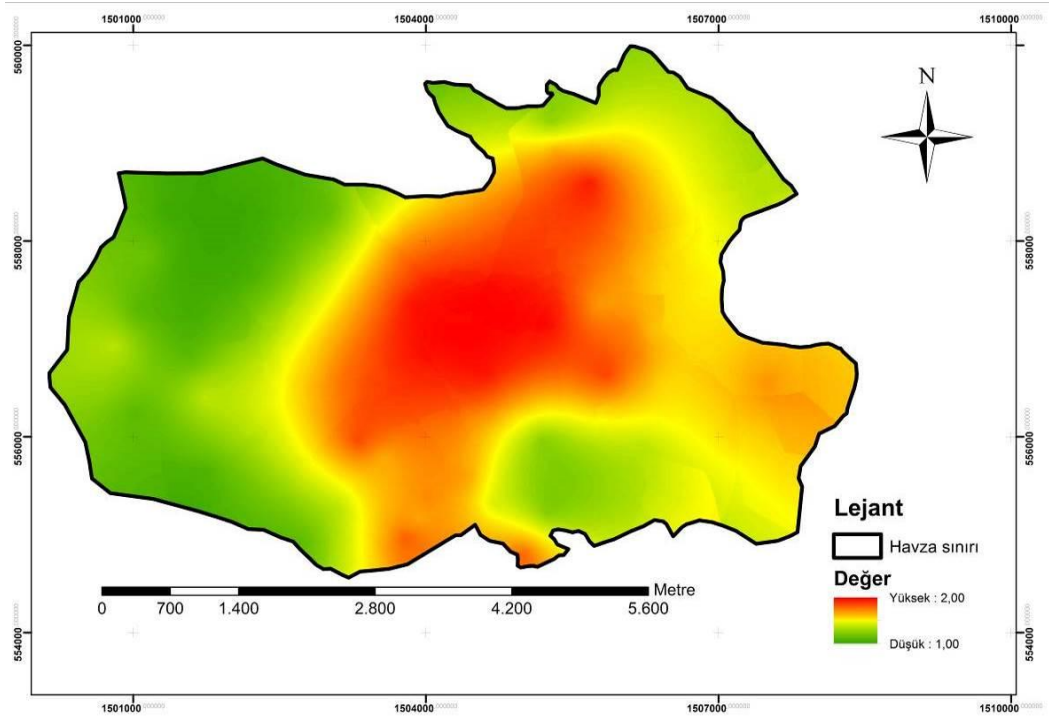
bitki örtüsü yönünden zayıf arazilerde olduğu görülmüştür. Eğimin az olduğu arazilerde toprağa sızan su miktarı fazla olduğundan dolayı, bu arazideki toprak profilleri dik eğimli arazilerdekinden genellikle daha derin olmaktadır (Şekil 4.11). Bu alanların aynı zamanda organik madde düzeyi ve verimlilikleri de diğer alanlara göre daha yüksektir (Doğan 2011). Sığ veya çok sığ topraklar bünyelerinde az miktarda su depolayabildiklerinden dolayı fazla su yüzey akışa geçerek erozyona sebep olmaktadır (Dengiz vd 2007). Ayrıca sığ ve çok sığ topraklarda ekimi ve dikimi yapılan bitkilerin gelişme ve büyümeleride kısıtlı olmaktadır (Bozyiğit ve Güngör 2011).



Şekil 4.11. Toprak derinliği gösterge haritası

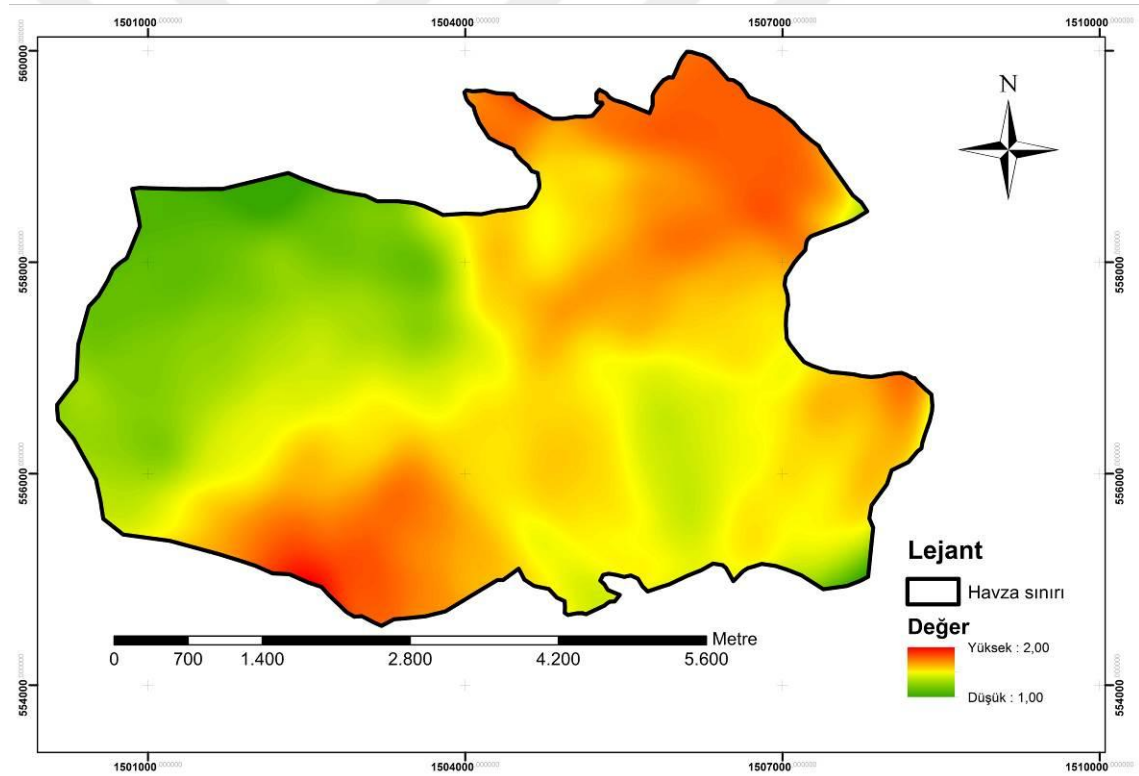
Orman alanları dışında kalan özellikle aşırı otlatmaya maruz kalmış mera alanları organik madde miktarı yönünden sorunlu alanları oluşturmaktadır (Şekil 4.12). Ormanlarda üst topraktaki organik madde miktarı; ağaç türüne, yaşına, iklim ve topografik koşullara göre farklılık göstermemekle birlikte genelde yüksektir (Hassink 1994). Organik madde toprak verimliliğini ve toprak kalitesini büyük ölçüde

etkilemektedir. Başka bir ifadeyle, organik madde, toprağın çölleşmesine ve bozulmasına karşı direncini artıran önemli göstergelerden birisidir (Hacısalıhoğlu vd 2017). Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgeleri için toprak kalitesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan önemli bir göstergedir. Toprak kalitesinin en önemli bileşenlerinden olan organik madde, su ve havanın toprağa girişi ve toprakta hareketini sağlamak, su tutma kapasitesini arttırmak, erozyonu azaltmak ve önlemek gibi çeşitli görevleri üstlenmektedir (Gregorich *et al.* 1994). İyi ve orta meralar organik madde yönünden iyi olup zayıf meralarda organik madde miktarı azdır (Ünal vd 2012). Mikrohavzada ormanlar ve meralar haricindeki arazilerde bitkisel üretim için yoğun toprak işleme yapılmaktadır. Bu durum organik maddenin hızla mineralizasyonuna neden olduğundan ve ürünlerin hasat edilmesiyle birlikte organik maddenin uzaklaştırılmasından dolayı organik madde miktarında azalmaya sebep olmaktadır. Havza meralarının çoğunlukla zayıf meralar olduğu, aşırı ve düzensiz yapılan otlatma sonucu ise bozulmaya maruz kaldığı ortaya çıkmaktadır. Aşırı toprak işleme, ekim nöbeti sistemlerinin uygulanmaması ve erozyon gibi nedenlerle organik madde bakımından fakirleşme havzada devam etmektedir.



Şekil 4.12. Organik madde gösterge haritası

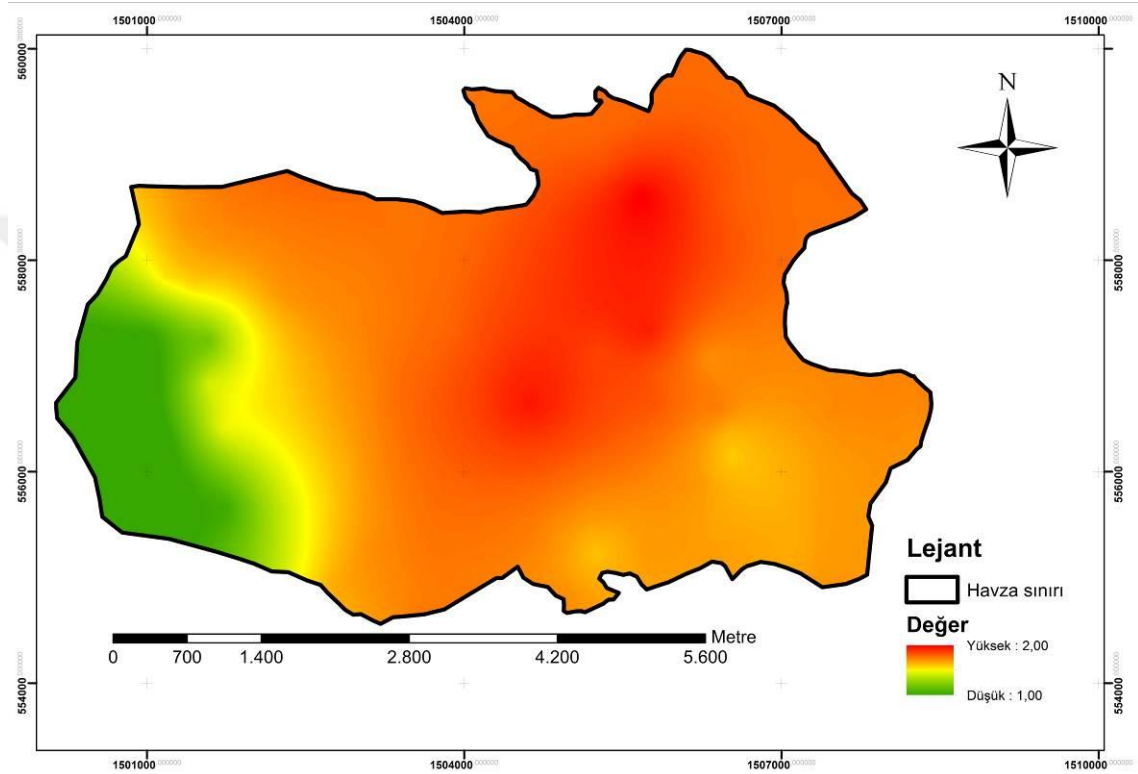
Toprak reaksiyonunun (pH) havzada, kuzey doğudan- güney batıya bir şerit şeklinde yoğunlaştığı ve bu şeritin güneyi ve kuzeyinde en yüksek değerlere ulaştığı gözlenmiştir (Şekil 4.13). Arazi kullanım şekilleri bakımından değerlendirildiğinde pH değerinin orman>mera>tarım sıralamasını takip ettiği tespit edilmiştir. Orman ve mera topraklarının tarım arazilerine göre daha düşük pH'ya sahip olmasının organik maddeden veya ana kayaların kireçli olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Tarım topraklarının sürekli işlenmesi, eğim ve rakımlarının düşük olması gibi organik madde ve humusun mineralizasyonunu hızlandıran nedenlerle tarım alanlarında pH yüksek olabilmektedir (Karagül 1999).



Şekil 4.13. pH gösterge haritası

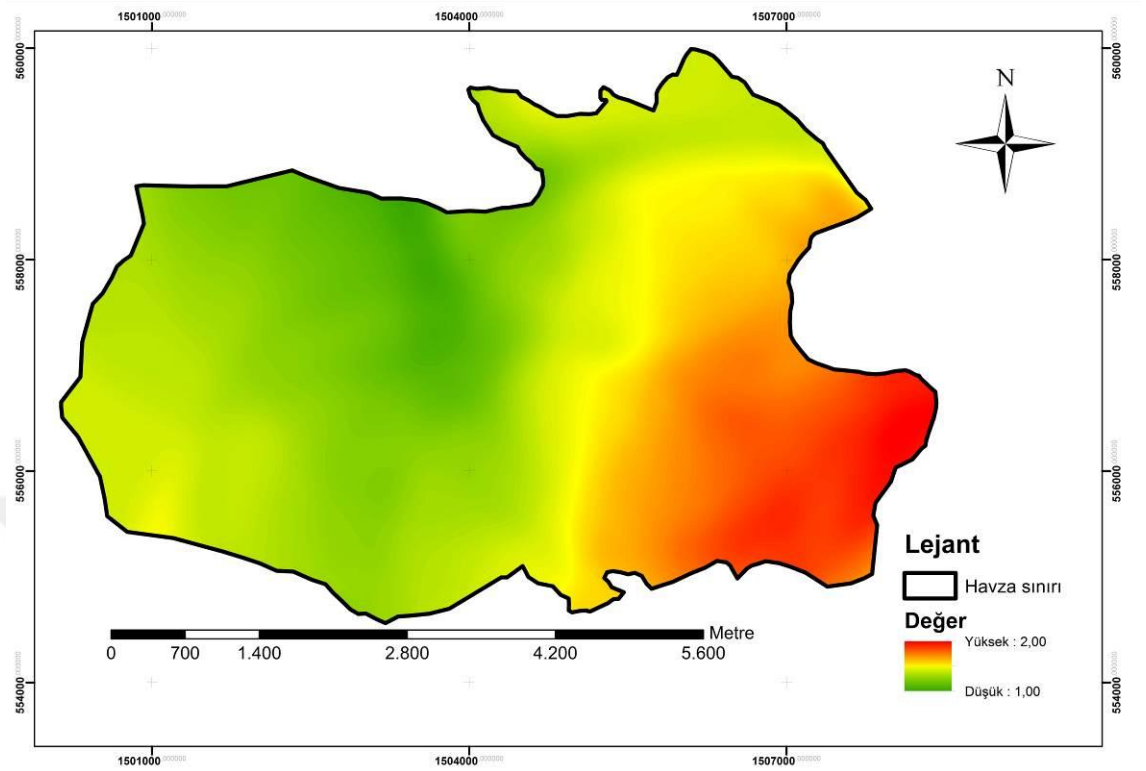
Arazi kullanma şekli bakımından; orman alanlarında mera alanlarına ve tarım arazilerine göre kum içeriğinin yüksek, kil içeriğinin ise daha düşük olduğu, mera alanlarının ise tarım arazilerine göre kil içeriğinin düşük, kum içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.14). Tekstürde ki değişimin erozyondan ve ana materyal farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Toprak tekstürü; geçirgenlik,

dayanıklılık, kuraklık ve verimlilik gibi toprağın özelliklerini etkilemektedir. Kumlu topraklar zayıf, killi topraklar ise yüksek su tutma kapasitesine sahiptir (İmamoğlu ve Dengiz 2019). Araştırma alanı içerisinde yüksek kum içeriğine sahip olan topraklar özellikle tahrip edilmiş zayıf mera arazilerinde görülmüştür.



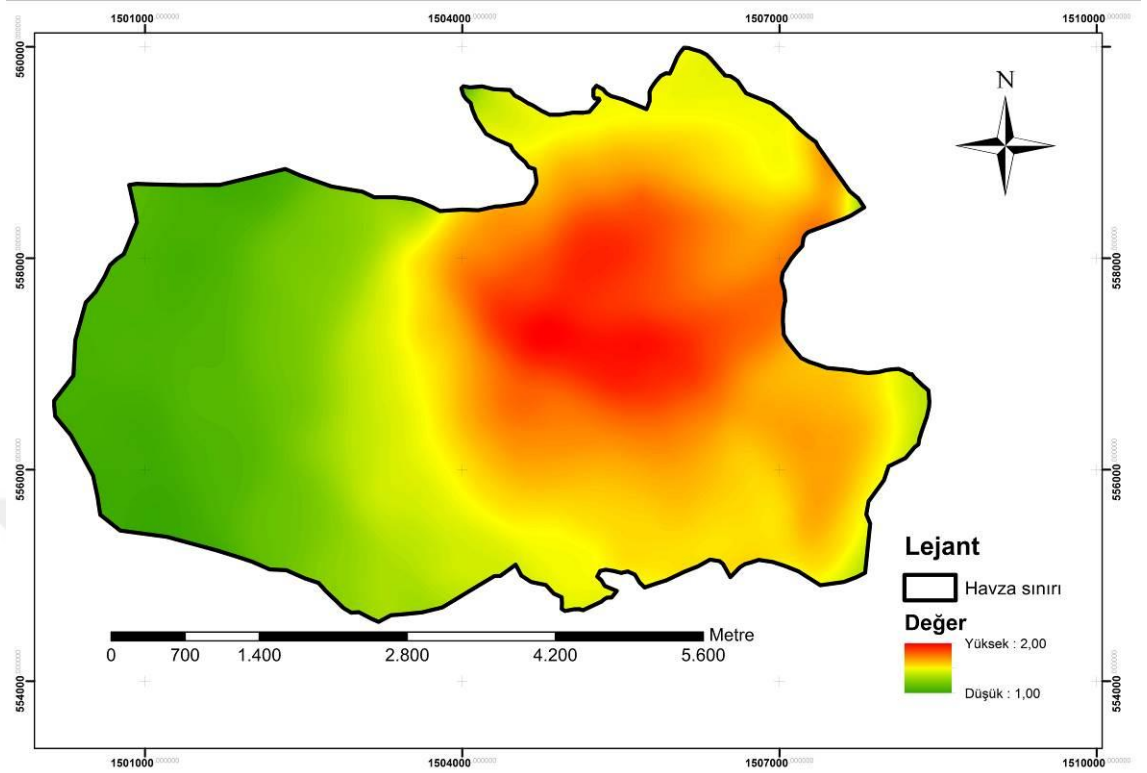
Şekil 4.14. Toprak tekstürü gösterge haritası

Toprağın kireç içeriğine ait dağılım haritası incelendiğinde, kireç miktarının inceleme alanının doğu kısımlarında diğer alanlara göre daha yüksek değerler aldığı anlaşılmaktadır (Şekil 4.15). Kireç içeriği toprakta besin elementlerinin alımında önemli bir rol oynamaktadır. Yüksek kireç nedeniyle topraklarda fosfor ve mikroelementler kolayca adsorbe olabildiğinden dolayı bitkiler bu besin elementlerine noksanlık çekmektedirler.



Şekil 4.15. Kireç içeriği gösterge haritası

Toprak kriteri altında yer alan toprak göstergeleri çölleşme ve toprak bozulması bakımından sorun oluşturmaması (1,0 puan) ile maksimum düzeyde etkileyebilirlik (2,0 puan) arasında derecelendirilerek sınıflandırılmıştır. Toprak göstergeleri kriterlere olan etkileri üzerinden puanlandırılarak toprak kriteri gösterge haritası üretilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Toprak kriteri gösterge haritası

4.3.4. Arazi örtüsü ve Arazi kullanımı göstergelerinin değerlendirilmesi

Arazi örtüsü ve arazi kullanımı göstergelerinin çölleşme bakımından değerlendirilmesi Türkiye Çölleşme Modelin’de kullanılan puanlamalar dikkate alınarak yapılmıştır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE 2015). Yapılan değerlendirmeler sonucunda Arazi örtüsü ve Arazi kullanımı göstergelerinin çölleşme bakımından çölleşme indis değeri 0,20 puanı ise 1,72 olarak hesaplanmıştır. Türkiye’nin %35’inin orta risk sınıfında %20’sinin de yüksek risk sınıfında yer aldığı düşünüldüğünde bitki örtüsü tahrip edilmiş mikrohavza’da bu değerlerin hesaplanması olasıdır. Vegetasyon değerlendirmelerinin yapıldığı zaman da bu değerlerin değişmesine yol açabilmektedir. Nitekim arazi örtüsü bakımından **EK 1**, **EK 2**, **EK 3** ve **EK 4**’te bulunan farklı mevsimlere ait fotoğraflar incelendiğinde mevsimsel olarak değişimin yorumlamayı etkileyecek seviyede olduğu anlaşılmaktadır.

4.3.5. Topoğrafya ve jeomorfoloji göstergelerinin değerlendirilmesi

Topoğrafya ve Jeomorfoloji göstergelerinin çölleşme bakımından değerlendirilmesi Türkiye Çölleşme Modelin’de kullanılan puanlamalar dikkate alınarak yapılmıştır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE 2015). Yapılan değerlendirmeler sonucunda Topoğrafya ve Jeomorfoloji göstergelerinin çölleşme bakımından çölleşme indis değeri 0,11 puanı ise 1,75 olarak hesaplanmıştır. Mikrohavza yapısal olarak sorunlu bir görünüme sahip olup kuzeydoğu- güney batı yönünde uzanan dağlar ve dağların arasında dar çökentilerden oluşmaktadır. Çökentiler ile dağlık alanlar arasında ki yükseklik farkının fazla oluşu zorlu topoğrafya koşullarının oluşmasına sebebiyet vermektedir. Topoğrafik koşullara da bağlı olarak toprak ve yamaç duyarlılığı azalmakta ve toprak erozyonu ile birlikte alan çölleşmeye karşı hassaslaşmaktadır.

4.3.6. Sosyoekonomi göstergelerinin değerlendirilmesi

Sosyoekonomi göstergelerinin çölleşme bakımından değerlendirilmesi Türkiye Çölleşme Modelin’de kullanılan puanlamalar dikkate alınarak yapılmıştır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE 2015). Yapılan değerlendirmeler sonucunda Sosyoekonomi göstergelerinin çölleşme bakımından çölleşme indis değeri 0,09 puanı ise 1,56 olarak hesaplanmıştır. Mikrohavzada yaşayan halk geçimini tarım ve hayvancılık faaliyetlerine bağlı olarak sağlamaktadır. Kuraklığın olması çölleşmeyi önemli düzeyde etkilemekte, ancak sosyoekonomik yapıya bağlı olarak değişiklik gösteren insan faaliyetleri de çölleşmeyi etkileyen önemli nedenler arasındadır. Mikrohavzada aşırı ekim yapılarak toprağın yorulması, aşırı ve düzensiz otlatma ile toprak erozyonunu önleyen bitki örtüsünün ortadan kaldırılması gibi nedenler çölleşmenin etkilerini artırmaktadır. Bu durum da sosyo-ekonomik yapının çölleşme olgusu üzerine etkisini yansıtmaktadır.

4.3.7. Yönetim göstergelerinin değerlendirilmesi

Yönetim göstergelerinin çölleşme bakımından Türkiye Çölleşme Modelin’de kullanılan puanlamalar dikkate alınarak yapılmıştır (TÜBİTAK-BİLGEM-YTE 2015). Çölleşme

ile mücadelenin etkin olarak sürdürülebilmesi idari kurumların kapasiteleri ve yürütmekte oldukları politikalarla ilişkilendirilmektedir. Bütüncül arazi yönetiminin sağlanması ile arazi bozulmasının önlenmesi veya bozulmuş alanların tekrar geri kazanılması etkin yönetim politikalarına bağlıdır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda yönetim göstergelerinin çölleşme bakımından çölleşme indis değeri 0,08 puanı ise 1,62 olarak hesaplanmıştır. Yönetim politikalarının mikrohavzanın ekolojik ve sosyo ekoomik yapısı dikkate alınarak düzenlenmesi özellikle havza bazında çölleşme ile mücadelede katkı sağlayacaktır. Mera alanlarının ağırlıkta olduğu bu mikrohavzada nadas uygulamalarının olmaması, aşırı ve düzensiz otlatma, kırsal ekonominin çeşitlendirilmemesi ve iyi tarım uygulamalarının hayata geçirilememesi gibi nedenlerle ekosistem hizmetleri olumsuz etkilenmektedir.

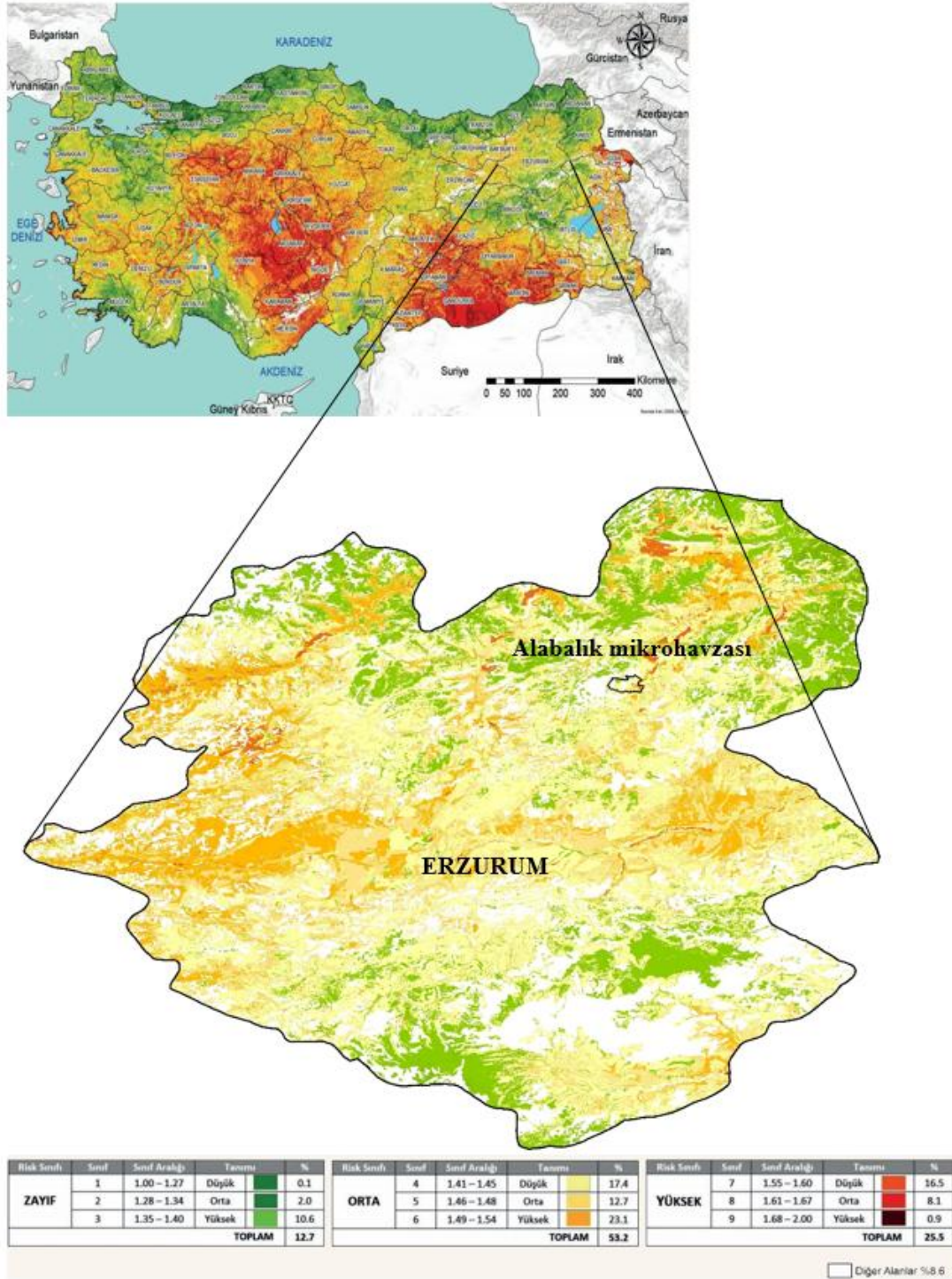
4.3.8. Mikrohavzaya ait çölleşme indisi değerinin değerlendirilmesi

Çoruh havzasının güneyinde bulunan Alabalık mikrohavzası 1,58 indis değeri ile yüksek risk sınıfı içerisinde yer almaktadır. Kriterlere ve mikrohavzaya ait indis değerleri Çizelge 4.13'de verilmiştir. Tarım arazilerinin tekniğine uygun şekilde işlenmemesi, nadas uygulamalarının bilinçsiz yapılması ve bazı tarım arazilerinin eğimli alanlarda bulunması, çoğunluğu zayıf vasıfta olan meraların düzensiz ve kapasitelerinin üzerinde otlatılması mikrohavza'da çölleşme riskinin artmasına neden olmaktadır.

Çizelge 4.13. Kriterlere ait puanlamalar ve çölleşme indis değerleri

Kriter	Değer	Puan
İklim	0,51	1,43
Su	0,27	1,47
Toprak	0,32	1,86
Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı	0,20	1,72
Topoğrafya ve Jeomorfoloji	0,11	1,75
Sosyoekonomi	0,10	1,56
Yönetim	0,08	1,62
Çölleşme İndis Değeri		1,58

Türkiye çölleşme risk haritasına göre mikrohavza sınırlarının da içerisinde bulunduğu alan “orta risk” sınıfına (1,41-1,54) girmektedir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Türkiye çölleşme risk haritası (ÇEM 2017)

TÇM risk haritasında “orta risk” sınıfında (4-5-6) temsil edilen çalışma alanının aslında “yüksek risk” (1,55-1,60) aralığında değişen önemli bir varyasyona sahip olduğu ortaya konulmuştur. Alandan elde edilen gerçek veriler ile modelde bulunan tahmini veriler arasında bulunan bu farkın uydu görüntülerinin alındığı zamanla ve harita ölçeği ile ilişkili olarak değişkenlik gösterdiği düşünölmektedir.

Nitekim **EK 1**, **EK 2**, **EK 3** ve **EK 4**'te bulunan farklı mevsimlere ait fotoğraflar incelendiğinde (ilkbahar-sonbahar) vejetasyonun canlandığı dönemlerde yapılacak değerlendirmelerin havzanın genel durumu hakkında doğru bir kanıya varmamızı zorlaştıracığı görölmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Narman alabalık mikrohavzasında farklı kullanım ve yönetim altındaki arazilerde toprak bozulması etki faktörünün alansal değişim ve dağılımının incelendiği ve Türkiye Çölleşme Modeli ile ortaya koyulan riskin detaylı bir çalışmayla nasıl örtüştüğünün tespit edilmesini amaçlayan bu çalışmada;

İklim faktörünün risk değerlendirmesi amacıyla incelenen iklim faktörlerinin değerlendirilmesinde mikrohavzanın etkilenebilirlik indis değerinin 1,43 ile 1,40-1,50 sınıf aralığına girdiği ve iklim faktörünün çölleşmeden etkilenebilirliğinin ‘düşük-orta’ seviye aralığında olduğu, indis değeri 1,86 olarak hesaplanan toprak kriteri bakımından ‘çok yüksek’ risk taşıdığı, 1,72 indis değeri ile arazi örtüsü ve arazi kullanımı kriteri bakımından ‘yüksek’ risk sınıfında yer aldığı, 1,75 etkilenebilirlik indis değeri ile topoğrafya ve jeomorfoloji kriterinin ‘çok yüksek’ risk sınıfında yer aldığı, su kriteri bakımından indis değeri 1,47, sosyoekonomi kriteri bakımından indis değeri 1,56 ve yönetim kriteri bakımından indis 1,62 olarak hesaplanmıştır. Değerlendirilen bu 7 kritere (iklim, su, toprak, arazi örtüsü ve arazi kullanımı, topoğrafya ve jeomorfoloji, sosyoekonomi, yönetim) ait indis değerlerinin birleştirilmesi sonucunda mikrohavzanın çölleşme indis değeri 1,58 olarak hesaplanmıştır. Bu değere göre mikrohavza çölleşme açısından ‘yüksek risk’ sınıfında yer almaktadır. Kritik düzeyde ulaşmasında; arazinin erozyona karşı korunaksız olması, meralarda aşırı ve düzensiz otlatma, geleneksel tarım faaliyetleri, kırsal fakirlik vb. etmenler etkili olmuştur.

Havzada en önemli sorun erozyon olarak karşımıza çıkmaktadır. Havza sınırları içerisinde bulunan alanların büyük bir bölümünde topraklar aşınmış ve yer yer ana kaya ortaya çıkmıştır. Toprakların aşınması sonucu havzada tarım, hayvancılık ve ormancılık faaliyetleri de olumsuz etkilenmektedir.

Mikrohavza alanının büyük bir bölümünü mera (%45) ve tarım (%21) arazileri oluşturmaktadır. 23 noktada etüt yapılan mera alanlarının; 19 tanesinin zayıf 4 tanesinin

ise orta mera sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Havzadan yararlanan halkın büyük kısmının geçimini tarım ve hayvancılık faaliyetlerinden sağlaması bu araziler üzerine olan baskının giderek artmasına neden olmuştur. Aşırı ve kapasitenin üzerinde otlamanın yapıldığı mera alanları; sağlık sınıfları bakımından değerlendirildiğinde 6 tanesi 'riskli' 17 tanesi ise 'sorunlu' sınıfta yer almaktadır. Bu bağlamda meraların ıslah edilmesi havzada doğal dengenin yeniden tesisi ve hayvancılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliği için önem arz etmektedir. Güllap (2010) meralarda otlatma şiddetindeki artışla paralel olarak mera durum ve sağlık sınıfının kötüye doğru bir gidişat sergilediğini bildirmiştir. Yine yapılan bir çalışmada meralarda taşıma kapasitesinin üzerinde hayvanın bulunması mera durumunun lineer olarak azalmasına sebep olduğu bildirilmiştir (Hart 1978).

Havzada düz ve hafif eğimli alanlar dışında kalan kısımlar tarımsal faaliyetler için uygun olmayan alanlardır. Bu alanlarda erozyonun etkilerinin azaltılması için tarımsal faaliyetlerin en aza indirilerek doğal yapısını geri kazanması sağlanmalıdır. Tarımsal faaliyetlerde de ekim nöbeti, daha az toprak işlenmesi, anızlı nadas gibi erozyonu azaltabilecek uygulamalara önem verilmelidir. Yapılan çalışmalarda da; iyi bir ekim nöbeti, kesekli sürüm, anızlı nadas, şeritvari ekim gibi tarım tekniklerinin kullanılmasının erozyonu azatlamada etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Doğan ve Küçükçakar 1989; Balabanlı vd 2009).

Tarım alanlarında gerekli önlemler alınarak, tarımsal faaliyetler için uygun olmayan yeni alanların (meradan ve ormandan) açılmasının engellenmesi gerekmektedir. Akıncı (2005), tarıma uygun olmadığı halde tarım arazisi olarak kullanılan arazilerin topraklarımızı çoraklaştırdığını, kullanım değişikliğine bağlı olarak doğal mera alanlarını daralttığını ve bunların sonucu olarak erozyonun şiddetinin daha da arttığını ifade etmiştir.

Meralar; hayvancılık faaliyetlerine katkı sağlamasının yanında; erozyonun önlenmesi, toprak veriminin artırılması, yüzeysel akışı engelleyerek suyun etkin şekilde

kullanılması gibi birçok önemli fonksiyonlara da yerine getirmektedir (Cevher 2012; Çomaklı ve Mentеше 1999).

Meralarda tahribatın önüne geçilmesi için; gerekli sosyal ve ekonomik tedbirlerin alınarak otlatma kapasitesine uyulması, erken ve aşırı otlatmanın önlenmesi, ahır hayvancılığının teşvik edilmesi ve özellikle bitki örtüsü yönünden zayıf meralara erozyon kontrolünde etkili olan bitki türlerinin ekilmesi gerekmektedir. Doğan (1995), erken otlatmaların tür çeşitliğini ve sayısını önemli ölçüde azalttığını buna bağlı olarak erozyon şiddetinin arttığını ifade etmiştir. Ayrıca uzun yılları süregelen tahribatlar sonucu neredeyse tamamen yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olan ormanlık alanların yeniden tesis edilmesi için ağaçlandırma faaliyetlerine önem verilmesi, ormanlara veya ağaçlandırma sahalarına yakın meraların ıslah edilip verim ve kalitelerini artırılarak ormanlardaki hayvan baskılarını azaltılması büyük önem taşımaktadır. Nitekim yeterli önlemlerin alınmaması sonucu ormanların tahrip edilmesi erozyonun şiddetinin artmasına sebep olmaktadır (Doğan 2011).

14.6 milyon hektarlık alanla ülkemiz arazilerinin % 18.8'ini oluşturan çayır ve meraların % 85'i yarı kurak bölgelerde yer almaktadır (Gökkuş 2001; Altın vd 2011). Arazi çalışmaları esnasında meralarda gözlemlenen erken ve kapasitenin üzerinde otlatma zaten bitki örtüsü yönünden zayıf olan alanların daha kötüye gitmesine veya rehabilitasyonunun imkânsız hale gelmesine neden olmaktadır. Nitekim mera olarak değerlendirilen ayrıca kadaastro sisteminde de mera olarak tanımlanan bazı alanların esasında mera vasfını yitirmekte olduğu ve bu şekilde kullanımlarının devam etmesi halinde alanın tamamen bozulacağı tespit edilmiştir. Bu gibi alanlarda arazi tahribatının dengelenmesi ile arazi bozulmasının önlenmesi için alana özgü sürdürülebilir arazi yönetim uygulamaları geliştirilmelidir. Havza planlaması ve yönetiminde sürdürülebilirlik; sosyal, ekonomik ve ekolojik yönden bütünleşik ve dinamik bir yönetim yaklaşımının benimsenmesiyle sağlanmalıdır. Doğal dengeyi bozmadan toplumun ihtiyaçlarına cevap verebilecek, kurumsal, ekonomik ve sosyal koşulların uyumlu şekilde devam ettiği stratejik bir planlama süreciyle havza yönetim süreçleri işletilmelidir. Ormancılık faaliyetlerinin etkin ve sürdürülebilir olmasını temel alan

orman amenajmanı planlarına benzer biçimde mera amenajmanı planlarının hazırlanarak havzalar bazında uygulamaya konulması hem toplumsal refahın artmasına hem de sürdürülebilir doğal kaynak yönetimine katkı sağlayacaktır.

Havzada eğimli arazilerde işlemeli tarımın yapılmasından kaynaklı problemlerin yanı sıra arazi kullanım değişikliklerinden kaynaklanan problemlerde toprak bozulması sürecini etkilemektedir. Özellikle su erozyonunun olumsuz etkisi altında olan havzada erozyonun kontrol altına alınabilmesi için arazi kullanım ve mera amenajman planlarının hazırlanarak hayata geçirilmesi gerekmektedir. Yener vd (2017); yapmış oldukları çalışmada kızılâğaç meşçerelerinin çay bahçelerine dönüştürülmesinin ürün veriminde düşüslere neden olduğunu, çay tarımı için sıkça yapılan gübrelemelerin toprakta asitleşmeye bağlı olarak toprağın bozulmasına yol açtığını diğeryandan da orman örtüsünün ortadan kalkması sonucunda bölgede sık sık heyelanlar ve sel felaketleri yaşandığını ifade etmişlerdir.

Çölleşme riskinin belirlenmesinde kullanılan vejetasyon kalite indeksi için, bitki örtüsünün en iyi şekilde tanımlanması ve vejetasyon kalite indeksinin bozulmasına neden olabilecek etkenlerin yönetim uygulamaları kapsamında en aza indirilmesi için gerekli adımlar atılmalıdır. Ayrıca vejetasyon kalite indeksi en az iki vejetasyon döneminde (İlkbahar-Sonbahar) yapılacak değerlendirmeler sonucunda belirlenmelidir.

Ülkemizin iklim durumu ve topoğrafik / jeomorfolojik yapısı göz önüne alındığında çölleşme ve arazi bozuluma karşı hassas olduğu durumu ortaya çıkmaktadır. Koruma, geliştirme ve faydalanma dengesi içinde doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması, kuraklığın olumsuz etkilerinin ve arazi tahribatının azaltılması, çölleşmeden etkilenen arazilerin iyileştirilmesi ve kırsal kalkınmanın sağlanması için topraklarımız hakkındaki bilgilerimizin artması ve toprak veri tabanımızın çeşitli modelleri kullanılabilecek detaya sahip ve yüksek doğruluk oranında güncel bilgilere sahip olması gerekmektedir.

Ülkemiz topraklarının en verimli şekilde yararlanılabilmesi için topraklarımız hakkındaki bilgilerimizin üst seviyelere ulaşması, toprak veri tabanımızın detaylı, bilimsel ve yüksek doğruluk oranında, güncel bilgilere sahip olması gerekmektedir.

Kurak ve yarı kurak koşullardaki bu ve benzer nitelikteki havzalarda toprak organik karbon içeriği, arazi verimlilik indeksi ve arazi kullanım değişikliklerinin sürekli izleme sistemi oluşturularak izlenmesi, toprak bozulması süreçlerinin daha iyi anlaşılması ve etkin mücadele edilebilmesi bakımından önerilmektedir.

Türkiye Çölleşme Modeli'nin (TÇM) alana özgü risk değerlendirmelerinin bu çalışmada elde edilen sonuçlarla risk sınıfları farklı olmakla birlikte verisi mevcut olan kriterler bakımından yüksek bir tutarlılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle bu çalışma TÇM'nin güvenle kullanılabilmesinin somut bir örnek çalışması olarak değer taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Abubakar, S. M. (1997). Monitoring land degradation in the semiarid tropics using an inferential approach: the Kabomo basin case study, Nigeria. *Land Degradation and Development*, 8(4), 311-323. doi:10.1002
- Adams, C., and Eswaran, H. (2000). Global land resources in the context of food and environmental security. *Advances in land resources management for the 20th century. Soil Conservation Society of India, New Delhi*, 35-50.
- Akıncı, M., (2005). Su Toplama Havzalarında Sedimantasyon Sorunu. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yay. No: 3.
- Altın, M. (1999). Mera-Erozyon İlişkileri. *TEMA Eğitim Semineri Notları. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı yayınları*(26), 127-149.
- Altın, M., Gökkuş, A., & Koç, A. (2011). Çayır ve mera yönetimi (2. cilt). *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. Ankara.*
- An, R., Wang, H.-L., Feng, X.-Z., Wu, H., Wang, Z., Wang, Y., Shen, X.-J., Lu, C.-H., Quaye-Ballard, J. A., and Chen, Y.-H. (2017). Monitoring rangeland degradation using a novel local NPP scaling based scheme over the “Three-River Headwaters” region, hinterland of the Qinghai-Tibetan Plateau. *Quaternary International*, 444, 97-114.
- Anonim. (2016). *Türkiye Arazi Tahribatının Dengelenmesi Ulusal Rapor (2016-2030)*. Retrieved from Ankara:
- Anonymous. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (UN, 2015)*. Retrieved from
- Atalay, İ. (1982). *Oltu çayı havzasının fiziki coğrafyası ve amenajmanı*.
- Ateşoğlu, A. (2016). Havza çalışmalarında kullanılan CORINE 2006 arazi sınıflandırma verilerinin doğruluğunun araştırılması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(1), 173-183.
- Avcı, V , Sunkar, M . (2015). Giresun'da sel ve taşkın oluşumuna neden olan aksu çayı ve batlama deresi havzalarının morfometrik analizleri. *Coğrafya Dergisi* ,0(30), 91-119.
- Aydın, İ., ve Uzun, F. (2002). Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı*(9).
- Aydınalp, C. (1998). Toprak degradasyonunun nedenleri ve etkileri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 8(2).
- Bai, Z. G., Dent, D. L., Olsson, L., and Schaepman, M. E. (2008). Proxy global assessment of land degradation. *Soil use and management*, 24(3), 223-234.
- Bai, Z., Dent, D., Olsson, L., and Schaepman, M. (2008). *Global assessment of land degradation and improvement: 1. identification by remote sensing*.
- Bajocco, S., De Angelis, A., Perini, L., Ferrara, A., and Salvati, L. (2012). The impact of land use/land cover changes on land degradation dynamics: a Mediterranean case study. *Environmental management*, 49(5), 980-989.
- Bakır, Ö. (1987). Çayır-Mera Amenajmanı, Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, Ankara.

- Bakır, Ö., ve Açıkgöz, E. (1976). Yurdumuzda Yem Bitkileri Çayır ve Mera tarımının Bugünkü Durumu Geliştirme Olanakları ve Bu Konuda Yapılan Araştırmalar. *Ankara Çayır-Mera ve Zootečni Araştırma Enstitüsü Yay(61)*.
- Bakoğlu, A., Koç, A., ve Gökkuş, A. (1999). Dominant mera bitkilerinin biomas ve kimyasal kompozisyonlarının büyüme dönemindeki değişimi II. kimyasal kompozisyondaki değişimler.
- Balabanlı, C , Türk, M., ve Yüksel, O. (2009). Erozyon ve çayır-mera ilişkileri. *Turkish Journal of Forestry* , 6 (2) , 23-34 .
- Balcı, N., ve Özyuvacı, N. (1988). Havza Amenajmanı II., İÜ Orman Fakültesi, Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul.
- Ballayan, D. (2000). Soil degradation: Biodiversity and land degradation. *ESCAP environment statistics course, FAO*.
- Barnes, R. F., Nelson, C., Collins, M., and Moore, K. (2003). Forages. Volume 1: An introduction to grassland agriculture. *Forages. Volume 1: An introduction to grassland agriculture.*(Ed. 6).
- Barthes, B., and Roose, E. (2002). Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; validation at several levels. *Catena*, 47(2), 133-149.
- Basso, F., Bove, E., Dumontet, S., Ferrara, A., Pisante, M., Quaranta, G., and Taberner, M. (2000). Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy) 1. *Catena*, 40(1), 19-35.
- Bayramın, İ. (2003). Beypazari topraklarının medalus metoduna göre toprak kalite indekslerinin belirlenmesi. *ile*, 29344, 100.100.
- Bilgili, A. (2007). Sarıkamış orman içi meralarının bitki örtüsü ve yem kalitesinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, 59s, Erzurum.
- Bird, S. B., Herrick, J. E., Wander, M. M., and Murray, L. (2007). Multi-scale variability in soil aggregate stability: implications for understanding and predicting semi-arid grassland degradation. *Geoderma*, 140(1-2), 106-118.
- Blum, W. (2008). Characterisation of soil degradation risk: an overview. *Threats to soil quality in Europe*, 23438, 5-10.
- Bouyoucos, G. J. (1951). A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils 1. *Agronomy journal*, 43(9), 434-438.
- Bozkuş, C. (1998). kuzeydoğu anadoluda (oltu-narman arası) pontid/anatolid kenet kuşağının stratigrafisi ve yapısal evrimi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4(1), 487-499.
- Bozyiğit, R., ve Güngör, Ş. (2011). Konya Ovasının toprakları ve sorunları.
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., and Windhorst, W. (2009). Landscapes' capacities to provide ecosystem services—a concept for land-cover based assessments. *Landscape online*, 15(1), 1-22.
- Cangir, C., Kapur, S., Boyraz, D., Akça, E., and Eswaran, H. (2000). An assessment of land resource consumption in relation to land degradation in Turkey. *Journal of soil and water conservation*, 55(3), 253-259.
- Celik, I. (2005). Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. *Soil and Tillage Research*, 83(2), 270-277.

- Cevher, C. (2012). Islah edilmiş mera alanlarının sürdürülebilir kullanımına Etki eden sosyo-ekonomik faktörler üzerine bir araştırma.
- Chartier, M. P., and Rostagno, C. M. (2006). Soil erosion thresholds and alternative states in northeastern Patagonian rangelands. *Rangeland Ecology and Management*, 59(6), 616-624.
- Contador, J. L., Schnabel, S., Gutiérrez, A. G., and Fernández, M. P. (2009). Mapping sensitivity to land degradation in Extremadura. SW Spain. *Land Degradation and Development*, 20(2), 129-144.
- Çağlar, K. (1958). Toprak İlmi AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları No: 10. In: Ankara.
- Çelik, I. (2005). Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. *Soil and Tillage Research*, 83(2), 270-277.
- ÇEM. (2017). “Türkiye Çölleşme Modeli, Teknik Özet”, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Çetin, S. C., Karaca, A., Haktanır, K., ve Yıldız, H. (2007). Global attention to Turkey due to desertification. *Environmental monitoring and assessment*, 128(1-3), 489-493.
- Çomaklı, B., ve Menteşe, Ö. (1999). Mera ıslahını gerektiren nedenler. *TC Orman Bakanlığı Araşt. ve Erozyon Kont. Gen. Müd., Doğu Anadolu Su Havzaları Rehabilitasyon Projesi, Mera Islahı Eğitim Uygulama Semineri*, 28-30.
- Çomaklı, B., Daşcı, M., ve Koc, A. (2008). The effects of traditional grazing practices on upland (yayla) rangeland vegetation and forage quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32(4), 259-265.
- Çomaklı, B., Fayetörbay, D., ve Daşcı, M. (2012). Changing of botanical composition and canopy coverage ratio in rangelands at different altitudes. *Journal of the Faculty of Agriculture of Atatürk University (Turkey)*.
- Dadkhah, M., and Gifford, G. F. (1980). Influence of Vegetation, Rock Cover, and Trampling on Infiltration Rates and Sediment Production 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 16(6), 979-986.
- Davies, J. (2017). The business case for soil. *Nature News*, 543(7645), 309.
- De Martonne, E. (1942). *Nouvelle carte mondial de l'indice d'aridité*. Paper presented at the Annales de Géographie.
- Delelegn, Y. T., Purahong, W., Blazevic, A., Yitaferu, B., Wubet, T., Göransson, H., and Godbold, D. L. (2017). Changes in land use alter soil quality and aggregate stability in the highlands of northern Ethiopia. *Scientific Reports*, 7(1), 13602.
- Dengiz, O., ve Akgül, S. (2005). Soil erosion risk assessment of the Gölbaşı environmental protection area and its vicinity using the CORINE model. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(6), 439-448.
- Dengiz, O., Göl, C., ve Başkan, O. (2007). Büyükçay havzası (çankırı) toprak özellikleri ve haritalanması.
- Dindaroğlu, T. (2013). Toprak Kalite İndeks Değerlerinin Bazı Orman Fonksiyonlarının Belirlenmesinde Kullanılabilirliği, 26-28 Kasım 2013, Antalya, 726-732.
- Doğan, O. ve Küçükçakar N. (1989). Su Erozyonuna Karşı Toprakların Korunması. Köy Hizmetleri Ankara Ar.Ens.Md.Yay.No:158, Çiftçi Yay.No:15
- Doğan, O. (1995). Türkiye’de Toprak Kaynakları, Sorunlar ve Çözümler. *Standart Çevre*, 73-79.

- Doğan, O. (2011). Türkiye’de erozyon sorunu nedenleri ve çözüm önerileri. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, 134, 62-69.
- Ehrenfeld, J. G. (2003). Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes. *Ecosystems*, 6(6), 503-523.
- Elbaşı, E., Özdemir, H. (2018). Marmara denizi akarsu havzalarının morfometrik analizi. *Cografya Dergisi*, 36, 63-84.
- Erinç, S. (1984). Klimatoloji ve Metotları, İÜ Yayın No: 3278, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 2, Giray Matbaası, İstanbul. 72 L.
- Erkun, V. (1999). Çayır meraların önemi ve tarihi gelişimi. *Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü*, 131-136.
- Evrendilek, F., Celik, I., and Kilic, S. (2004). Changes in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, grassland, and cropland ecosystems in Turkey. *Journal of Arid Environments*, 59(4), 743-752. doi:https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.03.002
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., and Gibbs, H. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574.
- Gao, J., and Liu, Y. (2010). Determination of land degradation causes in Tongyu County, Northeast China via land cover change detection. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12(1), 9-16.
- Gelaw, A. M., Singh, B., and Lal, R. (2015). Organic carbon and nitrogen associated with soil aggregates and particle sizes under different land uses in Tigray, Northern Ethiopia. *Land Degradation and Development*, 26(7), 690-700.
- Gençkan, S. (1985). Çayır-Mera Kültürü, Amenajmanı, Islahı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*(483).
- Gillen, R. L., McCollum, F. T., Hodges, M. E., Brummer, J. E., and Tate, K. W. (1991). Plant community responses to short duration grazing in tallgrass prairie. *Journal of range management*, 44(2), 124-128.
- Giordano, L., Giordano, F., Grauso, S., Iannetta, M., Sciortino, M., Rossi, L., and Bonati, G. (2003). Identification of areas sensitive to desertification in Sicily Region. *ENEA, Rome, Italy*.
- Gobin, A., Jones, R., Kirkby, M., Campling, P., Govers, G., Kosmas, C., and Gentile, A. (2004). Indicators for pan-European assessment and monitoring of soil erosion by water. *Environmental Science and Policy*, 7(1), 25-38.
- Gökbulak, F., Erdoğan, B. U., Yıldırım, H. T., and Özçelik, M. S. (2018). Causes of land degradation and rehabilitation efforts of rangelands in Turkey. *Journal of the Faculty Of Forestry-Istanbul University*, 68(2), 106-113.
- Gökkuş, A. (2001). Mera-Hayvan İlişkileri ve Uygun Otlatma Yoğunluğu. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarım ve Köy Dergisi*(139), 28-33.
- Gökkuş, A. (2018). Meralarımız İle İlgili Bir Değerlendirme. *Türktob*, 25.
- Gökkuş, A., ve Koç, A. (2001). Mera ve çayır yönetimi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları*, 228.
- Gökkuş, A., Koç, A., ve Çomaklı, B. (2000). Çayır-mera uygulama kılavuzu. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın*(142), 139.

- Göl , C., ve Dengiz, O. (2007). Çankırı-Eldivan Karataşbağı Deresi Havza Arazi Kullanım-Arazi Örtüsündeki Değişim Ve Toprak Özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 86-97.
- Göl , C., Ünver, İ., ve Özhan, S. (2004). Çankırı-Eldivan Yöresinde Arazi Kullanma Türleri İle Yüzey Toprağı Nemi Arasındaki İlişkiler. . *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2, 17-29.
- Görcelioğlu, E. (1976). Toprak erozyonu ve sedimentasyon. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 26(2), 105-116.
- Graffis, D. W., Juergenson, E. M., and McVickar, M. H. (1985). *Approved practices in pasture management*: Interstate Printers and Publishers, Inc.
- Gregorich, E., Carter, M., Angers, D., Monreal, C., and Ellert, B. (1994). Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian journal of soil science*, 74(4), 367-385.
- Guo, L. B., and Gifford, R. (2002). Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global change biology*, 8(4), 345-360.
- Güllap, M.K., (2010). Kargapazarı Dağında Farklı Otlatma Sistemi Uygulamalarının Mera Bitki Örtüsüne Etkisi. (Doktora Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri anabilim Dalı Erzurum.
- Hacısalıhoğlu S., Mısır M., Mısır N., Yücesan Z., Oktan E., Gümüş S., Kezik U. (2017) The effects of land use change on soil loss and carbon stock amounts. *Fresenius Environ Bull* 26:1–13.
- Hamdy, A., and Lacirignola, C. (1992). An overview of water resources in the Mediterranean countries. *Workshop on Water Reseources: Development and Management in Mediterranean Countries*, 3-9 Ekim, Adana, Türkiye, p.1.1-1.32.
- Hart, K.H., (1978). Stocking rate theory and its application to grazing on rangelands. In *Proc.1st Int. Rangeland Cong. Colorado*, 547–550 p.
- Hassink, J. (1994). Effect of soil texture on the size of the microbial biomass and on the amount of C and N mineralized per unit of microbial biomass in Dutch grassland soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 26(11), 1573-1581.
- Holechek, J., Pieper, R., and Herbel, C. (2004). Range animal nutrition. *Range management: principles and practices*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 265-316.
- Islam, K. R., and Weil, R. (2000). Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79(1), 9-16.
- Islam, K. R., Kamaluddin, M., Bhuiyan, M. K., and Badruddin, A. (1999). Comparative performance of exotic and indigenous forest species for tropical semievergreen degraded forest land reforestation in Chittagong, Bangladesh. *Land Degradation and Development*, 10(3), 241-249.
- İmamoğlu, A., ve Dengiz, O. (2019). Evaluation of soil quality index to assess the influence of soil degradation and desertification process in sub-arid terrestrial ecosystem. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 1-12.
- Kanar, E. (2014). Madendere havzasında arazi bozulma durumlarının iki farklı parametrik model ile değerlendirilmesi ve risk haritalarının oluşturulması (Y.Lisans), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Kapalanga, T. S. (2008). A review of land degradation assessment methods. *Land Restoration Training Programme Keldnaholt*, 112, 17-68.

- Karagül, R. (1999). Trabzon-Söğütlüdere havzasında farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların bazı özellikleri ve erozyon eğilimlerinin araştırılması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 53-68.
- Kılıç, M. (2008). *Tarım Arazilerinin Amaç Dışı Kullanımının Hukuki Ve Sosyo-Ekonomik Boyutları: Çorum İli Merkez İlçesi Toprak Sanayi İşletmeleri Örneği*. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Ankara.,
- Kirkby, M., Abrahart, R., McMahon, M., Shao, J., and Thornes, J. (1998). MEDALUS soil erosion models for global change. *Geomorphology*, 24(1), 35-49.
- Koca, Y. K., Doran, İ., ve Kılıç, T. (2009). Arazi Sınıflandırma Yöntemi Corine'e Eleştirel Bir Yaklaşım. TÜCAUM V. Coğrafya Sempozyumu (16-17 EKİM 2008) Bildiriler Kitabı, s, 71-80.
- Kocyiğit, R., and Rice, C. W. (2004). Carbon dynamics in tallgrass prairie and wheat ecosystems. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(3), 141-153.
- Koç, A., Gökkuş, A., ve Altın, M. (2003). Mera durumu tespitinde dünyada yaygın olarak kullanılan yöntemlerin mukayesesi ve Türkiye için bir öneri. *Türkiye*, 5, 13-17.
- Koç, A., Gökkuş, A., ve Serin, Y. (1994). Türkiye'de çayır-meraların durumu ve erozyon yönünden önemi. *Ekoloji ve Çevre Dergisi*(13), 36-41.
- Krivoruchko, K. (2012). Empirical bayesian kriging. Esri: Redlands, CA, USA.
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., Coomes, O. T., Dirzo, R., Fischer, G., and Folke, C. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global environmental change*, 11(4), 261-269.
- Lauber, C. L., Strickland, M. S., Bradford, M. A., and Fierer, N. (2008). The influence of soil properties on the structure of bacterial and fungal communities across land-use types. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(9), 2407-2415.
- Li, X.-G., Li, F.-M., Zed, R., and Zhan, Z.-Y. (2007). Soil physical properties and their relations to organic carbon pools as affected by land use in an alpine pastureland. *Geoderma*, 139(1-2), 98-105.
- Loughran, R., Elliott, G., McFarlane, D., and Campbell, B. (2004). A survey of soil erosion in Australia using caesium- 137. *Australian Geographical Studies*, 42(2), 221-233.
- Marshall, J. (1973). Drought, land use and soil erosion in the environmental. *Economic and social significance of drought Angus and Robertson, London*, 55
- McLean, E. (1982). Soil pH and lime requirement. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties(methodsofsoilan2)*, 199-224.
- Miki, T., and Kondoh, M. (2002). Feedbacks between nutrient cycling and vegetation predict plant species coexistence and invasion. *Ecology Letters*, 5(5), 624-633.
- Montanarella, L. (2007). Trends in land degradation in Europe. In *Climate and land degradation* (pp. 83-104): Springer.
- MTA Yerbilimleri Harita Görüntüleyici ve Çizim Editörü., 2016. MTA Genel Müdürlüğü internet sitesi <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> (15.03.2018).
- Muratgeldiev, Y., Küçüködük, M., Bingöl, Ü., Güney, K., and Geven, F. (2000). İran-Turan Floristik Bölgesi. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1(16), 119-124.

- Nelson, D., and Sommers, L. E. (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter 1. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties(methodsofsoilan2)*, 539-579.
- Newhall, F., and Berdanier, C. R. (1996). Calculation of soil moisture regimes from the climatic record.
- Okatan, A., Yüksel, A., ve Reis, M. (2000). Kahramanmaraş-Ayvalı Barajı Kızıldere yağış havzasında toprakların erozyon eğilim değerlerinin hidrofiziksel toprak özelliklerine bağlı olarak değişimi. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(1), 28-42.
- Oztas, T., Koc, A., ve Comakli, B. (2003). Changes in vegetation and soil properties along a slope on overgrazed and eroded rangelands. *Journal of Arid Environments*, 55(1), 93-100.
- Özhan, S. (2004). *Havza Amenajmanı. Istanbul University Faculty of Forestry Publication No: 481*. Retrieved from
- Öztaş, T. (1997). Toprak degradasyonu. *Ekoloji*, 22, 31-33.
- Özulu, M., Özaytekin, H. H., ve Uyanöz, R. (2006). Toprak Kalitesinin Değerlendirilmesinde Farklı Yaklaşımlar. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(40), 1-8.
- Parr, J., Papendick, R., Hornick, S., and Meyer, R. (1992). Soil Quality: Attributes and Relationship to Alternative and Sustainable Agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7(1-2), 5-11.
- Reis, M., Dutal, H., Abız, B., ve Bolat, N. (2016). Kahramanmaraş İli Göksun İlçesi'nde Arazi Kullanımında Meydana Gelen Zamansal Değişimin Uzaktan Algılama Teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemi İle Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences*, 19(2), 35-41.
- Rhoades, J. (1982). Cation Exchange Capacity 1. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties(methodsofsoilan2)*, 149-157.
- Riezebos, H. T., and Loerts, A. (1998). Influence of land use change and tillage practice on soil organic matter in southern Brazil and eastern Paraguay. *Soil and Tillage Research*, 49(3), 271-275.
- Sala, O. E., Stuart Chapin , F., III, Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L. F., Jackson, R. B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D. M., Mooney, H. A., Oesterheld, M. n., Poff, N. L., Sykes, M. T., Walker, B. H., Walker, M., and Wall, D. H. (2000). Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science*, 287(5459), 1770-1774. doi:10.1126/science.287.5459.1770
- Salvati, L., and Zitti, M. (2009). Assessing the impact of ecological and economic factors on land degradation vulnerability through multiway analysis. *Ecological Indicators*, 9(2), 357-363. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.04.001
- Scharfy, D. (2009). *Exotic plant invasions: importance of functional traits for soil characteristics and plant-soil feedback*. ETH Zurich,
- Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geological society of America bulletin*, 67(5), 597-646.
- Schumm, S. A., and Lichty, R. W. (1965). Time, space, and causality in geomorphology. *American journal of science*, 263(2), 110-119.
- Silva, J., Ribeiro, C., and Guedes, R. (2007). *Roughness length classification of Corine Land Cover classes*. Paper presented at the Proceedings of the European Wind Energy Conference, Milan, Italy.

- Smith, J., Smith, P., Wattenbach, M., Zaehle, S., Hiederer, R., Jones, R. J., Montanarella, L., Rounsevell, M. D., Reginster, I., and Ewert, F. (2005). Projected changes in mineral soil carbon of European croplands and grasslands, 1990–2080. *Global change biology*, 11(12), 2141-2152.
- Staff, S. (1999). Soil Taxonomy A Basic of soil classification for making and interpreting soil survey. *USDA Handbook* (436).
- Stocking, M. A., and Murnaghan, N. (2013). *A handbook for the field assessment of land degradation*: Routledge.
- Sürmen, M. (2004). Yerleşim Yerinden Uzaklığa Göre Kümbet Köyü Mera Bitki Örtüsünün Değişimi. Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Sürmen, M., ve Koc, A. (2016). Impact of settlement points on some properties of a highland rangeland vegetation of Eastern Anatolia region of Turkey. *Scientific Papers Series A Agronomy*, 54, 426-430.
- Tağıl, Ş. (2007). Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi. *Ekoloji Dergisi*, 16(65).
- Tanrıvermiş, H. (2003). Agricultural land use change and sustainable use of land resources in the Mediterranean region of Turkey. *Journal of Arid Environments*, 54(3), 553-564.
- Teferi, E., Bewket, W., and Simane, B. (2016). Effects of land use and land cover on selected soil quality indicators in the headwater area of the Blue Nile basin of Ethiopia. *Environmental monitoring and assessment*, 188(2), 83. doi:10.1007/s10661-015-5086-1
- Tekinel, O., Kanber, R., Çetin, M., Yalbuздаğ, O., Özbek, Y., ve Aktaş, Ş. (1995). Tarımsal Su Kaynaklarının Geliştirilmesi. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi, 9-13 Ocak 1995 Ankara, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No: 26, s. 287-308.*, 9-13.
- Thrift, T. M., Mosley, T. K., and Mosley, J. C. (2013). Impacts from winter-early spring elk grazing in foothills rough fescue grassland. *Western North American Naturalist*, 73(4), 497-505.
- Thurrow, T. L., and Hussein, A. J. (1989). Observations on vegetation responses to improved grazing systems in Somalia. *Journal of range management*, 16-19.
- Thurrow, T. L., Blackburn, W. H., and Taylor Jr, C. A. (1988). Infiltration and interrill erosion responses to selected livestock grazing strategies, Edwards Plateau, Texas. *Journal of range management*, 296-302.
- Tosun, F., ve Altın, M. (1981). Çayır Mera ve Yayla Kültürü ve Bunlardan Yararlanma Yöntemleri. *On. May. Ün. Zir Fak. Yay. No: 1, Samsun*.
- Tsiouvaras, C., Koukoura, Z., Ainalis, A., and Platis, P. (1996). Effects of grazing intensity on the productivity of a semi-arid grassland in Macedonia, Greece. *publication-european association for animal production*, 83, 376-380.
- Turan, İ. D., Dengiz, O., ve Özkan, B. (2019). Spatial assessment and mapping of soil quality index for desertification in the semi-arid terrestrial ecosystem using MCDM in interval type-2 fuzzy environment. *Computers and Electronics in Agriculture*, 164, 104933.
- TÜBİTAK-BİLGEM-YTE. (2015). *Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi (HIDS): Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi'nin Geliştirilmesi Projesi, Türkiye*

- Çölleşme Modeli Raporu. Proje Kodu: G555000, Revizyon No: 1.0.1363.0, Sürüm Tarihi: 31.03.2015. TÜBİTAK Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi (BİLGEM), Yazılım Teknolojileri Enstitüsü (YTE), Ankara. . Retrieved from*
- Ulu, F., Ayan, S., & Yüksel, A. (1999). *Trabzon-Uzungöl Havzasında Dere Akımını Etkileyen Fizyografik Etmenlerin Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Belirlenmesi*. Retrieved from
- Usda, S. T. (1999). A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys, The Soil Survey Staff. *Natural Resources Conservation Service, US Dept. of Agriculture, Washington, DC*.
- Ünal, S., Mutlu, Z., Mermer, A., Urla, Ö., Ünal, E., Aydoğdu, M., Dedeoğlu, F., Özaydın, K., Avağ, A., & Aydoğmuş, O. (2012). Ankara ili meralarının değerlendirilmesi üzerine bir çalışma. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(2)*, 41-49.
- Van der Werf, G. R., Morton, D. C., DeFries, R. S., Olivier, J. G., Kasibhatla, P. S., Jackson, R. B., Collatz, G. J., and Randerson, J. T. (2009). CO₂ emissions from forest loss. *Nature geoscience, 2(11)*, 737.
- Van der Werf, G. R., Morton, D. C., DeFries, R. S., Olivier, J. G., Kasibhatla, P. S., Jackson, R. B., & Randerson, J. T. (2009). CO₂ emissions from forest loss. *Nature geoscience, 2(11)*, 737.
- Wood, J. C., Wood, M. K., and Tromble, J. M. (1987). Important factors influencing water infiltration and sediment production on arid lands in New Mexico. *Journal of Arid Environments, 12(2)*, 111-118.
- Yarbaşı, N. (2018). Oltu (Erzurum) yerleşim alanı ve yakın çevresinin jeoteknik haritalaması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 22(6)*, 538-545.
- Yener, İ., Duman, A., Satıral, C., & Avşar, H. (2017). Kızılağaç Meşcerelerinin Çay Bahçelerine Dönüştürülmesi Sonucu Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler (Arhavi Örneği). *Journal of Bartın Faculty of Forestry, 19(2)*, 203-213.
- Zhao, W. Z., Xiao, H. L., Liu, Z. M., and Li, J. (2005). Soil degradation and restoration as affected by land use change in the semiarid Bashang area, northern China. *Catena, 59(2)*, 173-186.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Erzurum'da doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini Erzurum'da tamamladıktan sonra 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi'nden mezun oldu. 2011-2013 yılları arasında Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nde Orman ve Su İşleri Uzman yrd. olarak çalıştı. 2013 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda ve 2019 yılında Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimlerini tamamladı. Halen Atatürk Üniversitesi'nde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.