

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

**ÇORUH NEHRİ HAVZASININ OLTU, OLUR VE YUSUFELİ
MİKRO HAVZALARINDA OYUNTU ISLAHI KAPSAMINDA
YAPILAN KURU DUVAR VE KAFES TEL EŞİKLERDE
BİRİKEN RÜSUBAT MİKTARININ TESPİTİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sedat ERGEN

Danışman

Doç. Dr. Mustafa TÜFEKÇİOĞLU

Artvin 2021

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Çoruh Nehri Havzasının Oltu, Olur Ve Yusufeli Mikro Havzalarında Oyuntu Islahı Kapsamında Yapılan Kuru Duvar Ve Kafes Tel Eğiklerde Biriken Rüsubat Miktarının Tespiti” bağlıklı bu alığmayı bağtan sona kadar danığmanım Doç. Dr. Mustafa TüFEKçİOğLU'nun sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, bağka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, alığma sürecinde bilimsel arağtırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 24/09/2021

Sedat ERGEN

JÜRİ TEZ KABUL TUTANAĞI

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Doç. Dr. Mustafa TÜFEKÇİOĞLU danışmanlığında, Sedat ERGEN tarafından hazırlanan çalışma 24/09/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Mustafa TÜFEKÇİOĞLU İmza:.....

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mehmet ÖZALP İmza:.....

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

Yukarıdaki imzalar adı geçen öğretim üyelerine aittir.

... /.../2021

Prof. Dr. Hüseyin PEKER

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Çoruh Nehri Havzasının Oltu, Olur ve Yusufeli Mikro Havzalarında Oyuntu Islahı Kapsamında Yapılan Kuru Duvar ve Kafes Tel Eşiklerde Biriken Rüşubat Miktarının Tespiti” konulu bu araştırma; Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusunun seçiminden, planlanmasına ve yürütülmesine kadarki tüm süreçte görüş ve önerilerinden yararlandığım değerli danışman hocam Doç. Dr. Mustafa TÜFEKÇİOĞLU’na tüm katkı ve yardımları için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarımnda yardımcı olan değerli arkadaşlarım Canan AÇIKGÖZ’e, Cengizhan YILDIRIM’a, Emre Azam YILMAZ’a, Ayfer TUNÇ’a ve Emrah KUZU’ya teşekkür ederim.

Bu tez çalışması “Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi” kapsamında Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) ve Orman ve Su İşleri Bakanlığına bağlı Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından desteklenmiştir. Katkılarından dolayı bütün planlayıcı, uygulayıcı ve izleyici kurum personellerine bana sunmuş oldukları bu imkan için teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın ilgilenenlere faydalı olmasını dilerim.

Sedat ERGEN

Artvin-2021

İÇİNDEKİLER

TEZ BEYANNAMESİ.....	I
JÜRİ TEZ KABUL TUTANAĞI.....	II
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
KISALTMALAR DİZİNİ	X
1.GİRİŞ	1
1.1 Genel Bilgiler.....	4
1.1.1 Toprak ve Erozyon Tanımı	4
1.1.2 Erozyon Tipleri	5
1.1.3 Erozyonu Etkileyen Faktörler	10
1.1.4 Dünya, Türkiye ve Çalışma Alanı Durumları	12
1.2 Erozyonla Mücadelede Yamaç ve Oyuntu Islahında Kullanılan Yöntemler	14
1.2.1 Gradoni Tipi Teras	14
1.2.2 Örme Çit Tesisi	15
1.2.3 Çalı Takviyeli Teras.....	17
1.2.4 Kuru Duvar Eşik	17
1.2.5 Kafes Tel Eşikler.....	19
1.2.6 Taş Kordon.....	19
1.3 Literatür Taraması.....	20
1.3.1 Erozyon Belirlemelerine İlişkin Literatür Taraması	20
1.3.2 Erozyon Tahmin Modellerine İlişkin Literatür Taraması	22
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	33
2.1 Çalışma Alanı.....	33
2.1.1 Yusufeli.....	34
2.1.2 Olur Mikrohavzası	35
2.1.3 Oltu Mikrohavzası.....	36
2.2 Kafes-Tel ve Kuru Duvar Eşiklerdeki Rusubat Miktarının Ölçüm Metodolojisi	38

2.2.1 Rusubat Doluluk Yüzdesinin (%) Ölçülmesi	39
2.2.2 Rusubat Miktarının (m ³ ve ton) Ölçülmesi/Hesaplanması.....	40
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	42
3.1 Rusubat Doluluk Yüzdesinin (%) Sonuçları	42
3.2 Rusubat Miktarının (m ³ ve ton) Ölçülmesi Sonuçları.....	43
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46
KAYNAKLAR	48



ÖZET

ÇORUH NEHRİ HAVZASININ OLTU, OLUR VE YUSUFELİ MİKRO HAVZALARINDA OYUNTU ISLAHI KAPSAMINDA YAPILAN KURU DUVAR VE KAFES TEL EŞİKLERDE BİRİKEN RÜSUBAT MİKTARININ TESPİTİ

Bu çalışma, Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi kapsamında değerlendirilen Yusufeli, Oltu ve Olur mikro havzalarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmayla amaçlanan oyuntu rehabilitasyonu kapsamında yapılan kuru duvar ve kafes tel eşikler ile ne kadar sediment/rüsubat tutulduğunu ölçerek bu eşiklerin rüsubat kontrolündeki potansiyel etkisini ortaya koymaktır. Çalışmada öncelikli olarak her bir mikro havzadan örnek deneme alanları seçilmiştir. Seçilen bu alanlar da diğer bir ifadeyle oyuntu dereleri üzerinde ki kuru duvar ve kafes tel eşik sayısı, eşik üst uzunluğu, kazık boyu ve rüsubat doluluk oranları ölçülmüştür. Sonrasında eşiklerden alınan sediment örnekleri ile toprak hacim ağırlığı ölçülerek toplam tutulan rüsubat miktarları hesaplanmıştır.

Yapılan ölçümler neticesinde mikro havzalarda tesis edilen kuru duvar ve kafes tel eşiklerin ortalama doluluk oranı %67 olarak tespit edilmiştir. Olur havzası için bu değer %58, Yusufeli için %67 ve Oltu için %76 olarak ölçülmüştür. Mevcut doluluk oranları üzerinden hesaplanan toplam rüsubat miktarları ise Oltu için 4220 ton, Olur için 9256 ton ve Yusufeli için 11488 ton'dur. Bu üç mikro havza için belirlenen birim rüsubat miktarları ise (1 m kafes tel ya da kuru duvarın arkasından biriken rüsubat) Olur için 0,50, Yusufeli için 0,59 ve Oltu için 1,35 ton/m arasında değişim göstermiştir. Bu bağlamda en fazla rüsubat birikimin olduğu Oltu Mikro havzası diğer havzalara kıyasla anlamlı farklılık göstermiştir ($p < 0,05$).

Anahtar Kelimeler: Erozyon, Kafes Tel Eşik, Kuru Duvar Eşik, Sediment, Kanal ve Oyuntu Erozyonu

SUMMARY

DETERMINING THE AMOUNT OF SEDIMENT DEPOSITED BEHIND DRY WALL AND WIRE CAGE SILLS FOR THE GULLY REHABILITATION IN A SUB-WATERSHED OF THE CORUH RIVER BASIN INCLUDING OLTU, OLUR AND YUSUFELI

This study was carried out in Yusufeli, Oltu and Olur sub-watershed, which were evaluated within the scope of Coruh River Basin Rehabilitation Project. The aim of the study is to reveal the potential effects of gully rehabilitation on sediment control and capture by measuring how much sediment and litter is retained by these dry walls and wire cage sills. In the study, firstly, sample gully channels of each sub-watershed were selected. The number of sills, sill top length, post length and sediment occupancy rates of dry wall and wire cages on these selected areas, namely gully streams, were measured. Afterwards, the soil samples taken from these sills and the total amount of sediments were calculated.

As a result, the average sediment occupancy rate of the drywall and wire cage sills installed into gully channels was determined as 67%. This value was measured as 58% for Olur, 67% for Yusufeli and 76% for Oltu sub-watershed. Based on the current sediment occupancy rates, the total sediment amounts were calculated as 4220 tons for Oltu, 9256 tons for Olur and 11488 tons for Yusufeli sub-watershed. The deposited unit sediment amounts (ton/m) behind the sills (amounts of sediment accumulated behind a 1 m dry wall and/or wire cage sills) measured as 0.50 for Olur, 0.59 for Yusufeli and 1.35 ton/m for Oltu sub-watershed. In this context, Oltu sub-watershed with the highest sediment accumulation showed a significant difference compared to other sub-watershed ($p < 0.05$).

Key Words: Erosion, Wire Cage Sills, Dry Wall Sills, Sediment,
Channel and Gully Erosion

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Mikro Havzalar İçin Belirlenmiş Ortalama Doluluk (cm), Kazık - Boyu/Kafes Tel Yüksekliği (cm) Ve Doluluk Oranları (%).....	42
Tablo 2. Arazi Ölçüm Verileri Üzerinden Hesaplanan Rüşbat Miktarları.....	43
Tablo 3. Eşiklerden Alınan Rüşbat Örneklerinin Hacim Ağırlığı Değerleri	44
Tablo 4. Mikro Havzalarda Yapılan Tüm Eşik Uzunluklarına Göre Hesaplanan Toplam Rüşbat Miktarları Ve %100 Doluluktaki Potansiyel Rüşbat Miktarları ...	45



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Yağmur Damlası Erozyonu ve Erozyon Başlangıcı (URL-1)	6
Şekil 2. Yüzey Erozyonu (URL-1).....	7
Şekil 3. Parmak Erozyonu.....	8
Şekil 4. Oyuntu Erozyonu	8
Şekil 5. Kanal Erozyonu	9
Şekil 6. Dünya Su Erozyonu Risk Haritası (USDA, 2003)	12
Şekil 7. Türkiye Su Erozyonu Risk Haritası (USDA, 2003)	13
Şekil 8. Çoruh Nehri Havzası Su Erozyonu Risk Haritası (Anonim, 2012).....	14
Şekil 9. Gradoni Tipi Teras Yapım Şekli (ÇEM)	15
Şekil 10. Gradoni Tipi Teras arazi uygulaması (ÇEM)	15
Şekil 11. Örme Çit (Artvin/Yusufeli/Sebzeciler Köyü).....	16
Şekil 12. Örme Çit (Artvin/Yusufeli/Sebzeciler Köyü).....	16
Şekil 13. Çalı Demetli Teras (ÇEM).....	17
Şekil 14. Kuru duvar eşik yapımı (Artvin/Yusufeli/Altıparmak Köyü)	18
Şekil 15. Kuru duvar eşik yapım sonrası (Artvin/Yusufeli/Alanbaşı Köyü)	18
Şekil 16. Kafes tel eşik (Artvin/Yusufeli/Irmakyanı Köyü)	19
Şekil 17. Kafes tel eşik (Artvin/Yusufeli/Irmakyanı Köyü)	19
Şekil 18. Taş kordon yapımı (Artvin/Yusufeli/Yeni Yerleşim Yeri).....	20
Şekil 20. Yusufeli Mikrohavzası çalışma alanı.....	34
Şekil 22. Oltu Mikrohavzası çalışma sahaları (mavi renk)	37
Şekil 23. Eşiklerdeki rüsubat doluluk oranının (%) belirlenmesi	39
Şekil 24. Birikim şekli yamuğa benzeyen dolu eşikler için rüsubat hesabı	41
Şekil 25. Birikim şekli üçgene benzeyen eşikler için rüsubat hesabı	41
Şekil 26. MH'lardaki eşiklerin ortalama doluluk oranları (%).	42

KISALTMALAR DİZİNİ

ÇNHRP :Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi

Ha :Hektar

MH :Mikro Havza

OGM :Orman Genel Müdürlüğü

RUSLE :Resived Universal Soil Loss Equation

USLE :Universal Soil Loss Equation

1 GİRİŞ

İnsanoğlu için büyük bir öneme haiz olan toprak, dünya üzerindeki tüm canlılar için yaşamlarını devam ettirebildikleri ve hayatlarını sürdürülebilir kıldıkları en önemli varlık olmuştur. Toprak, canlı yaşamı için su ile birlikte en önemli doğal kaynaklardan biridir. Buna rağmen yaşadığımız yeryüzünün yalnızca 1/3'ü karalarla kaplıdır ve geri kalan 2/3 ü ise su ile kaplıdır. Mevcut suyun ise yalnızca %2,5'i kullanılabilir sudur. Diğer taraftan karaların 1/3'ünün ise dağlık, çöl, çoraklık gibi doğal kısıtlarla (zor arazi şartları) kaplı olduğu düşünülürse çok az bir alanda toprak insanların kullanımına elverişlidir (Çelik, 2011).

Su ile beraber en önemli doğal kaynaklarımızdan olan toprak, insan ve diğer canlı yaşamları için; ekolojik, ekonomik, biyolojik ve kültürel fonksiyonları yerine getirme açısından önemlidir. Bu kadar önemli olan toprak; doğal afetlere karşı korunamaması, dikkatsiz ve amacı dışında kullanım ve toprak korunumu için yeteri kadar önlem alınmaması sebebiyle zamanla erozyona maruz kalmakta ve kaybedilmektedir (Özsoy, 2007).

Yapılan araştırma sonuçlarına göre, günümüzde pek çok ülke erozyon riski altındadır. Dünyamız erozyon yüzünden her yıl 24 milyar ton toprağını kaybetmektedir. Dünyada 110 ülke erozyon yüzünden çölleşme riski altındadır. Dünya'da en çok erozyona maruz kalan kıta Asya Kıtasıdır. Ülkemizin de büyük bir bölümü Asya kıtasında kaldığından ve bulunduğu coğrafi konum nedeniyle erozyona karşı oldukça hassastır (Anonim, 2013). Ülkemizde her yıl ortalama 642 milyon ton toprak su erozyonu sebebiyle yer değiştirmektedir. Buda hektarda 8,25 ton'a tekabül etmektedir (Erpul ve ark., 2018).

Oluşumu için binlerce yılın geçtiği toprağı, yanlış ve hatalı arazi kullanımı, doğal afetler ile birkaç saniyede kaybedebiliriz (Çelik, 2011). Toprak oluşumunda birçok faktör etkilidir. Bu faktörleri ana kaya, yer şekilleri, iklim, organizmalar ve zaman olarak sıralayabiliriz. Bir cm'lik toprağın oluşumu için 500-1000 yıl gibi süreler göz önüne alındığında, toprak oluşumunun ne kadar uzun süre ve zor şartlar altında gerçekleştiğini görürüz.

Toprağın yapısını ve dokusunu değiştiren en önemli doğal veya beşerî süreçlerden biri toprak erozyonudur (Değerliyurt, 2013). Erozyon “kemirme ve aşınma” anlamlarına gelmektedir. Bilimsel tanımı ise; toprakların su, rüzgâr, buzul, dalga, çığ ve yerçekimi gibi çeşitli atmosferik faktörlerle aşınıp yerinden uzaklaştırılması olayıdır. Doğa şartlarında kimyasal, biyolojik ve fiziksel faktörlerle ayrışan bitki ve kayalardan oluşan topraklar, birçok erozyon etmenleri ile oluştukları yerden aşınır taşınır ve farklı yerlere birikirler. Bu birikim yerlerine; denizler, göller, akarsular dereler ve rezervuar alanları örnek gösterilebilir (Cebel ve Akgül, 2011).

Yavaş ve sinsice meydana gelen, fark edilmesi zor olan, anlaşıldığında ise geri kazanımın zor olduğu bir afet olan erozyon, önlem alınmadığı takdirde büyük zararlara neden olmaktadır (Yılmaz, 2006).

Toprak erozyonu, jeolojik (doğal) erozyon ile hızlandırılmış erozyon olarak iki şekilde incelenir.

Erozyon, jeolojik açıdan düşünüldüğünde, süreklilik gösteren ve toprak oluşumundan itibaren meydana gelen bir olaydır. Uzun yıllar içerisinde su veya rüzgâr tarafından eğimli bir yamaçtan harekete geçen toprağın, eğim ve yerçekiminin etkisi ile aşağılara doğru sürüklenmesiyle oluşan erozyona jeolojik erozyon denir. Jeolojik erozyona, doğal erozyon veya normal erozyon da denilmektedir (Çelik, 2011). Bu erozyon türünde insan kaynaklı bir değişim ya da etkiden bahsetmek mümkün değildir. Yeryüzünde bulunan ovalar ve vadiler dünyanın oluşumundan bu güne kadar insanoğlu etkisi dışında milyonlarca yıldır doğal erozyon sonucundan ortaya çıkmışlardır. Yani jeolojik erozyon, toprağın ilk oluşum hızı kadar veya daha az bir hızla oluşur (Cebel ve Akgül, 2011).

Arazide bulunan doğal bitki örtüsü, insan kaynaklı uygulamalar sonucunda yok edilince veya değiştirilince açığa çıkan toprak; rüzgâr, damla, su erozyonları ile daha fazla aşınıp bir lokasyondan başka bir lokasyona taşınır. İnsanların, doğal toprak oluşumu ile toprak taşınması arasındaki dengeyi bozmaları şeklinde özetlenebilecek bu değişim ise hızlandırılmış erozyon olarak isimlendirilir (Balcı ve Öztan, 1987). Hızlandırılmış erozyon, toprak oluşumuna göre daha hızlı gerçekleştiği için dünyamızın doğal dengesini bozar. Erozyonun gerçekleşmesi ile toprak aşınmaya başlar, toprak derinliğinin kaybedildiği gözlemlenir ve toprak içinde bulunan besin elementlerinin azaldığı görünür ve bunların sonucunda erozyonla toprak verimsizleşir.

Bu şekilde birbirinin sebep ve sonucu olan zincirleme şeklinde gerçekleşen bu olay doğada sürekli devam etmektedir (Cebel ve Akgül, 2011).

İnsanoğlunun doğaya karşı yaptığı yanlış uygulamalar ve kullanımlar sonucunda doğanın uzun yıllarda oluşturduğu toprak çok kısa sürede yok edilmektedir. Örneğin, ormanlık alanların kesilip çaylık ve fındıklık alanlara dönüştürülmesi, tarım alanlarının yerleşim yeri yapılması sonucunda daha fazla eğimli alanların tarımsal üretim için kullanılması, çayır ve mera alanlarının kontrolsüz ve bilinçsiz şekilde kullanılması gibi nedenler erozyonu başlatır ve hızlandırır. Bu da içinde bulunduğumuz ekosistemin ve ekolojik dengenin bozulmasına öncülük eder (Bahtiyar, 2006a).

İnsanoğlunun doğaya karşı aşırı ve dikkatsiz kullanımı, yanlış müdahaleler erozyonu arttırmaktadır. Erozyon sonucu taşınan toprakla birlikte organik madde de taşınır ve toprak verimsizleşir. Erozyon sonucu oluşan sel ve taşkınlar tarım arazilerine ve yerleşim yerlerine zarar vererek can ve mal kaybına neden olur. Sel ve taşkın sonucunda üretilen rüsubatlar barajları kısa zamanda doldurur ve barajların ekonomik ömrünü azaltır. Doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi, toprağın korunması ve gıda güvenliğinin sağlanması için erozyonla mücadele edilmesi gerekmektedir (Anonim, 2013a).

Çalışma alanlarımızın da içinde yer aldığı Çoruh Nehri Havzası şiddetli erozyona maruz kalmaktadır. Erozyona ek olarak yapılan baraj inşaatı ve yeni yollar sebebiyle fazladan sediment üretimi gerçekleşmektedir. Bütün bu faktörlere bağlı olarak baraj rezervuarları beklenenden daha kısa bir sürede dolmakta ve kullanım süreleri kısalmaktadır. Barajlar kullanım sürelerinin kısılması tehlikesi ile karşı karşıyadır (ÇNHRP, 2012).

Çoruh Nehri yıllık ortalama 6,3 milyar m³'lük akış hacmine sahiptir. Ülkemizde en çok erozyona maruz kalan havzalardan biri olan Çoruh Nehri Havzası yılda 5,8 milyon m³ rüsubat taşımaktadır. Artvin sınırlarındaki, Çoruh Nehri ana kolunda 10 adet baraj projesi olup, mansaptan membaya doğru Muratlı Barajı ve HES, Borçka, Deriner, Artvin ve Yusufeli Barajı ve HES tesisleridir. Ayrıca Bayram ve Bağlık Barajları da Berta Çayı üzerinde bulunmaktadır (URL-1).

Son 20 yılda yapılan ve yapılmakta olan bütün bu baraj ve HES tesisleriyle Çoruh Nehri Havzası tam anlamıyla bir enerji üretim havzasına dönüşmüştür. Nitekim bütün

bu yatırımların ekonomik bağlamda sürdürülebilir kılınması yine bu havzadaki doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimiyle söz konusudur. Bu bağlamda Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi kapsamında havzadaki birçok mikro havzada (Olur, Uzundere, Taht, Masat, İspir, İspir Kuzey, Yusufeli, Şavşat, Bıçakçılar, Şenkaya, Oltu, Tortum Kuzey) doğal kaynakların korunmasına yönelik önlem ve uygulamalar gerçekleştirilmiştir (URL-1). Bu uygulamalardan en önemlisi özellikle oyuntu kanalları üzerine inşa edilen kuru duvar eşik ve kafes tel eşiklerdir. Bu çalışma ile yukarda ifade edilen havzalardan Oltu, Olur ve Yusufeli mikro havzalarındaki oyuntu kanalları üzerine inşa edilen kuru duvar ve kafes tel eşiklerle oyuntu erozyonu kontrolü ve tutulan rüsubatın miktarı tespit edilmeye çalışılmıştır.

1.1 Genel Bilgiler

Bu kısımda tezin anlaşılabilir olması için genel olarak toprak ve erozyon terimlerinden bahsedilmiştir. Erozyonun tanımı, çeşitleri ve etki eden faktörler hakkında genel bilgiler verilmiştir.

1.1.1 Toprak ve Erozyon Tanımı

Toprak, genel tanımı itibariyle var olan kaynak ve kayaçların yüksek basınç ve sıcaklık altında zaman ile etkileşimi sonucunda oluşan temel yaşam kaynaklarımızdan bir tanesidir. Elbette önceliğimiz bu yaşam kaynağımızı en iyi şekilde korumak olmalıdır zira toprak üretimini arttırmak veya toprak üretmek insanoğlunun elinde değildir.

Toprak, çok uzun zaman periyodunda ana kayaların ayrışarak değişikliğe uğraması sonucu meydana gelir. Toprak, yapısı dolayısıyla besin kaynakları için gerekli olan mineral ve organik maddeler içerdiğinden tüm canlılar için vazgeçilmezdir. Toprak; ana kaya veya ana materyal, iklim, canlı varlıklar, zaman ve reliyef olarak (beş faktörün) etkileşimi sonucu meydana gelmektedir (Çepel, 1997).

Erozyon, doğanın baş unsuru olan toprağı tutan ve koruyan bitki örtüsünün iklim, fizyografik faktörler ve insan aracılığıyla değişikliğe uğratılması sonucu toprağın büyük ölçüde su ve rüzgâr gibi etmenlerle hızlı bir şekilde aşınması ve taşınması olayıdır (Reis ve ark., 2001).

Kısaca erozyon toprağın su veya rüzgâr tarafından aşınması, taşınması ve birikmesi olaylarına verilen isimdir. Erozyon, besin maddelerini zamanla yok etme ve toprağın verimini düşürme özelliğine sahiptir. Derelerin yüksek oranda sediment taşınmasına ve

suyun kirlenip baraj gibi enerji üretimine katkı sağlayan yapıların ömrünü erken doldurmasına neden olacaktır. Bu sebeplerle erozyon istenmeyen bir durumdur.

Erozyon sürecinde taşınmakta olan materyaller, taşındıkları bölgelerde sedimentasyon kirliliklerine sebebiyet vererek verimli araziler üzerinde olumsuz etki yaratır. Diğer yönden taşınan materyaller alanlarda besin elementi kaybolmasına neden olmaktadır. Bu sebeple aşınımın şiddetine göre toprağın fakirleşmesine ve tarımsal üretimde problemler oluşmasına sebebiyet vermektedir (Yakupoglu, 2007).

1.1.2 Erozyon Tipleri

Oluşumunda etkili olan faktörler dikkate alındığında erozyon, doğal (jeolojik) erozyon ve hızlandırılmış (anormal) erozyon olarak iki gruba ayrılmaktadır.

Doğal Erozyon, tercih edilen bir erozyon türü olmakla beraber doğa içerisindeki denge ile oluşmaktadır. Doğal erozyon ile taşınan toprakları taşındıkları yerleri yeniler ve gençleştirir. Depolama bölgelerinde alüvyal araziler başta olmak üzere verimli tarım arazilerinin oluşumunda rol oynar (Sarı, 1997).

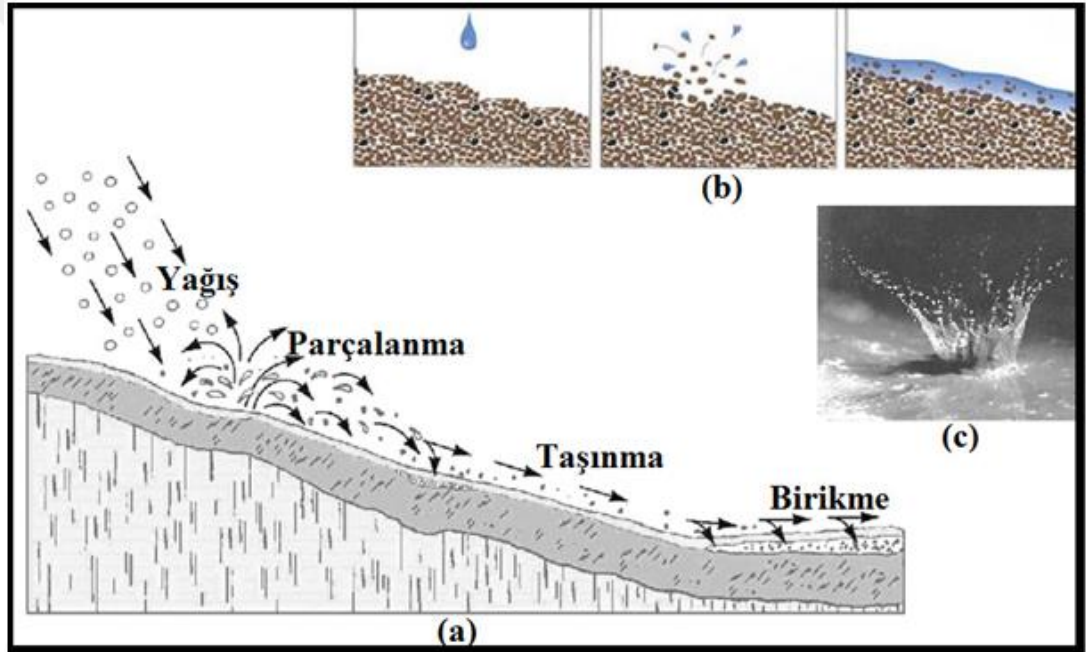
Hızlandırılmış erozyon insan etkisi ile meydana gelmektedir. İnsan etkisi ile oluşan başlıca erozyon sebepleri; hatalı tarım teknikleri, aşırı otlatma, orman yangınları ve ormanlardaki üretim çalışmaları olarak sıralanabilir (Topçu, 1998).

Erozyonun gerçekleşmesi; doğal dengenin bozulması, dış güçlerin etkisi ve şiddetine bağlı olduğundan aşınmaya sebep olan dış güçlere göre erozyonu su, rüzgâr, buzul, dalga şeklinde sınıflandırabiliriz. Su erozyonu genellikle yeryüzündeki tüm suları (dalga hariç) içine almaktadır. Yağış ile yeryüzüne düşen sular, kaynak suları, kar ve buz erimesinden oluşan suların sebep oldukları aşındırma, taşıma ve biriktirmelerden meydana gelir. Rüzgâr erozyonu genellikle kurak alanlarda su erozyonundan daha etkili olmaktadır. Buzul erozyonu yavaş gerçekleşir ve insanların yaşam alanlarının dışında oldukları için daha az zararlı görülmektedir. Dalga erozyonu ise kıyıların şekillenmesinde rol oynamaktadır (Yılmaz, 2010).

Su erozyonunu aşındırma şiddetine göre 5 farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Sırasıyla açıklayacak olursak;

- Damla erozyonu

Yağmur yağışıyla beraber damlaların çıplak toprak yüzeyine temasıyla toprağın sıçramasına ve parçalara ayrılması gerçekleştiğinde erozyonun başlangıcını tetiklemektedir (Şekil 1). Sağanak yağış sonucu zemine hızlı düşen damlalar iki farklı etki oluşturmaktadır. Birincisi toprak gözeneklerini tıkatarak sızdırmanın azalmasıdır. İkincisi ise zemine hızlı çarpan damlalar toprak parçalarını ilk olarak yukarı sonrasında eğimle beraber yamaç aşağıya doğru hareketine sebep olur. Parçalanmış agregatlar yüzeyel akışında etkisiyle taşınmaktadır. Eğimli arazilerde bu şekilde sıçrayan taneler erozyonu hızlandırır (Yılmaz, 2010).



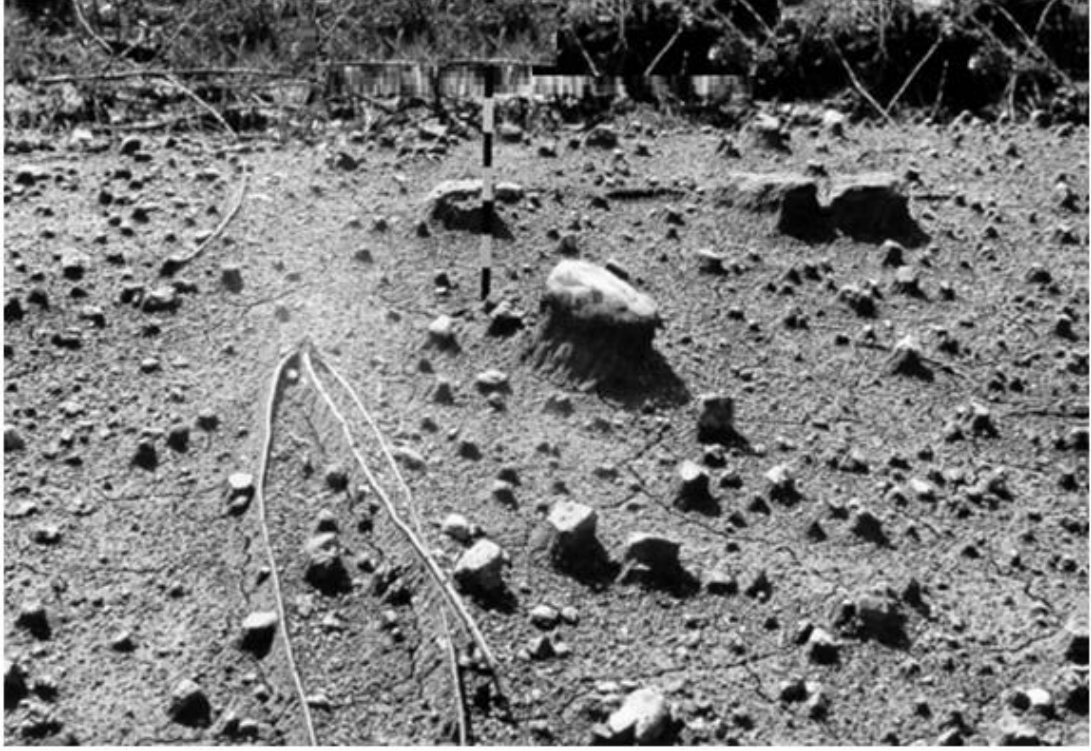
Şekil 1. Yağmur Damlası Erozyonu ve Erozyon Başlangıcı (URL-1)

Yağmur damlaları düşerken diğer su damlalarıyla birleşerek yere düşebilmektedir. Bu durumlarda yağmurun erozyon etkisi artacaktır (Şekil 1c). Damla erozyonu özellikle toprağın aşınması bakımından hızlandırıcı bir etki yaratır. Etkisi damlanın kinetik enerjisi (boyut, düşme hızı) ve zemin yapısıyla alakalıdır (Erinç, 2000).

- Yüzey erozyonu

Yağan yağış sonucunda oluşan damla erozyonu şiddetli yağışla beraber tüm yüzeyi kaplayarak toprak gözenekleri tıkanır ve artık sızamayan su tüm yüzeyde erozyon meydana getirmektedir. Yüzeyde biriken su eğim yönüyle beraber yamaç aşağı

harekete geçer ve beraberinde toprağın üst kısmındaki sürükleyebildiği toprak parçalarını da beraberinde harekete geçirir. Toprağın verimli olan üst kısmı etkilediği için tehlikeli bir erozyon şeklidir. Topografya yüzeyini kaplayan yağış sularının akarak meydana getirmiş olduğu aşınma yamaçların işlenmesi ve şekillenmesinde etkili olan başlıca süreçlerdendir. Etkisi yüzünden akan suyun kütlesi ve hızıyla doğru orantılıdır (Erinç, 2000). Şekil 2’de örnek yüzey erozyonu gösterilmiştir.



Şekil 2. Yüzey Erozyonu (URL-1)

- Parmak (Oluk) erozyonu

İnce kanallar içerisinde eğim yönünde akmaya başlayan yüzeysel akış sularının, akış yolunda ilerleme süresince giderek artan bir oyma ve taşıma gücü kazanmaktadır. Bu su akış yolu üstündeki her kıvrımlarda toprağı gevşeterek oyar ve toprak parçalarını yerinden koparır. Eğim yönünde akan bu su, toprağın yüzeyinde ince kanallar oluşturması ve onları genişletip derinleştirmesine el parmaklarımız gibi oluklar açmasına parmak erozyonu denilmektedir (Bahtiyar, 2006). Şekil 3’te alanımızdan (Olur MH) örnek parmak erozyonu gösterilmiştir.



Şekil 3. Parmak Erozyonu

- Oyuntu erozyonu

Arazilerde oluşmuş olan parmakların zamanla genişleyip derinleşerek sel yarıntısı halini alır. Oluşan bu yarıntılara etraftan gelen sel suları katılmaktadır. Bu sular yarıntının yan yarıntılara dallanmasına ve genişlemesine sebep olur. Yarıntılardaki genişlik ve derinlik toprağın jeolojik yapısına, kalınlığına, toprak altı materyalin sertliğine, arazinin eğim derecesine ve yarıntıdan akan sel sularının taşıdığı materyalin cinsine ve miktarına bağlı olarak değişmektedir (Akalın, 1987). Şekil 4'te alanımızdan (Olur MH) örnek oyuntu erozyonu gösterilmiştir.



Şekil 4. Oyuntu Erozyonu

Oyuntular parmak erozyonunun bir sonraki aşamasıdır. Oyuntular küçük alanlı ve dar bir çukur oluştururlar. Bu çukurlar toprağın alt kısmının dayanıklılığı ilişkili olarak “V” veya “U” şeklini alabilirler. Oyuntuların parmak erozyonundan en belirgin farkı erozyon kanalının 45-55 cm eninde ve en az 25-30 cm derinliğinde olması gerekmektedir (Çepel, 1997).

- Akarsu yatak (Kanal) erozyonu

Oyuntu erozyonu ile oluşmuş yarıntılar zaman içerisinde büyüyerek akarsu yataklarını meydana getirirler. Akarsuyun, tabanı ve kıyılarını yatay olarak aşındırması sonucunda oluşur. Oyuntularda yalnızca su akışı olduğu zamanlarda erozyon meydana gelirken akarsularda sürekli bir erozyon oluşumu vardır. Akarsular, sürtünmenin etkisiyle yatak boyunca kıyılardan kopardıkları ve sel suları ile materyalleri taşımaktadır. Taşınan materyalin boyutu debi ile orantılıdır. Debi ne kadar yüksek ise materyal boyutu da o derece büyük olacaktır. Akarsu erozyonunun sürekliliği nedeniyle gerekli tedbirlerin alınması önemlidir (Çanga, 2011). Şekil 5’te alandan örnek kanal erozyonu gösterilmiştir.



Şekil 5. Kanal Erozyonu

Kanal erozyonu 3 şekilde gerçekleşmektedir. Bunlar; suyun etkisiyle sürtünme sonucu toprağın kanal yüzeyinden aşınıp erozyona uğraması, toprağın kütleler halinde kopması veya düşmesi, toprak yüzeyindeki materyalin iklimsel değişimler (donma ve ısınma) ile ayrılması ve erozyona daha yatkın olarak erozyona uğraması şeklindedir.

Kütle hareketi olarak kanal (şev) erozyonu killi topraklarda daha fazla meydana gelmektedir. Kil tanecikleri arasındaki kohezyon kuvveti yüksek olduğundan suyun bu kütleleri koparması oldukça zordur. Kütle hareketi ile oluşan erozyonda su topraktan içeriye doğru hareket eder ve geçirimsiz tabaka ile karşılaştığında toprak içerisinde akışa geçerek alttaki tabakanın kayganlaşmasını sağlar ve yer çekimine yenilen kütleler kopararak erozyona uğrar. Suyun sürtünme ile oluşturduğu eroziv etkisiyle şev üzerinden toprağın taşınması özellikle kumlu şevlerde daha fazladır. Kumlu topraklarda tanecikler arası çekim kuvveti düşük olduğundan sürtünme sonucu aşınarak erozyona uğramaları killi topraklara oranla daha fazla olur.

1.1.3 Erozyonu Etkileyen Faktörler

Erozyon birçok çalışmada benzer faktörler ışığında tanımlanmıştır. Erozyonu kontrol eden ana faktörler iklim, bitki örtüsü, toprak, insan ve topografyadır.

- İklim

Erozyon oluşumunda en belirgin etkiyi iklim içerisinde yağış faktörünün rolü büyüktür. Çünkü su erozyonunda yağışlar doğrudan toprak partiküllerine çarparak aşınma ile erozyon eğilimini arttıracaktır. Yağmur damlalarının çapları, düşme hızları kısaca şiddeti yüzeysel akışa geçmeyi doğrudan etkileyecektir.

Toprak kaybı ile yağışlar arasında yağmur damlalarının yüzeysel akışa katkı sağlaması nedeniyle ilişki söz konusudur. Özellikle yüzeysel akış ve oluk erozyonunda en önemli kriter yağış yoğunluğu kabul edilmektedir (Çanga, 1985).

İklim elemanlarından sıcaklık, yağış türü ve şiddeti, toprağın nem miktarı, toprağın donması gibi etkenler toprağın emiş gücüne dolayısıyla erozyon üzerinde etkili olmaktadır. Rüzgâr ise genellikle kurak iklime sahip bölgelerde etkisini daha çok göstermektedir.

- Toprak

Toprak koşullarında toprağın tekstür ve strüktürü erozyonda başrol almaktadır. Toprağın kumlu veya killi yapısı erozyonu etkilemektedir. Killi toprakların kohezyon kuvveti fazla olduğundan koparılması zor lakin ince taneli yapısı sebebiyle taşınması kolaydır. Kumlu topraklarda ise düşük tutunma gücü sayesinde koparılma kolay, iri taneli yapısı sebebiyle taşınma daha zor gerçekleşir (Tüfekçioğlu, 2017).

Bunların yanında toprağın öz hacim ağırlığı, toprağın gözenek durumu, organik madde miktarı, nem içeriği, mikroorganizma faaliyetlerinin de erozyon oluşumunda etkileri söz konusudur.

- Bitki örtüsü

Bitkilerin yaprak ve sap gibi toprak üstünde kalan kısımları, yağışın ve rüzgârın toprak üzerinde olan etkisini azaltacaktır. Kökler ise toprağı sıkı sıkıya tutabildiği için toprağın kopup gitmesine engel olacaktır. Orman alanlarında ağaçların taç kısımları ve gövdeleri rüzgârın hızını kıracaktır. Mevsim geçişlerindeki yaprak dökülmeleri organik madde miktarını artırarak toprak yüzeyinde ölü örtü oluşmasını sağlayacak ve toprağın emiş gücüne katkıda bulunacaktır. Aynı zamanda yağışın toprağa düşüş noktasındaki hızını kırarak bir etki yaratmaktadır.

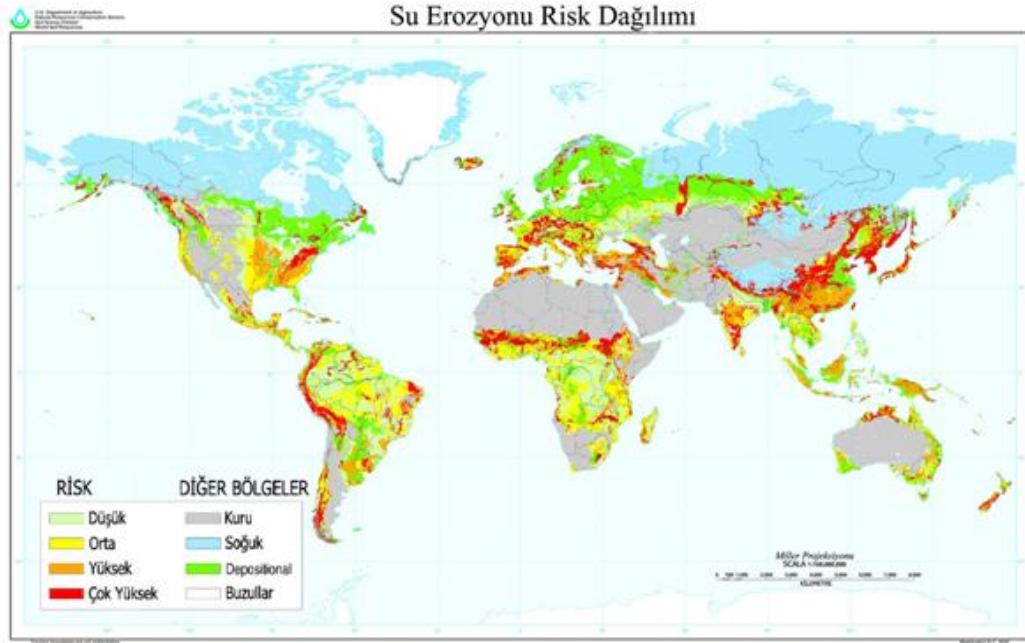
- Topografya

Erozyon eğim ve eğimin uzunluğuna bağlı olarak yüzeysel akışların hızı ve taşıdıkları materyalin miktarıyla doğru orantılıdır. Düz alanlarda yağmur damlaları toprağın parçalarını tesadüfi olarak her yöne sıçratabilirler ancak eğimli yüzeylerde sıçrama eğim yönünde eğim tersine oranla daha fazla gerçekleşecektir. Bunun oranı eğim artışıyla ilgilidir (Çanga, 1985).

- İnsan

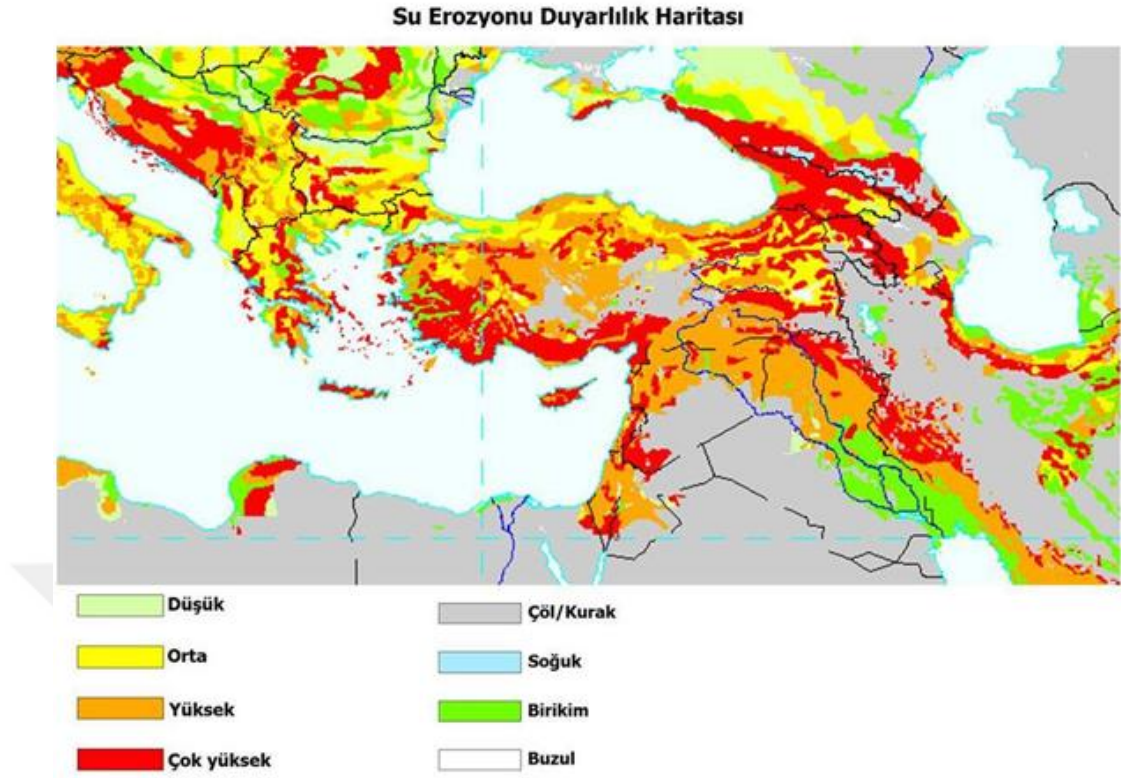
İnsanlar genellikle yaşadıkları alandaki bitki örtüsünü tahrip etmesidir. Günümüzde kırsalda insanlar hayatlarını sürdürebilmek için tarım ve hayvancılığa başvurmak zorundadır. Bu durum istemeden de olsa arazi tahribini takiben erozyonu tetiklemektedir. Yanlış tarım teknikleri ve arazi kullanımı toprağın doğal oluşum yetenekleriyle zıt yönde olması erozyon zararının beklenenden fazla olmasına sebep olmaktadır (Sarı, 2005).

1.1.4 Dünya, Türkiye ve Çalışma Havzasındaki Erozyon Durumları



Şekil 6. Dünya Su Erozyonu Risk Haritası (USDA, 2003)

Şekil 6’da Dünya’da ki erozyon dağılımı gösterilmiştir. Dünya’da su erozyonu; genellikle yüksek eğimli alanlarda ve iklimsel özellikleri kurak ve dağlık, bitki örtüsü açısından fakir alanlarda gerçekleşir. Suyun sebep olduğu erozyonun kıtalara göre dağılımı şu şekildedir. Kuzey ve Güney Amerika kıtasında 237 milyon hektar, Avrupa kıtası 117 milyon hektar, Afrika kıtası 227 milyon hektar, Asya kıtası 441 milyon hektar ve Okyanusya ise 83 milyon hektar arazi su erozyonunun etkisi altındadır (Gülşen, 2013). Dünyada her yıl yaklaşık olarak ortalama 24 milyar ton toprak erozyonla kaybedilmektedir. Erozyon sebebiyle 110 ülke çölleşme tehlikesi ile karşı karşıyadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından yapılan hesaplamalara göre, dünyada çölleşme ile erozyonun önüne geçebilmek için yılda 42 milyar dolar harcanması gerektiği ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2013a).

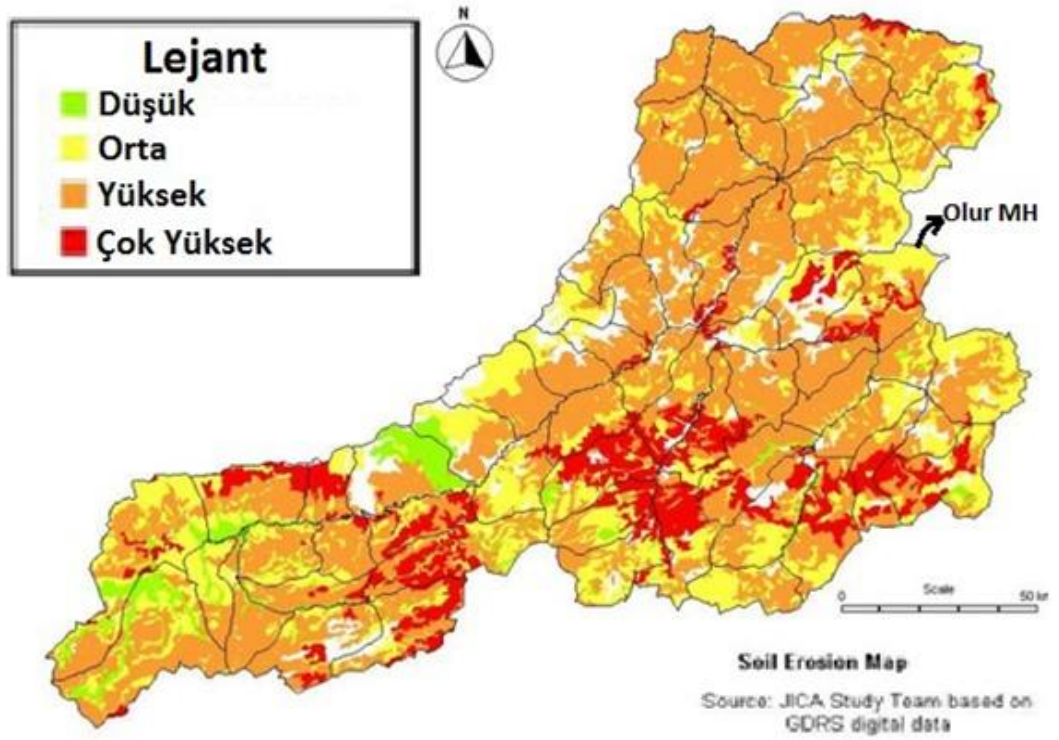


Şekil 7. Türkiye Su Erozyonu Risk Haritası (USDA, 2003)

Şekil 7’de Türkiye’de ki erozyon dağılımı gösterilmiştir. Türkiye, bulunduğu coğrafi konumu sebebiyle erozyona karşı hassastır. İnsanların doğaya karşı aşırı baskısı ve yanlış tarım uygulamaları sonucunda erozyon riski artmaktadır. Yanlış tarım uygulamalarıyla verimli üst toprak taşınmaktadır. Heyelanlar ve seller can ve mal kaybına sebebiyet vermektedir. Erozyon sonucunda taşınan sediment barajların rezerv alanlarını doldurmakta ve ekonomik ömürlerini azaltmaktadır.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı’na göre Türkiye topraklarının %73’ü şiddetli erozyon altındadır. Ülke yüzeyinden bir senede kaybedilen verimli üst toprak miktarı yaklaşık olarak 1,4 milyar tondur. Sadece tarım alanlarından 500 milyon ton/yıl verimli toprak kaybı olmaktadır (Anonim, 2012).

Taşınan bu topraklar bir kilometre karelik alanda oluşan toprak kaybı itibarıyla Avrupa’da 84, Avustralya’da 273, Amerika’da 491, Asya’da 610, Afrika’da 715 iken Türkiye’de 800 tonu bulmaktadır (Aydınalp, 2000).



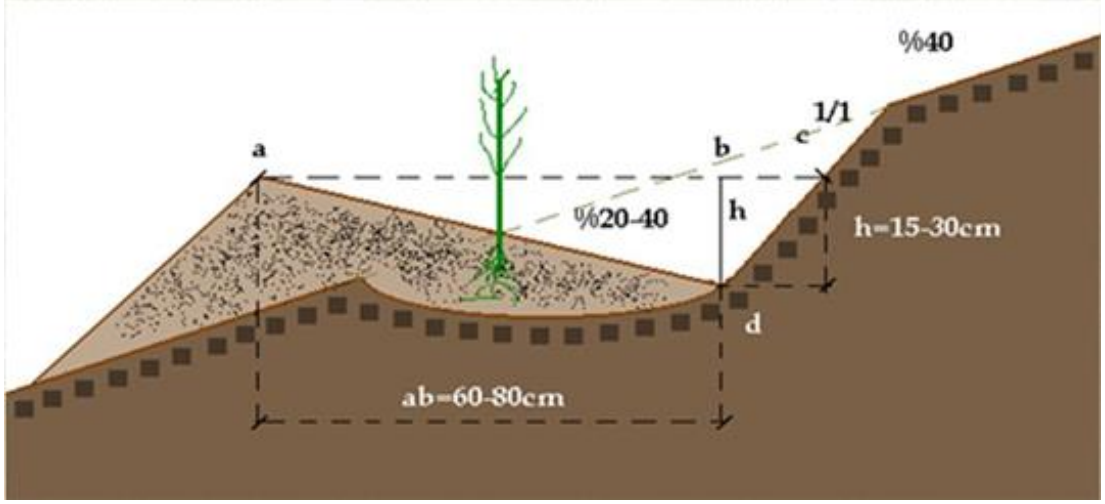
Şekil 8. Çoruh Nehri Havzası Su Erozyonu Risk Haritası (Anonim, 2012)

Şekil 8’de Çoruh Nehri Havzası erozyon dağılımı gösterilmiştir. Haritadan yola çıkarak Çoruh Nehri Havzası’nın şiddetli erozyon tehlikesi altında olduğu görülmektedir. Tüm havzanın %3,8’i düşük, %25,3’ü orta, %51’i yüksek, %19,9’u çok yüksek erozyon tehlikesi altındadır. Çoruh Nehri sisteminde, ana nehir ve ayaklar akışta mevsimsel özellikler göstermektedir, en yüksek akış Mart ile Haziran arası karların eridiği dönemdir, yazın çok düşük su seviyesi, sonbahar ve kışta da düşük su seviyeleri görülmektedir (Anonim, 2012a).

1.2 Erozyonla Mücadelede Yamaç ve Oyuntu Islahında Kullanılan Yöntemler

1.2.1 Gradoni Tipi Teras

Arazi eğiminin %60’a kadar olan yamaçlarında yapılabilir. Terasların genişliği 60-80 cm. arasında değişir. Bu teraslar içe (yamaç tarafına) doğru %20-40 arasında eğim yapılmalıdır.



Şekil 9. Gradoni Tipi Teras Yapım Şekli (ÇEM)



Şekil 10. Gradoni Tipi Teras arazi uygulaması (ÇEM)

1.2.2 Örme Çit Tesisi

Örme çitlerde kullanılacak materyal 4-6 cm çaplarında, 90-100 cm uzunluğunda olmalıdır. Çakılacak olan iki kazık arasında 30-40 cm olmalıdır. İki teras arasındaki mesafe arazi şartları da dikkate alınarak 100-150 cm olmalıdır. İlk önce kılavuz demir çakılarak toprakta delik açılmalı daha sonra ahşap kazıklar çakılmalıdır. Örme çitlerde kullanılacak olan malzeme sürgün verme özelliğinde olan türlerden tercih edilmelidir. Kazıkların, 1/3'ünün toprak üstünde, 2/3'ünün toprak altında olmasına dikkat edilmelidir. Kazıkların arası elastikiyeti yüksek olan türler tercih edilmelidir. Örme

işlemi bittikten sonra kazma ile terasın arkasında kalan toprak kazılarak teras formu verilir.



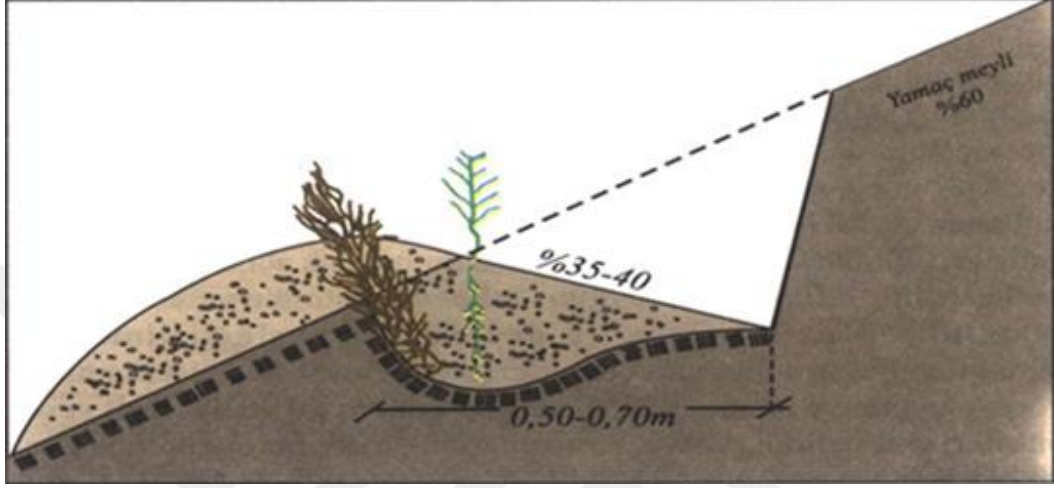
Şekil 11. Örme Çit (Artvin/Yusufeli/Sebzeciler Köyü)



Şekil 12. Örme Çit (Artvin/Yusufeli/Sebzeciler Köyü)

1.2.3 Çalı Takviyeli Teras

Çalı takviyeli teras toprağın olduğu yamaçlarda tercih edilir. Yamaç üzerine 30-40 cm genişliğinde yan kazı yapılır. Daha sonra araziden temin ettiğimiz çalılar bu terasın üzerine dizilir. Kazma ile arkada kalan şevden toprak kazınarak çalıların üzerine çekilir ve teras formu verilir. Teraslar dıştan yamaca doğru meyilli olmalıdır.



şekil 13. Çalı Demetli Teras (EM)

1.2.4 Kuru Duvar Eşik

Kuru duvar eşikler, yan derelerde (oyuntularda) tesis edilirler. Arazide bulunan taşlarla yapılır ve yükseklikleri genellikle 1 metredir. Yüksek duvar tercih edilmemelidir. Temel kazı yapılarak duvarın geleceği yer düzeltilir ve yan yamaçlara duvarın ucu girecek şekilde yapılmalıdır. Duvar yapılırken savak yeri derenin tam ortası olacak şekilde ayarlanmalı ve yan taraflara göre alçak olmalıdır. Duvarlara alt taraftan üst tarafa doğru %10 eğim verilmelidir. Duvarlar derenin üst tarafından başlanarak yapılmalıdır.



Şekil 14. Kuru duvar eşik yapımı (Artvin/Yusufeli/Altıparmak Köyü)



Şekil 15. Kuru duvar eşik yapım sonrası (Artvin/Yusufeli/Alanbaşı Köyü)

1.2.5 Kafes Tel Eşikler

Çalışma yapılan arazide taş ve çalının olmadığı ve toprağın olduğu yerlerde oyuntu ıslahı için tercih edilir. Bu eşiklerde genellikle 70-90-140 cm L demir kazıklar kullanılır. Kazıklar 1 metre ara ile çakılır. Derenin derin yerine 140 cm kazık gelecek şekilde çakılmasına dikkat edilir. Her 3 kazık için memba kısmına 90 cm'lik kazık çakılır. Bu kazıklar galvanizli kafes teller ile bağlanarak sağlamlaştırılır. Kafes tellerin yerine serilmesinden sonra kazıklara bağlanarak sabitlenir. Kafes telin arka ucu havada kalmasın diye üzerine toprak çekilir ve kafes tel eşik tamamlanmış olur.



Şekil 16. Kafes tel eşik (Artvin/Yusufeli/Irmakyanı Köyü)



Şekil 17. Kafes tel eşik (Artvin/Yusufeli/Irmakyanı Köyü)

1.2.6 Taş Kordon

Çalışma sahasında yeteri miktarda taş var ise bu alanlara da yüzeysel akışlarla gerçekleşen erozyonu azaltmak için taş kordon yapılır. İlk önce arazide 40 cm. genişliğinde toprak işlenir. Bunu yapmamızdaki amaç taş kordonun sağlam olmasını

sağlamaktır. Daha sonra taşlar duvar yapar gibi üst üste dizilerek 30 cm. yükseklik 40 cm. genişlik olacak şekilde düzenlenir. Taş kordon, arkası toprak işlemeli ve toprak işlenmez olarak iki şekilde yapılır.



Şekil 18. Taş kordon yapımı (Artvin/Yusufeli/Yeni Yerleşim Yeri)

1.3 Literatür Taraması

1.3.1 Erozyon Belirlemelerine İlişkin Literatür Taraması

Aybaş 1976, 3.46 km² alanı olan Beytepe Havzası'nda 1967-1975 yıllarında yaptığı çalışmada, Iskara metoduyla gölette birikmiş sediment miktarını 2388 m³/yıl, bulmuştur. GwMusgrave formülüyle havzanın sediment verimini 3893 m³/yıl olarak bulmuştur.

Doğan ve Sevinç (1997), Batı Akdeniz Bölgesi'nde bulunan Çay boğazı Havzası ve alt havzalarında 3 senelik sediment ölçümü yapılmış ve erozyon miktarını ortaya koymuşlardır. 1994 yılında Çay boğazı Havzası'nın alt havzası Nif Havzası'nda ki askıda sediment miktarını 17.464 ton/km²/yıl olarak bulmuşlardır. Yine 1995 yılında Çay boğazı Havzası'nın alt havzası Cenger Havzası'nda 130.804 ton/km³/yıl, aynı dönemde Çay boğazı Havzası sediment miktarını 111.153 ton/km³/yıl olarak bulmuşlardır.

Demirkıran (2003), 17,6 km³ alanı bulunan Güvenç Gölet Havzası'nda 1997-2002 yıllarını kapsayan çalışmada, ekosandır metodu ile gölete biriken sediment miktarını 109.322 m³ olarak bulmuştur.

Tüfekçioğlu (2018), Olur Mikro havzası'na 30 km uzaklıkta bulunan Erzurum Oltu ilçesinde çubuk erozyon yöntemi ile 2 yıllık kanal ve oyuntu erozyon ölçümleri

gerçekleştirilmiştir. İlk yıl 1,99 cm/yıl erozyon, ikinci yıl 3,34 cm/yıl, 1. sınıf derelerde 5995 (%23) ton/yıl, 2. sınıf derelerde ise 867 (%3) ton/yıl toprak kaybı değerlerini ortaya koymuştur. Yıllık toprak kayıpları 0-286,5 ton/km/yıl aralığında değişmektedir. Oyuntu derelerinde ortalama 2,6 cm/yıl, 2. sınıflarda 0,7 cm/yıl ve 1. sınıflarda ise 6,5 cm/yıl erozyon değerleri ölçülmüştür. En yüksek toprak kaybı 137 ton/km/yıl değerleri ile 1. sınıf derelerde gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Ortalama yıllık toprak kaybı 75,4 ton/km/yıl olup toplamda 25750 ton/yıl, birim alanda ise 0,7 ton/ha/yıl değerleri bulmuştur.

Tufekçioğlu'nun (2018) devamı niteliğindeki diğer bir tez çalışmasında 2017 yılı için ölçülen kanal ve oyuntu erozyonu 0,9 cm, 2018 yılı için ise 8 cm olarak tespit edilmiştir (Pakih, 2019). Erozyon miktarları ortalaması alınarak yapılan değerlendirmede Oltu Mikro Havzası'ndaki 2. sınıf derelerde 0 ton/yıl, 1. sınıf derelerde 5827 ton/yıl, oyuntularda ise 29248 ton/yıl toprak kaybı hesaplanmıştır.

Acar (2019), Olur Mikro Havzası'na 70 km mesafelerdeki Tortum Kuzey Mikro Havzası'nda yapılan, 2 yıllık erozyon çubuk yöntemi çalışmasında, ölçülen yıllık kanal ve oyuntu erozyon miktarı çalışmanın ilk ve ikinci yılı için sırasıyla 0,7 cm/yıl (2015 yaz/sonbahar ve 2016 kış/ilkbahar), 2,5 cm/yıl (2016 yaz/sonbahar ve 2017 kış/ilkbahar) bulmuştur. İki yılın erozyon miktarları ortalamasına bakıldığında 2. sınıf derelerde 1662 ton/yıl, 1. sınıf derelerde 1534 ton/yıl, oyuntularda ise 8818 ton/yıl olmak üzere toplamda 12014 ton/yıl toprak kaybı bulmuştur. Alana oranında ise 0,3 ton/yıl toprak kaybı hesaplanmıştır.

Oğuz ve Akar (2007), tarafından Tokat Artova Ekinli II Gölet Havzası sediment verimini ölçmek amacıyla yürüttükleri çalışmada 1981, 1987 ve 2006 yıllarında batimetrik ölçümler yapmışlardır. Gölete x, y ve z değerlerine göre su toplama kapasitesindeki azalmalar Nedcad haritalama yazılımından yararlanarak ortaya konulmuştur. Gölette 1981-2006 yılları arasında 9627,1 m³ sediment birikmiştir. Gölet kapasite kaybı %27,68 olmuştur.

Ceylan ve ark. (2011), Türkiye'deki Altınapa Barajında su seviyelerine göre hacim ve yüzey alanındaki değişimleri belirlemişlerdir. 1981-2009 yılları arasındaki veriler ile ArcGIS programını kullanarak barajın sediment birikimini tahmin etmişlerdir. 28 yıl içinde yapılan araştırmalara göre barajın depolama kapasitesinin havzadan gelen sedimentten dolayı %12,4 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

1.3.2 Erozyon Tahmin Modellerine İlişkin Literatür Taraması

Aydın (2009), Gümüşhane-Torul Barajı Havzasında WEPP modeli kullanılarak 8177,86 hektar alanda arazi kullanımlarına göre toprak kayıplarını ortaya koymuştur. Sonuçlarda, alanın %69,7'sini kaplayan ormanlık alanlarda 10494,18 ton/yıl (1,86 ton/ha/yıl) iken, %20,17'lik yer kaplayan mera alanlarında 12630,18 ton/yıl (7,66 ton/ha/yıl) ve %10,77'sini oluşturan tarım alanlarında 10108,18 ton/yıl (11,48 ton/ha/yıl) olarak ortaya koymuştur.

Yüksel ve ark. (2007), Kahramanmaraş bölgesinde Ayvalı Barajı Su Havzası'nda WEPP modeli ile sediment üretimi tahmini yapmışlardır. Toplam 11531 hektar alanda orman, mera ve tarım arazi kullanımları için tahmin değerleri şu şekildedir; ormanlarda 9035,06 ton/yıl ve 1,32 ton/ha/yıl, meralarda 7910,31 ton/yıl ve 4,69 ton/ha/yıl, tarım alanlarında 68589,62 ton/yıl ve 23,95 ton/ha/yıl olarak hesaplamışlardır.

Erdoğan Yüksel (2015), Borçka Barajı Yağış Havzası'nda meydana gelen erozyon ve sediment verimini GeoWEPP modeli kullanılarak tahmin etmiştir. 59 yılda oluşan ortalama yağış miktarının 698,70 mm olduğu çalışma alanında 86576,83 hektar alanda 360431,70 ton/yıl sediment verimi, 4,16 ton/ha/yıl birim alan sediment verimi değerleri hesaplamıştır.

Reis ve ark. (2017), Kahramanmaraş Keklik Havzası'nda 780 ha alanda meydana gelen sediment üretimini GeoWEPP programı aracılığıyla tahmin etmişlerdir. Havza çıkışına ulaşan sediment verimi 34533,5 ton/yıl, birim alan sediment verimi ise 44,2 ton/ha/yıl, sediment iletim oranı ise 0,591 bulunmuştur.

Yüksel ve ark. (2008), Kahramanmaraş ilinin yaklaşık 25 km güneydoğusunda bulunan 780 hektar alana sahip Orcan Dere Havzası'nın 175 hektarında orman, 165 hektarında mera, 150 hektarında ise tarım alanı mevcuttur. Ortalama yükselti 957 m ve eğim %34'tür. Yıllık ortalama 730 mm yağışa sahiptir. GeoWEPP programı aracılığıyla sediment üretimi ve yüzeysel akışa geçen yağış tahmin çalışması yapılarak, 6,95 ton/ha/yıl sediment üretimi ve 23,17 mm/yıl yüzeysel akış suyu tespit etmişlerdir.

Oğuz ve ark. (2006), 10,4 km² alana sahip Tokat Çelikli Göleti Havzası'nda yaptıkları çalışmada 2000-2005 yıllarındaki toprak kaybını USLE yardımı ile CBS ortamında belirlemiş haritalandırmışlardır. Toprak erozyonunun ürün verimine etkileri

araştırılmış ve havzada artan erozyonun buğday verimine olumsuz etki yarattığını belirlemişler.

Özsoy (2007), Mustafakemalpaşa Nehri ile bu nehrin boşaldığı Uluabat Gölü'nde yıllık toprak kaybını RUSLE ile belirlemişler. Toprak erozyonu risk tahminlerinde uzaktan algılama ile coğrafi bilgi sistemleri tekniklerinin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Havzada RUSLE ile 11,18 ton/ha/yıl toprak kaybı hesaplanmıştır.

Yılmaz (2010), Doğu Anadolu Bölge'nde Elâzığ İli Sivrice İlçesinde ki Kürkçayı Havzası'nda RUSLE modeli ile alandaki erozyon riskini belirlemiştir. Çalışma alanının %1'inde erozyon görülmemiştir. %23,1'inde çok hafif, %31,6'sında hafif, %26,3'ünde hafif şiddetli, %12,7'sinde şiddetli ve %5,4'ünde çok şiddetli erozyon olduğu belirlenmiştir.

Karaş ve Öztürk (2011), Küçükemmalı Gölet Havzası'nda yürüttükleri çalışmada, arazi kullanım planı ve toprak koruma önlemlerine göre hazırlanan havzadaki toprak kaybını USLE eşitliğiyle ortaya koymuşlardır. Mevcut arazi kullanımında ortalama 6,4 ton/ha/yıl, kontur tarımda 5,15 ton/ha/yıl, şeritvari tarımda 2,60 ton/ha/yıl olarak bulmuşlardır. Önerilen arazi kullanım değişikliği ve sürdürülebilir havza planlamalarında ortalama toprak kaybı 0,08 ton/ha/yıl değerine düşürülebileceği ortaya konmuştur.

Tüfekçioğlu ve Yavuz (2016), Artvin Yusufeli'nde 245km²'lik bir alanda RUSLE erozyon hesaplama çalışması yapılmıştır. Çalışma neticesinde tahmini ortalama yüzey erozyonunu 3,6 ton/ha/yıl olarak hesaplanmış, çalışma sonucunda erozyon risk alanları belirlenmiş ve haritalanmıştır.

Karaş (2005), Sakarya Nehri Havzası'nda ki Küçükemmalı ve Güvenç Havzalarında su ve sediment verilerini SWAT ve USLE modellerini kullanarak tahmin çalışması yapmıştır. Küçükemmalı Havzası'nda toprak kaybını 4,9 ton/ha/yıl, Güvenç Havzası'nda 15,98 ton/ha/yıl olarak tahmin etmiştir.

Yavuz ve Tüfekçioğlu (2019), Erzurum Uzundere Mikro Havzası'nda RUSLE metodu ile yüzey erozyonu risk tahmin çalışması yapmışlardır. Yıllık 585 mm yağış alan bölgede çok dik topoğrafya hâkim olup yüksek eğim uzunlukları bulunmaktadır. Yıllık hektarda 25,38 ton toprağın yüzeysel akışa geçtiği tespit edilmiştir. Çalışma alanının

%44,5'i çok düşük, %10,3'ü düşük, %13,6'sı orta, %17,2'si yüksek ve %14,5'i çok yüksek riskli olarak kategorize edilmiştir.

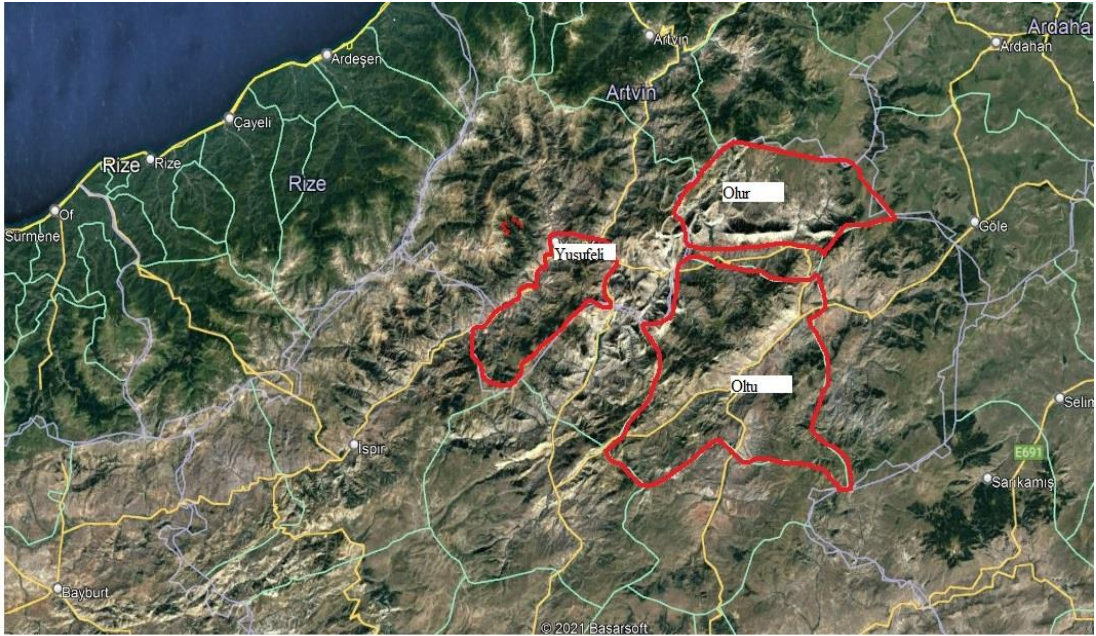
Erol ve Çanga (2004), Eskişehir İli Mihalıççık ilçesindeki toprakların potansiyel ve aktüel erozyon risk alanlarını CORINE metodu ile belirlemiştirler. Potansiyel erozyon risk haritasına göre alanın %44'ünde düşük, %52'sinde orta, %4'ünde ise yüksek erozyon riski taşıdığını gözlemlemiştir. Gerçek erozyon risk haritasına göre alanın %31'i düşük, %20'si orta ve %49'unda yüksek erozyon tehlikesi olduğunu belirlemiştirler.

Bayramin ve ark. (2005), Ankara ili Beypazarı ilçesinin gerçek toprak erozyon riskini CORINE metodu ile belirlemiştir. Sonuçlara göre toprakların %60'ında çok yüksek erozyon riski olduğu, %20'sinde ise ciddi erozyon problemi olmadığı ortaya konulmuştur.

2 MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışma Alanları

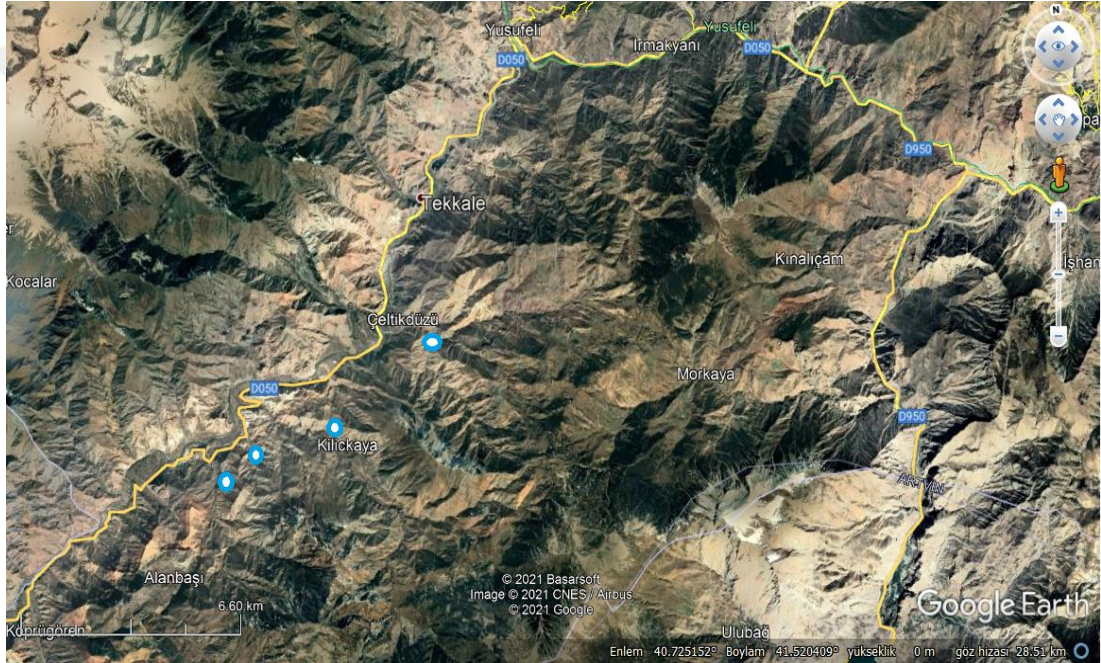
Bu çalışma, Çoruh Nehri Havzası'nın alt havzalarından olan; Yusufeli, Oltu ve Olur Mikro Havzalarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 19). Türkiye'nin kuzeydoğusunda ve Gürcistan sınırında yer alan Çoruh Nehri Havzası ülkemizin kuzeydoğusunda yer alan toplamda 466 km uzunluğundaki Çoruh Nehri'nin drenaj havzasıdır. Bu havza Türkiye yüz ölçümünün %2,5'ine bu da yaklaşık 2 milyon hektara karşılık gelmekte olup Bayburt, Erzurum ve Artvin illerinin büyük bir kısmını kapsamaktadır. Çoruh, Türkiye'nin Bayburt ilinden başlayıp, İspir, Yusufeli, Artvin ve Borçka'dan geçerek Türkiye'yi terk edip, Gürcistan'a geçiş yaparak Batum ilinden Karadeniz'e dökülür. Havzanın yıllık yağış ortalaması 560 mm olup, genel olarak dağınık bir yapıda ve üzerinde 2500 ve 3000 m üstünde birçok dağ silsilesine ev sahipliği yapmaktadır (ÇNHRP, 2012).



Şekil 19. Çalışma yapılan Mikro Havzaların (Oltu, Olur ve Yusufeli) Çoruh Nehri Havzası içindeki konumları

2.1.1 Yusufeli Mikro Havzası

Bu havza Artvin'in Yusufeli ilçesi yakınlarında seçilmiş olup, alanın yatay koordinatı $41,34142^0$ - $41,646819^0$ Doğu paraleli ile dikey koordinatları $40,602109^0$ - $40,823064^0$ Kuzey meridyenleri arasında yer almaktadır (Şekil 20). Alanın toplamdaki büyüklüğü 24523 hektardır. Arazi engebeli ve dağlık olup ortalama eğimi %57 ve ortalama yüksekliği deniz seviyesinden 500 m ile 3070 m arasında değişmektedir. Arazi kullanımı açısından %15 verimli orman, %43 bozuk orman, %37 mera, %1,48 tarım ve %2,43 yerleşim yeri olarak kullanılmaktadır (Duman, 2017). Yusufeli Mikro Havza'sındaki eşiklerin ölçümleri farklı lokasyonlarda gerçekleştirilmiştir (Şekil 20).



Şekil 20. Yusufeli Mikro Havzası Çalışma Sahaları/dereler; mavi renk ile belirtilen lokasyonlardaki eşiklerde rüsubat ölçümü gerçekleştirilmiştir

İlçe genelinde Karadeniz iklimi ile karasal iklim arasında bir geçiş iklimi hâkim olmakla birlikte ilçe merkezi ve yakın çevresi ile Çoruh Nehrine yakın yerlerde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. Akdeniz iklimini andırır. Buralarda Akdeniz ikliminin tipik bitki türleri olan zeytin, incir, üzüm gibi meyveler bolca yetişir. Vadinin yüksek kesimlerinde karasal iklim hüküm sürer. Yazlar serin, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Yağışlar genelde ilkbahar sonu ve yaz başlarında görünür.

Bölge engebeli bir topografyaya sahip olduğundan örtüsüz çorak alanlar geniş yer kaplamaktadır. Yörede genelde kahverengi orman toprağı ve alüvyonlu topraklar

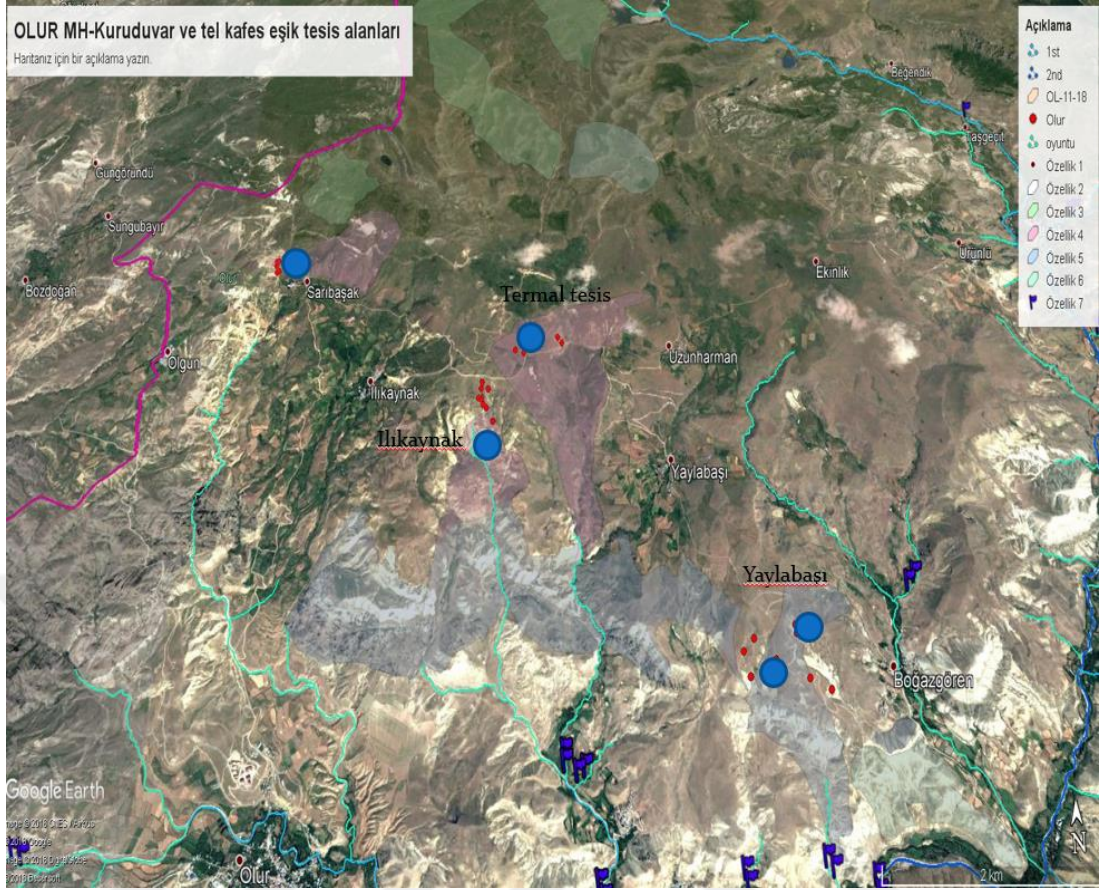
bulunmaktadır. Kahverengi orman toprakları daha çok kalkerli ve konsolide olmamış sedimanter kayalar üzerinde oluşmuşken alüvyonlu topraklar Barhal, Oltu, Tortum, Çoruh nehir sistemlerinin dar taşkın alanlarında oluşmaktadırlar. Genel itibarıyla toprakları mineral yönünden son derece zengindir.

Yusufeli Havzası, Çoruh Vadisi'nden başlayarak Altıparmak Dağları'nın güney yamaçları boyunca yükselmektedir. Barhal Vadisi buranın vadilerinden biridir. Alanın tamamında volkanik kayalar görülür. Yükseklik dere yatağında 1000 m civarında iken Yaylalar Köyünde 2300m'ye ulaşır ve sırtlarda ise 3000 m'yi geçer. Dere kenarı boyunca bahçeler ve ot biçilen alanlar görülür. Yerleşim az olmasına karşın bu alanlar yoğun bir şekilde gözlenir.

Çalı türlerinin baskın olduğu alçak (1200-1500) rakımlarda, kuzeye bakan nemli yamaçlarda geniş yapraklı çalı ve ağaç türleri görülür. Bu formasyonlar, vadi tabanından başlayarak her iki yamaçta ardıc, meşe ya da kayacığın baskın olduğu karışık çalılıklardır. 1600-1850 metreler civarında çalı formunun üstünde çoğunlukla karışık olarak ladin, sarıçam ve göknar toplulukları görülmektedir. Bazı yamaçlarda kesim-seyreletme yapılmıştır. Ormanlar yaşlı değildir ve kapalılığı düşüktür. Vadinin batısında, kuzey bakıda ladin, güney bakıda sarıçam hâkimdir. 1850 m'nin üstüne çıkıldığında Alpin çayırlar başlar.

2.1.2 Olur Mikro Havzası

Coğrafi konum olarak Doğusunda Göle ve Şenkaya, Batısında Yusufeli, Güneyinde Oltu ilçesi, Kuzeyinde Artvin ili ve Ardanuç ilçesi vardır. Rakımı 1327 metredir. Olur İlçesi 40.827804-40.957256 enlem ve 42.128552-42.230145 boylam arasında kalmaktadır. Havza'nın yıllık ortalama yağış miktarı 350 mm'dir. Toplam alanı 80578 hektar olup, bunun 17919 hektarlık alanı ormanlık alan, 62659 hektarlık alan da açıktır. Ormanlık alanın 6548 hektarı verimli, 11371 hektarlık alanda verimsiz ormandır. İlçenin kuzey ve güney istikametinde sıra dağlar ve bu dağları kesen derin vadiler mevcuttur. İlçenin kuzey bölümünde platolar mevcuttur. Olur Mikro Havza'sındaki eşik ölçümleri beş farklı lokasyonda gerçekleştirilmiştir (Şekil 21).



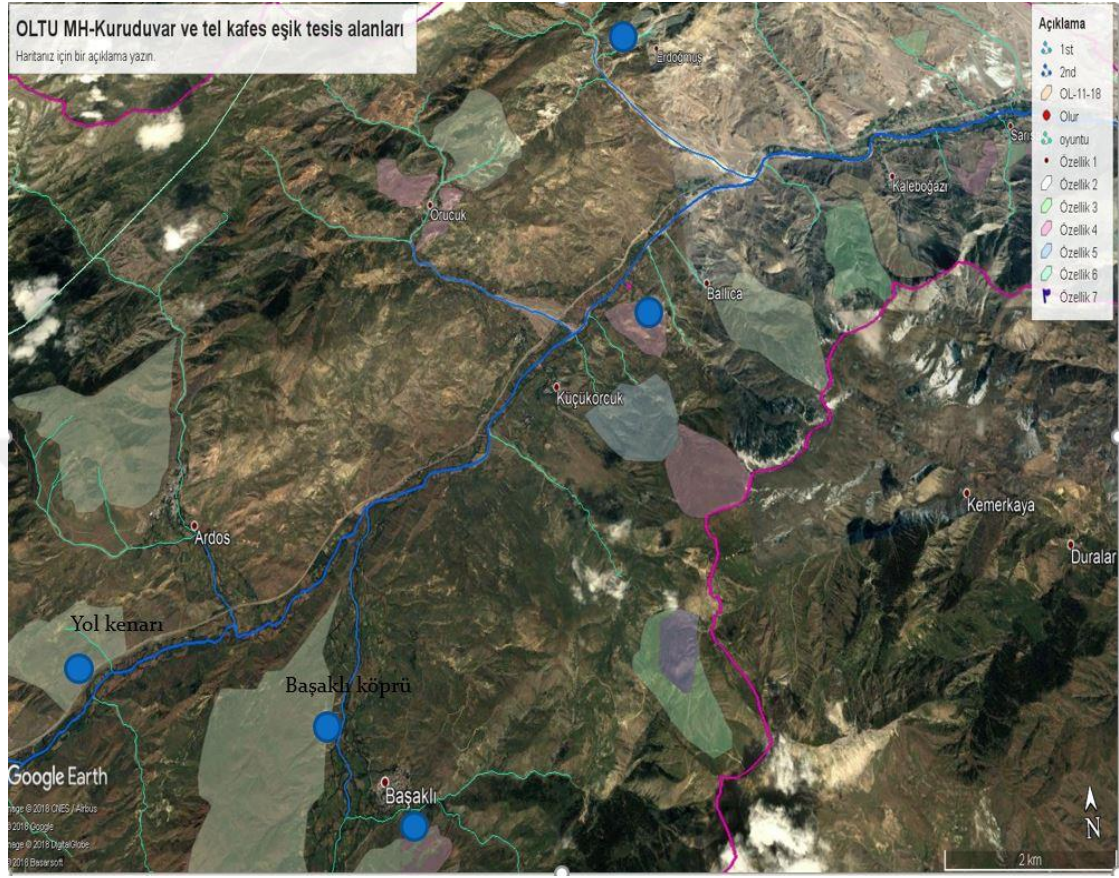
Şekil 21. Olur Mikro havzası çalışma sahaları; mavi renk ile belirtilen lokasyonlardaki eşiklerde rüsubat ölçümü gerçekleştirilmiştir

Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz iklimi arasında bir geçiş iklimi hüküm sürmektedir. İlçenin rakımı yüksek kuzey kesimlerinde iklim oldukça serttir ve kar yağışı çokça görülmektedir. Bu kesimlerde kışları 2 metreye varan kar yağışları nadiren de olsa görülür. İlçe merkezi güney kesimleri de gayet ılıman bir iklime sahip olup, daha ziyade Doğu Karadeniz iklimi hüküm sürmektedir. Yağışlar daha ziyade yağmur şeklinde olmaktadır. İlçenin ortalama yıllık yağış miktarı 350,6 mm'dir.

2.1.3 Oltu Mikro Havzası

Bu çalışmanın gerçekleştirildiği Oltu Mikro Havza'sı Çoruh Nehri Havzası'nın güneydoğusunda yer alan toplamda 36900 hektarlık alanı kapsamaktadır. Oltu İlçesi 41-59 doğu boylamı ile 40-34 kuzey enlemi arasında kalmaktadır. Havzanın yükseltisi 1170 m ile 3047 m arasında değişmektedir. Yıllık yağış ortalaması 432 mm'dir. Oltu Mikro Havzası arazi kullanım şekli bakımından, 6275 hektarı bozuk orman, 3866 hektarı verimli orman, 17235 hektarı mera ve 6265 hektarı yerleşim yeri ve diğer

alanları kapsamaktadır. Havzanın düşük rakımlı vadi düzlüklerinde verimli tarım alanları görülmektedir (Duman, 2017).



Şekil 22. Oltu Mikro Havzası çalışma sahaları; mavi renk ile belirtilen lokasyonlardaki eşiklerde rüsubat ölçümü gerçekleştirilmiştir

Oltu Mikro havzasının orta bölümleri yarı nemli ve çok nemli iklim tipine sahip iken, alt bölümlerinde iklim tipi olarak kurak ve yarı kurak iklim tipi hakimdir (Duman, 2017). Esasen Oltu Havzası ne Doğu Anadolu Bölgesi'nin ne de Doğu Karadeniz Bölgesi'nin iklim tipine benzemektedir. Bu yüzden vadi tabanlarında mikroklimatik iklim tipine rastlanırken, yüksek kesimlerde karasal iklim söz konusudur (Özav, 1996).

Oltu İlçesinin bakı sınıfı genel olarak güney bakıdır. Oltu Mikro Havzası'nda en düşük eğim %0, en yüksek eğim %181 ve ortalama eğim değeri ise %37 olarak tespit edilmiştir (Duman, 2017). Havzanın ortalama eğimi yüksek olduğu için ve jeolojik yapısı aşınmaya elverişli olduğundan erozyon, sel ve taşkın olaylarına çok sık rastlanmaktadır.

Oltu Mikro Havza'sı İran-Turan flora bölgesinin Doğu Anadolu kısmında yer almaktadır (Duman, 2017). 1350-1400 metre yükseklikte bulunan kesimlerde orman örtüsü olarak; sarıçam, seyrek olarak meşe, ardıç, söğüt, üvez ve kavak ormanları bulunmaktadır. Dağ yamaçlarında ve alçak alanlarda ise doğal çayır ve otluklar yer almaktadır. Dağ yamaçlarında ve alçak alanlarda ise doğal çayır ve otluklar yer almaktadır. Özellikle söğüt ve kavak ağaçları da sulu mevsimlik dereler boyunca yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Havzanın ovalık alanlarında meyve bahçeleri tarım arazileri mevcuttur. Oltu, bölgedeki kesintisiz ve tek tuzcul bozkırları içermektedir. Bozkır bitkilerinden en çok görülen türler; *Astragalus nigrocalycinus* (geven), *Centaurea taurica* (peygamber çiçeği) ve *Delphinium consolida* (dügün çiçeği)'dir (Eken ve ark., 2006).

2.2 Kafes-Tel ve Kuru Duvar Eşiklerdeki Rüşubat Miktarının Ölçüm

Metodolojisi ve Analizi

Her havza için rüşubat doluluk yüzdesinin ve miktarının belirlenmesi amacıyla örnek deneme alanları/dereler rastgele seçilerek bu dereler üzerindeki eşiklerde ölçümler Ekim 2018 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Eşikler üzerinde yapılan ölçümlerde eşik numarası 1, 3, 5 ve 7 gibi tek numara olanlar üzerinde ölçümler yapılmıştır. Bu sayede ölçümlerde homojenlik artırılmıştır; daha fazla derede çalışarak veri farklılığı güçlendirilmiştir.

Kafes-Tel ve kuru duvar eşiklerdeki rüşubat miktarının ölçülmesi için, Olur Mikro Havza'sında beş dere de toplam 217 eşik ölçümü yapılmıştır. Yusufeli Mikro Havza'sında dört derede 93 eşik ölçümü gerçekleştirilmiştir. Oltu Mikro Havza'sında beş derede 67 eşik ölçümü gerçekleştirilmiştir. Tablo 2'de daha detaylı olarak verilmiştir.

Biriken rüşubat miktarının (ton) ağırlık olarak belirlenmesi için ölçüm yapılan her bir eşikten 10x10cm silindir sediment örnekleri alınarak örneklerin hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Bu örneklemeyle ilgili ortalama veriler Tablo 3'te sunulmuştur. Ayrıca farklı zamanlarda ve sayılarda ölçülen bu eşik doluluk verilerinin daha sağlıklı bir şekilde karşılaştırılması bakımından havzalara ait ortalama birim eşik doluluk miktarları da (ton/m) Tablo 2'de sunulmuştur. Birim eşik doluluk miktarı hesaplanan toplam rüşubat miktarının (ton) toplam eşik uzunluğuna (m) bölünmesiyle elde

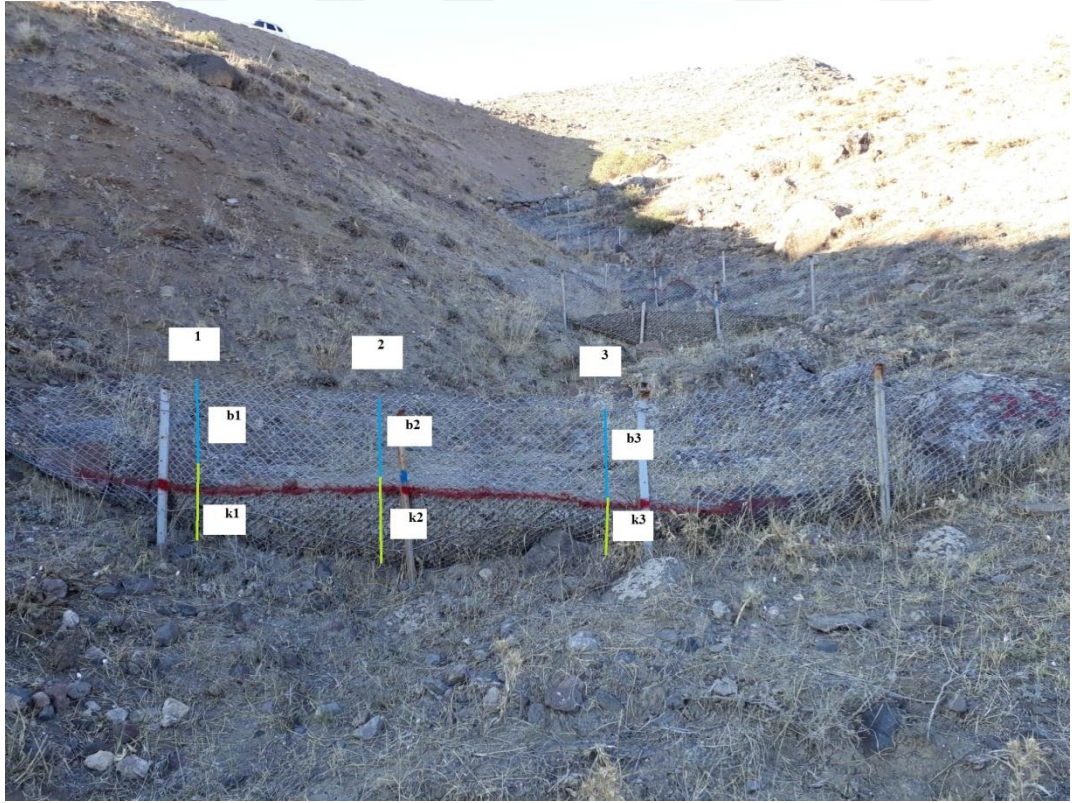
edilmiştir. Bu verilerin analizinde ise SAS programı kullanılmıştır. Havzalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi, $p < 0,05$ önem düzeyi olarak seçilmiştir.

2.2.1 Rüşbat Doluluk Yüzdesinin (%) Ölçülmesi

Mikro Havzalarda ortalama doluluk hesabı yapılırken; kuru duvar ve kafes tel eşikler üç eşit parçaya bölünerek üst uzunlukları ölçülür. Ölçülen üç noktadaki (1, 2 ve 3) doluluk değerlerinin (k_1 , k_2 ve k_3) ortalaması yine bu noktadaki toplam eşik yükseklikleri/kazık boyu (k_1+b_1 , k_2+b_2 , k_3+b_3) ortalamasına bölünüp 100 ile çarpılarak yüzde olarak ifade edilir. Burda “k” ile ifade edilen kazığın dolu kısmın uzunluğunu, “b” ise boş kısmın uzunluğunu ifade etmektedir (Şekil 23).

Burada ki çalışmamızda her bir havzada ve farklı derelerde yapılmış bulunan kafes tel eşik ve kuru duvar eşiklerin ortalama doluluk ve ortalama kazık boyu-boş kısımlar ölçülmüştür.

$$\text{Doluluk (\%)} = (\text{Ortalama } k / \text{Ortalama } k+b) * 100$$

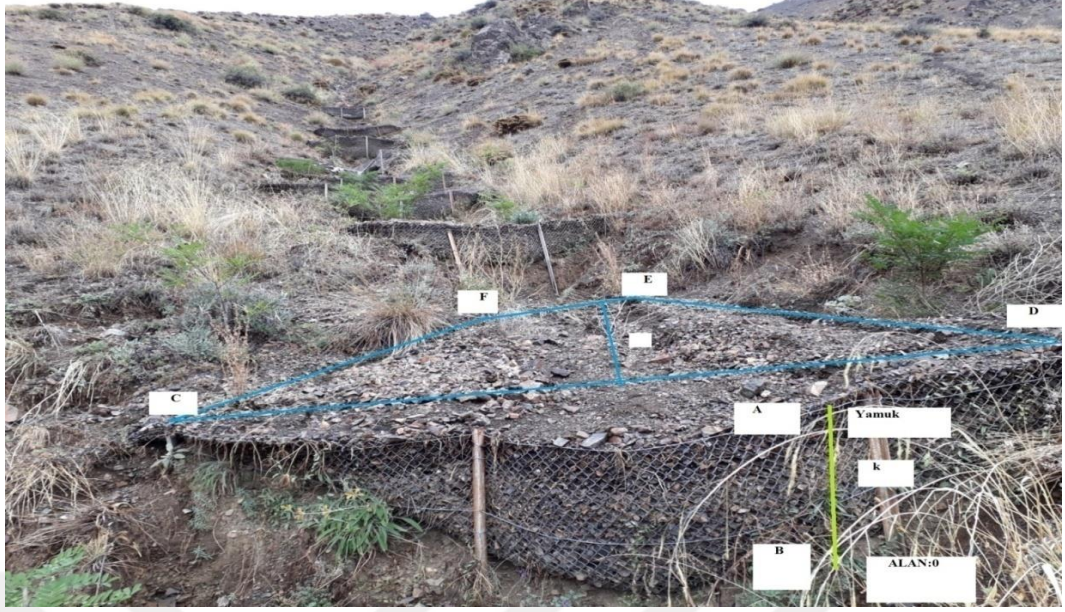


Şekil 23. Eşiklerdeki rüşbat doluluk oranının (%) belirlenmesi

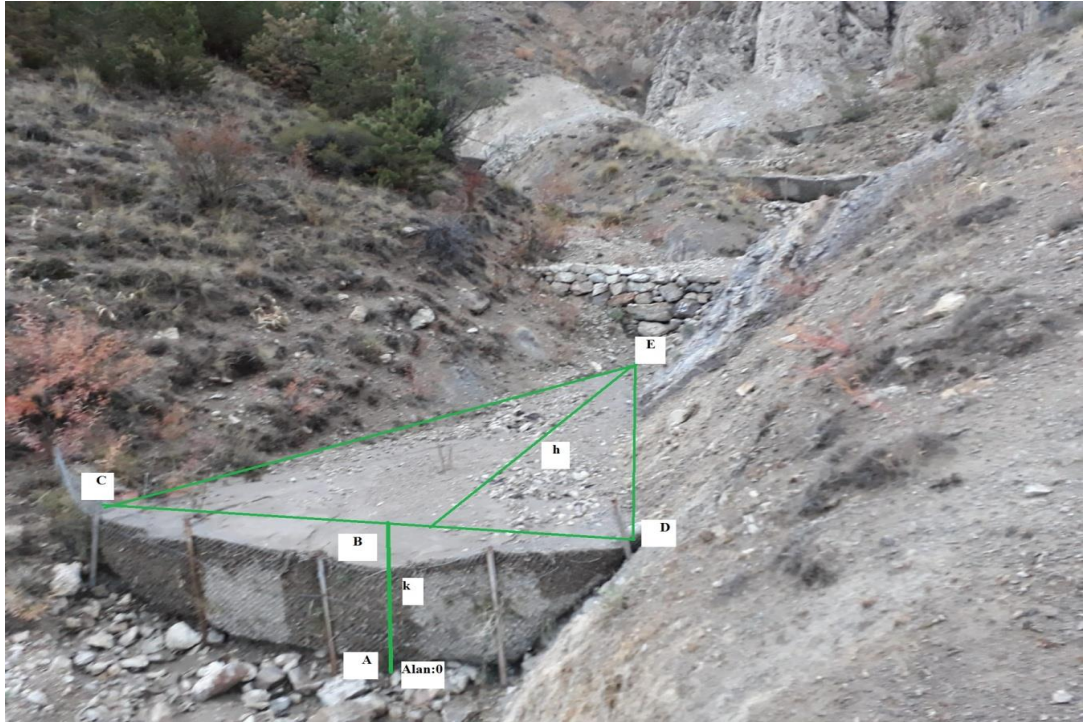
2.2.2 Rüşubat Miktarının (m^3 ve ton) Ölçülmesi/Hesaplanması

Eşiklerin arka tarafına depolanan rüşubat miktarının hesaplanmasında uç alanların ortalaması metodu kullanılmıştır. Bu yöntemle göre her bir eşiğin toplam rüşubat hacmi (m^3); birikimin en az ve en fazla olduğu şekilsel (dikdörtgen, kare ve üçgen gibi) alanların (m^3) ortalamasının o birikim hacim hesabıyla benzerlik göstermektedir. Şekil 24’de görüldüğü gibi kafes tel eşikte birikimin en az olduğu alan kazığın dip kısmında (B; burada alan sıfır (0) kabul edilir), en fazla olduğu alan ise kazığın en üst kısmındaki rüşubat (en fazla) birikim seviyesindedir (A). Arazideki ölçüm esnasında bu seviyedeki birikim düzlemi (alanı) bilinen geometrik şekillere (yamuk, kare, üçgen ve dikdörtgen gibi) benzetilerek alan hesabı yapılmıştır. Bu ölçülen alan (üst alan) kazığın dip kısmındaki alanla (alt alan; sıfırdır) toplanarak ikiye bölünmüştür. Neticede toplam rüşubat hacmi bu ortalama alanın dolu kazık yüksekliğiyle (k) çarpılması neticesinde elde edilmiştir. Çıkan hacim sonuçlarının (m^3) ağırlığı dönüştürülmesi bu hacim değerlerinin rüşubat hacim ağırlığı (ton/m^3) değerleriyle çarpılması sonucu elde edilmiştir. Arazi çalışması esnasında toplanan rüşubat örneklerinin ortalama hacim ağırlığı $1,79 ton/m^3$ olarak tespit edilmiş ve bu değer kullanılmıştır.

Biriken rüşubat miktarının nasıl belirlendiğini Şekil 24'e göre açıklayacak olursak; şekilde b noktasındaki rüşubat birikim alanı sıfırdır. A noktasındaki rüşubat birikim şekli yamuğa benzediğinden alan; üst uzunluğun (e-f) alt uzunlukla (c-d) toplanması ve yüksekliğin yarısıyla ($h/2$) çarpılması sonucunda elde edilmiştir. Sonuç olarak rüşubat hacim (m^3) hesabı; a ve b noktalarındaki alanların ortalamasının rüşubat yüksekliğiyle çarpılması neticesinde elde edilir.



Şekil 24. Birikim şekli yamuğa benzeyen dolu eşikler için rüsubat hesabı



Şekil 25. Birikim şekli üçgene benzeyen eşikler için rüsubat hesabı

Burada üstteki hesaplardan farklı olarak birikimin en fazla olduğu a noktası için üçgen hesabı kullanılmıştır. Yüksekliğin(h), taban uzunluğu (c-d) ile çarpılması ve ikiye bölünmesi neticesinde elde edilmiştir. Yine hacim hesabı a ve b noktalarındaki alanların ortalamasının birikim yüksekliği ile (k) çarpımı neticesinde elde edilmiştir.

3 BULGULAR VE TARTIŞMA

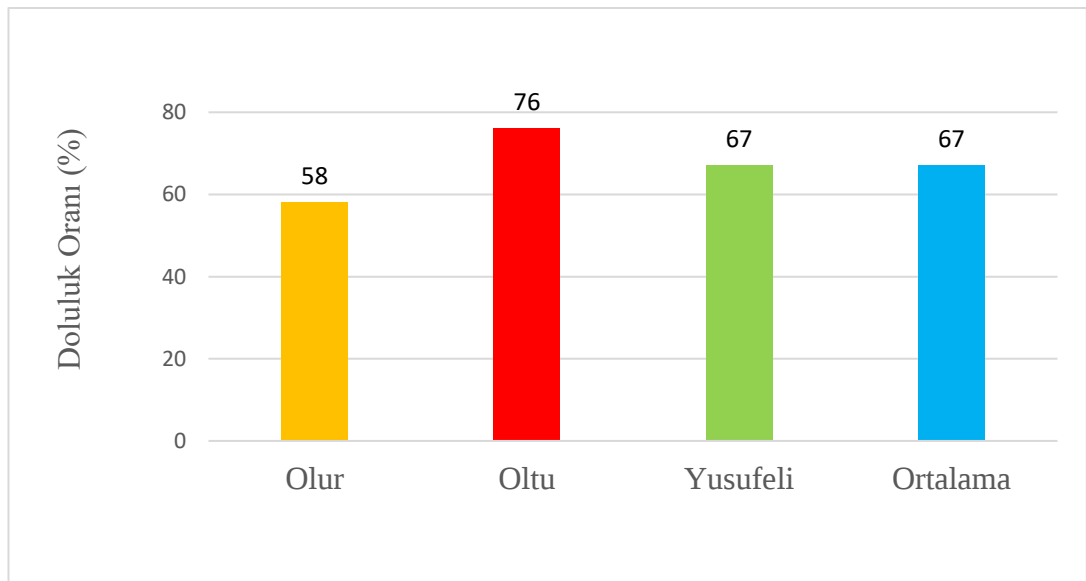
3.1 MH de Ölçülen Rüsubat Doluluk Oranları (%)

Olur, Oltu ve Yusufeli MH da yapılan ölçümler neticesinde ölçülen ortalama doluluk miktarları sırasıyla 38, 56, 48 cm, ortalama kazık boyları ise 65, 73 ve 71 cm olarak ölçülmüştür. Bu veriler ışığında hesaplanan MH doluluk oranları sırasıyla %58, %76 ve %67 dir (Tablo 1; Şekil 26). Bu üç MH ait ortalama doluluk oranı ise %67 dir.

Tablo 1. Mikro Havzalar için belirlenmiş ortalama doluluk (cm), kazık boyu/kafes tel yüksekliği (cm) ve doluluk oranları (%)

MH adı	Ortalama Doluluk (cm)	Ortalama Kazık Boyu (cm)	Doluluk Oranı (%)
Olur	38	65	58
Oltu	56	73	76
Yusufeli	48	71	67
Ortalama	47	70	67

Şekilde; 1 numara Olur, 2 numara Oltu, 3 numara Yusufeli ve 4 numara ortalamayı göstermektedir.



Şekil 26. MH'lardaki eşiklerin ortalama doluluk oranları (%).

Yapılan arazi ölçümlerinde eşiklerdeki ortalama doluluk/birikim yüksekliği 47 cm, ortalama kazık/kafes tel/kuru duvar yüksekliği 70cm olarak hesaplanmıştır (Tablo 1). Bu veriler ışığında ortaya çıkan ortalama doluluk oranı ise % 67 olarak belirlenmiştir. Çoruh Nehri Havza Rehabilitasyon Projesi (ÇNHRP, 2019) kapsamında diğer MH da yapılan benzer çalışmalarda rüsubat doluluk oranı verileri ise şu şekilde sarılanmaktadır; Masat (%11), Bıçakcılar (%12), Taht ve Şenkaya (%52), Tortum Kuzey (%54), İspir (%67), Uzunçayır (%75), İspir Kuzey (%77) ve Şavşat (%82). Bu verilere göre değerlendirildiğinde (Masat ve Bıçakcılar MH hariç) Olur, Oltu ve Yusufeli MH larından elde edilen veriler diğer Çoruh Nehri Havzası proje havzalarında ölçülen rüsubat doluluk oranlarıyla benzerlik göstermektedir.

3.2 MH da Ölçülen Toplam Rüsubat Miktarı (m³ ve ton)

Yapılan arazi örneklemelerinde MH ler için hesaplanan ortalama eşik sayısı 126, ölçülen ortalama kafes tel ve kuru duvar uzunlukları 577 m, ve bu veriler üzerinden hesaplanan ortalama rüsubat miktarı 223 m³ ve 398 tondur (Tablo 2). Tablo 2 den yola çıkarak en fazla rüsubat biriken havzanın 515 ton ile Olur Mikro Havzası olduğu görülmektedir. Oltu Mikro Havzasında ise 472 ton rüsubat hesaplanmıştır. Yusufeli Mikro Havzası diğer havzalara göre 207 ton ile daha az rüsubat olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 2. Arazi ölçüm verileri üzerinden hesaplanan rüsubat miktarları

MH	Ölçülen Eşik (adet)	Ölçülen Uzunluk (m)	Rüsubat Doluluğu (%)	Rüsubat (m ³)	Rüsubat (ton)	Rüsubat Miktarı (ton/m)
Olur	217	1029	58	288	515	0,50
Yusufeli	93	351	67	116	207	0,59
Oltu	67	350	76	264	472	1,35
Toplam	377	1750	201	668	1194	-
Ortalama	126	577	67	223	398	0,81

Yapılan arazi örneklemelerinde toplam eşik sayısı 377, ölçülen toplam (kafes tel ve kuru duvar) uzunluk 1750 m, ve bu veriler üzerinden üretilen rüsubat miktarı 668 m³ veya 1194 tondur (Tablo 2).

Havzalar için belirlenen birim rüsubat miktarları (1 m kafes tel ya da kuru duvarın arkasından biriken rüsubat) sırasıyla Olur 0,50, Yusufeli 0,59 ve Oltu 1,35 ton/m arasında değişim göstermektedir (Tablo 2). Oltu havzası diğer havzalara kıyasla

anlamli farklılık göstererek birim rüsubat miktarının en fazla olduğu diğeri bir ifadeyle şiddetli erozyona maruz kalan bir havza olarak tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Havzalar için belirlenen ortalama birim rüsubat miktarı 0,81 ton/m olarak hesaplanmıştır. Çoruh Projesi (ÇNHRP, 2019) kapsamında ki diğeri proje havzalarının verileri değerlendirildiğinde eşikler arkasından biriken birim rüsubat miktarları (ton/m) şu şekilde sıralanmaktadır; Bıçakcılar (0,03), Masat (0,13), Tortum Kuzey (0,22), İspir (0,60), Taht (0,68), Şenkaya (1,21), İspir Kuzey (1,41), Uzundere (2,15) ve Şavşat (2,21). Bu verilerle karşılaştırıldığında Olur ve Yusufeli MH'sı için ölçülen birim rüsubat miktarları İspir ve Taht MH'sı ile, Oltu MH'sı ise Şenkaya ve İspir Kuzey MH'sı ile benzerlik göstermektedir.

Ölçülen hacim (m^3) değerlerinin ağırlığa dönüştürülmesi (ton) için bazı alanlardan farklı özelliklere sahip rüsubat örnekleri alınmış ve bu örneklerin hacim ağırlıkları belirlenmiştir (Tablo 3). Alınan bu örnekler için hesaplanan ortalama hacim ağırlığı değeri $1,75 \text{ gr/cm}^3$ veya ton/m^3 olarak bulunmuş ve hesaplamalarda bu değeri kullanılmıştır.

Tablo 3. Eşiklerden alınan rüsubat örneklerinin hacim ağırlığı değerleri

Havza	Alan	Kod.	Silindir Tipi	Hacim Ağırlığı (ton/m^3)
Oltu	Erdoğmuş	1-9	3 örnek küçük silindir	1,77
Oltu	Başaklı, Köprü yanı	-	Büyük (10x10)	1,30
Oltu	Yol kenarı	1-1	Büyük (10x10)	1,98
Oltu	Erdoğmuş	1-14	3 örnek küçük silindir	1,82
Olur	Sarıbaşak	-	Büyük (10x10)	1,69
Oltu	Yol kenarı	1-9	Büyük (10x10)	1,86
Yusufeli	Yol kenarı	1-1	Büyük (10x10)	1,80
Yusufeli	Alanbaşı	1-1	Büyük (10x10)	1,82
Ortalama				1,75

Havzalarda yapılan/uygulanan eşiklere (uzunluklarına) göre hesaplanan toplam rüsubat miktarları Tablo 4'te verilmiştir. Havzalarda yapılan eşik uzunlukları 2405 m (Oltu) ile 15003 m (Yusufeli) arasında değişim göstermektedir. Yapılan eşiklerin toplam uzunlukları 31658 m olarak hesaplanmıştır. En az rüsubat değeri 4220 ton ile Oltu MH'sında ölçülürken, en fazla rüsubat ise 11488 ton ile Yusufeli MH'sındaki eşiklerde ölçülmüştür. Tüm havzalarda mevcut doluluk oranlarına (%67) göre hesaplanan toplam rüsubat miktarı ise 24964 ton'dur. Eşik doluluk oranlarının %100 ulaştığı durumdaki toplam rüsubat miktarı ise 38596 ton'dur. Eşiklerin boş olan % %33'lük üst kısımları hacimsel bağlamda alt kısımlarına oranla daha fazla rüsubat biriktirme potansiyeline sahip oldukları için mevcut hesaplanan (38596 ton) değer aslında en küçük potansiyele birikim değeridir (Tablo 4). Bu sonuçlar Ekim 2018 tarihinde gerçekleştirilen ölçümler sonucunda ortaya çıkmıştır.

Tablo 4. Mikro Havzalarda yapılan tüm eşik uzunluklarına göre hesaplanan toplam rüsubat miktarları ve %100 doluluktaki potansiyel rüsubat miktarları

MH	Toplam Eşik Uzunluğu (m)	Toplam Rüsubat (m³)	Toplam Rüsubat (ton)	Faaliyet Yılları	Doluluk Oranı (%)	Potansiyel Toplam Rüsubat (ton)
Olur	14250	5171	9256	16-17	58	15951
Oltu	2405	2358	4220	15-16	76	5525
Yusufeli	15003	6418	11488	13-14-17	67	17120
Ortalama	10553	4649	8321		67	12865
Toplam	31658	13947	24964			38596

4 SONUÇ VE ÖNERİLER

ÇNHRP kapsamında 3 MH'nın (Olur, Oltu ve Yusufeli) oyuntu derelerinde kafes tel ve kuru duvar eşiklerle oyuntu ıslahı çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarla hedeflenen oyuntu ve yüzey erozyonla taşınan sediment/rüsubat miktarını azaltmak ve kaynağı yerinde depolamaktır.

Eşik rüsubat ölçümleri gerçekleştirilen MH'lardaki doluluk oranları Olur için %58, Oltu için %76 ve Yusufeli için %67 olarak tespit edilmiştir. MH'ların ortalama doluluk oranı ise %67 olarak tespit edilmiştir. Eşiklerin sonraki yıllar için potansiyel rüsubat tutma oranı %33'tür.

Bu havzalarda yapılan tüm eşiklerin toplam üst uzunlukları 31658 m olarak ölçülmüştür. Tüm havzalarda mevcut doluluk oranlarına (ortalama %67) göre hesaplanan toplam rüsubat miktarı 24964 ton'dur. Ölçülen en az rüsubat değeri 4220 ton ile Oltu MH'sında, en fazla rüsubat miktarı ise 11488 ton ile Yusufeli MH'sındadır. Eşik doluluk oranlarının %100 ulaştığı durumdaki toplam (potansiyel) tutulan rüsubat miktarı yaklaşık 38596 ton olarak tahmin edilmektedir.

Eşikler yapıldıktan kaç yıl sonra yüzde yüz potansiyel doluluk oranına erişileceğın tespiti açısından ölçümlerin bundan sonraki yıllar içinde devam ettirilmesi önemlidir. Kafes tel eşik ve kuru duvar eşiklerde biriken rüsubatın tekstür içeriğinin (kum, silt, çakıl, taş vb.) bilinmesi havzada bulunan rüsubat veriminin hesaplanması açısından önemlidir.

Çalışma yapılan bu MH'lardaki kafes tel eşik ve kuru duvar eşikler genel olarak gerekli ve uygun alanlara yapılmış olup, Oltu MH'sında kazıkların killi toprağa çakılması ve eşiklerde biriken rüsubat'ın fazla olması sebebiyle bazı eşiklerde çökme ve yıkılmalar görülmektedir. Bu alanların uzaman kişilerce seçilmesi ve eşiklerin tekniğine uygun yapılması büyük önem ihtiva etmektedir.

Yusufeli MH'sında yapılan çalışmaların çok dik alanlarda uygulandığı görülmektedir. Bu alanlar hem çalışma açısından hem de can güvenliği açısından tehlikelidir. Bu

sebepler doğrultusunda istenilen hedeflere ulaşılması zor olmaktadır. Bunun gibi alanlarda yamaç çalışması yerine (gerekli yerler istisna dışında) kanal ve oyuntularda daha büyük yapıların (ıslah sekisi ve tersip bendi gibi) uygulanmaya alınması gerekir.



KAYNAKLAR

- Acar, A., 2019. Çoruh Nehri Havzasına Bağlı Tortum Kuzey Mikro Havzasında Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kaybının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- Akalan, İ., 1987. Toprak Bilgisi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1058, Ders Kitabı, 309 s. Ankara.
- Anonim, 2012. Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi Başlangıç Raporu, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2012a. http://aris.ormansu.gov.tr/index.php?q=tr/toprak/turkiye/de_erozyon.
- Anonim, 2013. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Erozyonla Mücadele Eylem Planı 2013-2017, Ankara, 96 s.
- Anonim, 2013a. Erozyonla Mücadele Eylem Planı 2013-2017, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, OGM, Ankara, 100 s.
- Aybaşı, M.C., 1976. Beytepe Kompleks Havzasında Sediment Verimi Araştırması, Ankara.
- Aydın, M., 2009. Gümüşhane-Torul Barajı Yağış Havzasında Arazi Kullanımına Göre WEPP Modeli İle Toprak Kayıplarının Belirlenmesi ve Alınması Gereken Önlemler. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 9 (): s. 54-65, Kastamonu.
- Aydınlı, C., 2000. Türkiye'nin Toprak Sorunları, Anadolu Journal, AegeanAgriculturalResearchInstitute, 10(), ss. 135-143.
- Bahtiyar, M., 2006, Toprak Erozyonun Oluşumu ve Nedenleri, Atatürk Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 28-43 s.
- Bahtiyar, M., 2006a. Su Erozyonu Oluşum Nedenleri, (http://tema.rog.tr/trcevre_kutuphanesi/pdf/ToprakErozyonuOluşumuNedenleri.pdf).
- Balcı, N. ve Öztan, Y., 1987. Sel Kontrolü. KTÜ Basımevi, Orman Fakültesi Yay. Genel Yayın No. 113, Or. Fak. Yay No. 12, Trabzon. 466s.
- Bayramın, İ., Erpul, G., Erdoğan, E.H., 2005. Use Of CORINE Methodology to Assess Soil Erosion Risk in the Semi-Arid Area of Beypazarı, Ankara.

- Cebel, H., ve Akgül, S., 2011. Toprak Erozyonu, Oluşumu ve Koruyucu Önlemler, Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim, Nisan 2011, 57-61 s.
- Ceylan, A., Karabork, H., Ekizoğlu, İ., 2011. An Analysis of Bathymetric Changes in Altınapa Reservoir. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 6(2), s. 15-24.
- Çanga, M.R., 1985. Toprak ve Su Koruma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1386, Ders Kitabı No:400.
- Çanga, M.R., 2011. Toprak ve Su Koruma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları.
- Çelik, V., 2011. Değirmen Deresi Havzası Boldavin- Afyonkarahisar) Toprak Erozyonu Risk analizi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar, 96 s.
- ÇEMGM, 2015. Çölleşme ile Mücadele Türkiye Ulusal Eylem Programı, Ankara
- Çepel, N., 1997. Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları No:14, İstanbul.
- ÇNHRP, 2012. Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (2012-2019). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara. Web: www.coruhhavzasi.com.
- ÇNHRP, 2019. Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (2012-2019). Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Erozyon İzleme ve Değerlendirme Nihai Raporu. Sf. 154. Ankara.
- Değerliyurt, M., 2013. Antakya Şehri ve Yakın Çevresinde Meydana Gelen Erozyonun Coğrafi Dağılışı ve Analizi, International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Volume 8/8 Summer, Ankara, 1745-1764 s.
- Demirkıran, O., 2003. Ankara Yenimahalle Güvenç Gölet Havzası Sediment Verimi, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 2002. T.C: Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No: 121, Ankara.
- Doğan, O. ve Sevinç, A.N., 1997. Batı Akdeniz Bölgesi Çayboğazı Havzasında Erozyon Ölçümleri, Ankara.
- Duman, A., 2017. Artvin, Erzurum ve Bayburt İllerindeki Bazı Mikro Havzalarda Bozuk Orman ve Mera Alanlarında Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi, Uydu Görüntüleri İle İlişkilendirilmesi ve Modellenmesi (Doktora Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, ss. 153. Artvin.

- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D, T. ve Lise, Y., 2006. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları, Cilt 2, Doğa Derneği, Ankara, 240-241 s
- Erdoğan Yüksel, E., 2015. Borçka Barajı Yağış Havzası'nda Meydana Gelen Toprak Erozyonu ve Sediment Veriminin WEPP Erozyon Tahmin Modeli ve CBS Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi (Doktora Tezi), Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- Erinç, S., 2000. Jeomorfoloji I, Ders Yayınları, İstanbul.
- Erol, E., Çanga, R.M., 2004. Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniği Kullanılarak Erozyon Risk Değerlendirmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (2) s. 136-143.
- Erpul, G., Şahin, S., İnce, K., Küçümen, A., Akdağ, M.A., Demirtaş, İ., Çetin, E., 2018. Türkiye Su Erozyonu Atlası. ÇEM Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.
- Karaş, E., 2005. Küçükemmalı Gölet Havzasının Su ve Sediment Verimlerine Göre Sürdürülebilir Yönetimi (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karaş, E., 2005. Küçükemmalı ve Güvenç Havzalarının Su ve Sediment Verimlerine Göre Sürdürülebilir Yönetimi (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karaş, E., ve Öztürk, F., 2011. Küçükemmalı Gölet Havzasının Toprak Koruma Önlemlerine Göre Arazi Kullanım Planlaması. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2011, 28(2), 127-134 s.
- Oğuz, İ., Akar, Ö., 2007. Tokat Artova Ekinli II Gölet Havzası Sediment Verimi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Yayın No: TAGEM-BB-TOPRAKSU-2007/45, Tokat.
- Oğuz, İ., Akar, Ö., 2007. Tokat Artova Ekinli II Gölet Havzası Sediment Verimi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Yayın No: TAGEM-BB-TOPRAKSU-2007/45, Tokat.
- Oğuz, İ., Karaş, E., Susam, T., Tetik, A., Noyan, Ö.F., Akar, Ö., 2006. Tokat-Artova Çelikli Havzasında Toprak Bozulmasının Belirlenerek Sürdürülebilir Bir Tarım İçin Havzanın Planlanması. TAGEM-BB-TOPRAKSU-2006/19 Enstitü Yayın No: 230, Teknik Yayın No: 45, Tokat.
- Özav, L., 1996. Oltu İlçesinde Geçici Yerleşme Şekilleri. Atatürk Üniversitesi, Türkiyat Araştırma Enstitüsü, Erzurum. Sayı:4, 115-141 s.
- Özsoy, G., 2007. Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi (Doktora Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Anabilim Dalı, Bursa.

- Özsoy, G., 2007. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi. (Doktora Tezi).Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 154 s.
- Pakih, H., 2019. Çoruh Nehri Havzasına Bağlı Oltu Mikro havzasında Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kaybının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana bilim Dalı, Artvin.
- Reis, M., Okatan A., Yüksel, A., Aydın, M., 2001. Çorum-Karhın Çayı Yağış Havzasında Dere Akımlarını Etkileyen Fizyografik Etmenler ile Bazı Hidro-Fiziksel Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma: Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 4, Sayı 2 s.16-29.
- Reis, M.,Altun Aladağ, İ., Bolat, N., Dutal, H., 2017. Using GeoWEPP Model ToDetermineSedimentYieldAndRunoff in The Keklik Watershed in Kahramanmaraş, Turkey. Sumarskilist, 12-12, s. 563-569.
- Reis, M.,Okatan, A., Yüksel, A., Aydın, M., 2001. Çorum-Karhın Çayı Yağış Havzasında Dere Akımlarını Etkileyen Fizyografik Etmenler ile Bazı Hidro-Fiziksel Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma: Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 4, Sayı 2 s.16-29.
- Sarı, M., 1997. Türkiye'deki Hatalı ve Yanlış Arazi Kullanımının Boyutları ve Erozyonla Olan İlişkileri, TEMA Vakfı Eğitim Kursları, s.25.
- Sarı, M., 2005. Toprak Erozyonuna Farklı Bir Bakış, http://tema.org.tr/trcevre_kutuphanesi/erozyon.
- Sarı, M., 2005. Toprak Erozyonuna farklı Bir Bakış, http://tema.org.tr/trcevre_kutuphanesi/erozyon.
- Topçu, S., 1998. Tarım Mühendisliğinde Çevre Sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Genel Yayınları. No:207, Ders Kitap No:A-65, Adana. 269s.
- Tüfekçioğlu, M., 2017. Akarsu Prosesleri ve Jeomorfolojisi (Ders Notları), Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- Tüfekçioğlu, M., 2018. Gully And Streambank Erosion And The Effectiveness of Control Measures In a Semi-AridWatershed. Fresenius Environmental Bulletin volume 27 – No. 12/2018 s 8233-8243.
- Tüfekçioğlu, M., Yavuz, M., 2016. Yusufeli Mikro havzasında (Artvin) Yüzey Erozyonu Toprak Kaybının Tahmin Edilmesi ve Erozyon Risk Haritasının Oluşturulması. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, ISSN: 2146-1880, Cilt: 17, Sayı: 2, s. 188-199.
- URL-1.<http://www.dsi.gov.tr/> Su-Dünyası-Dergisi-Mayıs-2011, 35-36 s,(25.04.2017).

URL-2. http://www.cem.gov.tr/erozyon/Anasayfa/etut_proje/projeler_etut_proje.aspx?sflang=tr(27.04.2019, 14:37).

URL-4. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/AlbumDetay.aspx?OgeId=174>

URL-5. <https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/48/Kutuphane>

URL-6. <https://www.tema.org.tr/basin-odasi/basin-bultenleri/yasamin-temel-kaynaklari-toprak-ve-su>

URL-7. https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/worldsoils/?cid=nrcs142p2_054005.

URL-8. <https://etarim.net/erozyonun-tanimi-ve-cesitleri.html>

URL-9. <https://www.derscografya.com/erozyon-nedir-erozyonun-cesitleri/>

URL-10. <https://insapedia.com/erozyon-nedir-nasıl-ve-neden-olusur-erozyon-cesitleri/>

URL-11. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Yusufeli>

URL-12. <https://www.coruhhavzası.com/>

USDA, 2003. Url; https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/worldsoils/?cid=nrcs142p2_054005.

Yakupoğlu, T., Özdemir, N., 2007. Erozyona Uğramış Topraklara Uygulanan Arıtma Çamuru ve Çay Endüstrisi Atığının Toprakların Mikro Element İçeriklerine Etkileri, OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 22(2) s.207-213.

Yavuz, M., Tüfekçioğlu, M., 2019. Estimating Surface Soil Losses In TheMountainous Semi-Arid Watershed Using RUSLE AndGeospatial Technologies. Fresenius Environmental Bulletin, Vol: 28. No:4 s. 2589-2598.

Yıldırım, C. 2019. Çoruh Nehri Havzasına Bağlı Olur Mikrohavzasındaki Sediment Üretiminin Erozyon Çubuk Yöntemi, Askıda Katı Madde Ölçümü ve Geowepp Tahmin Modeli İle Belirlenmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.

Yılmaz, E., 2006. Çamlıdere Barajı Havzasında Erozyon Problemi ve Risk Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 98 s.

- Yılmaz, H., 2010. Kürk Çayı Havzasının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ. 78 s.
- Yılmaz, H., 2010. Kürk Çayı Havzasının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ. 78 s.
- Yüksel, A., Akay, A.E., Gundoğan, R., Reis, M., ve Cetiner, M., 2008. Application of GeoWEPP For Determining Sediment Yield And Runoff In The Orcan Creek Watershed In Kahramanmaraş, Turkey. Sensors 2008, 8, s. 1222-1236.
- Yüksel, A., Akay, A.E., Reis, M., Gundoğan, R., 2007. Using The WEPP Model to Predict Sediment Yield In a Sample Watershed In Kahramanmaraş Region. KSÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 46060, Kahramanmaraş. s20

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ERGEN, Sedat

Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Mezuniyet Yılı</u>
Yüksek Lisans	Artvin Çoruh Üniversitesi/Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2021
Lisans	Artvin Çoruh Üniversitesi/Orman Mühendisliği Bölümü	2014