



**ÇORUH NEHRİ HAVZASINA BAĞLI OLTU MİKRO HAVZASINDA KANAL
VE OYUNTU EROZYONUyla GERÇEKLEŞEN TOPRAK KAYBININ
BELİRLENMESİ**

Handan PAKİH

**Yüksek Lisans Tezi
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU**

2019

Artvin

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÇORUH NEHRİ HAVZASINA BAĞLI OLTU MİKRO HAVZASINDA KANAL VE
OYUNTU EROZYONUyla GERÇEKLEŞEN TOPRAK KAYBININ
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Handan PAKİH

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU**

Artvin 2019

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Çoruh Nehri Havzasına Bağlı Oltu Mikro Havzasında Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kaybının Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU’nun sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

12/06/2019

Handan PAKİH

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇORUH NEHRİ HAVZASINA BAĞLI OLTU MİKRO HAVZASINDA KANAL
VE OYUNTU EROZYONU İLA GERÇEKLEŞEN TOPRAK KAYBININ
BELİRLENMESİ**

Handan PAKİH

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12/06/2019

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 04/07/2019

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ömer KARA

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mehmet ÖZALP

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../2019 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../.....

Doç. Dr. Hilal TURGUT
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Çoruh Nehri Havzasına Bağlı Oltu Mikro Havzasında Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kaybının Belirlenmesi” konusunda yapılan bu çalışma; Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan, çalışmam süresince sağladığı destek ve gösterdiği sabrı için değerli Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU’na teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ölçümlerinde yardımını esirgemeyen hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Musa DİNÇ ve Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DUMAN’a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca hayatım boyunca hep yanımda olan ve manevi desteğini asla esirgemeyen sevgili aileme teşekkür ederim.

Bu çalışma Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ve Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) tarafından koordineli bir şekilde uygulanan ve desteklenen “Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi” kapsamında gerçekleştirilmiştir. Projenin bütün planlayıcı, uygulayıcı ve izleyici kurum personellerine sağladıkları bu imkândan dolayı şükranlarımı sunuyorum.

Son olarak, bu çalışmanın gerek bilimsel gerekse teknik açıdan hem araştırmacılara hem de uygulayıcılara faydalı olmasını temenni ederim.

Handan PAKİH
Artvin – 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEZ BEYANNAMESİ	I
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1 GİRİŞ	1
1.1 Erozyon Oluşumu ve Çeşitleri	5
1.1.1 Erozyon Çeşitleri.....	7
1.1.2 Su Erozyonu Oluşumu ve Çeşitleri	9
1.1.2.1 Damla Erozyonu	10
1.1.2.2 Yüzey-Tabaka Erozyonu	11
1.1.2.3 Oluk-Parmak Erozyonu	12
1.1.2.4 Oyuntu Erozyonu.....	13
1.1.2.5 Kanal-Akarsu Yatak Erozyonu.....	15
1.1.3 Erozyon Tahmin Yöntemleri.....	17
1.1.4 Yenilenmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği (YETKE-RUSLE)	19
1.2 Literatür Çalışması	19
1.2.1 Kanal ve Oyuntu Erozyonu Çalışmaları.....	20
1.2.2 Yüzey Erozyonu Çalışmaları	22
2 MATERYAL VE YÖNTEM	28
2.1 Çalışma Alanı	28
2.1.1 Çalışma Alanının Konumu.....	28
2.1.2 Çalışma Alanının İklimi	32
2.1.3 Çalışma Alanının Jeolojik ve Toprak Yapısı	33
2.1.4 Çalışma Alanının Bitki Örtüsü	33
2.2 Deneme Deseni ve Aplikasyonu	34
2.3 Erozyon Çubuk Yöntemi	35

2.4	Şev Toprak Hacim Ağırlıklarının ve Alanlarının Ölçümü.....	36
2.5	Oyuntu ve Kanal Erozyonuyla Oluşan Toprak Kayıplarının Belirlenmesi	38
3	BULGULAR	39
3.1	Erozyon Değerleri	39
3.2	Şev Topraklarının Hacim Ağırlıkları	41
3.3	Şev Yükseklik ve Alanları	42
3.4	Şevlerde Meydana Gelen Toplam Toprak Kayıpları	43
4	TARTIŞMA.....	46
5	SONUÇ VE ÖNERİLER	49
	EKLER.....	51
	KAYNAKLAR.....	64
	ÖZGEÇMİŞ.....	70

ÖZET

ÇORUH NEHRİ HAVZASINA BAĞLI OLTU MİKRO HAVZASINDA KANAL VE OYUNTU EROZYONU İLE GERÇEKLEŞEN TOPRAK KAYBININ BELİRLENMESİ

Toprağı en fazla aşındıran erozyon çeşidi su erozyonudur. Su erozyonuyla gerçekleşen oyuntu ve kanal erozyonları ise büyük miktarda toprak kütlelerinin erozyona uğramasına ve taşınmasına neden olarak sel ve taşkın olaylarını tetiklemekte bu da rusubat birikimini artırmaktadır. Bu çalışma, Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi kapsamında, Çoruh Nehri Havzasının alt havzalarından Oltu mikro havzasında 14 farklı deneme alanında gerçekleştirilmiştir. Deneme alanları rastgele seçilmiş 100 m uzunluğundaki kanal (1.sınıf ve 2.sınıf dereler) ve oyuntu sistemlerinden ibarettir. Bu 14 alandaki kuru ve sulu dere şevlerinde/kenarlarında “erozyon çubuk yöntemi” 2,5 yıllığına uygulanarak, oyuntu ve kanal erozyonuyla kaybolan toprak miktarı ölçülmüştür.

Çalışmanın birinci (Haziran 2016 – Mayıs 2017) ve ikinci (Haziran 2017 – Mayıs 2018) yılları için ölçülen ortalama kanal ve oyuntu erozyonu değerleri sırasıyla 47,5 ve 30,5 ton/km/yıl'dır. Çalışmanın son altı aylık dönemi (Haziran 2018 – Kasım 2018) için bu değer yağış miktarının artmasıyla birlikte 159 ton/km/6 ay olarak çok daha fazla hesaplanmıştır. İki buçuk yıl süresince üretilen ortalama yıllık toprak kaybı ise 90,2 ton/km/yıl'dır. Sonuç olarak bu çalışma kanal ve oyuntu erozyonunun çok dinamik bir süreç olarak gerçekleştiğini, zamansal ve mekânsal ölçütlerin bu süreçte çok büyük bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu bağlamda bu tür çalışmaların daha uzun süreli yapılarak yağış farklılıklarının erozyona olan etkisinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca elde edilen veriler bağli olarak bu çalışma, havzada çeşitli ıslah tedbirlerinin (özellikle oyuntularda) alınarak toprak kaybının önlenmesi ve akarsularla taşınan sediment/rusubat miktarının azaltılması ve neticesinde barajların ekonomik ömrünün uzatılması için yapılacak olan yeni çalışmalara altlık oluşturacak şekilde öncü olma niteliğini taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çoruh Nehri Havzası, Oltu mikro havzası, erozyon çubuk yöntemi, kanal erozyonu, oyuntu erozyonu

SUMMARY

DETERMINING SOIL LOSS VIA STREAMBANK AND GULLY EROSIONS IN THE OLTU SUB-WATERSHED WITHIN THE CORUH RIVER BASIN

Water erosion is one of the most important erosion types among the others. As a type of the water erosion, streambank and gully erosions cause even more soil mass movement and debris accumulation resulting more flood events. This study was carried out in 14 different experimental plots in the Oltu watershed, one of the sub watershed of the Coruh River Basin, within the scope of the Coruh River Basin Rehabilitation Project. The experimental plots were randomly selected and identified as a 100 m stream/gully reaches. In these experimental plots, “erosion pin method” was utilize to measure streambank and gully soil losses during 2,5 year study period.

The gully and streambank soil losses during the first (June 2016 – May 2017) and second year of the study period (June 2017 and May 2018) were 47,5 and 30,5 ton/km/yr, respectively. For the last six-month period of the study (June 2018 – November 2018), high soil loss (159 ton/km) via gully and streambank erosion was measured due to increased precipitation amount compared to first two-year dry periods. The bank soil loss rate during the entire study period (2,5 year) was 90,2 ton/km/yr. As a conclusion, streambank and gully erosions are dynamic processes effected by the spatial and temporal scales. Therefore, bank erosion studies like this one should be extended to incorporate the effects of rainfall variation on the erosion losses. Additionally, this study is a pioneer one in the region that identifies a need for the conservation practices (particularly for the gullies) to reduce the soil losses and attached sediment in the stream system and eventually in the dam reservoirs.

Keywords: Çoruh River Basin, Oltu sub-watershed, erosion pin method, streambank erosion, gully erosion

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Oltu mikro havza için belirlenen erozyon çubuk noktalarının bulunmuş olduğu köyler, koordinat ve deniz seviyesi yükseklik bilgileri	30
Tablo 2. Sarımsaz 2.sınıf deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri	39
Tablo 3. Deneme alanlarında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri	40
Tablo 4. Oltu mikro havzasının ortalama iklim verileri (Haziran 2016-Kasım 2018)	41
Tablo 5. Oltu mikro havzası deneme alanlarına ait şev toprak hacim ağırlıkları.....	42
Tablo 6. Deneme alanlarına ait şev yükseklik ve alanları	43
Tablo 7. Kanal ve oyuntu erozyonuyla üretilen toprak kayıplarının çalışmanın 1.yılı, 2.yılı, son 6 aylık dönemdeki, yıllık ve tüm çalışma süresince (2,5 yıl) hesaplanan dağılımı	44
Tablo 8. Kanal (2. & 1. Sınıf) ve oyuntu derelerinin toplam şev uzunlukları, birim toprak kaybı (ton/km/yıl), toplam toprak kaybı (ton/yıl), havza alanına bağlı olarak hesaplanan birim toprak kaybı (ton/ha/yıl) ve oran olarak erozyon miktarları.....	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Çoruh Nehri Havzası ve içerisindeki Oltu mikro havzasının konumu	28
Şekil 2. Oltu mikro havzasındaki kanal (1.sınıf ve 2.sınıf) ve oyuntu dereleri üzerinde belirlenen erozyon ölçüm alanları (14 adet).....	30
Şekil 3. Çalışma alanı olarak kullanılan oyuntu dereleri üzerinde belirlenen erozyon ölçüm alanından bir görünüm	31
Şekil 4. Çalışma alanı olarak kullanılan kanal 2.sınıf dereleri üzerinde belirlenen erozyon ölçüm alanından bir görünüm	31
Şekil 5. Çalışma alanı olarak kullanılan kanal 1.sınıf dereleri üzerinde belirlenen erozyon ölçüm alanından bir görünüm	32
Şekil 6. 100 m'lik oyuntu deresi üzerinde 25 metre aralıklarla belirlenen 5 transekt noktası (kırmızı renkte) ve bu noktalar/kesitin bulunduğu şevler üzerindeki erozyon çubuklarının (açık mavi renkte) konumu	36
Şekil 7. Erozyon çubuk ölçümü; demir çubukların açıkta kalan (toprak dışında) uzunluklarının ölçümü	36
Şekil 8. Şevler üzerinde toprak hacim ağırlığı örnekleme	37
Şekil 9. Dönemsel (altı aylık) toplam yağış miktarları ile erozyon miktarları arasındaki ilişki (Haziran 2016- Kasım 2018).....	41

KISALTMALAR DİZİNİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
ETKE	Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği
Ha	Hektar
M	Metre
RUSLE	Revised Universal Soil Loss Equation
SİO	Sediment İletim Oranı
UA	Uzaktan Algılama
USLE	Universal Soil Loss Equation
YETKE	Yenilenmiş Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği

1 GİRİŞ

Tüm canlı varlıkların üzerinde buldukları, özellikle insanların yaşamlarını devam ettirebilecekleri tek yer olan toprak, dünyanın oluştuğu andan itibaren özellikle insanlık için çok önemli bir doğal kaynak olmuştur. Buna rağmen yaşadığımız yeryüzünün yalnızca 1/3 ü karalarla kaplıdır. Bu oranın da bir kısmının dağlık, çöl, çoraklık gibi doğal kısıtlılıkların olduğu düşünülürse çok az bir miktar toprak insanların kullanımına elverişlidir (Çelik, 2011).

Ekolojik, ekonomik, biyolojik ve kültürel fonksiyonları ile insan, bitki ve hayvan için önemli bir etkisi olan toprak, en önemli doğal kaynaklarımızdan birisidir. Fakat yeterince önlemin alınmaması, aşırı kullanım ve doğal afetlere karşı etkili korunmamasından dolayı giderek kaybolmaktadır (Özsoy, 2007).

Pek çok ülke günümüzde erozyon tehlikesiyle karşı karşıyadır. Yapılan araştırmalara göre; Dünyada her yıl yaklaşık olarak ortalama 24 milyar ton toprak erozyonla kaybedilmektedir. Dünyada erozyon sebebiyle 110 ülke çölleşme tehlikesi ile karşı karşıyadır. Bununla beraber dünyada en çok erozyon Türkiye'nin de içinde bulunduğu Asya Kıtasında görülmektedir (Anonim 1, 2013). Ülkemizde her yıl ortalama 500 milyon ton verimli toprak denizlere ve akarsulara ulaşmaktadır (Özsoy, 2007).

Toprak oluşumunda birçok faktör etkilidir. Bu oluşumda iklimin, yer şekillerinin, ana kayanın ve bitki örtüsüne ek olarak, zaman faktörü de çok önemlidir. Birkaç santimetrelik verimli toprak tabakasının oluşması için yüzlerce hatta bazen binlerce yıl gerektiği düşünülürse, toprak oluşum sürecinin ne kadar uzun ve değişken zor şartların sağlanmasıyla gerçekleştiği anlaşılır. Toprağın oluşumu binlerce yıl sürerken, toprağın taşınarak erozyona uğraması daha kısa sürelerde gerçekleşerek büyük bir hızla yok olmaktadır (Çelik, 2011).

Toprağın yapısını ve dokusunu değiştiren en önemli doğal veya beşeri 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 oluştuıkları yerden aşınır, taşınır ve farklı yerlere birikirler (Cebel ve Akgül, 2011). Bu birikim alanları topografik bir eğim kırıklığı, deniz, göl, akarsu, dere veya bir rezervuar alanı olabilir (Yılmaz, 2006).

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). Yeryüzünde görülen vadi ve ovalar gibi insan müdahalesi olmamış araziler, milyonlarca yıl devam eden doğal erozyon sonucu meydana gelmişlerdir. Yani jeolojik erozyon, toprağın ilk oluşum hızı kadar veya daha az bir hızla oluşur. (Cebel ve Akgül, 2011).

Araziyi tıpkı bir manto gibi saran bitki örtüsü, antropojen etkilerle, yani insanların tahripkâr uğraşları ile yok edilirse, bu durumda toprak biraz önce sözü edilen şekilden ayrı olarak ve hızla aşınıp götürülür. İnsanların, doğal toprak oluşumu ile toprak taşınması arasındaki dengeyi bozmaları şeklinde özetlenebilecek bu olgu ise hızlandırılmış erozyon olarak isimlendirilir (Balcı ve Öztan, 1987). Hızlandırılmış erozyon, toprak oluşumundan çok daha hızlı olduğundan dolayı var olan doğal denge bozulur. Meydana gelen erozyon sonucu, toprak aşınır, toprak derinliğini kaybeder, toprak içerisindeki besin elementleri azalır, bu yüzden üzerindeki bitki örtüsü zayıflar, böylece yaşanan hızlı erozyon sürecine bağlı olarak toprak verimsizleşir. Bu şekilde birbirinin sebep ve sonucu olan ve zincirleme şeklinde gerçekleşen bu olay doğada sürekli devam etmektedir (Cebel ve Akgül, 2011).

Doğaya en çok zarar veren canlı olan insanların yeryüzüne yaptıkları yanlış plan ve uygulamaları doğanın uzun yıllarca oluşturduğu toprağı kısa süre içinde yok

etmektedir. Örneğin, uygulanan yanlış tarım teknik ve yöntemleri, toprağı tutan ormanlarımızın çeşitli sebeplerle yok edilmesi, çayır-meraların mevsiminden önce ve aşırı otlatılması gibi nedenlerle erozyon başlar ve hızlanır. Bu da içinde bulunduğumuz ekosistemin ve ekolojik dengenin bozulması demektir (Bahtiyar, 2006).

Ülkemiz, içinde bulunduğu coğrafi konum, topoğrafya, iklim, jeolojik yapı ve toprak şartları nedeniyle erozyona karşı oldukça duyarlıdır. Bu sebeple insanoğlunun doğaya olan yanlış müdahaleleri ve tabii kaynakları aşırı ve hoyratça kullanımı erozyonu daha fazla artırmaktadır. Erozyonla taşınan topraklarla beraber organik madde taşınmakta, toprağın verimliliği azalmakta, taşınan sedimentle birlikte barajların ekonomik ömrü azalmakta, erozyon sonucu meydana gelen sel ve taşkınlar yerleşim yerlerinde can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi, toprakların korunması ve gıda güvenliğinin sağlanması için erozyonla mücadele edilmesi gerekmektedir (Anonim 1, 2013).

Türkiye'nin kuzeydoğusunda ve Gürcistan sınırında yer alan Çoruh Havzası, yaklaşık 2 milyon hektar alanı kapsamaktadır (ÇNHRP, 2012). Çoruh Nehri, Bayburt İlindeki Mescit Dağlarından başlar, Gürcistan'ın Batum İlinde Karadeniz'e dökülür. Çalışma alanımızın da içinde olduğu Çoruh Nehri Havzasında gerçekleştirilecek Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi, ülkemizin enerji alanında dışa bağımlılığını azaltacağı düşünülmektedir (URL-1).

Özellikle toprak erozyonu nedeniyle ciddi bir doğal kaynak kaybı riskini taşıyan Çoruh Nehri Havzası'nda, şiddetli erozyon nedeniyle, henüz inşaatı devam eden veya tamamlanmış baraj rezervuarlarının planlanandan daha kısa bir sürede dolması ve ekonomik ömürlerinin azalması tehlikeleri 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 rusubat taşımaktadır. Artvin sınırlarındaki, Çoruh Nehri ana kolunda 10 adet baraj projesi olup, mansaptan membaya doğru Muratlı Barajı ve HES, Borçka, Deriner, Artvin ve Yusufeli Baraj ve HES tesisleridir. Ayrıca Bayram ve Bağlık Barajları da Berta Çayı üzerinde bulunmaktadır (URL-1). Çoruh Havzası, Aşağı Çoruh Havzası, Orta Çoruh Havzası ve Yukarı Çoruh Havzası olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Aşağı Çoruh Havzasında Muratlı Barajı, Borçka Barajı ve Deriner Barajları bulunmaktadır.

Bunlardan Muratlı Barajı 2005 yılında su tutmaya başlamış ve ilk enerji üretimini gerçekleştirmiştir. İkinci baraj olan Borçka Barajı'nın açılışı 2006 yılında yapılmıştır. 2012 yılında açılan Deriner Barajı' nın en önemli özelliği Çift Eğrilikli Beton Kemer Barajlar arasında şuan Türkiye'nin birinci Dünya'nın üçüncü yüksek barajı olmasıdır. Deriner, Artvin İlini Erzurum İline bağlayan Karayolunda bulunan köprü'nün 5 km membasındadır (URL-1).

Orta Çoruh Havzasında Artvin Barajı ve Yusufeli Barajı olmak üzere iki adet baraj vardır. Bunlardan Yusufeli Barajı yapım aşamasındadırlar. Artvin Barajı'nın yapımına 1 Ocak 2011'de başlanmıştır. Türkiye'nin en yüksek barajı olan Yusufeli Barajı tek eğrilikli beton kemer ağırlık baraj tipine sahiptir ve 14 Ocak 2016 tarihinde yapımına başlanmıştır (URL-2).

Arkun Barajı, Yukarı Çoruh Havzasının beşinci barajı ve Erzurum İli sınırı dâhilinde 811 metre kotunda olup 2014 yılında hizmete açılmıştır. Aksu Barajı Erzurum'un İspir İlçesi' ne bağlı Taşlıca Köyünün 400 metre mansabındadır, yapım aşamasındadır. İspirde olan Yukarı Çoruh Havzasının Üçüncü Barajı olan bir diğer barajları Güllüoğlu Barajı ve HES ve yapım aşamasındadır. Yukarı Çoruh havzasının İkinci Barajı İspir Barajı ve HES, Erzurum İli, Pazaryolu İlçesi'nde yapım aşamasındadır. Çoruh Havzasının menbasında yapılan Laleli Barajı ve HES, Bayburt' ta bulunan Laleli Köyü sınırlarındadır (URL-1).

Çalışma alanımız, Çoruh Nehri Havzasında yer alan Erzurum Oltu İlçesinde bulunmaktadır. Bu yüzden ilk başta Çoruh Havzası ve Oltu ilçesi ile ilgili genel mevkileri, yeryüzü şekli ve iklim özelliklerinden bahsedilecektir.

Bu çalışma, Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (2012-2019) kapsamında, Çoruh Havzası, Erzurum-Oltu İlçesinde bulunan 14 farklı alandaki kuru ve sulu dere şevlerinde gerçekleşen kanal (dere kenarı) ve oyuntu erozyonuyla gerçekleşen toprak kaybı miktarının, erozyon çubuk yöntemi uygulanarak ölçümü amaçlanmıştır.

Çalışma; arazi incelemeleri, etütleri ve ölçümleri ile başlayıp, veri toplama ve düzenleme, literatür araştırması, bilgisayar ortamında arazide yapılan ölçümlerin tablo haline dönüştürülmesi ve hesaplanması, sahalardan alınan toprak örneklerinin laboratuvar ortamında analizlerinin yapılması gibi aşamalardan oluşmaktadır. Çalışma

sonunda ortaya çıkan ve elde edilen veriler sonucunda; engebeli, sarp, rakımı birden yükselen, meyilli, vejetasyon örtüsünün tahripler sonucu bozulduğu, toprak verimliliğinin azaldığı, aşırı otlatmanın yapıldığı, baraj rezervuarlarının dolduğu ve yanlış arazi kullanımının olduğu Oltu mikro havzasında yer alan 14 farklı deneme alanındaki kanal ve oyuntularda ne kadar aşınma ve birikmenin meydana geldiği belirlenmiş olacaktır. Bunun sonucunda, ölçüm yapılan kanal ve oyuntu derelerinde kültürel, idari ve mekanik erozyon kontrol önlemlerine bir atlık oluşturulmuş olacaktır.

Ayrıca belirtmek gerekir ki bu çalışma Oltu mikro havzasında bundan önceki yıllarda (Haziran 2014- Mayıs 2016) yapılan diğer bir öncü çalışmanın (Tufekcioglu, 2018) devamı niteliğindedir. Bu çalışmada Haziran 2016 – Kasım 2018 arası iki buçuk yıllık bir veri seti değerlendirilmiştir.

Bu bağlamda çalışma etaplarına direk geçiş yapmadan önce genel olarak, erozyonun ne olduğu, tanımı, oluşumunu etkileyen faktörleri, çeşitleri ve kontrolü için alınan önlemlere değinilmiştir.

1.1 Erozyon Oluşumu ve Çeşitleri

Toprağın aşınmasını önleyen bitki örtüsünün, tahripler sonucu yok edilmesi ile koruyucu bitki örtüden yoksun kalan toprağın, su ve rüzgârın etkisi ile aşınması ve sonrasında taşınması olayı erozyondur (Gürlek, 2015). Genel olarak irdelendiğinde bir kuvvet ve bu kuvvete bağlı olarak toprağın taşınmaya eğilimi ile oluşan bir olgudur. Toprak erozyonunda erozivite ve erodibilite dediğimiz iki kavram söz konusudur. Bunlardan erozivite, hareket halindeki suyun toprağı erozyona uğratabilme potansiyelidir. Eroziv su kuvvetleri erozyona sebep olan kuvvetlerdir. Bunlar; toprak agregatlarını çözen, parçalayan, dağıtan ve bir yerden bir yere taşıyan yağmur damlası, yüzeysel akış, dere akımı gibi kuvvetlerdir. Erodibilite kavramı ise toprağın fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinden oluşan yapısının eroziv etmenlere dolayısı ile erozyona karşı direncini gösterir. Toprağın erodibilite özellikleri arasında; infiltrasyon, permeabilite, kohezyon ve toprak gözenek hacmi vardır (Babur ve ark. 2016).

Bover 1956' da toprak ve su erozyonunu etkileyen faktörleri iklim, topoğrafya, toprak, vejetasyon ve insan olarak sıralamıştır (Anonim, 1999).

Sıcaklık, yağış ve rüzgâr faktörleri iklim fonksiyonunun erozyon üzerine etkisidir. Bu maddelerin içerisinde en önemlisi yağıştır. Çünkü yağışın şiddeti, süresi ve zamanı erozyona farklı bir şekilde etki etmektedir. Yağışın şiddeti fazla aynı zamanda süresi uzun ise, erozyonun da şiddeti fazla olmaktadır (Anonim, 2015).

İklim fonksiyonlarından sıcaklığın olumlu etkisi, evaporasyonun yükselmesi ile toprağın neminin ve dolayısı ile yüzeysel akışın azalmasıdır. Olumsuz etkisi ise sıcaklığın yüksek olması durumunda kar erimesi ile yüzeysel akışın artması; sıcaklığın düşük olması durumunda da toprağın donması ile infiltrasyon ve perkolasyonun düşmesidir (Babur ve ark. 2016). Yağmur damlalarının düşme açısı ve toprağa çarpma hızında etkili olan rüzgâr, erozyon üzerine bir etkisi olan bir diğer iklim fonksiyonudur (Yılmaz, 2006).

İklim fonksiyonlarından en önemli maddenin yağış olduğunu belirtmiştik. Yağış miktarıyla beraber, yağış esnasında toprakta bulunan nem içeriği, sıcaklık, damla büyüklük dağılımı, damlanın düşme hızı, yağış yoğunluğu ve süresi ile yağışın yere düşme açısı gibi faktörler erozyonla oluşan toprak kaybına büyük oranda etki etmektedir (Yılmaz, 2006)

Erozyonun şiddeti açısından, topoğrafya fonksiyonlarından ikisi olan yamacın eğimi ve uzunluğu erozyonda önemli etkenlerdir. Eğimin %5'den %10'a çıktığı durumda, erozyon miktarında 3 kat artış, %15'e çıkma durumunda ise 5 kata kadar artış olmaktadır (Anonim, 2015). Bir diğer topoğrafik faktör ise bakıdır. Kuzey bakıda orman yoğun, yağış fazla, toprak suya doymuş ve bu nedenle yüzeysel akış söz konusudur. Güney bakıda ise çöşkun ve gür bir bitki örtüsü yoktur. Kumlu toprak daha çöktür. Yağış kuzey bakıya göre daha az olmaktadır (Anonim, 2015).

Vejetasyon ve ölü örtü faktörü çok önemlidir. Çünkü erozyon riski altında bulunan havzalarda, havzaya düşen yağmur damlasının toprağa direk çarpmasını engelleyecek yeterlilikte orman ve ölü örtü olmadığında yağış suları, yüzeysel akışa geçerek heyelan ve sel meydana getirmektedir (Karagül, 1996).

Diri veya ölü bitki örtüsü ile kaplanmış arazilerde çıplak arazilere göre erozyon daha az miktarda meydana gelmektedir. Bunun nedeni, toprağı örten bitki örtüsünün, intersepsiyonla toprağı düşen yağışın miktarını, vuruş şiddetini ve mekanik etkisini azaltmasıdır (Anonim, 2015). Şiddetli yağmurları zararsızca toprağı iletir ve permeabiliteyi iyileştirir. Sel akımlarını düzenlemektedir. Dere hidrografının artışı yavaşlatmakla birlikte taşınan sediment miktarını da azaltmaktadır (Çilek, 2013).

Bir deneme alanında yağmur yağışının altında bitki örtüsü ile kaplı yüzeyde 10 yılda toplam 9,4 ton/ha toprak kaybı görülürken, doğal olarak yağmur damlalarının serbest düştüğü çıplak bir arazide 10 yılda toplam olarak 1265,7 ton/ha toprak kaybı olduğu görülmüştür. Bu iki durum karşılaştırıldığında, üzerinde bitki örtüsü olmayan arazide kaybedilen toprak kaybı, bitki örtüsü ile kaplı arazideki toprak kaybının 135 katıdır. (Çilek, 2013).

Toprağın kum, kil, toz oranı, tanecik büyüklüğü, gözenekliliği, nem ve organik madde miktarı su erozyonuna etki eden faktörler arasındadır. Kaba tekstürlü bir topraktaki yüzeysel akış ince tekstürlü bir toprağı göre infiltrasyon kabiliyeti yüksek olduğu için daha az olur. Toprağın nem miktarının az veya çok olması durumu yüzeysel akışı etkilemektedir (Anonim, 2015).

Toprağın bir diğer özelliği ise organik maddece zengin olması ve tane büyüklüğüdür. Toprağın aşınmasına neden olan tane büyüklüğünün dağılımı büyük ölçüde su tutma kapasitesini artıran toprak organik maddesini etkilemektedir. Organik madde aşınabilirliği azaltabildiği için toprağın ayrılma duyarlılığını azaltır. (Çilek, 2013).

İnsan, doğayı en fazla kullanan, en fazla bozan ve en fazla düzelten varlıktır. İnsan ekonomik, sosyal ve tarımsal ihtiyaçlarını karşılamak için bitki örtüsünü kaldırarak, toprağı diğer kullanma fonksiyonlarına dönüştürmektedir. Bunu yaparken gerekli tedbir alınmadığı zaman, büyük zararlara neden olabilecek bir erozyona maruz kalınabilir (Anonim, 2015).

1.1.1 Erozyon Çeşitleri

Erozyonun oluşumu rüzgâr, su, buzul, dalga, yerçekimi ve çığ gibi eroziv kuvvetlerin (dış güçlerin) toprak üzerindeki etkisi ve şiddetine bağlı olarak gerçekleşen bir süreçtir.

Bu açıdan bakıldığında toprağın erozyona uğratılmasına neden olan bu eroziv güçlere göre çeşitleri vardır (Özsoy, 2007).

Su erozyonu; yağan yağmur ve eriyen kar sularının toprak yüzeyinde eğim yönünde ilerlerken toprak zerrecelerini, organik maddesini ve suda eriyebilen bitki besin elementlerini bulunduğu yerden koparması, taşınması ve son olarak farklı yere depolaması olayıdır (Cebel ve Akgül, 2011). Özellikle bitki örtüsünden yoksun ve meyilli arazilerde, verimli üst toprağı aşındırıp taşıyan yağmur ve eriyen kar suları, ardında verimsiz ve üretken olmayan kaba iskelet bir toprak bırakır (Bahtiyar, 2006). Bu erozyon türü dünyada en fazla problemin yaşandığı erozyon türüdür (Yılmaz, 2006).

Rüzgâr erozyonu, kurak ve yarı kurak alanlarda, en çok görülen su erozyonundan daha etkilidir. Bu erozyon, bir doğa olayı olan rüzgârların toprağı önce aşındırarak taşınması ve sonra bulunduğu yerden başka bir yere biriktirmesi olayıdır. Rüzgârın 20-25 km/sa. lik hızı erozyonun başlaması için yeterlidir. Yarı kurak ve kurak bölgelerde, kum tekstürlü topraklar zayıf bitki örtüsüne sahip oldukları için daha fazla erozyon etkisinde kalırlar. Toprak yüzeyi bitki örtüsü bakımından ne kadar zenginse erozyon olayı da ters orantılı bir şekilde o kadar az olmaktadır. Kurak alanlarda su erozyonu sadece tesadüfi yağışlarla (epizodik) meydana gelir (Şimşekli, 2012).

Su erozyonu, özellikle ülkemizde büyük boyutlarda tahribatlara yol açan en önemli erozyondur. İkinci erozyon çeşidi olan rüzgâr erozyonu da bilhassa ülkemizdeki tarım alanlarında ve deniz kıyısında kendini göstermektedir (ÇEMGM, 2015).

Buzul erozyonu da yükseklerde biriken aşırı miktardaki karın sıkışması, yoğunluğunun artarak buzullaşması ve yavaşça aşağıya doğru hareket etmesi olayıdır. Erozyonun tanımında olduğu gibi buzulların aşınarak, taşınıp ve sonunda birikerek meydana getirdikleri bir erozyon çeşididir. Dünyadaki buzul alanları insanlar tarafından herhangi bir ekonomik hedef olarak düşünülmediği için buzullara zarar verecek müdahalelerde bulunulmamıştır. Buzul erozyonu diğerlerine oranla daha az zararlı görülmektedir (Yılmaz, 2006). Buzul erozyonu ülkemizde önlem alınmasını gerektirecek boyutta değildir (ÇEMGM, 2015).

Dalga erozyonu, yeryüzünü şekillendirmesi bakımından oldukça önemlidir. Denizler sürükledikleri kumlar, çakıllar ve dalgalarla fiziksel ve kimyasal aşındırma yaparlar. Bu kum, çakıl ve dalgalar sahillerin özellikle dik kısımlarına vurarak aşındırırlar ve böylece kıyı geriye gider. Deniz sularındaki dalgalar sahilde bulunan kayaları eriterek ve parçalayarak, kimyasal aşındırma ile mağara ve oyuklar oluştururlar. Dalgaların hidrolik etkileri dalganın şiddetine, yüksekliğine ve uzunluğuna bağlıdır (URL-2).

Çığ erozyonu ise, bir yamaç üzerinde bulunan kar kütesinin yamaçla olan bağlantısının kopması ya da yeni yağın karlarla yamaç yükünün artmasıyla beraber karların dengesini kaybederek yamaç aşağı akmasına denir (URL-2).

Kütle hareketi, yer çekimi etkisi altında ufak ya da iri kütleler şeklinde ayrışma ürünü olan kaya üzerinde bulunan örtünün yamaç aşağı istikametinde yer değiştirmesinden kaynaklanmaktadır. Heyelan, çamur (lav) akıntıları, kaya düşmesi, materyal çığı ve dağ uçması gibi çeşitleri vardır (Balcı ve Öztan, 1987).

Bu çalışmada esas olarak, su erozyonu çeşitleri ve özellikle kanal (dere kenarı) ve oyuntu erozyonu üzerinde durulacaktır.

1.1.2 Su Erozyonu Oluşumu ve Çeşitleri

Türkiye' nin toplam alanının %58,7'sinde şiddetli ve çok şiddetli düzeyde erozyon olayları görülmektedir (ÇEMGM, 2015). Türkiye'de su erozyonu, rüzgâr erozyonuna göre çok daha yaygındır. Bu sebeple ülkemiz koşullarında erozyon dendiğinde ilk akla gelen su erozyonu ve onun çeşitleridir. Su, toprak parçacıklarının agregat (bozulmamış bütensel) yapısını bozarak arazi yüzeyini kaplayan toprak kütesinden koparmak ve onları eğim doğrultusunda taşımak ve biriktirmek suretiyle erozyona neden olmaktadır (Yürekli ve Öztürk, 2000).

Su erozyonu, yağmur damlasının toprağın yüzeyine vurması agregatları kırması veya karların erimesi ile oluşan suyun etkisi ile başlar. Bu olay birbirini izleyen üç aşamayı kapsamaktadır. Birinci aşamada, toprak kitlesini oluşturan toprak parçacıkları gevşer ve çözülür. İkinci aşamada, gevşemiş ve çözülmüş toprak taneleri taşınır. Üçüncü aşamada ise taşınan toprak materyali bir yerde birikir (Balcı ve Öztan, 1987).

Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan Tarım Bakanlığı, su yüzünden meydana gelen erozyonu yüzey ve oyuntu erozyonu ile bu iki erozyonun şiddetlerine göre sınıflandırmıştır. Bu şekilde geliştirilen sistem, ülkemiz şartlarına göre değiştirilip sınıflandırma yapılmıştır (Balcı ve Öztan, 1987).

Geniş kapsamlı olarak değerlendirdiğimizde suyun etkisi ile gerçekleşen erozyon tiplerini beş farklı başlık altında sınıflandırabiliriz. Bunlar; damla, yüzey, parmak, oyuntu ve kanal erozyonudur.

1.1.2.1 Damla Erozyonu

Su erozyonu ilk olarak yağmur damlalarının toprağa düşerek çarpması ile meydana gelir (Bahtiyar, 2006). Yağmur damlası erozyonu, şiddetli bir yağış sonrasında, yağmur damlalarının ulaştıkları ortalama 32 km\saatlik hız nedeniyle bitki örtüsünden yoksun toprağa çarpmaları neticesinde oluşur. Sonuç olarak toprak agregatlar kırılır, bütünsel yapısı bozulur ve yüzey balçıkla kaplanır. Suyu toprağın alt katmanlarına sızdıran kanalcıklar kapanır. Nihayetinde toprağın infiltrasyon hızı azalır (Yürekli ve Öztürk, 2000).

Damlanın büyüklüğü, hızı, yönü ve ağırlığı toprağın zerrelerinin koparılmasına neden olan faktörlerdir. Eğer toprak yüzeyi bitki örtüsü ve organik atıklarla kaplı ise damla enerjisi kırılır ve sonuçta aşınma olmaz (Cebel ve Akgül, 2011).

Yağışlarla toprak yüzeyine kadar gelen suyun, bir kısmı toprağa girmeden yüzeysel akış ile eğim yönünde akar, bir kısmı da toprağa girer. Toprağa giren suyun bir kısmı topraktaki gözenekler tarafından tutulur, fazlası da yer çekimi etkisi altında aşağılara doğru sızar. Toprakta bulunan su ise ya sıcaklık etkisi ile buharlaşır veya bitki kökleri tarafından alınarak fotosentez için kullanılır (Çepel, 1988).

Yağmur damlasının düşüş hızı, yer çekimi, hava direnci ve rüzgâr tarafından belirlenir. Damlaların taşıdıkları kinetik enerji nedeniyledir ki, tabaka-yüzey erozyonu tipinde, yağmur damlasının toprağı dövme etkisi önem kazanmaktadır. Nitekim yağmur damlaları bu dövme etkileri ile toprak yüzeyini sıkıştırır ve yüzeyde yoğunluğu yüksek bir kabuk tabaka oluşturur. Diğer taraftan, yüzeyde oluşan bulanık ve çamurlu su, infiltrasyonla toprağa girerken toprağın büyük boşluklarını veya gözeneklerini

tkayarak infiltrasyonun azalmasına ve yüzeysel akışın artmasına neden olur (Balcı ve Öztan, 1987).

Eğimli arazilerde yağmur damlasının çarpma gücü ile ana toprak kütesinden ayrılan ve yukarı doğru sıçrayan toprak taneleri, eski yerlerine düşmeyip, eğimin ve rüzgârın etkisiyle, biraz daha aşağıya doğru düşer. Şiddetli bir yağış esnasında, bitkisel örtüsü az olan 0,1 hektarlık bir alanda 25 tondan fazla toprak tanesi yağmur damla etkisi ile sıçrayarak, eğim doğrultusunda bir yerden başka bir yere gelmiştir. Yağmur damlası erozyonu, bu özelliği ile bir bakıma yüzey, parmak ve oyuntu erozyonunun ilk aşamasıdır. Yağmur damlalarının çözüp sıçrattığı toprak tanelerinin büyük bir kısmını 2 mm den daha küçük çapa sahip olanlar oluşturur. Çok az miktarda 2 mm den büyük parçacık da aynı harekete maruz kalır (Yürekli ve Öztürk, 2000).

Damla erozyonunun meydana gelmemesi için, toprak yüzeyinin yeşil bitkilerle kaplı olması ya da hasat sonrası anızın bırakılması örtülü bırakılması gerekmektedir. Böylece yağmur damlasının gücü kırılarak toprak darbe etkisinden kurtulmuş olur. Damla erozyonunu yeterince önlemek için, toprak bu tip bir erozyona karşı hassas mı değil mi diye tespit edilmeli, her mevsimde yağın yağmur ne kadar erozyon meydana getiriyor belirlenmeli, toprak yüzeyini bitki örtüsüyle kaplamak için uygun bir ekim nöbetinin planlanması gerekir. Damla erozyonunun önlenmesi ve kontrol edilmesindeki en önemli yöntem, toprak yüzeyini örten sık bitkilerdir. Bunlar, yüksek boylu ve seyrek bitkiler uygulamaktansa alçak ve sık bitkiler daha etkilidir (URL-3).

1.1.2.2 Yüzey-Tabaka Erozyonu

Bitki örtüsünden yoksun ve eğimli arazilerde, toprak zerrelere yağmur damlası ile yerlerinden kopararak, ince bir tabakayla yüzeysel akışla beraber taşınmasıdır. Toprağın infiltrasyon hızının yağmur damlasının düşme hızından az olması durumunda, meyil yönünde akıma geçen sızmayan su tabaka veya yüzey erozyonu oluşturmaktadır (Cebel ve Akgül, 2011). Asıl olarak, toprağın renginin zamanla açılması ile fark edilen, toprağın üst tabakasını götüren, iz bırakmayan sinsi bir erozyondur (Deniz, 2012). Bu tip toprak taşınması bazen o kadar yavaş olur ki, erozyon hakkında bilgisi olmayanlar, toprağın renginin değişerek, açılmakta olduğunu sanırlar. Aslında bu renk değişikliği, organik madde bakımından zengin, genelde koyu

bir renge sahip üst toprağın taşınması ve açık renge sahip alt toprağın ortaya çıkmasından başka bir şey değildir. Bu erozyon, arazi eğiminin ve yüzeyinin kısmen düzgün ve meyilli olduğu yerlerde yüzeysel suların belli kanalcıklarda yoğunlaşmadığı durumlarda, yağmur damlasının ve yüzeyde hareket eden suyun etkisi ile oluşan bir erozyondur (Balcı ve Öztan, 1987).

Akan suyun erozyon oluşturmadaki etkinliği; suyun taşıdığı aşındırıcı materyalin tipi ve miktarına, suyun akış tipine (daha ziyade çalkantılı bir akım olup olmadığına) ve hızına bağlıdır. Hız, akış derinliği ve arazinin eğimine bağlı olarak artmaktadır. Çalkantılı akım, yağış yoğunluğu arttıkça ve yüzey akışı çukurluklarda yoğunlaştıkça artmaktadır. Yüzey akışın aşındırma kapasitesi, yüzey akış suyunun enerjisine ve yüzey akış suyundaki (süspansiyondaki) materyalin miktar ve tipine bağlıdır. Toprak kırıntıları, yüzey sürüklenmesi, süspansiyon ve sıçrama olaylarının birleşimi ile bir yerden başka bir yere taşınırlar (Çanga, 1985).

Yüzey erozyonunun en sık görüldüğü yerler, en başta örtü olmayan ve eğimli ve bol yağış alan araziler, ince tekstürlü ve zayıf strüktürlü toprak yapısına sahip araziler, özellikle yüzey toprağın hemen altında geçirimsiz katman bulunduran killi alanlar ile organik madde bakımında fakir arazilerdir (Bahtiyar, 2006).

Yüzey erozyonunu kontrol altında tutmak için yüzeysel akışla gelen suyun debisi ile hızını azaltıcı ve ayrıca araziye uygun toprak yönetim tekniklerin uygulanması gerekmektedir. Teraslama yapılarak eğim azaltılabilir, şerit ekim ve malçlama ile arazi yüzeyi bitki örtüsü ile kaplanabilir, toprak gübre ve baklagiller ile organik maddece zenginleştirilebilir. Ayrıca toprağı tavında uygun ve sağanak yağışlardan sonra işleyerek strüktürünün iyileştirildiğı taktirde yüzey erozyonuna karşı önlemler alınmış olur (Bahtiyar, 2006).

1.1.2.3 Oluk-Parmak Erozyonu

Parmak erozyonu, çıplak ve eğimli tarım toprakları yüzeyinde yamaç boyunca oluşan yüzeysel akışın, toprak yüzeyinin ince olukçuklar şeklinde ve belli çizgiler boyunca yoğunlaşarak oyulması ile meydana gelir. Bu oluklar, en az 1-2 cm en fazla 10-12 cm derinlikte olabilirler ve bir yamaç üzerinde oldukça sık ve bir elin parmakları gibi bir görünüm kazanırlar (Balcı ve Öztan, 1987).

Parmak veya oluk erozyonu, genelde tarım alanları ve yamaçların eğimli yerlerinde, yağmur ve ya kar erimeleri sonrası yüzey akışa geçen suların aşındırması sonucu meydana gelen çizgisel kanalcıklar şeklinde birbirine paralel olarak uzanan bir erozyon çeşididir. Parmak erozyonu, kum ve toz oranı bakımından zengin toprağa sahip ve eğimi % 4-5 den fazla olan arazilerde en sık rastlanan erozyon çeşididir. Yüzey erozyonun ilerlemiş hali parmak erozyonudur ve bariz bir şekilde kendini göstermesine rağmen, çoğunlukla ihmal edilir. Oluşan küçük oluklar nedeniyle toprak işleme aletleriyle kolayca giderilir ve unutulur (Parlak ve Çanga, 2007).

1.1.2.4 Oyuntu Erozyonu

Oluk erozyonunun ilerlemiş aşaması oyuntu erozyonudur. Meyilli bir arazide aşağı akan yüzey akış suları, arazinin çukur kesimlerinde sel halinde toplanır ve bir çıkış yolu oluşturduktan sonra akış yollarını hem derinleştirip hem de genişletmeye çalışırlar. Ayrıca bu oluklar arazinin eteklerine doğru birbirlerine yaklaşılarak birleşirler ve daha sonra bazı oyuntular oluşur. Bu şekilde meydana gelen oluşumlara oyuntu erozyonu denmektedir. Oyuntu erozyonundaki yarıntılar için toprak işleme sırasında düzeltilerek, bir sonraki yüzey akışta daha da büyümemesi için önlem alınabilir (Bahtiyar, 2006).

Oyuntu erozyonu, geniş alanları kaplayan ve erozyonun karakteristik bir göstergesi olarak nitelendirilir. Ülkelerde bu erozyona çeşitli isimler verilmiştir. Örneğin; Amerika Birleşik Devletleri'nde ve İngiltere' de "gully", Güney Afrika'da "donga", Mısır'da "vadi", Hindistan'da "nulla" ve ülkemizde ise "sel yarıntısı" veya "oyuntu" şeklinde adlandırılmıştır. Ancak adı ne olursa olsun oyuntunun tanımı; aralıklı olarak birdenbire gelen sel sularının oluşturduğu aşındırılmış ve dik kenarlı suyolu şeklindedir. Verimsiz ve bitki örtüsü bakımından fakir olan toprakların yer aldığı yarı kurak iklim bölgelerinde oldukça yaygındır. Bununla beraber tropikal ormanlardaki bitki örtüsü altındaki derin topraklarda da oyuntuların görsel anlamda çok güzel emsallerine rastlamak mümkündür (Çelebi ve Kılıç, 2010).

Olukların su erozyonu ile oyularak daha geniş ve de derin kanallar oluşturmasıyla toprak işleme de güç olmaktadır Bir erozyon hattına oyuntu denmesi için, en az 25-30 cm derinliğe ve 45-50 cm enine sahip olmalıdır (Deniz 2012). Ormanlık alanda ise,

yeni oluşmuş herhangi bir kanal veya yarınıtıda, ağaçların yan kökleri ortaya çıkmış ise oyuntu erozyonu olarak tanımlanabilir (Balcı ve Öztan, 1987).

Kanalcıkların giderek derinleşmesi esasen oluk erozyonunun ihmal edilmesinden dolayı olmuştur. Oyuntular, bazen çöküntü alanlardan, tarla sürüm yarıklarından, doğal drenaj kanallarının açıkta kalmasından, araba tekerlek izlerinden, hayvan izlerinden veya altları oyulmuş teraslardan oluşabilmektedir. Yağışın şiddeti, miktarı ve dağılımına, eğimin uzunluğuna ve ayrıca eğim derecesine bağlı olarak meydana gelirler (Çelik, 2011).

Oyuntu erozyonunun başlıca nedeni sürüm veya otlatma sonucu mevcut koruyucu bitki örtüsünün azalmasıdır. Eğim aşağı ve yukarı sürüm, yanlış mühendislik yapıları (teraslar, hendekler, saptırıcılar), çiftlik hayvanlarının izleri, maden arama çalışmaları ve bitki örtüsünün çeşitli nedenlerle tahribi gibi doğal koşullardaki pek çok değişiklikler oyuntuların yayılmasına katkıda bulunur. (Çelebi ve Kılıç, 2010).

Oyuntular şekillerine göre V- şeklinde ve U- şeklinde olmak üzere 2'ye ayrılır. Kil, kum-kil, şist veya marn'den meydana gelen homojen malzemelerden oluşmuş gevşek ve tabiattaki en yaygın oyuntular V şeklindedir (Yurtcan, 2009). Eğer ana materyal ve alt toprak yumuşak ve erozyona uygun ise, V- şeklindeki kesitin yan kenarları tabana doğru basitçe aşınır ve U- şeklinde oyuntulara dönüşür (Balcı ve Öztan, 1987).

Yapılan inceleme ve gözlemlere göre, oyuntunun gelişime ve dengeye ulaşım sürecinde 4 aşama vardır:

1. Aşama: Eğer arazide eğim yönünde yüzeysel sular bir çizgi boyunca yoğunlaşarak akarsa, gerçekleşen yüzey erozyonu sonucu bir oluk oluşmaktadır. Ancak, üst toprak erozyona dayanıklı ise bu olgu yavaş yavaş olmaktadır (Balcı ve Öztan, 1987).

2. Aşama: Bu aşamada oluk erozyonu büyüyerek oyuntuya dönüşmekte ve zaman içerisinde önlem alınmadığı takdirde oyuntu başı yukarıya doğru ilerlemekte ve genişlemektedir. Oyuntu C- horizonuna inmekte ve ana materyal eğer yumuşak ve dayanıksız ise, oyuntu başının altı oyulmakta ve daha sonra üst kısım (üst toprak) göçmektedir. Buradaki su düşüşü ile taban oyulması devam etmekte ve oyuntu başı ilerlemektedir (Balcı ve Öztan, 1987).

3. Aşama: Oyuntu kanalının genişlemesi ve bitkilerin yerleşmesi ve büyümesi ile oyulmada bir gerileme ve bir düzelme başlamaktadır. Bu durum oyuntu eğiminin bir denge eğimi haline gelmesi ile ilgilidir (Balcı ve Öztan, 1987).

4. Aşama: Gerek oyuntunun boyun eğiminde, gerekse şevlerde bir dengenin oluşması ile oyulma durmaktadır. Bitki örtüsü toprağı örtmekte, akan su oyucu bir hız kazanmadığı için durgun bir aşamaya ulaşılmaktadır (Balcı ve Öztan, 1987).

Yukarıda anlatılanların aksine, doğal bir suyolu, kararlı denge durumundan uzaklaştırıldığında oyuntu erozyonu meydana gelir. Taşınması gereken su akışı için, uygun bir eğime, hacme ve şekle sahip olan herhangi bir suyolu tamamen denge halindedir. Suyolundaki bu dengeyi bozan nedenlerden birincisi kanalın taşınması gereken taşkın suyunun miktarında bir artışın olmasıdır. İkinci olarak bu kanalın taşkını taşıma kapasitesinin azalmasıdır (Çelebi ve Kılıç, 2010).

Oyuntu erozyonunun başlamasını önlemek için yapılan masraflar, başladıktan sonra yapılan masraflardan daha ekonomiktir. Yamaç ıslahı için alınacak önlemler oyuntu erozyonu için alınacak önlemlerle aynıdır. Ayrıca doğal dengenin bozulduğu alanlarda kültürel tedbirler alınmadan bir oyuntu ıslahı düşünülemez (Küçüköngül, 2013).

Su toplanma bölgesindeki oyuntularda alınacak önlemlerde şu yapılar kullanılmaktadır: Çevirme hendekleri diğer adıyla saptırma kanalları, tahliye kanalları (suyolları) ve enine yapılarda denilen sınaî tesislerdir. Sınai Tesislerin ise miks eşikler ile harçlı duvar eşikler, kuru duvar eşikler, kafes tel eşikler, çuvallı seddeler ve biyolojik yapılar (örme canlı eşik, çalı demetli canlı eşik) gibi oyuntu ıslah çeşitleri vardır (Küçüköngül, 2013). Bu tesisler uygun yerlerde yapılırsa, olası büyük afetlerden kaçınılmış olunur. Örneğin, saptırma kanalları, suların bir tahliye kanalına veya bir dereye akıtılması gayesi ile oyuntuya gelmeden akıcı bir hendekte toplayarak araziyi ıslah etmek amacıyla tesis edilirler. Böylece aşırı yüzeysel akışın verdiği zararlardan teraslanmış yamaç arazi korunmuş olur (Anonim 1, 2013).

1.1.2.5 Kanal-Akarsu Yatak Erozyonu

Akarsuların hem kenarlarında hem de yatak içinde sürekli veya dönemsel olarak akan suyun dere yatağının kenarlarını ve dere tabanını aşındırması ile oluşan erozyon

çeşididir (Deniz 2012). Oyuntu erozyonundan ayıran en önemli özellik, akarsularda dere kenarlarında devamlı bir erozyon söz konusu olup, oyuntularda ise sadece su akışının olduğu zamanlarda erozyon meydana gelir. Akarsu kenarları aşınması sadece yanlardan gelen yüzey akış suları ile değil, ayrıca yatağın içinden akan su tarafından da erozyona uğramaktadır (Çanga, 1985).

Akarsu yatak eğimine ve yatakta akan sel sularının debisine bağlı olarak kıyıları ve tabanını aşındırıp oyması, sürükleyerek götürmesine kanal erozyonu denir. Bu erozyonu da kendi arasında ikiye ayırmak mümkündür. Birincisi kanal tabanının oyulup derinleşmesine mecra/tabana (bed erosion) erozyonu, sel sularının kanal kenarlarını (şevlerini) oyarak sel yatağının genişlemesine ve toprağı büyük kütleler halinde götürmesine kenar (bank erosion) erozyonu denir (Bahtiyar, 2006).

Akarsular, yeryüzünde yılın belli dönemlerinde devamlı veya zaman zaman akan, belirli bir eğimi olan bir yatak içerisinde, akış gösteren sulardır. Bu yüzden akarsuların erozyona, yani aşınmaya katkısı oldukça fazladır. Akarsu yüzeyinde veya hemen altında meydana gelen erozyon, yamacın altının oyulmasına neden olur ve bankın üst kısmı çöker (Yılmaz, 2006).

Bir sel deresinde, boğaz bölgesinin memba kısmındaki kıyı ve taban oyulmalarından kaynaklanan materyal, genellikle kaba materyaldir. Boğaz bölgesinin mansabında ise, kıyı ve taban oyulmaları verimli taban arazilerinin kaybına neden olurken, askıdaki materyal yükü bakımından da önemli bir kaynak olarak rol oynamaktadır (Balcı ve Öztan, 1987).

Genelde önlem alınmayan kanal erozyonu pek çok felaket ve zararlar sebep olduğu halde önlem alınmaz. Aşırı yağıştan sonra herhangi bir yerleşim yerine yakın veya merkezinde meydana gelen büyük bir sel ve taşkın olayları can, mal ve tesis kaybı yaşanmasına sebep olmaktadır. Bunların yanı sıra, akarsu ve göllerin su kalitesini düşüren, barajların vaktinden önce dolmasına ve ekonomik ömürlerin kısılmasına yol açan kanal erozyonunun önlenmesi için havza olarak ele alıp oldukça kapsamlı ve maliyetli teknik ve kültürel önlemlerin alınması gerekmektedir (Bahtiyar, 2006).

Kanal erozyonu önlenmesinde ve mecra ıslahında ana sel deresi bölümü, havzanın en önemli bölümüdür. Dere havzasının ana sel bölümünde alınacak önlemlerin türü,

miktarı ve boyutları, yukarı havzanın ayırıcı niteliği ile yakından ilgilidir. Mecraya ıslah sekisi inşa ederek, taban ve kıyı oyulmalarını önlemek ve yamaçların zarar görmemesini sağlamak mümkündür. Kanal erozyonuna maruz kalacak bölgede yapılabilecek tesisler; ıslah sekileri, geçirgen-süzücü yapılar, tersip bentleri, taban kuşakları ve britlerdir (Anonim, 2015).

Islah Sekileri, sel derelerinde dere tabanının ve kenarının korunması, heyelanlı kıyıların ve yamaç eteklerinin desteklenmesi, yatakta biriken malzemenin azaltılması ya da fazla taşıntının uygun yerlerde depolanması amacıyla, dere yataklarında yapılan bir dizi yapıya denir (Anonim, 2015). Kargir, beton, ahşap, fildöfer ve toprak gibi geniş çeşitlilikte ıslah sekileri vardır. Burada amaç, toprağın taşınmasını aşınmasını ve rüsubat oluşumunu önleyerek toprağı olduğu yerde tutmaktır (Dinçsoy, 2013)

Geçirgen yapılardan olan sel kapanları, eğimle beraber havzadan gelen sel sularını depolayarak yüksek akışları hafifleten, sel akımını ayarlayan ve daha uzun bir sürede akarsu çıkışına tasarlanan miktarda su bırakan alçak bir barajlardır denebilir (Anonim 2, 2013).

Tersip bentleri, akarsuların yukarı havzalarından kaynaklanan rüsubatı mansaba intikal etmeden uygun yatak kesitlerinde depolamak maksadıyla inşa edilen enine yapılardır (Biroğlu, 2016). Bunlara biriktirme barajları da denir.

Taban Kuşaklarında amaç, geniş tabanlı doğal dere yataklarında daha önce meydana gelmiş birikme sonucu olan rüsubatı olduğu yerde tutmaktır. Böylece bu enine yapılar sayesinde birikmenin mansaba taşınması önlenmiş olur (Anonim 3, 2013).

Son olarak kanal erozyonunun önlenmesinde kullanılan bir diğer yapı ise Britlerdir. Eğer doğal ve düzenlenmiş derelerde rüsubat problemi bulunmuyor fakat dere yataklarında oyulma varsa, eğimi düşürülerek dere yatağı erozyonu önlemek amacıyla britler inşa edilir (Dinçsoy, 2013).

1.1.3 Erozyon Tahmin Yöntemleri

Toprak erozyonunu ölçmek ve değerlendirmek için pek çok matematiksel model geliştirilmiştir (Özsoy, 2007). Bu modeller erozyon şiddetini belirlemeye yöneliktir

(az şiddetli, orta şiddetli, şiddetli, çok şiddetli) (Yılmaz, 2010). Bunlardan birkaç tanesini aşağıda sıralanmıştır;

FAO (Birleşmiş Milletler Gıda Teşkilatı) haritalama metodu, bir havzada var olan ve aktif olan erozyonu değerlendirip nitel bir şekilde tanımlar(Yılmaz, 2010).

ICONA, İspanya Doğal Kaynakları Koruma Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilmiş, arazi kullanımı, topoğrafik durum, bitki örtüsü yoğunluğu ve havzanın jeolojik özelliklerinin değerlendirilerek bölgenin erozyon risk haritalarının oluşturulduğu yöntemidir (Yılmaz, 2010). Bir erozyon risk modellemesi olan ICONA modelinin eksiği ise meteorolojik verilerin kullanılmamasıdır (İmamoğlu, 2017).

CORINE erozyon modeli, toprak kayıplarına karşı duyarlılığın belirlenmesine yönelik alansal bir yaklaşımdır. Toprak bünyesini, toprak derinliğini, toprak taşlılığını, araziye ait eğim dağılımını, arazi kullanımını ve arazi örtüsünü içeren adımlardan oluşmaktadır (Erdem, 2017).

WEPP (Water Erosion Prediction Project) yani su erozyonu tahmin modeli hidrolojik koşullar, iklim, su geçirgenliği, toprak fiziği ve bitki örtüsüne dayanır. Özellikle bitki amenajmanı ve topoğrafik şartlar bakımından diğer erozyon modellerine göre daha iyi tahmin yapar (Yılmaz, 2006).

LEAM (Land Erodibility Assessment Model), potansiyel erozyon risk ölçümlerinde kullanılan erozyon tahmin metotlarından biridir. LEAM modeli, eğim tehlikesi, yağışın erozivite etkisi olan iklim ve toprağın erodibilitesi olan erozyon duyarlılık özelliği olmak üzere 3 karakteristikten oluşmaktadır (Erdem, 2017).

EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator), erozyon-verimlilik etki hesabı ekonomik kayıpları hesaplamak için geliştirilmiştir (Yılmaz, 2006).

ANSWER (Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation), modeli fiziksel değişkenlere dayanır. Tarım arazilerinden toprak aşınması ile kaybolan bitkisel besinlere etkisini amaçlar ve su yükü aşınımını hesaplar. (Yılmaz, 2010).

1.1.4 Yenilenmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği (YETKE-RUSLE)

Su erozyonu ile meydana gelen toprak kaybının belirlenmesinde oldukça yaygın olarak kullanılan toprak erozyonu tahmin teknolojisi, Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği=ETKE (Universal Soil Loss Equation=USLE) ve onun devamı niteliğinde olan yeniden gözden geçirilen Yenilenmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği=YETKE (Revised Universal Soil Loss Equation=RUSLE) 'dir (Kaya, 2008).

Toprak kaybı denkleminin asıl amacı, koruma planlamasında sistemli bir şekilde karar vermeyi saha bazında yönlendirmektir. Alan değişkenlerinde bu değişken faktörlerin seviyelerinin oluşabileceği çok sayıda olası kombinasyonun her biri için toprak kaybının fiziksel ölçümleri mümkün olmayacaktır (Wischmeier ve Smith, 1978).

Toprak kaybı denklemi başlangıçta Amerika Birleşik Devletleri'nde yaygın olarak kullanılan İngilizce birimler açısından geliştirilmiştir (Wischmeier ve Smith, 1978).

Farklı eğim, uzunluk ve vejetasyon örtüsüne sahip bir parsellerden elde edilen veriler birim alana güvenilir değerleri ve ölçümleri belirlemek için alanlar kıyaslanmıştır.

Toprak kaybı eşitliği;

$$A = R K L S C P$$

Burada; A hesaplanan toprak kaybı, R yağış-akış erozivite faktörü, K toprak erodibilite faktörü, L eğim uzunluk faktörü, S eğim diklik faktörü, C vejetasyon örtüsü ve P faktörü ise toprak koruma önlemleridir. Bu faktörlerden; R iklimsel erosiv kuvvetleri, K toprak aşınabilirliğini, LS topoğrafyayı, C ve P arazi kullanımını ve yönetimini gösterir (McCool ve ark.,1995). RUSLE yöntemi gerçeğe yakın sonuç vermesi nedeniyle, birçok araştırmacı tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Değerliyurt, 2013).

1.2 Literatür Çalışması

Dünyada ve ülkemizde erozyon ile ilgili oldukça çok çalışma bulunmaktadır. Fakat özellikle kanal ve oyuntu erozyonu ile ilgili yapılan çalışma sayısı çok azdır. Bu bölümde, çalışma kapsamında geçen temel konu başlıkları hakkında ayrıntılı teknik

bilgilere ve konuyla ilgili yapılmış diğer çalışmalara iki alt başlık altında yer verilmiştir.

1.2.1 Kanal ve Oyuntu Erozyonu Çalışmaları

Tufekcioglu (2006) tarafından Iowa eyaletindeki (ABD) bazı otlak alanlarda yapılan iki yıllık yüksek lisans tez çalışmasında dere kenarı tampon bölgelerinde (yeşil kuşak) kenar erozyonu toprak kaybını; kış-ilkbahar mevsimleri için 8,4 cm, yaz için 7,8 cm ve sonbahar dönemi için 1,7 cm olarak bulmuştur. Buda göstermiştir ki ilkbahar ve yaz aylarındaki (dönemlerindeki) erozyon miktarları sonbahara oranla çok daha yüksek çıkmaktadır. Yine iki yıllık bu çalışmada 9 adet deneme alanı için hesaplanan ortalama yıllık toprak kaybı 217 ton/km/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu deneme alanlarda gerçekleşen kayıplar 74 - 383 ton/km/yıl arasında değişim göstermiştir. Aynı deneme alanlarında daha önceki yıllarda yapılan üç yıllık bir çalışmada da hesaplanan toprak kayıpları benzer şekilde 63 - 258 ton/km/yıl arasında değişim göstermiştir (Zaimes, 2004).

Tufekcioglu (2006) çalışmasının birinci yılında hesaplanan ortalama toprak kaybı 283 ton/km/yıl, ikinci yılında ise 152 ton/km/yıl' olarak hesap edilmiştir. Bu alanlarda birinci yıl ortalama yıllık yağış miktarı 968 mm/yıl, ikinci yıl ise 819 mm/yıl'dır. Buradan anlaşılıyor ki toprak kaybı ve yağış miktarı arasında doğrusal bir ilişki vardır. Yağış miktarı arttıkça kanal ve oyuntu erozyonuyla gerçekleşen toprak kaybı da artmıştır.

Tufekçiöglü (2018) makalesi, Türkiye'nin kuzeydoğusunda yer alan Çoruh Nehri Havzasının Oltu mikro havzasında erozyon çubuk yöntemini kullanarak oyuntu ve kanal (1. ve 2. Sınıf dereler) erozyonundan kaynaklanan toprak kaybının ölçülmesini konu almıştır. Çalışma Oltu havzasındaki 14 adet farklı deneme alanlarında gerçekleştirilmiş olup iki yıllık bir (Mayıs 2014 - Mayıs 2016) süreyi kapsamaktadır. Çalışmanın ilk yılındaki erozyon miktarı 1,99 cm/yıl, ikinci yılındaki ise 3,34 cm/yıl olarak bulunmuştur. Ortalama yıllık toprak kaybı miktarı ise 75,4 ton/km/yıl bulunmuştur. Yıllık toprak kayıpları 0-286,5 ton/km/yıl arasında değişim göstermiştir. Bu çalışmadaki yıllık erozyon miktarları farklı dere sınıflarına göre karşılaştırıldığında, oyuntu derelerinde meydana gelen ortalama erozyon miktarı 2,6

cm/yıl, 2. Sınıf (ana kanal) derede 0,7 cm/yıl ve 1. Sınıf derelerde ise 6,5 cm/yıl olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre en yüksek toprak kaybının 1. Sınıf derelerde gerçekleştiği tespit edilmiştir (137 ton/km/yıl). Havzadaki bütün dere sistemleri değerlendirildiğinde, oyuntularda üretilen toprak kaybının 18889 ton/yıl (%73), 1.sınıf derelerde 5995 ton/km (%23) ve 2. sınıf derelerde 867 ton/yıl (%3) olduğu tespit edilmiştir. Havza genelindeki bütün kanal ve oyuntu derelerinde hesaplanan toplam toprak kaybı 25750 ton/yıl olurken birim alandaki toprak kaybı ise 0,7 ton/ha/yıl olarak belirtilmiştir.

Çoruh Nehri Havzasına bağlı Tortum kuzey mikro havzasında kanal ve oyuntu erozyonuyla gerçekleşen toprak kaybının belirlenmesi çalışmasında (Acar, 2019) elde edilen yıllık ortalama erozyon miktarları çalışmanın ilk yılı için 0,7 cm/yıl, ikinci yılı için ise 2,5 cm/yıl olarak bulunmuştur. Ortalama yıllık toprak kaybı miktarı ise 29,6 ton/km/yıl bulunmuştur. Yıllık toprak kayıpları 0-138,3 ton/km/yıl arasında değişim göstermiştir. Bu çalışmadaki yıllık erozyon miktarları farklı dere sınıflarına göre karşılaştırıldığında, oyuntu derelerinde meydana gelen ortalama erozyon miktarı 1,9 cm/yıl, 2. sınıf (ana kanal) derede 1,2 cm/yıl ve 1. sınıf derelerde ise 1,7 cm/yıl olarak ölçülmüştür. Havzadaki bütün dere sistemleri değerlendirildiğinde, oyuntularda üretilen toprak kaybının 8818 ton/yıl (%73), 1.sınıf derelerde 1534 ton/km (%13) ve 2. sınıf derelerde 1662 ton/yıl (%14) olduğu tespit edilmiştir. Havza genelindeki bütün kanal ve oyuntu derelerinde hesaplanan toplam toprak kaybı 12014 ton/yıl olurken birim alandaki toprak kaybı ise 0,3 ton/ha/yıl olarak belirtilmiştir.

Çoruh Nehri Havzasına bağlı Olur mikro havzasındaki sediment üretiminin erozyon çubuk yöntemi, askıda katı madde ölçümü ve geowep modeliyile belirlenmesi çalışmasında (Yıldırım, 2019) elde edilen yıllık ortalama erozyon miktarları çalışmanın ilk yılı için 1,8 cm/yıl, ikinci yılı için ise 15,3 cm/yıl olarak bulunmuştur. İki yıllık çalışma süresinde gerçekleşen ortalama yıllık toprak kaybı miktarı ise 215,7 ton/km/yıl bulunmuştur. Yıllık toprak kayıpları 6,2-643,5 ton/km/yıl arasında değişim göstermiştir. Bu çalışmadaki yıllık erozyon miktarları farklı dere sınıflarına göre karşılaştırıldığında, oyuntu derelerinde meydana gelen ortalama erozyon miktarı 11 cm/yıl, 2. sınıf (ana kanal) derede 8,54 cm/yıl ve 1. sınıf derelerde ise 2,27 cm/yıl olarak ölçülmüştür. Havzadaki bütün dere sistemleri değerlendirildiğinde, oyuntularda üretilen toplam toprak kaybının 84737 ton/yıl (%88,8), 1.sınıf derelerde 2939 ton/km

(%3,2) ve 2. sınıf derelerde 4438 ton/yıl (%4,8) olduğu tespit edilmiştir. Havza genelindeki bütün kanal ve oyuntu derelerinde hesaplanan toplam toprak kaybı 92114 ton/yıl olurken birim alandaki toprak kaybı ise 2,46 ton/ha/yıl olarak belirtilmiştir.

1.2.2 Yüzey Erozyonu Çalışmaları

Değerliyurt (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Antakya Şehri ve yakın çevresinde erozyonla meydana gelen sediment kaybının belirlenmesi amacıyla RUSLE yöntemini kullanarak çalışma alanında meydana gelen toprak kaybını hesaplamıştır. Buna göre Yağış (R), Toprak Direnç (K), Yamaç Eğim Uzunluğu (LS), Zemin Örtüsü (C) ve Erozyon Önleyici Çalışmalar (P) faktörlerini kullanarak potansiyel toprak kaybını 0-26.02 ton/ha/yıl arasında olduğu hesaplamıştır. Bununla beraber alanın %22 sinde şiddetli ve çok şiddetli erozyonun gerçekleştiği saptamıştır.

Yılman (2009) tarafından yürütülen yüksek lisans çalışmasında, Çankırı ili, Eldivan ilçesinde sulama amacıyla yapılan Eldivan Sarayköy-II Göleti su toplama havzasında Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (ETKE/USLE) ve Yenilenmiş Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (YETKE/RUSLE) denklemi ile toprak kaybı tahmin yöntemi kullanarak, toprak erozyon haritası çıkarmıştır. ETKE/YETKE denklemi ile beraber CBS, UA ve jeostatistik yöntemlerini kullanarak su erozyonu kaynaklı sediment kayıplarına göre barajın ekonomik ömrünü hesaplamış ve yaklaşık 76 yıl olarak belirlemiştir.

Şahin ve arkadaşları (2012) Burdur yöresindeki toprakların erozyona duyarlılıklarını çalışmış ve erozyonu önlemek için bitki türlerini belirlemiştir. Araştırma çalışmasında USLE yöntemiyle 2006 yılında ortalama 22,5 ton/ha/yıl olarak tahmin edilen toprak kaybının 2011 yılında 16,1 ton/ha/yıl'a düştüğü belirlenmiştir. Toprak kaybının %82'sinin nedeninin eğim olduğunu saptamış ve bakının da erozyon miktarı üzerine etkisinin büyük olduğunu belirterek bitkilendirme çalışmasında tür seçiminin önemini vurgulamıştır.

Özsoy (2007), doktora çalışmasında, CBS ve Uzaktan Algılama tekniklerini uygulayarak Bursa İlindeki Mustafakemalpaşa Havzasında meydana gelen erozyon ve erozyona paralel olarak açığa çıkan sediment miktarını ve konumsal dağılımını belirlemek için YETKE/RUSLE modelini kullanmıştır. YETKE modeli ile toplam potansiyel erozyon miktarını 11.296.061,75 ton/yıl ve ortalama toprak kaybını 11,18

ton/yıl olarak tespit etmiştir. Mustafakemalpaşa Çayı havzasındaki erozyon miktarlarının bu kadar yüksek çıkmasındaki sebeplerin, tarım arazilerinin artması, orman alanlarının azaltılması ve çayır ve mera alalarındaki plansız ve aşırı otlatmadan kaynaklandığı belirtilmiştir.

Karakuş (2015), yüksek lisans tezi çalışmasında, WEPP-Road modelinin kullanıldığı Artvin'de Çoruh Nehri'nin yan kollarından biri olan Godrahav Deresi Havzası'nda orman yollarında meydana gelen sediment miktarlarının ölçümünü yapmıştır. Havzadaki orman yollarından kaynaklanan erozyon miktarı 746,15 ton/ha/yıl ve 1 hektarlık alandaki orman yollarından kaynaklanan erozyon miktarı ise 16,87 ton/ha/yıl civarında olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, yapılan orman yollarından üretilen toplam sediment miktarını 6578 kg/yıl ve ortalama sediment miktarını 548,17 kg/yıl olarak hesaplamıştır. Böylece iki netice ortaya çıkmıştır. İlk sonuca göre bazalt ana kayasından seçilen orman yollarında meydana gelen sediment miktarı (152,16 kg/yıl), granit ana kayasına (213,39 kg/yıl) sahip yollardan daha az çıkmıştır. Diğer bir sonuç ise işletim şekline göre olmuştur. Baltalık alanlardaki orman yollarından yıllık 185,61 kg/yıl, koruluk alanlardaki ormanlık yollarından ise 179,83 kg/yıl sediment oluşmuştur.

Oğuz (1997), doktora tezi çalışmasında, Çekerek Havzası büyük toprak gruplarının bazı özellikleriyle su erozyonu ilişkileri ve havza topraklarının erozyona duyarlılık değerlendirmesi yaparken, ince kum, toz, solma noktası, süspansiyon, tarla kapasitesi, kireç, tuz, pH arttıkça, Çekerek Havzası'nın erozyon hassasiyetinin arttığını bulmuştur.

Parlak ve arkadaşları (2014) tarafından, Çanakkale Umurbey Ovası topraklarının erozyona karşı duyarlılığının yani K Faktörünün mevsimler arasındaki değişim farkları karşılaştırılmış ve agregat stabilitesi sırayla kış mevsiminde %4,35, yaz mevsiminde %4,19, ilkbahar mevsiminde %3,10 ve sonbahar da %2,76 olarak hesaplanmıştır. K faktörünü düşürmek için bitkisel yöntemlere ağırlık verilmesi gerektiği ortaya konmuştur.

Özcan (2016), Çankırı-Ekinne Göleti su toplama havzasında yüzey ve oluk erozyonu sonucu toprak kayıplarının tahmin edilmesinde RUSLE modelini kullanmıştır. Ekinne Göleti'nde oluşan toprak kaybını ölçmek için RUSLE değerleri Sediment İletim Oranı

(SİO) ile çarpılmıştır. Buna göre göle gelebilecek sediment miktarı 18362,2 ton/yıl ve ortalama sediment miktarı 15,6 ton/ha/yıl bulunmuştur. Orman ve mera arazisinde yapılan ölçümlere göre orman arazisinde meydana gelen toprak kaybı ortalama 11,79 ha/yıl iken mera arazisinde meydana gelen toprak kaybı ise ortalama 18,6 ha/yıl bulunmuştur. Bu sonuçlara göre 50 yıl kullanım süresi olan göletin bu süre sonunda %50 sinin sediment ile dolacağı tahmin edilmiştir. RUSLE ile erozyon kayıplarını hesaplarken, CBS teknikleri ile veriler izlenilip analiz edilerek hızlı, doğru ve ekonomik bir şekilde toprak kayıpları haritaları ortaya konmuştur.

Tüfekçioğlu ve Yavuz (2016) tarafından Artvin' in Yusufeli İlçesinde yapılan çalışmada, yüzey erozyonuyla gerçekleşen toprak kaybını RUSLE yöntemi, UA ile CBS'yi kullanarak miktarını, mekânsal dağılımını ve erozyon risk haritasının oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışma alanında Sediment İletim Oranı (SİO) 0,31 olarak bulunmuş ve havzadan üretilen ortalama toprak kaybı diğer bir deyişle sediment verimi 3,6 ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Buna göre RUSLE'nin erozyonun artmasına sebep olan LS faktörünün hesaplandığı havzanın sarp ve dik yamaçları ile R faktörünün etkin olduğu yüksek rakımlar ve güney yamaçlarında güneşlenme süresinin fazlalığı, nemin az olması ve bitki örtüsü bakımından fakir olmasından dolayı havzada erozyon miktarında artış gözlemlenmiştir.

Tüfekçioğlu ve ark. (2018) tarafından yapılan Çoruh Nehri Havzası'nda yer alan Veliköy Mikro havzasının yüzey erozyon riskinin RUSLE yöntemiyle belirlenmesi ve CBS ile haritalandırılması konulu çalışmasında havzadaki ortalama toprak kaybını 3,89 t/ha/yıl olarak bulunmuştur. Veliköy alt havzasının ormanlık alanının fazla ve mera arazisi olarak vejetatif örtünün yoğun olması erozyon oranlarını düşürmüştür. Bununla birlikte, köylerin yakınında bulunan tarlaların yüksek yağış miktarlarına maruz kalması (yağış erozivite potansiyeli – R faktörü), aşınabilir kumlu toprak tipi ve havzadakitaramsal faaliyetlerin fazla olduğu kısımlardaki zayıf bitki örtüsü erozyon miktarını artırmıştır. Yüksek erozyon riskini azaltmak için yakından izleyerek dikkatli bir yönetim gerektirdiği ortaya konmuştur.

Yavuz ve Tüfekçioğlu (2019) tarafından yapılan bir çalışmada Çoruh Nehri Havzası'nın mikro havzası olan Erzurum İli Uzundere İlçesi'ndeki yarı kurak dağlık havzalarda RUSLE ve Coğrafi Bilgi Sistem teknolojileri kullanarak yüzeysel toprak

kaybını tahmin etmişlerdir. Çalışma alanı için hesaplanan potansiyel yıllık yüzeyde toprak erozyonu 25,38 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. Bu oranın Çoruh Nehri havzası için hesaplan ortalama toprak kaybından (3,79 ton/ha/yıl) çok daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Oyuntu ve dere yataklarının sediment ile dolduğu ve kanal erozyonu potansiyelinin çok fazla olduğu tespit edilmiştir. Uzundere havzasının üçte birinden fazlasının yüksek ve çok yüksek erozyon risk kategorileri altında olduğu ifade edilmiştir. Bu toprak kaybının asıl nedeni, havzanın ortalama %58 ve max %578 oranında çok yüksek eğimlere sahip tepe ve engebeli araziye sahip olmasıdır. Yıl boyunca gerçekleşen düşük yağış miktarı ve yüksek erozyon oranlarına bağlı toprak oluşumdaki yetersiz koşullar beraberinde oluşan seyrek vejetatif örtü buradaki toprak erozyonunu artıran başlıca etmenler olarak değerlendirilmiştir. Oyuntu derelerindeki sediment hareketini azaltıcı kafes tel ve kuru duvar eşik gibi yapıların uygulanması tavsiye edilmiştir.

Parlak (2005) tarafından yapılan doktora tezinde, Çiftlik Serisi toprağında, farklı debi ve eğim koşullarının parmak erozyonu ve sediment taşınımı üzerine etkisini araştırırken, oluk erozyonun eğimli arazilerde sediment iletim sistemi ve sedimentin kaynağı olduğunu ortaya konmuştur. 5 l/dk debi ve %5 eğimde sediment konsantrasyonu 212,51 g/l iken, 15 l/dk debi ve %20 eğimde sediment konsantrasyonu 1027,66 g/l olarak hesap edilmiştir. Bu da gösteriyor ki, debi (l/dk) ve eğimin (%) arttıkça sediment konsantrasyonun da (g/l) arttığı gözlemlenmiştir.

Kanar ve Dengiz (2015), Kocaeli-Kartepe bölgesindeki Madendere havzasında erozyon tahmin modellerinden olan CORİNE ve LEAM yöntemlerini kullanarak hem modeller arasında kıyaslama yapıp hem de havzanın potansiyel erozyon risk durumunu ortaya koyarak CBS ve UA ile erozyon risk haritalarını oluşturmayı planlamıştır. CORİNE yönteminde toplam alanın %53 yüksek erozyon riski altında iken, LEAM yönteminde erozyon risk oranı %75 olarak bulunmuştur. Bu farklılığın nedeninin modellerdeki farklı parametrelerin (LEAM= Eğim*Yağış*Toprak Erozyon Duyarlılığı; CORİNE= Aşınabilirlik*AşındırıcıGüç*Eğim) olduğu ortaya konmuştur.

İmamoğlu (2017) tarafından Kastamonu İli hudutlarında yer alan İnebolu havzası' nda ICONA ve Van Zuidam erozyon modellerine göre erozyon şiddeti vadilerin yamaçlarında ve yüksek kesimlerde daha şiddetli, düz alanlarda ve orman örtüsü ile

kaplı alanlarda ise daha düşük şiddetli olduğu ortaya konmuştur. Havzanın %9 luk kısmında hiç veya çok az erozyon olduğu, %20 hafif şiddetli, %15 i orta şiddetli, %55 i ise şiddetli ve çok şiddetli erozyon sınıfına girdiği belirtilmiştir.

Oğuz (1997), “Çekerek Havzası Büyük Toprak Gruplarının Bazı Özellikleri İle Su Erozyonu İlişkileri Ve Havza Topraklarının Erozyon Duyarlılık Değerlendirmesi” adlı doktora çalışmasında Çekerek Havzası topraklarının aşınımına duyarlılığı ile erozyon oranı arasında doğru ve pozitif bir ilişki olduğunu belirten Oğuz (1997), erozyon eğilim indekslerinden biri olan ve toprakların erozyona karşı direncini belirleyen erozyon oranı toprakların su absorbe etme gücünü gösterdiğini saptamıştır. Yapılan çalışma sonucu en iyi uyumu gösteren doğrusal ilişkilerde; sırasıyla en fazla süzülme oranı, erozyon oranı, kil oranı ve son olarak geçirgenlik oranı K faktörü ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Şensoy (2010) tarafından yürütülen doktora tezinde Bartın ili Dallica köyünde bulunan doğal yamaç şekillerinin (düz, içbükey, dışbükey) toprak erozyonuna etkisi, yüzeysel akış parselleri tesis edilerek araştırılmıştır. Toprak erozyonu ve yüzeysel akış en fazla düz yamaç şekillerinde meydana gelmiştir. Toprak erozyonu en düşük içbükey yamaç şekillerinde, yüzeysel akış ise en düşük dışbükey yamaç şekillerinde oluşmuştur.

Cındık (2012) tarafından Trabzon ili Maçka ilçesi Esiroğlu beldesinde erozyona açık şev alanlarda erozyon ülkelerinde toprak muhafaza ve erozyon çalışmalarında en pratik ve düşük maliyetli olmasının yanısıra büyük başarı sağlayan buğdaygiller familyasından olan *Vetiver grass (Vetiveria zizanioides (linn.) Nash)* diğer bir deyişle Vetiver çimi bitkisinin erozyonu önlemesinin araştırılması yapılmıştır. 2 kontrol ve 2 deneme parseli oluşturulmuştur. Yapılan gözlem, araştırma ve istatistiksel incelemeler sonucu yer örtücü bitkisi olan *Vetiver grass*, çok şiddetli erozyon olaylarının meydana geldiği alanlarda, şevlerde ve eğimli yamaçlarda toprağı tutarak erozyonu önlediği ortaya konmuştur.

Erdem (2017), yaptığı yüksek lisans çalışmasında, Ordu Gülyalı ilçesinde bulunan Turnasuyu mevkiindeki toprakların RUSLE, ICONA, LEAM ve CORINE gibi erozyon tahmin modellerini kullanarak toprak kaybının hesaplanmasını araştırmıştır. LEAM erozyon tahmin yönteminde toplam alanın % 72,6 sının çok yüksek derecede erozyon riskinin olduğu, ICONA yönteminde bu oran %54,8 ile çok şiddetli erozyona

sahip olduğu, RUSLE yönteminde toplam alanın %48,7 sinin şiddetli ve çok şiddetli erozyon riskinin olduğu ve CORİNE yöntemi toplam alanın %27,8 i ile yüksek derecede erozyona sahip olduğu ortaya konmuştur. Turnasuyu topraklarının erozyon duyarlılık haritalarının oluşturulması ile çalışma alanının yüksek derecede erozyon riski taşıdığı ve acil bir şekilde önlem alınması gerektiği belirtilmiştir.

Karabulut ve Küçükönder (2008), tarafından yapılan çalışmada Kahramanmaraş Ovasında CBS ortamında USLE erozyon tahmin modelini kullanarak erozyon açısından riskli yerlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanındaki 0 ila 21 ton/ha/yıl olarak hesaplanan toprak kaybı en fazla tarım alanlarında gözlemlenmiştir. Bunun nedeni ise yanlış arazi kullanımı ve yüksek yamaçlarda yapılan tarım ve bağıcılıktır.

Yılmaz (2006), Ankara şehrinin su ihtiyacını karşılayan Çamlıdere Barajının ekonomik ömrünü azaltan erozyon miktarını ve şiddetini araştırmayı konu alan yüksek lisans çalışmasında, yamaç eğiminin fazla olması ve bitki örtüsünden yoksun olan baraj gölü çevresinin şiddetli erozyona maruz kaldığını belirtmiştir. Baraj havzasının erozyon miktarı ve şiddeti USLE-ETKE modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuca göre havzada yılda 716.000 ton toprak kaybı yaşanmaktadır. En az erozyon 5 ton ile orman olurken en fazla erozyon 34 ton ile kırgıbayır alanları gelmektedir. Kırgıbayırı, sırasıyla yerleşim alanları tarım alanları ve son olarak mera alanları takip etmektedir.

Yüksel (2015), WEPP modeli ile Çoruh Havzası, Borçka Barajı yağış havzasında meydana gelen toprak erozyonu ve sediment verimini belirlemiştir. Bakı ve eğim faktörleri göz önüne alınarak 15 model havza seçilmiştir. Çalışma sonucunda 360431,70 ton yıllık toplam sediment miktarı ve ortalama 4,16 ton/ha/yıl birim alana düşen sediment verimi bulunmuştur.

Çelik (2011) tarafından yapılan yüksek lisans tezinde, RUSLE eşitliği, CBS ve UA tekniklerini kullanarak Afyonkarahisar' da bulunan Değirmendere Havzası'nda meydana gelen toprak kaybının miktarını ve şiddetini ortaya koymayı amaçlamıştır. Havzada düz veya az eğimli olan yerlerde 0 ila 10 arası sonuçlara göre erozyon riski çok hafif olarak belirlenmiştir. Çok şiddetli erozyon riskinin görüldüğü ve değerlerin 60-67 ye kadar çıktığı yerler ise daha yüksek ve eğimli alanlar olmuştur.

2 MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışma Alanı

2.1.1 Çalışma Alanının Konumu

Çoruh Nehri Havzası, ülkemizin kuzeydoğusunda yer alan Çoruh Nehri'nin drenaj havzasıdır. Bu havza Türkiye yüz ölçümünün %2,5'na bu da yaklaşık 2 milyon hektara karşılık gelmekte olup Bayburt, Erzurum ve Artvin illerini kapsamaktadır (ÇNHRP, 2012; Şekil 1). Havzanın yıllık yağış ortalaması 560 mm'dir (URL-4).



Şekil 1. Çoruh Nehri Havzası ve içerisindeki Oltu mikro havzasının konumu

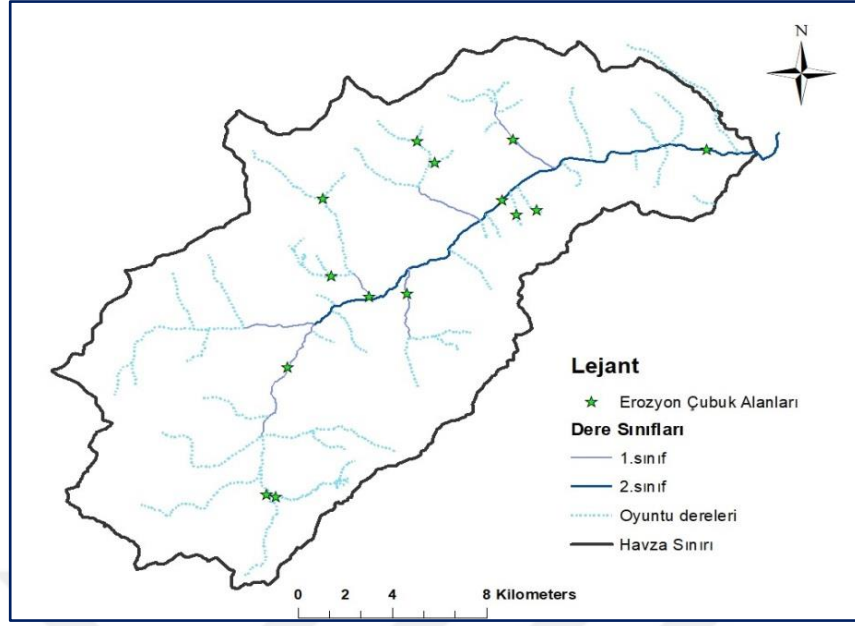
Çoruh Nehri Kuzeydoğu Anadolu'nun en büyük akarsuyudur. Kaynağını Mescit Dağları'nın (3239 m) güneybatısındaki Çivilikaya Tepesi'nin batı yamacından çıkan kaynak sularından alır. Kaynağından denize döküldüğü yere kadarki uzunluğu 466 km'dir. Doğu Karadeniz Dağları ve Mescit Dağları arasından geçerek Batum Limanı (Gürcistan) güneyinden Karadeniz'e dökülür. Türkiye topraklarında bulunan kısmı 442 km, Gürcistan topraklarında kalan kısmı ise 24 km'dir (URL-4). 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 rusubat taşımaktadır. Artvin sınırlarındaki, Çoruh Nehri ana kolunda 10 adet baraj projesi olup,

mansaptan membaya doğru Muratlı Barajı ve HES, Borçka, Deriner, Artvin ve Yusufeli Baraj ve HES Tesisleridir. Ayrıca Bayram ve Bağlık Barajları da Berta Çayı üzerinde bulunmaktadır (URL-1).

Çalışma alanımız olan Oltu mikro havzası (36900 ha) Çoruh Havzasının Güney Doğusunda yer almaktadır (Şekil 1). Oltu İlçesi arazi kullanım şekli bakımından, 6275 hektarı bozuk orman, 3866 hektarı verimli orman, 17235 hektarı mera ve 6265 hektarı yerleşim yeri ve diğer alanları kapsamaktadır (Duman, 2017). Uygun iklim şartlarına sahip vadi düzlüklerinde verimli tarım alanları görülmektedir (Özav, 1995).

Çoruh Nehri Havzasının Oltu mikro havzasında yer alan Oltu Orman İşletme Şefliği ise, amenajman planından alınan verilere göre; İşletme Şefliğinin genel alanı 186.497,5 ha'dır. Bu alanın 21.636,5 ha ormanlık, 164.861,0 ha ormansız alandır. Oltu Orman İşletme Şefliği, Doğu Anadolu Coğrafi Bölgesi'nde ve Doğu Karadeniz geçiş bölümünde yer almaktadır. Erzurum İli, Oltu İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Buna göre 41° 06' 54'' - 42° 13' 57'' Doğu boylamları ile 40° 08' 42'' - 40° 39' 45'' Kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Rakımı 1170 m ile 3047 m arasında değişmektedir (Anonim, 1998). Doğu Anadolu'da kışlar genellikle uzun ve karlı, yazlar kısa ve serin geçmektedir. Yalnız havzamızın Karadeniz ardı ortamda olması, bu muntıkada iklimin Doğu Anadolu klasik ikliminden daha yumuşak geçmesini sağlamaktadır (Anonim, 1998). İşletme Şefliği ormanları saf sarıçamdır (*Pinus sylvestris L.*) Bunun yanı sıra, yer yer meşe (*Quercus sp.*) Titrek kavak (*Populus tremula*) ve ardıç (*Juniperus sp.*) önem ifade etmeyecek şekilde Sarıçama karışmaktadır (Anonim, 1998).

Araştırma alanı, Orman Genel Müdürlüğü İle Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) tarafından yürütülen "Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi" (2012-2019) kapsamında seçilen Çoruh Nehri Havzasının mikro havzalarından Oltu mikro havzasıdır (Şekil 2). Havza içerisindeki akarsu ağı oyuntu, 1.sınıf ve 2.sınıf dere sınıflarından (Strahler, 1957) oluşmaktadır (Şekil 2). Erozyon çalışması bu dere sınıfları üzerinde rastgele seçilen noktalar üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2; Tablo 1). Çalışmanın yapılmış olduğu kanal ve oyuntuların bitişiğindeki tarımsal alanlar bozulmuş mera (otlak) alanları olarak tanımlanabilir; bunlar az miktarda vejetatif örtü ve birkaç seyrek ağaçlı çıplak toprak yüzeyine sahip alanlardır.



Şekil 2. Oltu mikro havzasındaki kanal (1.sınıf ve 2.sınıf) ve oyuntu dereleri üzerinde belirlenen erozyon ölçüm alanları (14 adet)

Tablo 1. Oltu mikro havza için belirlenen erozyon çubuk noktalarının bulunmuş olduğu köyler, koordinat ve deniz seviyesi yükseklik bilgileri

	Köy İsmi	Transekt No	Koordinatlar	Enlem	Boylam	Rakım (m)
1	Sarısaz_2.sınıf	1	Giriş	749507	4491677	1330
		5	Çıkış	749408	4491707	1332
2	Erdoğmuş_1.sınıf	1	Giriş	740511	4492422	1649
		5	Çıkış	740533	4492520	1659
3	Ballica_2.sınıf	1	Giriş	742319	4487968	1593
		5	Çıkış	742384	4487920	1628
4	Ballica_Oyuntu	1	Giriş	740694	4488228	1502
		5	Çıkış	740614	4488288	1504
5	Ballica_Oyuntu	1	Giriş	741482	4487531	1613
		5	Çıkış	741531	4487455	1650
6	Büyük Orcuk_Oyuntu	1	Giriş	737797	4490879	1846
		5	Çıkış	737787	4490965	1870
7	Büyük Orcuk_Oyuntu	1	Giriş	737254	4491251	1883
		5	Çıkış	737227	4491324	1898
8	Başaklı_2.sınıf	1	Giriş	736719	4484440	1646
		5	Çıkış	736743	4484343	1649
9	Başaklı_1.sınıf	1	Giriş	737221	4485378	1593
		5	Çıkış	737324	4485435	1602
10	Çamlıbel_Oyuntu	1	Giriş	732953	4485003	1841
		5	Çıkış	732863	4485023	1848
11	Çamlıbel_Oyuntu	1	Giriş	734062	4486646	1824
		5	Çıkış	734103	4486740	1839
12	Demirtaş_Oyuntu	1	Giriş	730979	4474523	1949
		5	Çıkış	730986	4474626	1950
13	Demirtaş_Oyuntu	1	Giriş	731174	4474720	1950
		5	Çıkış	731245	4474690	1957
14	Tutmaç_1.sınıf	1	Giriş	732092	4481249	1743
		5	Çıkış	732051	4481147	1774

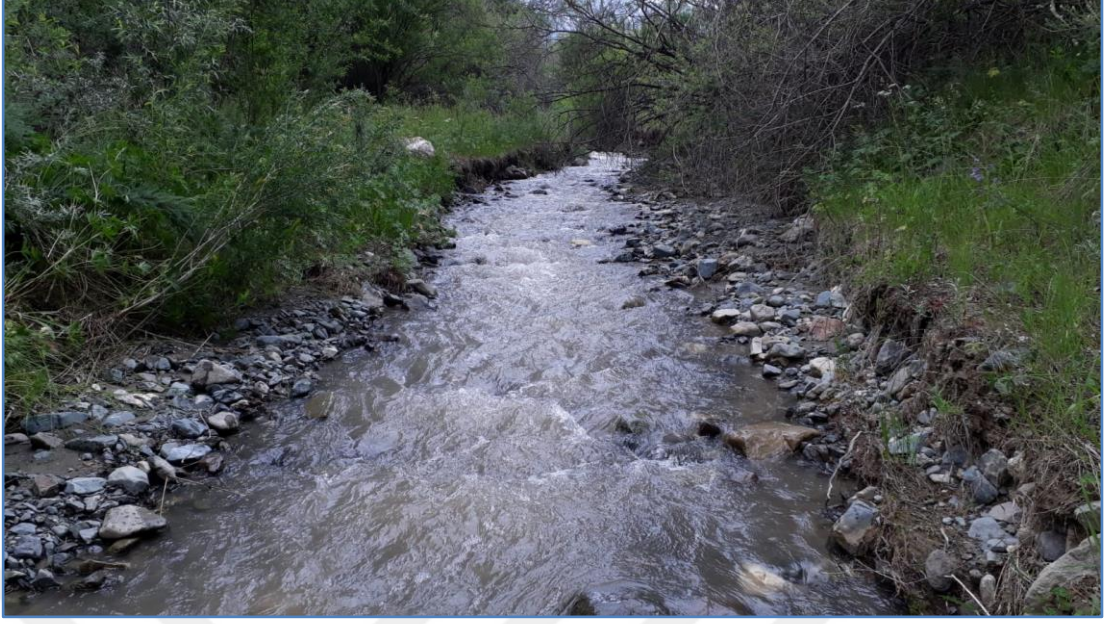
Oltu havzasındaki akarsu ağı içinde yer alan sürekli ve kuru derelere göre sınıflandırma (Strahler, 1957) yapılmıştır. Deneme alanlarından 8 adet saha havzada çok fazla sayıda bulunan oyuntu dereleri (Şekil 3), 3 tanesi ana kol olan 2. sınıf dereler (Şekil 4), diğer 3 tanesi ise 1. sınıf dereler (Şekil 5) üzerinde konumlandırılmıştır.



Şekil 3. Çalışma alanı olarak kullanılan oyuntu dereleri üzerinde belirlenen erozyon ölçüm alanından bir görünüm



Şekil 4. Çalışma alanı olarak kullanılan kanal 2.sınıf dereleri üzerinde belirlenen erozyon ölçüm alanından bir görünüm



Şekil 5. Çalışma alanı olarak kullanılan kanal 1.sınıf dereleri üzerinde belirlenen erozyon ölçüm alanından bir görünüm

2.1.2 Çalışma Alanının İklimi

Çoruh Nehri Havzası ülkemizde Karadeniz ve Doğu Anadolu karakteristik iklim bölgelerinin arasında kalan ve iki bölgenin iklimini bünyesinde barındıran bir havzadır. Bu nedenle havza içerisinde birbirine göre çok farklı yağış değerleri olan iklim istasyonları vardır. Örneğin Muratlı İstasyonu yıllık ortalama 1590 mm ile en fazla yağış alan istasyon iken, buna karşılık Yusufeli İstasyonu yıllık ortalama 305 mm ile en az yağış alan istasyondur (URL-5).

Erzuru'nun Oltu İlçesi, Doğu Anadolu'nun kuzeydoğusunda yer almaktadır. Fakat yüzölçümünün çoğunluğu Doğu Karadeniz sınırları dâhilinde olduğu için rakım düşüklüğü söz konusudur. Bu rakım düşüklüğünden dolayı Doğu Anadolu Bölgesi'nde olduğu gibi sert ve karasal iklime rastlanılmaz. Bununla beraber vadi tabanları ve yüksek kısımlar arasında rakım nedeniyle önemli derecede iklim farkı vardır (URL-6). Soğuk ve ılıman bir iklime sahip olan Oltu kurak aylarda bile yağış alan bir ilçedir. Genel olarak havzanın yıllık ortalama sıcaklık derecesi 9,1 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı ise 426 mm kadardır (URL-7).

Oltu İlçesinin orta ve üst bölümlerinde yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim tipine sahip iken, alt bölümlerinde iklim tipi olarak kurak ve yarı kurak iklim tipi hâkimdir

(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). Özellikle, havza kenarlarında bulunan yüksek dağlık alanlarda yıllık ortalama sıcaklık değerleri 1⁰C ile 2⁰C' ye düşmekteyken, bu bölgelerde ortalama yağış miktarı 600 mm ye kadar yükselmektedir. Vadi ve havza tabanında ise yıllık ortalama sıcaklık değerleri 8⁰C ile 10⁰C' ye kadar yükselmekte iken ortalama yağış miktarı 350-400 mm arasında değişmektedir (Özav, 1996).

2.1.3 Çalışma Alanının Jeolojik ve Toprak Yapısı

Çalışma sahasının jeolojik yapısı malm, filiş, jipsli fasiyes tortul kayalar, ultrabazik kayalar ve karasal başkalaşmamış gevşek ve yarı gevşek kayalardan oluşmaktadır. Ortalama 1280 m rakıma sahip olan Oltu' da kısa mesafelerde fark edilebilecek derecede yükselti farkları bulunmaktadır (Özav, 1995). Oltu İlçesi, Kuzey Anadolu orojenik kuşağı üzerinde bulunur. Oligosen başlarından itibaren tektonik hareketlerin şiddetlenmesi sonucu, kırılmalar oluşmuş ve alan bugünkü halini almıştır. Dağlar, vadiler, plato ve tepeler havzanın topoğrafik şekillerini oluşturur (Özav, 1995). Vadi tabanındaki tuzlu toprak yapısı ile diğer tabii alanlardan kolayca ayrımı yapılabilir. Geniş vadiler ve sarp kayalıkların bulunduğu bölge, ova niteliğinde olan yüksek dağlarla çevrili ve ilginç jeolojik yapılara sahiptir. İlçenin tam ortasından Oltu Çayı kuzeydoğu ve güneybatı doğrultusunda geçmektedir (Eken ve ark., 2006). Oltu ilçesinin alansal olarak % 46'sı kahverengi orman toprağı, % 39'u kahverengi toprak, % 8'i bazaltik toprak ve % 7'si ise kolüvyal topraktan oluşmaktadır (Duman, 2017).

Oltu İlçesinin bakı sınıfı genel olarak güney bakıdadır. Oltu havzasının 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 sel ve erozyon olaylarına çok sık rastlanmaktadır.

2.1.4 Çalışma Alanının Bitki Örtüsü

Oltu mikro havzası İran-Turan bölgesinin Doğu Anadolu kısmında yer almaktadır (Duman, 2017). 1350-1400 metre yükseklikte bulunan kesimlerde orman örtüsü olarak, sarıçam ormanları, seyrek olarak meşe, ardıç, söğüt, üvez ve kavak ormanları

bulunmaktadır. Dağ yamaçlarında ve alçak alanlarda ise doğal çayırlar ve otluklar yer almaktadır. Özellikle söğüt ve kavak ağaçları da sulu dereler boyunca yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Havzanın ovalık alanlarında meyve bahçeleri ve tarım arazileri mevcuttur (URL-8). Oltu, bölgedeki kesintisiz ve tek tuzcul bozkırları içermektedir. Bozkır bitkilerinden en çok görülen türler *Astragalus nigrocalycinus* (geven), *Centaurea taochia* (peygamber çiçeği), ve *Delphinium munzianum* (düğün çiçeği)' dir (Eken ve ark., 2006).

2.2 Deneme Deseni ve Aplikasyonu

Bu çalışma Çoruh Havzasının mikro havzalarından bir olan Oltu mikro havzasında seçilen 14 farklı deneme alanında gerçekleştirilmiştir. Bu deneme sahaları harita üzerinden rastgele seçilmiştir. Seçilen örnek alanların dağılımı, Oltu havzasındaki akarsu ağı içinde yer alan dere sınıflandırması (Strahler, 1957) ve tiplerine (sürekli ve kuru dereler) göre yapılmıştır. Çünkü bir dere kenarındaki aşınımın neden olan temel faktörlerden biri o derenin büyüklüğü yani potansiyel sutaşıma gücüdür. Bu bağlamda, deneme alanlarından 3 tanesi (sıra 1-3) 2. sınıf (ana kol; 2. sınıf), diğer 3 tanesi (sıra 4-6) 1. sınıf dereler ve geri kalan 8 adet (sıra 7-14) ise havzada çok fazla sayı ve miktarda bulunan oyuntu dereleri üzerinde konumlandırılmıştır (Şekil 2). Her bir deneme alanı 100 m uzunluğundaki dere koridorundan ibarettir. Bu 14 alandaki dere şevlerinde (dere kenarlarında) “erozyon çubuk yöntemi” uygulanarak, oyuntu ve kanal erozyonu (gully and stream bank) ölçümü yapılmıştır.

Önemle belirtmek gerekir ki bu çalışmada yapılan erozyon ölçümleri tamamen dere şevleri (kenarlar) üzerinde meydana gelen aşınmayı ya da birikmeyi ölçmeye yöneliktir; diğer bir ifadeyle dere tabanında gerçekleşen aşınma (kazınma) ya da birikmeyle (depolama) ilgili herhangi bir ölçüm yapılmamıştır. Şevlerde meydana gelen toprak kaybının (ton/yıl) hesaplanmasında erozyon miktarının (cm/yıl) belirlenmesinin yanı sıra, erozyona maruz kalabilecek tüm şevlerin alanı (m²) ve yine bu şevlere ait toprak hacim ağırlıklarının bilmesi gerekir (g/cm³). Takip eden başlıklarda bu ölçümlerle ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

2.3 Erozyon Çubuk Yöntemi

Erozyon çubuk yöntem (erosion pin method) kısa ve orta süreli (3-5 yıl) araştırmalar için pratik kullanımı ve yüksek doğruluk oranı ile ümit verici sonuçları üretmesi nedeniyle erozyon çalışmalarında kullanılabilir. Erozyon çubuk ölçümü için gerekli araç ve gereçler şunlardır; memleket haritası, GPS, erozyon çubukları, veri girişi yapılacak olan dosyalar, kalem, çekiç, boya, ölçüm için cetvel ve diğer gerekli olabilecek alet ve edevatlardır. Kullanılan demir çubukların uzunluğu 60 cm, çapı ise 0,8 cm'dir (Şekil 6).

Erozyon çubuk yönteminin aplikasyonunda farklıklar mevcuttur. Bu çalışmada erozyon çubuklarının alana aplikasyonunda transekt (enine kesit) yöntemi seçilmiştir. Bu yöntem gere; rastgele seçilen 100 m uzunluğundaki dere ağı üzerinde eşit aralıklarla (25 m) dağıtılmış 5 adet transekt (enine kesit) noktası belirlenmiştir (Şekil 6). Bu transektlere bağlı kalmak koşuluyla derenin her iki şevine de (sağ ve sol) yeterli miktarda erozyon çubuğu çakılmıştır. Çubuklar sağ ve sol dere şevlerine (kenarlarına) en aşağıdan (şev tabandan) yukarıya doğru yüzeye dik bir şekilde yaklaşık 50 cm'lik kısımları toprağa girecek şekilde çakılmıştır. Dere şev yüksekliğinin 1 metreden az olduğu durumlarda toplam şev yüksekliğinin yarısına sadece bir adet demir çubuk çakılmıştır. Dere şev yüksekliğinin 1 metreden fazla olduğu durumlarda ise dere kenarının yüzeyine yerleştirilen çubukların sayısı 2 ila 3 adet arasında değişmektedir. Çubukların her biri ayrı olarak üç sıra şeklinde, dere kenarı yüksekliğinin üçte biri (1/3), üçte ikisi (2/3) ve üçte üçü (3/3) nün orta noktasına sırasıyla yerleştirilmiştir (Şekil 6). Böylece Oltu mikro havzasının dere sistemi üzerinde seçilen 14 adet deneme alanında toplamda 275 adet erozyon çubuğu yerleştirilmiştir.

Seçilen oyuntu ve kanal erozyon sahalarındaki erozyon çubuk ölçümleri 2,5 yıl boyunca yılda iki kez (bahar ve güz okuması olarak 6 aylık periyotlarla) olmak koşuluyla Mayıs ve Kasım aylarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 7). İlk arazi ölçümleri (kurulum) Haziran 2016, ikinci ölçümler Kasım 2016, üçüncü ölçümler Mayıs 2017, dördüncü ölçümler Kasım 2017, beşinci ölçümler Mayıs 2018 ve son ölçüm olarak altıncı ölçümler Kasım 2018 ay ve yıllarında gerçekleştirilmiştir. Her ölçüm periyodu için erozyon miktarı, o dönem için ölçülen çubuk erozyon değerinden bir önce yapılan çubuk ölçümünün çıkartılmasıyla hesaplanır. Sonuç pozitif bir değer ise, o zaman çubuk ölçümü erozyonu gösterir, eğer negatif ise birikmeyi ifade eder.



Şekil 6. 100 m'lik oyuntu deresi üzerinde 25 metre aralıklarla belirlenen 5 transekt noktası (kırmızı renkte) ve bu noktalar/kesitin bulunduğu şevler üzerindeki erozyon çubuklarının (açık mavi renkte) konumu



Şekil 7. Erozyon çubuk ölçümü; demir çubukların açıkta kalan (toprak dışında) uzunluklarının ölçümü

2.4 Şev Toprak Hacim Ağırlıklarının ve Alanlarının Ölçümü

Her bir deneme alanında (şeritmetre ile ölçülüp belirlenen 100 metrelik dere boyunca) sağ ve sol dere kenarlarından/şevlerinden birinci, üçüncü ve beşinci

transektlerin/çubukların konuşlandırıldığı yerlerden toprak hacim örnekleme yapılmıştır (Şekil 8; Tufekcioglu, 2018). İki adet toprak hacim örneği erozyon çubuklarının orta noktasından olacak şekilde toplanmıştır. Erozyon çubuk sayısının birden (şev yüksekliğinin bir m) fazla olduğu şevlerde bu sayı 6-8 adet gibi daha fazla olarak örnekleme yapılmıştır. Toplamda 218 dere şevi toprak örnekleme gerçekleştirilmiştir. Toprak hacim örneklemede 2 cm çapında ve 10 cm uzunluğunda toprak silindirleri kullanılmıştır (Şekil 8). Toplam toprak kaybının hesaplanabilmesi için her bir deneme alanından alınan toprak örneklerinin hacim ağırlıkları (g/cm^3) laboratuvar ortamında ölçülmüştür. Toprak örneklerinin hacim ağırlıkları (g/cm^3) 105 C^0 de 24 saat kurutulduktan sonra tartılarak belirlenmiştir (Blake ve Hartge, 1986).



Şekil 8. Şevler üzerinde toprak hacim ağırlığı örnekleme

Şev alanlarının hesaplanabilmesi için ise şevlerin yüksekliklerinin ve de dere sisteminin toplam uzunluklarının (sağ ve sol dere şevlerine ait) bilinmesi gerekir. Şev yüksekliklerinin belirlenmesinde mira kullanılmıştır. Bu ölçümler her bir deneme alanındaki bütün transekt (5 adet) noktalarında ve her iki dere şevinde (sağ ve sol) olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Dere ağına ait toplam uzunluklar ise WorldView-2 (50 cm çözünürlükte) uydu verisi üzerinde sayısallaştırıldıktan sonra Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımında mevcut olan araçlar kullanılarak hesaplanmıştır. Belirlenen toplam dere uzunlukları (m) ile ortalama dere şevi yükseklikleri (m) çarpılarak o deneme alanına ait dere şevi alanı (m^2) hesaplanmıştır.

2.5 Oyuntu ve Kanal Erozyonuyla Oluşan Toprak Kayıplarının Belirlenmesi

Şevlerinden gerçekleşen toplam toprak kaybı her bir dere sınıfını türüne göre (oyuntu, 1. ve 2. sınıf dereler) ayrı ayrı hesap edilmiştir. Bu bağlamda birim dere şevlerden (1 km) gerçekleşen toplam toprak kaybı (TTK; t/km/yıl) aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplanmıştır;

Formüldeki ŞA, birim dere uzunluğuna ait şev alanını (m^2/km), TH şevlere ait ortalama toprak hacim ağırlığını (t/m^3), EM ise ortalama yıllık erozyon miktarını ifade etmektedir ($m/yıl$).

$$TTK = \text{ŞA} \times \text{TH} \times \text{EM}$$

3 BULGULAR

3.1 Erozyon Değerleri

Tablo 2’de Sarısaz (2.sınıf) deneme alanında görüldüğü gibi ilk altı aylık dönemdeki (Haziran – Kasım 2016) ortalama erozyon/birikim değeri 1,55 cm, ikinci altı aylık dönemde 0,47 cm, üçüncü altı aylık dönemde -0,97 cm, dördüncü ve beşinci altı aylık dönemlerde ise 0,39 ve -1,61 cm olarak ölçülmüştür. Negatif erozyon değerleri bu alanlardaki (şevlerdeki) bazı erozyon çubuğu yada çubukları üzerinde birikim oluştuğunu ifade etmektedir. Benzer veri tabloları diğer 13 deneme alanı içinde aynı şekilde oluşturmuş olup eklerde bulunmaktadır ve “bulgular” kısmında bu tabloların sadece özeti (ortalama erozyon miktarı) verilmiştir (Tablo 3).

Tablo 2. Sarısaz 2.sınıf deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	3.6.2016	5.11.2016	Yeni	Fark (cm)	27.5.2017	Fark(cm)	11.10.2017	Yeni	Fark (cm)	12.5.2018	Fark	21.11.2018	Yeni	Fark
1	Sağ kenar	1 (alt)	13.5	13.5	13.5	0	13.5	0	13.2	13.2	-0.3	12.8	-0.4	11.7	11.7	-1.1
		2 (üst)	9.5	12.8	12.8	3.3	11.6	-1.2	11.2	11.3	-0.4	10.4	-0.9	8.8	8.8	-1.6
	Sol kenar	1 (alt)	7.5	21	21	13.5	19	-2	14.5	14.5	-4.5	20.6	6.1	20.7	20.7	0.1
		2 (üst)	14	14	0	0	0	0	0	15	0	15.1	0.1	0	0	-15.1
2	Sağ kenar	1 (alt)	14	14	0	0	0	0	0	15	0	15.1	0.1	0	0	-15.1
		2 (üst)	17	22.5	22.5	5.5	18.2	-4.3	15.2	22.5	-3	18.2	-4.3	11.2	11.2	-7
	Sol kenar	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (üst)	6	5.2	5.2	-0.8	6.8	1.6	8.1	5.2	1.3	8.1	2.9	8.2	8.2	0.1
3	Sağ kenar	1 (alt)	6	13	13	7	7	-6	2.9	2.9	-4.1	0	-2.9	9.1	9.1	9.1
		2 (orta)	10	13.5	13.5	3.5	12.5	-1	11	11	-1.5	17.8	6.8	17.8	17.8	0
	Sol kenar	1 (alt)	16.3	16	16	-0.3	6	-10	5.4	5.4	-0.6	6	0.6	0	0	-6
		2 (üst)	9.3	9.3	9.3	0	15.9	6.6	14.6	14.6	-1.3	17.2	2.6	18.3	18.3	1.1
4	Sağ kenar	1 (alt)	9.5	12	12	2.5	10.5	-1.5	9.9	9.9	-0.6	8.8	-1.1	10	10	1.2
		2 (orta)	12	14	14	2	11.9	-2.1	10.8	10.8	-1.1	11.7	0.9	0	0	-11.7
	Sol kenar	1 (alt)	21.9	21.5	21.5	-0.4	24.8	3.3	23.4	23.4	-1.4	26.5	3.1	50	0	23.5
		2 (üst)	11.5	11.5	11.5	0	32	20.5	32	32	0	31.3	-0.7	34.8	6.8	3.5
5	Sağ kenar	1 (alt)	8.3	5.5	5.5	-2.8	7.8	2.3	7.6	7.6	-0.2	7.4	-0.2	0	0	-7.4
		2 (orta)	5	7.5	7.5	2.5	5.8	-1.7	6.1	6.1	0.3	4	-2.1	0	0	-4
	Sol kenar	1 (alt)	17.8	17.5	17.5	-0.3	18	0.5	17.4	17.4	-0.6	18.2	0.8	0	0	-18.2
		2 (üst)	15	12.3	12.3	-2.7	15.7	3.4	15.3	15.3	-0.4	12.5	-2.8	12.4	12.4	-0.1
Ortalama Erozyon Miktarı(cm)					1.5	0.5	-1.0	0.4	-1.6							

Tablo 3. Deneme alanlarında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Alan/Köy	Yaz ve Sonbahar 2016 (Haziran - Kasım)	Kış ve Bahar 2017 (Aralık - Mayıs)	Yaz ve Sonbahar 2017 (Haziran - Kasım)	Kış ve Bahar 2018 (Aralık - Mayıs)	Yaz ve Sonbahar 2018 (Haziran - Kasım)
Sarımsaz_2.sınıf	1.5	0.5	-1.0	0.4	-1.6
Balıca_2.sınıf	0.0	-0.6	-1.9	-0.8	-2.4
Başaklı_2.sınıf	0.3	0.3	-1.4	-0.1	-1.6
Erdoğan_1.sınıf	1.3	1.1	-0.6	0.2	11.1
Başaklı_1.sınıf	-0.5	3.3	-4.2	2.0	12.5
Tutmaç_1.sınıf	1.1	1.9	12.6	0.5	12.5
Balıca_Oyuntu	2.7	1.6	0.2	-0.2	1.3
Balıca_Oyuntu	-0.1	-0.6	1.5	2.4	12.3
Büyük Orcuk_Oyuntu	1.3	1.3	-1.3	1.5	0.9
Büyük Orcuk_Oyuntu	1.7	-1.0	-1.1	0.3	2.3
Çamlıbel Oyuntu	6.5	1.2	3.6	0.1	7.3
Çamlıbel Oyuntu	-0.3	0.9	-1.0	0.4	7.9
Demirtaş Oyuntu	0.2	0.1	-1.6	7.2	13.3
Demirtaş Oyuntu	0.9	-0.6	-0.2	0.2	21.7
Ortalama	1.2	0.7	0.2	1.0	7.0

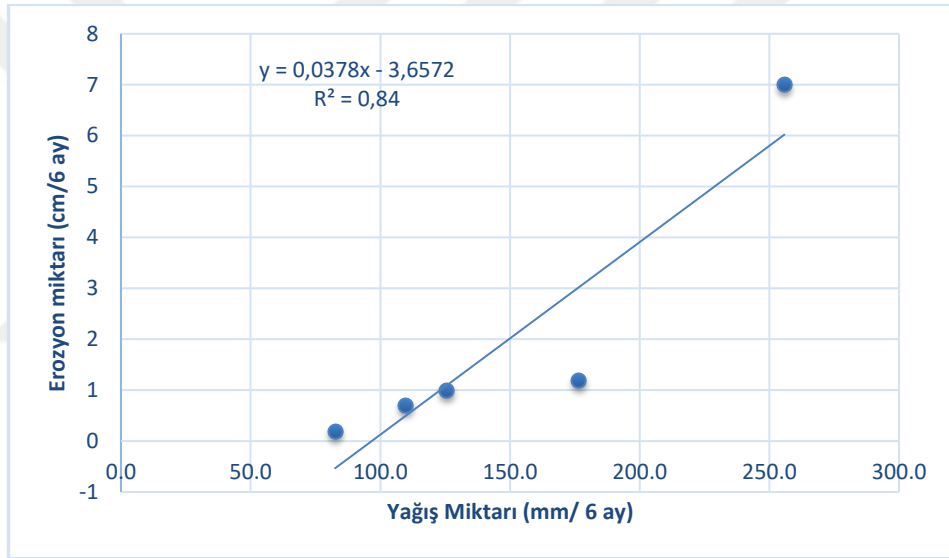
Deneme alanlarında (14 adet) 2,5 yıl süre ile yapılan erozyon çubuk ölçümleri neticesinde ilk altı aylık dönem (yaz/sonbahar 2016) için ortalama kanal ve oyuntu erozyonu 1,2 cm ve takip eden dönemler için ortalamalar sırasıyla 0,7, 0,2, 1,0 ve 7,0 cm olarak tespit edilmiştir (Tablo 3). Toplamda (2,5 yıl için) ölçülen erozyon miktarı ise 10,1 cm olarak hesaplanmıştır. Bu miktarın 1,9 cm'si ilk yıl (Haziran 2016 – Mayıs 2017), 1,2 cm'si ikinci yıl (Haziran 2017 – Mayıs 2018) ve 7 cm'si ise son altı aylık (Haziran –Kasım 2018) dönemde gerçekleşmiştir.

Erozyon miktarı ölçümlerinde birinci periyot Haziran 2016 ile Kasım 2016, ikinci periyot Aralık 2016 ile Mayıs 2017, üçüncü periyot Haziran 2017 ile Kasım 2017, dördüncü periyot Aralık 2017 ile Mayıs 2018 ve son olarak beşinci periyot Haziran 2018 ile Kasım 2018 ay ve yıllarında olmak üzere 6 aylık periyotlarla gerçekleştirildiği için aynı periyotlar için 2,5 yıllık dönemsel yağış verileri Tablo 4'de verilmiştir (MGM, 2019). Ortalama altı aylık erozyon miktarı ile yağış verileri arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($R^2= 0,84$; Şekil 9). Tablo 4' de özellikle son 6 aylık dönemdeki (Mayıs 2018-Kasım 2018) ortalama 255,8 mm ile en yüksek yağış miktarını göstermektedir. Bu yağış miktarına paralel olarak ortalama kanal ve oyuntu

erozyonu miktarı da aynı dönemde 7,0 cm'lik bir değer ile diğer dönemlere oranla çok daha fazla çıktığı ortaya konulmuştur (Şekil 9).

Tablo 4. Oltu mikro havzasının ortalama iklim verileri (Haziran 2016-Kasım 2018)

Sıra No	1. periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot
1	43.2	20.8	12.4	10.6	76.4
2	45.4	3.8	10.4	20.8	15
3	35	2	7	12.4	102.2
4	23	10.4	6.2	34.6	20.2
5	8.2	18.6	33.8	5.2	33.4
6	21.8	54.2	12.8	42	8.6
Toplam Yağış (mm)	176.6	109.8	82.6	125.6	255.8
Toplam Erozyon (cm)	1.2	0.7	0.2	1	7



Şekil 9. Dönemsel (altı aylık) toplam yağış miktarları ile erozyon miktarları arasındaki ilişki (Haziran 2016- Kasım 2018)

3.2 Şev Topraklarının Hacim Ağırlıkları

Deneme alanlarındaki şev topraklarının hacim ağırlıkları $1,24 - 1,86 \text{ g/cm}^3$ arasında değişim göstermiştir (Tablo 5). Ortalama hacim ağırlığı ise $1,52 \text{ g/cm}^3$ olarak ölçülmüştür. Dere sınıfları açısından değerlendirildiğinde 2.sınıf, 1.sınıf ve oyuntu dereleri için ortalama toprak hacim ağırlıkları sırasıyla $1,51, 1,52$ ve $1,53 \text{ g/cm}^3$ olarak ölçülmüştür. Hacim ağırlıkları dere sınıfları açısından homojen bir dağılım göstermiştir.

Tablo 5. Oltu mikro havzası deneme alanlarına ait şev toprak hacim ağırlıkları

Deneme Alanı	Dere Şevi	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)
Başaklı (2.sınıf)	Sağ	1,50
	Sol	1,65
Sarısaz (2.sınıf)	Sağ	1,45
	Sol	1,24
Ballica (2.sınıf)	Sağ	1,50
	Sol	1,73
Başaklı (1.sınıf)	Sağ	1,40
	Sol	1,58
Erdoğmuş (1.sınıf)	Sağ	1,86
	Sol	1,54
Tutmaç (1.sınıf)	Sağ	1,44
	Sol	1,33
Ballica (Oyuntu)	Sağ	1,61
	Sol	1,42
B. Orcuk (Oyuntu)	Sağ	1,69
	Sol	1,34
Çamlıbel (Oyuntu)	Sağ	1,75
	Sol	1,49
Çamlıbel (Oyuntu)	Sağ	1,38
	Sol	1,71
Ballica (Oyuntu)	Sağ	1,63
	Sol	1,38
B. Orcuk (Oyuntu)	Sağ	1,71
	Sol	1,78
Demirtaş (Oyuntu)	Sağ	1,47
	Sol	1,41
Demirtaş (Oyuntu)	Sağ	1,75
	Sol	1,49

3.3 Şev Yükseklik ve Alanları

Çalışma alanlarındaki dere şevi yükseklikleri 0,7 – 2,5 m arasında değişim göstermiştir (Tablo 6). Ortalama şev yüksekliği yaklaşık 1,6 m olarak ölçülmüştür. Dere sınıfları açısından değerlendirildiğinde sırasıyla 2.sınıf, 1.sınıf ve oyuntu dereleri için ortalama şev yükseklikleri 1,4, 1,5 ve 1,7 m olarak ölçülmüştür (Tablo 6).

En küçük ve en büyük şev alanları 133,3 ve 495 m²/100 m¹ olarak ölçülmüş olup ortalama değer ise 324,8 m²/100 m¹. Ortalama şev alanları 2.sınıf dereler için 306,7 m²/100 m¹, 1.sınıf dereler için 275,9 m²/100 m¹, ve oyuntu dereleri için 349,8 m²/100 m¹ dir (Tablo 6).

Tablo 6. Deneme alanlarına ait şev yükseklik ve alanları

Deneme Alanı	Şev Yüksekliği (m)	Şev Alanı (m ² / 100 m ¹)
Sarısaz (2.sınıf)	1,1	210,6
Balıca (2.sınıf)	1,4	288,6
Başaklı (2.sınıf)	2,1	421,0
Erdoğan (1.sınıf)	2,5	495,0
Başaklı (1.sınıf)	1,0	199,4
Tutmaç (1.sınıf)	0,7	133,3
Balıca (Oyuntu)	2,3	452,6
Balıca (Oyuntu)	2,0	393,0
Büyük Orcuk (Oyuntu)	2,4	486,6
Büyük Orcuk (Oyuntu)	2,3	462,5
Çamlıbel (Oyuntu)	1,1	223,0
Çamlıbel (Oyuntu)	1,1	228,0
Demirtaş (Oyuntu)	1,5	294,0
Demirtaş (Oyuntu)	1,3	259,0
Ortalama	1,6	324,8
Ortalama (2.sınıf)	1,5	306,7
Ortalama (1.sınıf)	1,4	275,9
Ortalama (Oyuntu)	1,7	349,8

3.4 Şevlerde Meydana Gelen Toplam Toprak Kayıpları

Çalışmanın birinci (Haziran 2016 – Mayıs 2017) ve ikinci (Haziran 2017 – Mayıs 2018) yılları için hesaplanan ortalama kanal ve oyuntu erozyonu miktarı sırasıyla 47,5 ve 30,5 ton/km/yıl'dır (Tablo 7). Çalışmanın son altı aylık dönemi (Haziran 2018 – Kasım 2018) için bu değer 159 ton/km/yıl olarak hesaplanmıştır. İki buçuk yıl süresince üretilen ortalama yıllık toprak kaybı ise 90,2 ton/km/yıl dır. Ayrıca, tüm çalışma süresince (2,5 yıl) bu alanlardan üretilen toplam toprak kaybı 237 ton/km dir (Tablo 7).

Bu ilk iki yıl için (birinci ve ikinci yıllar) deneme alanlarından hesaplanan toprak kayıpları 0 ila 147 ton/km/yıl arasında değişim göstermiştir. Altı aylık dönem için hesaplanan değişim 0 ila 466,5 ton/km olarak hesaplanmıştır. İki buçuk yıl için hesaplan ortalama yıllık toprak kayıpları ise 0 – 218,2 ton/km/yıl arsında değişim göstermiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Kanal ve oyuntu erozyonuyla üretilen toprak kayıplarının çalışmanın 1.yılı, 2.yılı, son 6 aylık dönemindeki, yıllık ve tüm çalışma süresince (2,5 yıl) hesaplanan dağılımı

Sıra No:	Alan/Köy	1. Yıl	2. Yıl	Son 6 aylık dönem	Ortalama yıllık	Toplam (2,5 yıl)
		Toprak kaybı (ton/km/yıl)	Toprak kaybı (ton/km/yıl)	Toprak kaybı (ton/km)	Toprak kaybı (ton/km/yıl)	Toprak kaybı (ton/km)
1	Sarısaz_2.sınıf	28.6	0.0	0.0	11.4	28.6
2	Balıca_2.sınıf	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Başaklı_2.sınıf	21.5	0.0	0.0	8.6	21.5
4	Erdoğmuş_1.sınıf	96.8	0.0	466.5	225.3	563.3
5	Başaklı_1.sınıf	41.6	0.0	184.8	90.6	226.5
6	Tutmaç_1.sınıf	26.8	120.6	115.3	105.1	262.6
7	Balıca_Oyuntu	147.3	0.3	44.4	76.8	192.0
8	Balıca_Oyuntu	0.0	115.1	367.6	193.1	482.7
9	Büyük Orcuk_Oyuntu	112.5	6.6	38.6	63.1	157.7
10	Büyük Orcuk_Oyuntu	26.7	0.0	82.1	43.5	108.8
11	Çamlıbel Oyuntu	140.3	66.2	132.4	135.6	338.9
12	Çamlıbel Oyuntu	10.3	0.0	138.8	59.7	149.1
13	Demirtaş Oyuntu	6.6	118.6	281.0	162.5	406.2
14	Demirtaş Oyuntu	5.3	0.0	374.5	151.8	379.4
Ortalama		47.5	30.5	159.0	94.8	237.0

Çalışmada, kanal (1. Sınıf ile 2. Sınıf) ve oyuntu dere sınıflarında yapılan 2,5 yıllık ölçümler sonucu ortaya çıkan ortalama toprak kayıpları dere sınıfları açısından aşağıdaki Tablo 8’de değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre birim (km) kanal/oyuntu uzunlukları için hesaplanan ortalama toprak kayıpları 1.sınıf, 2.sınıf ve oyuntu dereleri için sırasıyla 0, 134 ve 108 ton/km/yıl olarak bulunmuştur. Toplamda (sağ ve sol şevler) 51 km şev uzunluğuna sahip 2. sınıf derelerde toprak kaybı gerçekleşmemiştir. Toplamda 44 km şev uzunluğuna sahip 1. sınıf derelerden 5827 ton/yıl ve 272 km şev uzunluğuna sahip oyuntu derelerinde 29248 ton/yıl toprak kaybı gerçekleşmiştir. Buna göre en fazla toprak kaybı oyuntu dere sınıfında (%83), ikinci olarak (%17) 1. sınıf derelerden gerçekleşmiştir. Toplam 36876 hektar alana sahip havzada toplam toprak kaybı 35075 ton/yıl, hesaplamalar sonucu birim alana düşen toprak kaybı ise 1,0 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 8. Kanal (2. & 1. Sınıf) ve oyuntu derelerinin toplam şev uzunlukları, birim toprak kaybı (ton/km/yıl), toplam toprak kaybı (ton/yıl), havza alanına bağlı olarak hesaplanan birim toprak kaybı (ton/ha/yıl) ve oran olarak erozyon miktarları

Dere Sınıfı (Strahler)	Şev Uzunluğu (km)	Toprak Kaybı (ton/km/yıl)	Toplam Toprak Kaybı (ton/yıl)	Havza Alanı (ha)	Toprak Kaybı (ton/ha/yıl)	%de Olarak toprak kaybı
2. sınıf	51	0	0			0
1. sınıf	44	134	5827			17
Oyuntu	272	108	29248			83
Toplam	366		35075	36876	1.0	100

4 TARTIŞMA

Çoruh Nehri Havzasının mikro havzalarından bir olan Oltu mikro havzasında 14 farklı deneme alanında gerçekleştirilen çalışmada, 1. ve 2. sınıf dere ve oyuntu dereleri boyunca meydana gelen kanal ve oyuntu erozyonu iki buçuk yıl boyunca erozyon çubuk yöntemi ile ölçülmüştür. Ölçülen erozyon miktarları şev alanları ve bu şevlerin toprak hacim ağırlıkları ile çarpılarak bu alanlardan gerçekleşen toplam toprak kayıpları hesaplanmıştır.

Çalışmada elde edilen dönemsel (altı aylık) ortalama erozyon miktarları 1,2, 0,7, 0,2, 1 ve 7 cm ile dönemsel yağış miktarları olan 176,6, 109,8, 82,6, 125,6 ve 255,8 mm arasında bir paralellik söz konusudur (Tablo 4, Şekil 9). Nitekim çalışmanın son altı aylık döneminde gerçekleşen yüksek miktardaki erozyonla (7 cm) yine bu dönemde gerçekleşen yüksek düzeydeki yağış miktarı (256 mm) örtüşmektedir. Bu sonuç göstermiştir ki ilk iki yılı için az miktarda gerçekleşen kanal ve oyuntu erozyonu yağış miktarının artmasıyla (son 6 aylık dönemde) birlikte çok ciddi düzeylere çıkabilmektedir. Özellikle çok şiddetli ve fazla yağışların kanal ve oyuntu erozyona olan direkt etkisi değer birçok araştırmacı tarafından da belirlenmiştir (Toy ve Foster, 1998). Bu bağlamda değerlendirmek gerekirse bu tür çalışmaların daha uzun süreye yayılması özellikle iklimsel farklılıkların (kurak, yağışlı dönemler veya münferit büyük yağışlar) erozyon üzerinde etkisini belirleme açısından çok önemlidir. Tufekcioglu (2006) tez çalışmasının birinci yılında hesaplanan ortalama toprak kaybı 283 ton/km/yıl, ikinci yılında ise 152 ton/km/yıl' olarak hesap edilmiştir. Bu alanlarda birinci yıl ortalama yıllık yağış miktarı 968 mm/yıl, ikinci yıl ise 819 mm/yıl'dır. Yağış miktarı arttıkça kanal ve oyuntu erozyonuyla gerçekleşen toprak kaybı da artmıştır.

Oltu mikro havzasının bitişiğindeki Tortum Kuzey mikro havzasında gerçekleştirilen kanal ve oyuntu erozyon çalışmasında (Acar, 2019) elde edilen erozyon ve yıllık toprak kayıpları bu çalışmadaki ilk iki yıllık değerlerle (Tablo 3 & 6) benzerlik göstermektedir. Acar (2019) çalışmanın ilk yılı için erozyon miktarlarını 0,7 cm/yıl, ikinci yılı için ise 2,5 cm/yıl olarak bulmuştur. Ortalama yıllık toprak kaybı miktarı ise 29,6 ton/km/yıl'dır. Bu çalışmada ilk iki yılın ortalama toprak kaybı 39 ton/km/yıl, iki

buçuk yılın ortalaması ise çok daha fazla 90,2 ton/km/yıl olarak bulunmuştur (Tablo 6). Son altı aylık dönemdeki kayıp (159 ton/km; Tablo 6) bu artıştaki ana faktördür. Acar (2019) çalışmasına göre, oyuntularda meydana gelen toprak kaybı toplam toprak kaybının %73'e karşılık gelmektedir. Bu çalışmada da benzer şekilde oyuntular için %83'lük bir oran bulunmuştur (Tablo 7).

Oltu mikro havzasının hemen kuzeyinde yer alan Olur mikro havzasında gerçekleştirilen diğer bir kanal ve oyuntu çalışmasında (Yıldırım, 2019) elde edilen yıllık ortalama erozyon miktarları çalışmanın ilk yılı için 1,8 cm/yıl, ikinci yılı için ise 15,3 cm/yıl olarak bulunmuştur. İki yıllık çalışma süresinde gerçekleşen ortalama yıllık toprak kaybı miktarı ise 215,7 ton/km/yıl bulunmuştur. Bu çalışmanın ikinci yılı gerçekleşen erozyon miktarı bu tez çalışmasında elde edilen değere (1,2 cm) göre çok daha yüksek çıkmıştır. Nitekim ikinci yıldaki bu yüksek erozyon miktarını bağlı olarak gerçekleşen ortalama toprak kaybı da bu tez çalışmasındakine oranla çok daha fazla çıkmıştır (90,2 ton/km/yıl). Yıldırım (2019) çalışmasına göre, oyuntularda meydana gelen toprak kaybı toplam toprak kaybının %89'e karşılık gelmektedir. Bu çalışmada da benzer şekilde oyuntular için %83'lük bir oran bulunmuştur. Geri kalan %17 lik katkı ise 1.sınıf derelerden gerçekleşmiştir.

Oltu mikro havzasında daha önceki yıllarda (Haziran 2104- Mayıs 2016) aynı deneme alanları üzerinde gerçekleştirilen kanal ve oyuntu erozyonu çalışmasında (Tufekçioğlu, 2018) ölçülen ortalama erozyon değeri 3,1 cm, toprak kaybı ise 75,4 ton/km/yıl'dır. Bu değerler bu tez çalışmasındaki değerlerle de (son 6 aylık dönem hariç) benzerlik göstermektedir (Tablo 3 & 6).

Tufekcioglu (2006) tarafından Iowa eyaletindeki (ABD) bazı otlak alanlarda yapılan iki yıllık yüksek lisans tez çalışmasında dere kenarı tampon bölgelerinde (yeşil kuşak) kenar erozyonu toprak kaybını; kış-ilkbahar mevsimleri için 8,4 cm, yaz için 7,8 cm ve sonbahar dönemi için 1,7 cm olarak bulmuştur. Sonbahara kıyasla, kış-ilkbahar ve yaz dönemlerinde kanal erozyonunun çok daha fazla gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yine iki yıllık bu çalışmada 9 adet deneme alanı için hesaplanan ortalama yıllık toprak kaybı 217 ton/km/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu deneme alanlarda gerçekleşen kayıplar 74 - 383 ton/km/yıl arasında değişim göstermiştir. Aynı deneme alanlarında daha önceki yıllarda yapılan üç yıllık bir çalışmada da hesaplanan toprak kayıpları benzer şekilde

63 - 258 ton/km/yıl arasında değişim göstermiştir (Zaimes, 2004). Gerek erozyon miktarları ve gerekse toprak kayıpları için yukarda değerlendirilen bu iki yurt dıőı çalışmasında bu tez çalışmasına oranla çok daha fazla miktarlarda erozyon ölçülmüş ve toprak kaybı hesaplanmıştır. Bu çalışmalardaki yüksek düzeydeki erozyonun en önemli sebeplerinden birincisi yine bu alanlarda kayıt edilen yüksek miktarlardaki yıllık ortalama yağışlardır (1.yıl: 968; 2.yıl: 819 mm). Bu tez çalışmasındaki ortalamalar ise 1.yıl için 287, 2.yıl için 209 ve son 6 aylık önem için 256 mm dir. İkinci önemli sebep olarak da bu çalışmalardaki dere şevlerinin toprak yapısının erozyon olan duyarlılıklarının (erodibilite) fazla oluşu gösterilebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde Oltu mikro havzasında gözlenen yıllık ortalama erozyon oranlarının düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun en önemli nedeninin ise yarı-kurak özellik gösteren bu havzadaki yıllık yağış miktarlarının düşük olmasıdır. Diğer taraftan son altı aylık dönemde gerçekleşen yüksek düzeydeki oyuntu ve dere kenarı (şev) erozyonu göstermiştir ki erozyon olayı hem yağışların zamanlaması hem de sıklık ve miktarına yüksek derecede duyarlılık göstermektedir. Mekânsal ve zamansal ölçekler dikkate alındığında arazi kullanımı, toprak tipi, jeoloji, morfoloji, yağış ve akarsu hidrolojisi gibi çeşitli havza özellikleri erozyon gelişimini etkileyen diğer önemli faktörler olarak belirtilmektedir (Pekal, 2009).

Bu havzada gerçekleşen toplam toprak erozyonunu ve taşıma kapasitesini azaltmanın en etkili yolu bu kanallara yeterli miktarda kafes tel ve kuru-taş duvar gibi uygun eşik tiplerinin yapılması olacaktır. Nitekim bu tür enine yapıların kanal ve oyuntu erozyonu sonucu gerçekleşen sediment/rusubat miktarını azaltmada oldukça etkili olduğu ortaya konmuştur. (Tufekcioglu, 2018).

5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitki örtüsünün zayıflaması veya tamamının yok olması neticesinde özellikle eğimli arazilerde, toprağa düşen yağmur damlaları, darbe vuruşu esnasında toprak parçalarını yerinden koparır. Bu parçalar yüzeysel akışa geçen yağmur sularıyla beraber sürüklenerek eğim yönünde aşağılara doğru taşınırlar. Yüzeysel akış halindeki sular aşağılara indikçe hacimsel olarak daha da güçlenir ve neticesinde hem kanal/oyuntu tabanına hem de kenarlara daha fazla basınç uygular neticesinde taşınan toprak ve kaba materyal miktarı da artmış olur. Bu sürecin sonunda, daha ciddi hasarlara, can ve mal kaybına neden olan ve hızlı bir şekilde meydana gelen sel ve taşkınların görülmesi muhtemeldir. Bu bağlamda bu çalışmada kanal ve oyuntu erozyonuyla meydana gelen toprak kayıplarını Oltu havzasındaki 14 farklı alanda “erozyon çubuk yöntemi” kullanılarak ölçülmüştür.

Deneme alanlarında 2,5 yıl süre ile yapılan erozyon çubuk ölçümleri neticesinde ilk altı aylık dönem (yaz/sonbahar 2016) için ortalama kanal ve oyuntu erozyon miktarı 1,2 cm ve takip eden dönemler için ortalamalar sırasıyla 0,7, 0,2, 1,0 ve 7,0 cm/ 6 ay olarak tespit edilmiştir. Toplamda (2,5 yıl için) ölçülen erozyon miktarı ise 10,1 cm olarak hesaplanmıştır. Bu miktarın 1,9 cm/yıl'ı ilk yıl (Haziran 2016 – Mayıs 2017), 1,2 cm/yıl'ı ikinci yıl (Haziran 2017 – Mayıs 2018) ve 7 cm'lik kısmı ise son altı aylık (Haziran –Kasım 2018) dönemde gerçekleşmiştir. Bu sonuçlara göre özellikle son 6 aylık dönemdeki (yaz/sonbahar 2018) ortalama kanal ve oyuntu erozyonu miktarı diğer dönemlere oranla çok daha fazla gerçekleşmiştir.

Çalışmamızın birinci (Haziran 2016 – Mayıs 2017) ve ikinci (Haziran 2017 – Mayıs 2018) yılları için hesaplanan ortalama kanal ve oyuntu erozyonu toprak kayıpları sırasıyla 47,5 ve 30,5 ton/km/yıl'dır. Çalışmanın son altı aylık dönemi (Haziran 2018 –Kasım 2018) için bu değer 159 ton/km/6 ay olarak hesaplanmıştır. Bu artışta son altı aylık dönemde gerçekleşen yüksek düzeydeki yağış miktarının etkili olduğu tespit edilmiştir. İki buçuk yıl süresince üretilen ortalama yıllık toprak kaybı ise 90,2 ton/km/yıl dır. Ayrıca, tüm çalışma süresince (2,5 yıl) bu alanlardan üretilen ortalama toprak kaybı 237 ton/km dir.

Çalışmada, kanal (1. Sınıf ile 2. Sınıf dereler) ve oyuntu dere sınıflarında yapılan ölçümlerle elde edilen sonuçlara göre hesaplanan ortalama toprak kayıpları 1.sınıf, 2.sınıf ve oyuntu dereleri için sırasıyla 0, 134 ve 108 ton/km/yıl olarak bulunmuştur. Buna göre en fazla toprak kaybı oyuntu dere sınıfında (%83), ikinci olarak (%17) 1. sınıf derelerden gerçekleşmiştir. Toplam 36876 hektar alana sahip havzada toplam toprak kaybı 35075 ton/yıl, hesaplamalar sonucu birim havza alanına düşen toprak kaybı ise 1,0 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur.

Bu veriler ve ölçümler doğrultusunda bu çalışma, çeşitli ıslah tedbirlerinin alınarak toprak kaybının önlenmesi ve akarsularla taşınan sediment/rusubat miktarının azaltılması, barajların ekonomik ömrünün artırılmasına yönelik havzada rehabilitasyon çalışmaları yapılması için altlık oluşturup ıslak tutacaktır. Tufekcioglu (2018) çalışmasında oyuntu erozyonu ve taşınan rusubat miktarını azaltmanın en etkili yolu olarak bu kanallara uygun enine yapıların (kafes-tel ve kuru-duvar eşik) yapılmasını önermiştir. Ayrıca kafes-tel eşik ve kuru-duvar eşiklerin arka kısımlarına uygun ağaç türleri ile yapılacak dikimler hem toprağı tutacak hem de toprak yapısını iyileştirecektir. Çalışma alanındaki çıplak ve bitki örtüsü olmayan yerlerde bitkilendirme çalışmaları yapılarak devamlı bir vejetasyon örtüsü altında bulunması sağlanarak yüzeysel akışla başlayan oyuntu ve kanal erozyonu oluşumu azaltılmalıdır.

EKLER

Ek Tablo 1. Ballıca 2.sınıf deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transept No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016	5.11.2016	Fark (cm)	27.5.2017	Fark (cm)	11.10.2017	Fark (cm)	12.5.2018	Fark (cm)	3.11.2018	Fark (cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	6.8	6.7	-0.1	7	0.3	1.8	-5.2	5.2	3.4	0	-5.2
		2 (üst)	4	4	0	0.5	-3.5	0	-0.5	0	0	0	0
	Sol taraf	1 (alt)	2	8.9	6.9	0.6	-8.3	0	-0.6	0	0	0	0
		2 (üst)	8.9	9	0.1	8.9	-0.1	8.7	-0.2	8.2	-0.5	8.2	0
2	Sağ taraf	1 (alt)	8	8	0	6.9	-1.1	0	-6.9	0	0	0	0
		2 (üst)	8.1	8.7	0.6	8.5	-0.2	8.9	0.4	8.8	-0.1	8.5	-0.3
	Sol taraf	1 (alt)	3	2.70	-0.3	1.8	-0.9	0	-1.8	0	0	0	0
		2 (üst)	11.8	12.6	0.8	13	0.4	12.8	-0.2	12.3	-0.5	0	-12.3
3	Sağ taraf	1 (alt)	7.8	6	-1.8	8.8	2.8	9	0.2	8.4	-0.6	8.4	0
		2 (üst)	3.5	15.8	12.3	4.6	-11.2	3.1	-1.5	3.1	0	3.1	0
	Sol taraf	1 (alt)	12.5	8.6	-3.9	5.6	-3	5.1	-0.5	5	-0.1	0	-5
		2 (üst)	13.8	2.2	-11.6	15.1	12.9	14.7	-0.4	12.3	-2.4	0	-12.3
4	Sağ taraf	1 (alt)	6.2	4.8	-1.4	4.5	-0.3	0.5	-4	0.5	0	0.5	0
		2 (üst)	12.8	11.5	-1.3	11.5	0	9.7	-1.8	9.3	-0.4	9.3	0
	Sol taraf	1 (alt)	10	10	0	9.7	-0.3	0	-9.7	0	0	0	0
		2 (üst)	23.9	24	0.1	24	0	23	-1	3.4	-19.6	0	-3.4
5	Sağ taraf	1 (alt)	8.1	7.4	-0.7	7.4	0	8.1	0.7	8	-0.1	8	0
		2 (üst)	11	11.8	0.8	11.9	0.1	11.9	0	15.1	3.2	15.1	0
	Sol taraf	1 (alt)	4.8	4	-0.8	4	0	0	-4	0	0	0	0
		2 (üst)	10.9	10.8	-0.1	10.5	-0.3	9.5	-1	10.3	0.8	0	-10.3
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					0.0	-0.6	-1.9	-0.8	-2.4				

Ek Tablo 2. Başaklı 2.sınıf deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016	5.11.2016	Fark (cm)	27.5.2017	Fark (cm)	11.10.2017	Yeni	Fark (cm)	12.5.2018	Fark (cm)	3.11.2018	Fark (cm)	
1	Sağ taraf	1 (alt)	7	7	0	9.7	2.7	3.6	3.6	-6.1	0	-3.6	0	0	
		2 (üst)	10	10	0	14.5	4.5	8.7	8.7	-5.8	8.7	0	8.7	0	
	Sol taraf	1 (alt)	4.4	7.9	3.5	7	-0.9	4.4	4.4	-2.6	6.4	2	5	-1.4	
		2 (üst)	20	20.5	0.5	19	-1.5	20.5	20.5	1.5	21	0.5	20	-1	
			2 (üst)	6.5	7.5	1	7	-0.5	6.8	6.8	-0.2	8.6	1.8	8	-0.6
		Sol taraf	1 (alt)	12.1	12.1	0	13	0.9	13.8	13.8	0.8	13.8	0	13.8	0
3	Sağ taraf	1 (alt)	15	13.1	-1.9	13.5	0.4	9.5	9.5	-4	8.1	-1.4	3.2	-4.9	
		2 (orta)	14.5	14.6	0.1	16	1.4	15.5	15.5	-0.5	14	-1.5	10.5	-3.5	
		3 (üst)	11	12.8	1.8	12.5	-0.3	12.2	12.2	-0.3	12.5	0.3	10.6	-1.9	
	Sol taraf	1 (alt)	14.8	14.8	0	11.2	-3.6	6.5	6.5	-4.7	6.5	0	0	-6.5	
			1 (alt)	10.1	10.8	0.7	14	3.2	11.5	11.5	-2.5	11	-0.5	10	-1
			2 (üst)	8.7	8.5	-0.2	8	-0.5	8	8	0	8	0	8	0
4	Sağ taraf	1 (alt)	10.1	10.8	0.7	14	3.2	11.5	11.5	-2.5	11	-0.5	10	-1	
		2 (üst)	8.7	8.5	-0.2	8	-0.5	8	8	0	8	0	8	0	
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	10.5	0	11.1	0.6	4.5	-6.6	
		2 (üst)	0								11		11.2	0.2	
5	Sağ taraf	1 (alt)	12	12	0	12.5	0.5	12.2	12.2	-0.3	12.2	0	12.2	0	
		2 (üst)	10	10.2	0.2	11	0.8	11.2	11.2	0.2	11.1	-0.1	11.1	0	
	Sol taraf	1 (alt)	9.6	10.5	0.9	10.8	0.3	9.7	9.7	-1.1	10	0.3	11.2	1.2	
		2 (üst)	8	7.6	-0.4	6.8	-0.8	7.8	7.8	1	6.9	-0.9	6.5	-0.4	
	Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					0.3	0.3	0.3	0.3	-1.4	-0.1	-0.1	-0.1	-1.6	

Ek Tablo 3. Erdoğmuş 1.sınıf deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016	Yeni	5.11.2016	Fark (cm)	27.5.2017	Fark (cm)	11.10.2017	Fark (cm)	12.5.2018	Fark (cm)	3.11.2018	Yeni	Fark (cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	20	20	22	2	21	-1	17.4	-3.6	19.2	1.8	50	-	30.8
		2 (üst)	7.5	7.5	9.8	2.3	10	0.2	7.3	-2.7	9.5	2.2	50	-	40.5
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	5.3	5.3	1.8	-3.5	8.4	6.6	0	-8.4	0	0	0
		2 (üst)	25.5	7	8.2	1.2	13.5	5.3	15	1.5	18	3	18.5	18.5	0.5
2	Sağ taraf	1 (alt)	6.7	6.7	8.5	1.8	8	-0.5	7.1	-0.9	8	0.9	50	-	42
		2 (üst)	9.2	9.2	10	0.8	8.4	-1.6	8.2	-0.2	9.1	0.9	50	-	40.9
	Sol taraf	1 (alt)	9.4	9.4	8.8	-0.6	8.6	-0.2	11	2.4	9.5	-1.5	8.6	8.6	-0.9
		2 (üst)	10.8	10.8	10.8	0	10.4	-0.4	12	1.6	10.8	-1.2	11.2	11.2	0.4
3	Sağ taraf	1 (alt)	50	12.3	12.5	0.2	9	-3.5	2.6	-6.4	2.8	0.2	50	-	47.2
		1 (alt)	0	0	5	5	7.2	2.2	4.9	-2.3	6	1.1	6	6	0
	Sol taraf	2 (orta)	50	8	8	0	10	2	10.1	0.1	17.3	7.2	17.8	17.8	0.5
4	Sağ taraf	3 (üst)	27.3	15.3	15.2	-0.1	25.8	10.6	26.2	0.4	28.4	2.2	29.1	29.1	0.7
		1 (alt)	20.4	20.4	21	0.6	20.5	-0.5	20.2	-0.3	15.3	-4.9	0	0	-15.3
		2 (üst)	18.2	6.6	6.5	-0.1	9	2.5	8.7	-0.3	11.6	2.9	10.5	10.5	-1.1
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (orta)	21.5	9.8	9.8	0	10.6	0.8	9.8	-0.8	1	-8.8	3.5	3.5	2.5
3 (üst)	24.9	24.9	26.2	1.3	30	3.8	28.6	-1.4	36.2	7.6	36	36	-0.2		
5	Sağ taraf	1 (alt)	8.1	8.1	9.4	1.3	12.4	3	12.4	0	12	-0.4	50	-	38
	Sol taraf	1 (alt)	7.9	7.9	5.5	-2.4	12.4	6.9	5.3	-7.1	8.1	2.8	5.2	-	-2.9
		2 (üst)	20	20	26.5	6.5	21.4	-5.1	22.4	1	18.8	-3.6	17.3	5.2	-1.5
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)						1.3	1.1	-0.6	0.2	11.1					

Ek Tablo 4. Başaklı 1.sınıf deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016			Fark (cm)	27.5.2017			Fark (cm)	11.10.2017	Fark	12.5.2018			Fark (cm)	3.11.2018			Fark (cm)
			Yeni	Yeni	Yeni		Yeni	Yeni	Yeni				Yeni	Yeni	Yeni		Yeni	Yeni		
1	Sağ taraf	1 (alt)	8.	8.	0	-8.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2 (orta)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		3 (üst)	23	23	24	1	28	28	4	20	-8	29	9.4	29	29	-0.4				
	Sol taraf	1 (alt)	12	12	12	0	17	17	4.5	18	1.7	19	0.7	15	15	-3.8				
		2 (üst)	15	15	15	-0.1	15	15	0.3	0	-15.5	0	0	0	0	0				
2	Sağ taraf	1 (alt)	7.	7.	7.	0	50	11	42.4	6.	-4.9	5.	-1.3	50	-	44.5				
		2 (üst)	10	10	10	0.4	13	13	3	9.	-4	10	1.2	11	11	0.2				
	Sol taraf	1 (alt)	12	12	10	-2.4	9.	9.	-0.2	0	-9.8	0	0	50	-	50				
		2 (üst)	12	12	16	3.2	15	15	-0.5	12	-3.1	13	0.9	12	12	-1.3				
3	Sağ taraf	1(alt)	10	10	10	-0.6	9.	9.	-0.8	7.	-1.7	8.	1.1	8.	8.	0				
	Sol taraf	1 (alt)	5.	5.	8.	3	9	9	0.5	7.	-1.4	7.	-0.1	50	-	42.5				
		2 (üst)	22	22	14	-7.8	25	14	11.2	1.	-13.4	15	14	35	35	20.4				
4	Sağ taraf	1 (alt)		17	14	-3.7	14	14		11	-2.9	11	0.2	50	-	38.7				
		2 (üst)	8.	8.	8.	0	9.	9.	0.9	7.	-2.2	8.	1.3	8.	8.	0				
	Sol taraf	1 (alt)	22	22	27	4.6	24	24	-3.5	16	-7.6	23	6.6	50	-	27				
		2 (üst)	14	14	14	0.6	14	14	-0.2	4.	-10.4	14	10.5	14	14	-0.2				
5	Sağ taraf	1 (alt)	6.	6.	7	0.5	7.	7.	0.13	6.	-0.93	6.	0.6	7.	7.	0.3				
		2 (üst)	7.	7.	7.	0	8	8	0.5	13	5.6	8	-5.6	7.	7.	-0.2				
	Sol taraf	1 (alt)	23	23	22	-0.9	22	22	-0.2	18	-3.7	18	0.2	50	-	31.2				
		2 (üst)	12	12	12	0.3	13	13	1.4	11	-2.3	12	1.2	12	12	0				
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					-0.5			3.3		-4.2		2.0		12.4						

Ek Tablo 5. Tutmaç 1.sınıf deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016		5.11.2016		27.5.2017		11.10.2017		12.5.2018		11.11.2018			
			Yeni	Fark (cm)	Yeni	Fark (cm)	Yeni	Fark (cm)	Yeni	Fark (cm)	Yeni	Fark (cm)				
1	Sağ taraf	1 (alt)	22	9.8	8.2	-1.6	13	4.8	14.	14.	1.6	14.	0	50	11.	35.4
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	7.8	7.8	17	9.2	50	14.	33	15.	1.5	23.	23.	7.6
		2 (üst)	21.	7.8	7.9	0.1	8.6	0.7	8.1	8.1	-0.5	8.4	0.3	8.4	8.4	0
2	Sağ taraf	1 (alt)	9.7	9.7	13	3.3	13.	0.9	13.	13.	0	9.5	-4.4	9.2	9.2	-0.3
		2 (üst)							11							0
		1 (alt)	7.5	7.5	9.3	1.8	9.2	-0.1	9.3	9.3	0.1	9.8	0.5	8.8	8.8	-1
3	Sağ taraf	1 (alt)	13.	13.	9.5	-4	18.	9.3	50	9	31.2	10.	1.2	50	-	39.8
		2 (üst)	7.6	7.6	7.6	0	7	-0.6	0	0	-7	0	0	0	0	0
	Sol taraf	1 (alt)	8.6	8.6	13	4.4	13.	0.7	9	9	-4.7	11	2	9.6	9.6	-1.4
2 (üst)		16.	16.	18	1.7	17.	-0.6	16.	16.	-0.6	18.	1.7	18.	18.	0	
4	Sağ taraf	1 (alt)	14.	14.	14.	-0.2	14	-0.5	50	15.	36	14.	-0.9	12.	12.	-2
	Sol taraf	2 (üst)	12.	12.	14	1.5	13	-1	50	12.	37	12.	0.2	50	-	37.5
5	Sağ taraf	1 (alt)	14.	14.	14.	0	16	1.2	50	9.8	34	13	3.2	50	-	37
	Sol taraf	1 (alt)	4.9	4.9	4.9	0	5	0.1	8.3	13.	3.3	15.	1.3	50	-	34.9
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					1.1		1.9				12.6		0.5		12.5	

Ek Tablo 6. Ballica oyuntu deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016		2.6.2016		Fark (cm)	27.5.2017	Fark (cm)	11.10.2017	Fark (cm)	12.5.2018	Fark (cm)	3.11.2018		Fark (cm)	
			Yeni	Yeni	Yeni	Yeni											
1	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 (üst)	22	7.	8	8	0.5	8.	0.5	6.	-2.1	7.	1.4	7.	7.	-0.5	
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	8	8	8	0	-8	0	0	0	0	10	10	10	
		2 (üst)	18	7.	6.	6.	-0.9	13	7	14	0.8	3.	-10.5	8.	8.	4.8	
2	Sağ taraf	1 (alt)	25	9.	9	9	-0.4	0	-9	0	0	0	0	0	0	0	
		2 (üst)	30	8.	8.	8.	-0.3	19	11	22	2.9	22	-0.3	21	21	-0.5	
	Sol taraf	1 (alt)	13	13	14	14	0.5	13	-0.4	14	0.6	15	0.8	15	15	0.3	
		2 (orta)	21	21	21	21	0.7	21	0.1	21	-0.2	21	0.2	22	22	0.2	
		3 (üst)	20	20	20	20	0.8	26	5.7	19	-7	25	5.5	25	25	0	
3	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	6	6	6	15	9	13	-1.8	18	5	13	13	-5.1	
		2 (üst)	25	11	12	12	1.4	16	3.7	15	-0.9	24	9	37	10	13	
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	8	8	8	0	-8	0	0	0	0	13	13	13.8	
		2 (üst)	44	16	60	10	43.8	17	7	17	0.5	0	-17.5	5.	5.	5.1	
4	Sağ taraf	1 (alt)	16	16	18	18	2.2	17	-0.7	17	-0.4	18	1	0	0	-18.4	
		2 (üst)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18	18.4	
5	Sol taraf	1 (alt)	8.	8.	5	5	-3.2	4	-1	3.	-0.5	3.	0.3	2.	2.	-1	
		2 (üst)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2 (üst)	50	6.	0	0	-6.3	15	15.6	16	0.7	16	0.3	18	18	1.4	
Sol taraf	1 (alt)	17	17	13	13	-3.8	14	1	14	0.2	14	-0.3	0	0	-14.4		
	2 (üst)	0	0	0	0	0	0	0	11	11.2	12	1.3	12	12	0.1		
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)							2.7	1.6	0.2	-0.2	1.3						

Ek Tablo 7. Ballica oyuntu deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016		5.11.2016		27.5.2017		11.10.2017		12.5.2018		3.11.2018					
			Yeni	Yeni	Yeni	Yeni	Fark (cm)	Fark (cm)	Fark (cm)	Fark (cm)	Fark (cm)	Fark (cm)	Fark (cm)	Fark (cm)	Fark (cm)	Fark (cm)		
1	Sağ taraf	1 (alt)	10	10	11	11	0.8	11	0.7	16	16	4.5	37	22	20.8	50	-	27.5
		2 (üst)	11	11	13	13	1.9	12	-1	12	12	0.1	12	12	0.2	50	11	37.7
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	9.	0	16	16	6.8	50	-	34
		2 (orta)	4.	4.	4.	4.	0.1	5.	0.8	3.	3.	-2.1	4.	4.	0.8	3.	3.	-0.8
		3 (üst)	9	9	12	12	3	13	1.8	16	16	2.2	16	16	0.2	22	22	6.1
2	Sağ taraf	1 (alt)	0.	0.	0	0	-0.5	0	0									
		2 (üst)	13	13	13	13	0.6	12	-0.9	14	14	1.4	14	14	-0.1	15	15	1.5
	Sol taraf	1 (alt)	12	12	9.	9.	-2.7	13	4	15	15	2.3	16	16	0.4	0	0	-16.2
		2 (orta)	7	7	11	11	4.2	8.	-2.4	9.	9.	0.5	9.	9.	0.1	13	13	4.4
		3 (üst)	19	19	20	20	1.1	24	3.9	26	26	2.2	31	31	4.3	34	13	3.2
3	Sağ taraf	1 (alt)	4.	4.	7.	7.	3.1	2	-5.5	2.	2.	0.7	1.	1.	-0.9	50	-	48.2
		2 (üst)	13	13	13	13	0.2	12	-0.6	12	12	0.3	13	13	0.5	12	12	-1.3
	Sol taraf	1 (alt)	10	10	5.	5.	-4.7	0	-5.8	2	2	2	0.	0.	-1.5	1.	1.	1.3
		2 (orta)	16	16	13	13	-2.7	11	-2.5	10	10	-0.7	10	10	-0.2	8.	8.	-1.4
		3 (üst)	15	15	17	17	1.6	16	-1.2	16	16	0.4	18	18	2.1	16	16	-1.8
4	Sağ taraf	1 (alt)	2.	2.	6.	6.	3.9	5	-1.4	4.	4.	-0.8	5	5	0.8	0	0	-5
		2 (üst)	13	13	15	15	2	13	-1.1	11	11	-2.3	12	12	0.4	11	11	-0.2
	Sol taraf	1 (alt)	24	8.	9	9	0.1	7.	-1.2	31	13	23.2	0	0	-13.3	13	13	13.6
		2 (üst)	29	18	19	19	1.3	18	-0.9	25	13	7.1	50		36.6	60	12	60
5	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	8	0	8	0	0	0	-8	0	0	0	50	50	50
		2 (üst)	26	26	26	26	0	27	1	25	25	-1.1	17	17	-8.9	18	18	1
	Sol taraf	1	15	15	0	8.	-15.9	8	-0.5	7	7	-1	8	8	1	5	5	-3
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)							-0.1	-0.6	1.5	2.4	12.3							

Ek Tablo 8. Büyük Orcuk oyuntu deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016			Fark (cm)	27.5.2017			Fark (cm)	2.11.2017	Fark	12.5.2018			Fark (cm)	3.11.2018			Fark (cm)	
			Yeni	Yeni	Yeni		Yeni	Yeni	Yeni				Yeni	Yeni	Yeni		Yeni				
1	Sağ taraf	1 (alt)	14	14	14	-0.2	15	15	1.5	9.	-5.7	17	7.2	9.	9.	-7.7					
		2 (üst)	10	10	11	0.7	16	16	4.8	14	-2	14	0	11	11	-3					
	Sol taraf	1 (alt)	9	9	9.	0.8	9.	9.	-0.5	3.	-5.6	0	-3.7	0	0	0					
		2 (orta)	6	6	9.	3.1	6	6	-3.1	8.	2.1	8.	0	8.	8.	0					
		3 (üst)	14	14	14	0.1	15	15	0.5	11	-3.3	11	0	13	13	1.6					
		1 (alt)	11	11	10	-1	10	10	0.3	9.	-0.9	8	-1.4	13	13	5.7					
Sağ taraf	2 (üst)	5.	5.	9	3.5	9.	9.	0.2	9.	0	2.	-6.9	3.	3.	1.5						
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
			2 (üst)	17	17	16	-0.5	19	19	2.5	17	-1.6	18	1.1	18	18	-0.3				
3	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
		2 (üst)	17	17	17	-0.4	21	21	4.1	18	-2.9	22	3.6	21	21	-1					
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
		2 (orta)	2	2	1.	-0.5	0	0	-1.5	0	0	0	0	0	0	0					
		3 (üst)	11	11	11	0	14	11	2.7	0	-11.5	13	13.5	13	13	0					
		1 (alt)	18	18	25	7.9	30	30	4.1	26	-3.6	27	0.6	30	16	3.5					
Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	18	18.1	19	1.6	17	17	-2.4						
	Sol taraf	2 (üst)	31	12	11	-0.7	15	15	3.7	13	-2	19	6	18	18	-0.7					
5		Sağ taraf	1 (alt)	13	13	21	8.5	22	22	0.5	18	-3.6	20	1.6	25	9.	5.8				
	2 (üst)		16	16	16	-0.3	20	20	4.5	17	-2.9	20	2.4	23	23	3.6					
	Sol taraf	1 (alt)	4.	4.	6.	2.6	0	0	-6.8	0	0	0	0	7.	7.	7.3					
		2 (üst)	15	15	19	4.1	30	30	10.4	27	-2.6	33	5.6	38	14	5.2					
		Ortalama Erozyon Miktarı (cm)						1.3				1.3	-1.3				1.5				0.9

Ek Tablo 9. Büyük Orcuk oyuntu deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016	5.11.2016	Yeni	Fark (cm)	27.5.2017	Fark (cm)	11.10.2017	Yeni	Fark (cm)	12.5.2018	Fark (cm)	3.11.2018	Yeni	Fark (cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)								7.		11	3.9	11	11	0.5
		2 (orta)	13	14	14	1.3	14	-0.8	15	15	1.2	14	-0.6	14	14	0.2
		3 (orta)	9.	10	10	1	10	-0.4	8.	8.	-1.7	9.	0.8	7.	7.	-2
		4 (üst)	10	10	10	0.1	8.	-1.6	13	13	4.5	11	-2	10	10	-0.9
	Sol taraf	kayalık yapı		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Sağ taraf	1 (alt)	8.	9.	9.	0.8	4.	-5.2	1.	1.	-3.1	0.	-0.9	50	-	49.5
		2 (üst)	30	32	32	2	32	0	33	33	1.1	33	0.4	35	13	2.3
	Sol taraf	1 (alt)	10	11	11	1.2	11	-0.2	9.	9.	-1.8	10	0.9	10	10	0
		2 (üst)	11	12	12	1.7	13	0.1	10	10	-2.7	10	0.3	10	10	0
3	Sağ taraf	1 (alt)	15	16	16	1.3	15	-1.8	15	15	0	14	-0.3	14	14	0.2
		2 (üst)	15	14	14	-1	17	2.8	14	14	-2.9	15	0.9	15	15	-0.3
	Sol taraf	1 (alt)	0		11		10	-0.6	10	10	-0.4	10	0.3	11	11	1.1
		2 (orta)		4.	4.	4.5	6		4.	4.	-1.6	5		5	5	0
4	Sağ taraf	3 (üst)	21	22	22	0.5	21	-1.2	17	17	-3.4	16	-1.1	17	17	1.3
		1 (alt)	11	15	15	4.6	15	-0.1	16	16	0.6	9	-7.1	18	18	9.1
	Sol taraf	2 (üst)	10	9.	9.	-0.5	9.	-0.3	7.	7.	-1.3	17	9.7	8.	8.	-8.8
		1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Sağ taraf	2 (üst)	16	16	16	0	12	-4	11	11	-0.5	7.	-4.2	7.	7.	0.5
		1 (alt)	14	14	14	0	16	1.8	11	11	-4.4	12	0.6	12	12	0.1
	Sol taraf	2 (orta)	0	15	15	15.2	5	-10.2	2.	2.	-2.3	3.	0.7	3	3	-0.4
		3 (üst)	13	13	13	-0.2	16	2.7	11	11	-4.6	14	3.1	13	13	-0.9
Sol taraf	kayalık yapı		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)						1.7	-1.0	-1.1	0.3	2.3						

Ek Tablo 10. Çamlıbel oyuntu deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016		5.11.2016		Fark (cm)	27.5.2017	Fark (cm)	11.10.2017		Fark (cm)	12.5.2018		Fark (cm)	11.11.2018		Fark (cm)	
			Yeni	Yeni	Yeni	Yeni				Yeni	Yeni		Yeni	Yeni					
1	Sağ taraf	1(alt)	12	12	0	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sol taraf	1(alt)	10	10	10	10	-0.1	10	0.2	8.	8.	-2.1	9.	9.	1.4	9.	9.	-0.4	
2	Sağ taraf	1(alt)	8	8	9.	9.	1.5	16	6.7	11	11	-4.5	19	19	7.8	50	-	30.5	
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	9	0	9	0	4.	4.	-4.6	4.	4.	-0.3	6.	6.	2.4	
		2 (üst)	9.	9.	8.	8.	-0.9	10	1.4	13	13	3.2	15	15	2.2	15	15	-0.2	
3	Sağ taraf	1(alt)	10	10	10	10	0	10	0.2	8.	8.	-1.9	8.	8.	0.5	8.	8.	0	
	Sol taraf	1 (alt)	11	11	0	7	0	7	0	0	5.	0	5.	5.	0	-	-		
		2 (üst)	12	3.	4.	4.	0.8	5	0.7	12	12	7.7	12	12	-0.7	-	-		
4	Sağ taraf	1(alt)	3.	3.	0.	0.	-2.6	0.	0	0.	0.	-0.3	0.	0.	0	0	0	-0.2	
	Sol taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		3 (üst)	50	3	4.	4.	1.7	12	7.5	11	11	-1.2	13	13	2.3	18	18	4.7	
5	Sağ taraf	1 (alt)	7.	17	60	8.	42.1	0	-8.8	13	13	13	0	0	-13	26	7.	26.3	
		2 (üst)	6.	6.	60	11	53.2	23	12	22	22	-0.2	37	19	14.2	21	7.	1.9	
	Sol taraf	1(alt)				7.	0	8.	0.8	22	22	13.5	1.	1.	-20.1	38	25	36.1	
		2 (üst)	14	14	16	16	2.5	15	-1	50	14	34.3	21	21	7.4	23	10	1.6	
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)							6.1	1.2	3.6	0.1	7.3								

Ek Tablo 11. Çamlıbel oyuntu deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016		Fark (cm)	27.5.2017	Fark (cm)	11.10.2017	Fark (cm)	12.5.2018		Fark (cm)	11.11.2018		Fark (cm)
			1.6.2016	5.11.2016						12.5.2018	11.11.2018		Yeni		
1	Sağ taraf	1 (alt)	0.5	0	-0.5	0	0	0	0	0	0	50	-	50	
		2 (üst)	24.	25.	1.4	23	-2.5	20.	-2.6						
	Sol taraf	1 (alt)	9	9	0	8.5	-0.5	8	-0.5	8.3	0.3	0	0	-8.3	
		Sağ taraf	1 (alt)	5.9	6.5	0.6	4	-2.5	1.9	-2.1	1.7	-0.2	0	0	-1.7
2	Sol taraf	1 (alt)	7.2	9.1	1.9	10	0.9	8.5	-1.5	8.8	0.3	8.7	8.7	-0.1	
		2 (üst)	11.	7.6	-4	5	-2.6	3.9	-1.1	4.6	0.7	8.9	8.9	4.3	
3	Sağ taraf	1 (alt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.	15.	15.2	
		2 (üst)	18	18	0	22.	4.7	22.	-0.6	22.	0.7	50	-	27.2	
	Sol taraf	1(alt)	7	4	-3	4.7	0.7	2.8	-1.9	2.3	-0.5	1	1	-1.3	
4	Sağ taraf	1 (alt)	12.	12.	0.3	13	0.2	13.	0.4	12.	-0.7	17.	17.	5.1	
		2 (üst)	15.	16.	0.6	16.	0.2	15.	-0.8	16.	1.2	15	15	-1.7	
	Sol taraf	1 (alt)	6.5	7.4	0.9	9.3	1.9	9.2	-0.1	6	-3.2	15.	15.	9.3	
		2 (üst)	13.	14.	1.1	17.	2.8	15.	-1.8	19	3.5	16	16	-3	
5	Sağ taraf	1 (alt)	0	1.5	1.5	0	-1.5	0	0	0	0	20.	20.	20.7	
		2 (üst)	19	19.	0.3	27.	8	27.	-0.1	30.	3	50	7.7	19.8	
	Sol taraf	1 (alt)	7.9	0	-7.9	5.7	5.7	0	-5.7	0	0	0	0	0	
		2 (orta)	10.	10.	0	10.	0.2	10.	-0.1	10.	-0.1	10.	10.	0.3	
		3 (üst)	9.5	10.	1.3	11.	0.4	11.	0.3	13.	2.2	12	12	-1.7	
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					-0.3	0.9	-1.0	0.4	7.9						

Ek Tablo 12. Demirtaş oyuntu deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016	5.11.2016	Fark (cm)	27.5.2017	Fark (cm)	11.10.2017	Fark (cm)	12.5.2018	Yeni	Fark (cm)	11.11.2018	Yeni	Fark (cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	12.9	15	2.1	15	0	20.6	5.6	21.2	21.2	0.6	50	-	28.8
		2 (üst)	21.8	22.5	0.7	19.5	-3	22.8	3.3	20.2	20.2	-2.6	21.2	21.2	1
	Sol taraf	1 (alt)	2.5	4	1.5	3.9	-0.1	14.2	10.3	13.6	13.6	-0.6	50	-	36.4
		2 (üst)	15.2	12.8	-2.4	12.7	-0.1	14.2	1.5	13.4	13.4	-0.8	13.3	13.3	-0.1
2	Sağ taraf	1 (alt)	20.5	20.5	0	19	-1.5	10.4	-8.6	20	20	9.6	50	-	30
		2 (orta)	3.3	3	-0.3	4	1	1	-3	2	2	1	1	1	-1
		3 (üst)	14	11	-3	12.8	1.8	27.4	14.6	12.6	12.6	-14.8	11.6	11.6	-1
	Sol taraf	1 (alt)	22.4	22.3	-0.1	22	-0.3	16.7	-5.3	19.4	19.4	2.7	50	-	30.6
2 (üst)		7.1	7	-0.1	7.1	0.1	6.1	-1	6.4	6.4	0.3	6.8	6.8	0.4	
3	Sağ taraf	1 (alt)	7.5	7.5	0	7.4	-0.1	0	-7.4	50	13	50	50	-	37
		2 üst									14		50	-	
	Sol taraf	1 (alt)									16.8		50	-	
		2 (orta)	11	10.3	-0.7	10.3	0	7.5	-2.8	9.5	9.5	2	9.5	9.5	0
4	Sağ taraf	3 (üst)	6.6	8.5	1.9	8.7	0.2	3.6	-5.1	6	6	2.4	4.1	4.1	-1.9
		1 (alt)	23.5	26	2.5	25.7	-0.3	32.4	6.7	31.5	31.5	-0.9	50	-	18.5
		2 (orta)	10.6	10.2	-0.4	9.7	-0.5	9.6	-0.1	10.3	10.3	0.7	10.2	10.2	-0.1
	Sol taraf	3 (üst)	3.2	3.2	0	4.2	1	2.5	-1.7	3.1	3.1	0.6	3.3	3.3	0.2
1 (alt)		24.7	24.2	-0.5	26.5	2.3	22.9	-3.6	24	24	1.1	50	-	26	
5	Sağ taraf	2 (üst)	16	16	0	16.3	0.3	14.6	-1.7	14.2	14.2	-0.4	13.5	13.5	-0.7
		1 (alt)	7	8	1	7.9	-0.1	1	-6.9	50	10	49	50	-	40
	Sol taraf	2 (üst)	14	14.7	0.7	16.9	2.2	16.6	-0.3	17.3	17.3	0.7	17.5	17.5	0.2
		1 (alt)	25.3	25.7	0.4	25.7	0	0	-25.7	50	16.4	50	50	-	33.6
		2 (üst)	13.9	14.2	0.3	14.2	0	12.3	-1.9	12.8	12.8	0.5	14.2	14.2	1.4
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)					0.2	0.1	-1.6	7.2	13.3						

Ek Tablo 13. Demirtaş oyuntu deneme alanında Haziran 2016 – Kasım 2018 tarihleri arası (2,5 yıl) yapılan erozyon çubuk ölçümlerinin ham veri tablosu ve ortalama altı aylık erozyon (cm) değerleri

Transekt No	Dere Kenarı	Çubuk No	1.6.2016	5.11.2016	Yeni	Fark (cm)	27.5.2017	Fark (cm)	11.10.2017	Yeni	Fark (cm)	12.5.2018	Fark (cm)	11.11.2018	Yeni	Fark (cm)
1	Sağ taraf	1 (alt)	4	8.2	8.2	4.2	8.9	0.7	6.7	6.7	-2.2	5.4	-1.3	50	-	44.6
		2 (üst)	11.	12.	12.	0.5	11	-1.2	10.	10.	-0.7	9.8	-0.5	13.	13.	4
	Sol taraf	1 (alt)	7.5	9.5	9.5	2	8.2	-1.3	7	7	-1.2	8.5	1.5	50	-	41.5
		2 (üst)	5	3	3	-2	2.5	-0.5	0.5	0.5	-2	0.3	-0.2	3.1	3.1	2.8
2	Sağ taraf	1 (alt)	10	10	10	0	0	-10	0	0	0	0	0	50	-	50
		2 (üst)	12.	11.	11.	-1.3	17.	6.3	21.	21.	4.2	22	0.3	50	-	28
	Sol taraf	1 (alt)	9	8.6	8.6	-0.4	7.8	-0.8	5.1	5.1	-2.7	5.5	0.4	14.	14.	8.7
		2 (üst)	1.8	4	4	2.2	0	-4	0	0	0	0	0	1.8	1.8	1.8
3	Sağ taraf	1 (alt)	14.	14.	14.	-0.2	15.	1	12.	12.	-2.7	12	-0.8	50	-	38
		2 (üst)	13.	15.	15.	1.9	14	-1.5	13.	13.	-0.4	14.	1.2	50	-	35.2
	Sol taraf	1 (alt)	13.	13.	13.	0.6	14	0.2	14	14	0	14	0	50	-	36
		2 (üst)	18.	18.	18.	0.1	18	-0.3	18	18	0	17	-1	40.	9.4	23.2
4	Sağ taraf	1 (alt)	14.	16	16	1.8	19	3	31	16.	12	14.	-2.3	50	-	35.8
		2 (üst)	9.5	11.	11.	2.3	11	-0.8	10.	10.	-0.5	11	0.5	9.5	9.5	-1.5
	Sol taraf	1 (alt)			13.		12.	-1.1	10	10	-2.7	11.	1.5	13.	13.	2
		2 (üst)	11.	18.	18.	6.4	13	-5.3	11.	11.	-1.6	11.	0.5	50	-	38.1
5	Sağ taraf	1 (alt)	13	9.6	9.6	-3.4	12	2.4	10.	10.	-1.6	12.	2.2	11.	12	-0.8
		2 (üst)	23	22.	22.	-0.4	24.	1.9	24	24	-0.5	25	1	23.	11.	-1.2
	Sol taraf	1 (alt)	10	13.	13.	3.8	11	-2.8	7.7	7.7	-3.3	8.7	1	50	-	41.3
		2 (üst)	4.7	4	4	-0.7	6	2	7.4	7.4	1.4	7.5	0.1	13.	13.	5.6
Ortalama Erozyon Miktarı (cm)						0.9	-0.6	-0.2	0.2	21.7						

KAYNAKLAR

- Acar, A., 2019. Tortum Kuzey Havzasında Gerçekleşen Kanal ve Oyuntu Erozyonu Miktarının Ölçümü. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 95 s.
- Anonim, 1998. Oltu Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı (1998-2007), OGM, 427 s.
- Anonim, 1999. Erozyon Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlar, Tamim No:14, AGM Yayın No: 14, Orman Bakanlığı, Mülga Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, Ankara, 252 s.
- Anonim 1, 2013. Erozyonla Mücadele Eylem Planı 2013-2017, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, OGM, Ankara, 100 s.
- Anonim 2, 2013. Baraj Havzaları Yeşil Kuşak Ağaçlandırmaları Eylem Planı, 2013-2017., Orman ve Su İşleri Bakanlığı, OGM, Ankara, 117 s.
- Anonim 3, 2013. Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı. 2013-2017., Orman ve Su İşleri Bakanlığı, OGM, Ankara, 117 s.
- Anonim, 2015. Erozyon ve Sel Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlarla İlgili Rehber, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 252 s.
- Babur, E., Kara, Ö., ve Susam. Y., E., 2016. Açık Alan Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Erozyon Eğilimlerinin Belirlenmesi (Sinop/Boyabat Örneği), Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Araştırma Makalesi, Cilt no:18 (2). Bartın. 95-102 s.
- Bahtiyar, M., 2006, Toprak Erozyonunun Oluşumu ve Nedenleri, Atatürk Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 28-43 s.
- Balcı, N. ve Öztan, Y., 1987. Sel Kontrolü. KTÜ Basımevi, Orman Fakültesi Yay. Genel Yayın No. 113, Or. Fak. Yay No. 12, Trabzon. 466 s,
- Biroğlu, İ., 2016. Yukarı Havza Islah Önlemleri Kapsamında Süzücü (Geçirgen) Tersip Bentleri, 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Rize, 23-25 Kasım 2016.
- Blake, G., R., ve Hartge, K., H., 1986. Bulk Density. In: Klute A., Ed., Methods of Soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, 363-382 p.
- Cebel, H., ve Akgül, S., 2011. Toprak Erozyonu, Oluşumu ve Koruyucu Önlemler, Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim, Nisan 2011, 57-61 s.

- Cındık, Y., 2012. Trabzon İli Maçka İlçesi Esiroğlu Beldesinde Erozyona Açık Şev Alanlarda *Vetiver grass (Vetiveria zizanioides (linn.) Nash)* Bitkisinin Erozyon Önleme Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 161 s.
- Çanga, M.R., 1985. Toprak ve Su Koruma, AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları No:1386
- Çelebi, H., ve Kılıç, M., 2010. Oyuntu Erozyonu ve Önleme Tedbirleri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi-7., Erzurum 79-102 s.
- Çelik, V., 2011. Değirmen Deresi Havzasında (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., 1988. Orman Topraklarının Karakteristikleri, Toprakların Oluşumu, Özellikleri ve Ekolojik Bakımdan Değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Toprak İlmi Ders Kitabı, İstanbul, 276 s
- Çilek, A., 2013. Konumsal Bilgi Sistemleri Yardımıyla Türkiye'nin Erozyon Modellemesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 158 s.
- ÇNHRP, 2012. Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (2012-2019). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara. Web: www.coruhhavzası.com
- 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.
- Değerliyurt, M., 2013. Zille Dere Havzası'nda (İskenderun) CBS Tabanlı Erozyon Duyarlılık Analizi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay. TSA/Yıl:17 S:2, Ağustos 2013. 260 s.
- Deniz, T., 2012. Erozyon Kontrolü Çalışmalarında Değer Analizi. Doktora Tezi İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 234 s
- Dinçsoy, Y., 2013. Yan Derelerde Erozyon ve Rusubat Kontrolü, DSİ, Ankara, 75 s
- 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, Artvin, 172 s
- 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

- Erdem, M., 2017. Erozyon Tahmin Modelleri ile Toprak Kaybının Hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, , Ordu, 93 s.
- Gürlek, E., 2015. Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Su Erozyonu, Temel İşletmecilik Verileri, Toprak Fiziksel Özellikleri ve Bitkisel Özellikler Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 82 s.
- İmamoğlu, A., 2017. İnebolu Havzası Erozyon Risk Durumunun Cbs Ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Kalitatif Olarak Değerlendirilmesi ve Risk Haritalarının Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 72 s.
- Kanar, E., ve Dengiz, O., 2015. Madendere Havzasında Potansiyel Erozyon Risk Durumunun İki Farklı Parametrik Model Kullanarak Belirlenmesi ve Risk Haritalarının Oluşturulması. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, Araştırma Makalesi, Cilt no:2 (2). 123-134 s.
- Karabulut, M., ve Küçükönder, M., 2008. Kahramanmaraş Ovası ve Çevresinde CBS Kullanılarak Erozyon Alanlarının Tespiti. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi 11 (2), 2008. 14-22 s.
- Karagül, R., 1996. Trabzon-Söğütüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ve Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Orman Fakültesi, Düzce/Bolu, 23 (1999) 53-68.
- Karakuş, S., 2015. Artvin'in Godrahav Deresi Havzası'ndaki Orman Yollarında Meydana Gelen Toprak Erozyonunun WEPP-ROAD Modeli Kullanılarak Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 93 s.
- Kaya, P., 2008. Türkiye'de Uzun Dönem Yağış Verileri Kullanılarak Ulusal Ölçekte RUSLE-R Faktörünün Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 121 s.
- Küçükdöngül, A., 2013. Oyuntu Islahı Tedbirleri. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Etüt ve Proje Daire Başkanlığı, Şubat 2013, Ankara.
- McCool, D. K., Foster, G. R., Renard, K. G., Yoder, D. C., ve Weesies, G. A., 1995. The Revised Universal Soil Loss Equation, San Antonia, TX, June 11-15, 1995. 1-9 p.
- MGM, 2019. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, İstasyon no: Oltu-17668
- Oğuz, İ., 1997. Çekerek Havzası Büyük Toprak Gruplarının Bazı Özellikleri İle Su Erozyonu İlişkileri ve Havza Topraklarının Erozyon Duyarlılık Değerlendirmesi. Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 183 s.

- Özav, L., 1995. Oltu (Erzurum) İlçesindeki Köy Yerleşmelerinin Coğrafi Özellikleri İle İlgili Bir İnceleme, Atatürk Üniversitesi, Kâzım Karabekir Eğitim Fak. Coğrafya Eğitimi Bölümü, Doğu Coğrafya Dergisi, Sayı:1, s.336-361, Erzurum.
- Özav, L., 1996. Oltu İlçesinde Geçici Yerleşme Şekilleri. Atatürk Üniversitesi, Türkiyat Araştırma Enstitüsü, Erzurum. Sayı:4, 115-141 s.
- Özcan, A. U., 2016. CBS ve RUSLE Teknolojisi Yardımıyla Çankırı-Ekinne Göleti Su Toplama Havzasında Toprak Kayıplarının Tahmin Edilmesi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çankırı, s 668-674.
- Özsoy, G., 2007. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 154 s.
- Parlak, M., 2005. Farklı Debi Ve Eğim Koşullarının Parmak Erozyonu ve Sediment Taşınımı Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 151 s.
- Parlak, M., ve Çanga M.R., 2007. Farklı Debi ve Eğim Koşullarının Parmak Erozyonu ve Sediment Konsantrasyonu Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt no:20 (1), 59-65.
- Parlak, M., Yiğini, Y. ve Ekinci, H., 2014. Çanakkale Umurbey Ovası Topraklarının Erozyona Duyarlılığının Mevsimsel Değişimi, ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, Çanakkale, 123-131 s.
- Pekal, K., 2009. Artvin Çoruh Nehri Su Havzasında Erozyon Kontrolü Amaçlı Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi: Sümbüllü ve Salkımlı Yöresi Ağaçlandırma Çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin. 53 s.
- Strahler, A., N., 1957. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. Transactions, American Geophysical Union. Vol: 38, No:6. December 1957. 913-920 p.
- Şahin, M., Başaran, S., Başaran, M., Okudan, A., Alım, E., Türkkan, M., Serttaş, A., ve Alagöz, Z., 2012. Burdur Yöresindeki Toprakların Erozyona Duyarlılıklarının Saptanması ve Erozyon Önlemede Kullanılabilecek Bitki Türlerinin Belirlenmesi. Orman Genel Müdürlüğü Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Enstitü Yayın No:68, Teknik Bülten No:51,
- Şensoy, H., 2010. Yamaç Şekillerinin Toprak Erozyonuna Etkilerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 184 s.
- Şimşekli, N., 2012. Karapınar Rüzgâr Erozyonunu Önleme Alanının Sürdürülebilir Arazi/Toprak Yönetimi Planının Geleneksel Yapının Perspektifinde Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 106 s.

- Toy, T., j., ve Foster, G., R., 1998. Guidelines for the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) Version 1.06 on Mined Lands, Costruction Sites, and Reclaimed Lands. Department of Geography, University of Denver.
- Tufekcioglu, M., 2006. Riparian Land-Use Impacts on Stream Bank Soil and Phosphorus Losses from Grazed Pastures, Master of Science, Iowa State University, Ames, Iowa, ABD, 7-68 p.
- Tufekcioglu, M., 2018. Gully And Streambank Erosion And The Effectiveness Of Control Measures In A Semi-Arid Watershed, Fresenius Environmental Bulletin. Cilt 27, No. 12/2018. 8233-8243 p.
- Tüfekçioğlu, M., Yavuz, M., Vatandaşlar C., Dinç M., Duman, A., ve Tüfekçioğlu, A., 2018. Assessing and Mapping Erosion Risk for Velikoy Sub-watershed within Coruh River Basin in Turkey, Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4 (2), 210-220 s.
- Tüfekçioğlu, M. ve Yavuz, M., 2016. Yusufeli Mikro Havzasında (Artvin) YüzeY Erozyonu Toprak Kaybının Tahmin Edilmesi ve Erozyon Risk Haritasının Oluşturulması, AÇÜ Orman Fakültesi Dergisi, Artvin, 188-199 s.
- 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).
- URL3.http://www.tarimkutuphanesi.com/SU_EROZYONU_00155.html (27.04.2019, 14:49).
- URL-4.<http://www.coruhhavzasi.com/> (16.09.2018, 13:15)
- URL-5.<https://www.ekopangea.com/2017/09/14/coruh-irmagi/> (01.05.2019, 20:46)
- URL-6.<http://www.erzurumkulturturizm.gov.tr/TR-56053/oltu.html> (25.04.2019, 10.22).
- URL-7.<https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/erzurum/oltu-30507/> (25.04.2019, 12:04)
- URL-8.<http://www.oltutso.org.tr/oltu-tasi/> (28.04.2019, 14:55)
- Wischmeier, W. H., ve Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses—a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537.
- Yavuz, M., ve Tüfekçioğlu, M., 2019. Estimating Surface Soil Losses In The Mountainous Semi-Arid Watershed Using Rusle And Geospatial Technologies. Fresenius Environmental Bulletin. Cilt 28, No. 4/2019. 2589-2598 p.

- Yıldırım, C., 2019. Erzurum Olur Mikro Havzasında Meydana Gelen Sediment Üretiminin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 204 s.
- Yılman, F., 2009. Eldivan Sarayköy-II Göleti (Çankırı) Su Toplama Havzasında RUSLE Yöntemi ile Toprak Kayıplarının Tahmin Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 152 s.
- 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, 90 s
- Yurtcan, U., E., 2009. Erozyon Tahmin Analiz Yöntemleri, Erozyon Kontrolü ve Önlenmesi Kapsamında Yapılan Çalışmalar Hakkında Kapsamlı Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İzmir, 282 s.
- Yürekli, K., ve Öztürk, F., 2000. Tokat-Uğrak Havzasında Erozyona Sebep Olan Yağmurların İncelenmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt No:6, 67-72 s.
- Yüksel, E., 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, Artvin, 287 s.
- Zaimes, G., N., 2004. Stream Bank Erosion Adjacent to Riparian Forest Buffers, Row-Crop Fields, and Continuously-Grazed Pastures Along Bear Creek in Central Iowa. *Journal of Soil and Water Conservation*. 59(1):19-27.

ÖZGEÇMİŞ

Fotoğraf

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı :Pakih, Handan
Uyruğu :TC
Doğum tarihi ve yeri :02.12.1989- Erzurum
Medeni hali :Bekar
Yabancı Dili :İngilizce
Telefon :0 (374) 215 10 19
Faks :
e-posta : hpakih@gmail.com

Eğitim

Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet Tarihi

Lisans

Artvin Çoruh Üniversitesi

18.06.2012

Yayımlar