

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

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bayram İLHAN

Danışman

Doç. Dr. Mustafa TÜFEKÇİOĞLU

ARTVİN-2024

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘Çoruh Nehri Havzasına Bağlı Olur Mikro Havzasında Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kaybının Belirlenmesi’’ adlı bu tez çalışmasını ilk aşamasından son anına kadar, danışmanım Doç. Dr. Mustafa TFEKIOğLU’nun mesuliyetinde tamamladım. Bilimsel araştırma ve etik kurallara, çalışma sürecinde uygun olarak davrandığımı, diğer kaynaklarda elde ettiğim verileri metin içinde ve kaynakça bölümünde eksiksiz bir Şekilde gösterdiğimi taahhüt ederim. Aksi durumun oluşması halinde her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Lisansüstü Eğitim-ğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim sadece Artvin oruh niversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Tezimin ... ay süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu srenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

.... /.... / 2024

Bayram İLHAN

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

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

Bayram İLHAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24/01/2024

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 30/01/2024

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mustafa TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mehmet ÖZALP

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Alaaddin YÜKSEL

ONAY:

Bu Yüksek Lisans tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../2024 tarihinde oybirliği ile uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2024 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2024

Doç. Dr. Mustafa Çağatay KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Çoruh Nehri Havzasına Bağlı Olur Mikro Havzasında Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kaybının Belirlenmesi” adlı bu çalışma Artvin Çoruh Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez ile alakalı hususlar belirtilirken; kaynak taramasında, arazi çalışmalarında ve tezin hazırlanması aşamasında desteklerini şahsımdan esirgemeyen danışmanım sayın Doç. Dr. Mustafa TÜFEKÇİOĞLU hocama teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tezin hazırlanması aşamasında; arazi çalışmaları, veri analizi ve tezin formatlanmasında yardımcı olan değerli çalışma arkadaşlarım Yük. Orman Müh. Cengizhan YILDIRIM ve Yüksek Orman Müh. Olgun YAĞCI’ ya teşekkürlerimi sunarım.

Japonya Uluslararası İş Birliği Ajansı (JICA) ve Orman Genel Müdürlüğü (OGM) işbirliği ile desteklenen ve uygulanan bu çalışma “Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi” bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Projede yer alan bütün kurum ve birim çalışanlarına sağladıkları tüm olanaklar için şahsım adına teşekkür ediyorum.

Tezi hazırlama aşamasında desteğini esirgemeyen eşim Rükiye İLHAN a ve evlatlarım Muhammed Ensar İLHAN, Muhammed Asaf İLHAN ve sevgili kızım Meryem Hanne İLHAN’ a tüm içten duygularıyla sevgilerimi sunarım.

Öğrencilik yaşamım boyunca desteklerini esirgemeyen annem ve babama minnet borçluyum. Yapılan tez çalışmasının ilgililere yarar sağlamasını dilerim.

Bayram İLHAN

Artvin – 2024

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-------------|
| TEZ BEYANNAMESİ | I |
| JURİ KABUL TUTANAĞI | III |
| ÖNSÖZ | III |
| İÇİNDEKİLER | IV |
| ÖZET | VI |
| SUMMARY | VII |
| TABLolar DİZİNİ | VIII |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | IX |
| KISALTMALAR DİZİNİ | X |
| 1 GİRİŞ | 1 |
| 1.1 Erozyon ve Erozyon Tipleri..... | 4 |
| 1.2 Oluşumlarına Göre Erozyon Türleri | 4 |
| 1.2.1 Su Erozyonu..... | 5 |
| 1.2.1.1 Yüzey Erozyonu..... | 7 |
| 1.2.1.2 Oluk (Parmak) Erozyonu | 8 |
| 1.2.1.3 Oyuntu Erozyonu | 9 |
| 1.2.1.4 Kanal Erozyonu | 11 |
| 1.2.2 Rüzgar Erozyonu | 13 |
| 1.2.3 Kıyı Erozyonu..... | 14 |
| 1.2.4 Çığ ve Buzul Erozyonu | 14 |
| 1.3 Erozyona Etki Eden Faktörler..... | 14 |
| 1.3.1 İklim..... | 15 |
| 1.3.2 Bitki Örtüsü..... | 15 |
| 1.3.3 Topoğrafya | 16 |
| 1.3.4 Toprak Özellikleri..... | 17 |
| 1.3.5 İnsan Faktörü | 17 |
| 2 LİTERATÜR ÖZETİ | 19 |
| 2.1 Kanal ve Oyuntu Erozyonu..... | 19 |
| 2.2 Yüzey Erozyonu Çalışmaları | 21 |
| 3 MATERYAL VE YÖNTEM | 25 |
| 3.1 Çalışma Alanı Bilgileri | 25 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.1.1 | Çalışma Alanının Konumu | 25 |
| 3.1.2 | İklim Özellikleri..... | 26 |
| 3.1.3 | Bitki Örtüsü..... | 27 |
| 3.1.4 | Toprak Özellikleri ve Jeolojik Yapı..... | 28 |
| 3.2 | Erozyon Çubuk Yöntemi ile Kanal ve Oyuntu Erozyonu Ölçümü..... | 29 |
| 3.3 | Kanal ve Oyuntu Şevlerine ait Yükseklik, Uzunluk ve Alanların Ölçülmesi... 31 | |
| 3.4 | Şev Toprak Hacim Ağırlıkları | 32 |
| 3.5 | Şev Toprak Kaybı Hesabı | 32 |
| 3.6 | İstatistiksel Analizler | 33 |
| 4 | BULGULAR..... | 34 |
| 4.1 | Kanal ve Oyuntu Erozyonu Miktarları | 34 |
| 4.2 | Kanal ve Oyuntu Şev Yükseklikleri ve Alanları..... | 36 |
| 4.3 | Toprağın Hacim Ağırlığı..... | 37 |
| 4.4 | Şevlerdeki Toplam Toprak Kaybı..... | 38 |
| 5 | TARTIŞMA | 41 |
| 6 | SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 44 |
| | KAYNAKLAR | 46 |
| | EKLER..... | 55 |
| | ÖZGEÇMİŞ..... | 62 |

ÖZET

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

Ülkemizde her yıl erozyon kaynaklı milyonlarca metreküplük verimli üst toprak aşınarak ve taşınarak denizlere ve göllere ulaşmaktadır. Toprak oluşum sürecinin binlerce yıl sürdüğü düşündüğümüzde bu kaybın ne kadar önemli ve değerli olduğu anlaşılmaktadır. Su etkisi ile gerçekleşen toprak erozyonu toprağı en çok aşındıran ve verim kaybına sebep veren erozyon çeşidi olarak değerlendirilmektedir. Yüzey erozyonu ile birlikte kanal ve oyuntu erozyonları' da çok büyük şev toprak kayıplarına sebebiyet verebilir. Bu çalışmada oyuntu ve kanal erozyonu (1. ve 2. Sınıf derelerde) ile gerçekleşen toprak kayıpları "erozyon çubuk yöntemi" kullanılarak toplamda iki yıl için Olur Mikro Havzasında ölçülmüştür.

İki yıllık çalışma süresinin ilk yılında kanal ve oyuntularda gerçekleşen ortalama erozyon miktarı 10,34 cm/yıl iken ikinci yılda 2,77 cm/yıl şeklinde gerçekleşmiş olup, iki yılın sonunda toplam erozyon miktarı 13,11 cm olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre 1. yılda gerçekleşen toprak kayıpları 2. yılda gerçekleşen toprak kaybına göre çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun temel sebebi havzada ilk yılda gerçekleşen 48.6 cm yağış miktarının 2. yılda görülen 34.9 cm değerine göre çok daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmanın ilk yılında kanal ve oyuntularda gerçekleşen ortalama toprak kaybı 256,8 ton/km/yıl iken ikinci yılında 77,3 ton/km/yıl ve bu iki yılın ortalama ise 167,05 ton/km/yıl olarak bulunmuştur. Çalışma sahamızdaki 1. Sınıf derelerde gerçekleşen toplam erozyon miktarı 3421 (%28) ton/yıl iken 2. Sınıf derelerde ve uzunluk olarak havzada en fazla olan oyuntularda sırasıyla 1002 (%8) ve 7857 (%64) ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda havzada yapılacak toprak koruma faaliyetlerinde özellikle oyuntu derelerine daha çok dikkat edilmesi ve öncelik verilmesi büyük önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Olur Mikro Havzası, Erozyon Çubuk Yöntemi, Toprak Kaybı, Kanal Erozyonu, Oyuntu Erozyonu

SUMMARY

DETERMINATION OF SOIL LOSSES CAUSED BY THE STREAMBANK AND GULLY EROSION IN OLTU MICRO WATERSHED WITHIN THE CORUH RIVER BASIN

In our country, every year billions of cubic meters of fertile topsoil are eroded and transported to seas and lakes due to erosion. When considering the soil formation process that takes thousands of years, it becomes very clear how important and valuable this loss is. Soil erosion caused by water is considered to be the type of erosion that erodes the soil the most and causes loss of productivity. Along with surface erosion, greater soil losses can occur due to channel and gully erosion. In this study, soil losses due to gully and channel erosion (1st and 2nd order streams) were measured in the Olur Micro Watershed for a total of two years using the “erosion pin method”.

While the average amount of streambank and gully erosion in the first year of the two-year study period was 10.34 cm/yr, it was 2.77 cm/yr in the second year of the study, and at the end of the two years, the total erosion amount was calculated as 13.11 cm. According to these data set, it was seen that the soil losses in the first year were much higher than the soil losses in the second year of the study. The main reason for this is that the total amount of precipitation (48.6cm) in the first year was much higher than in the second year (34.9 cm). While the average soil losses in the streambanks and gullies in the first year of the study was 256.8 tons/km/yr, it was 77.3 tons/km/yr in the second year, and the average of these two years was 167.05 tons/km/yr. While the total amount of erosion in the 1st order streams was 3421 (28%) tons/yr, it was calculated as 1002 (8%) and 7857 (64%) tons/yr in the 2nd order streams and the gullies, respectively, with the longest length in the whole watershed. In this context, it is of great importance and priority to pay more attention to the gullies in soil conservation measures to be carried out in the Watershed.

Key Words: Olur Micro Watershed, Erosion Pin Method, Soil Losses, Streambank and Gully Erosion

TABLÖLAR DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Tablo 1. Çeşitleri Bakımından Su Erozyonu Ve Ortaya Koyduğu Enerji Ve Tortu Miktarı (Çanga, 2005). | 6 |
| Tablo 2. 1990 İle 2010 Yılları Arasında Gerçekleşen Meteorolojik Olaylara Ait İstasyon Verileri | 27 |
| Tablo 3. Boğazgören Oyuntu Alanında Mayıs 2015 İle Mayıs 2017 Tarihleri Arasında 6 Aylık Periyotlarla Ölçülmüş Olan Ham Erozyon (Cm) Verileri..... | 34 |
| Tablo 4. Deneme Alanlarında Mayıs 2015 İle Mayıs 2017 Yılları Arasında Altı Aylık Periyotlarla Ölçülen Ve Dört Farklı Döneme Ait Ortalama Kanal (1. Ve 2. Sınıf) Ve Oyuntu Erozyonu Miktarları (Cm) | 35 |
| Tablo 5. Olur Mikro Havzasındaki Deneme Sahalarındaki Derelerin Kenar/Şev Yükseklikleri İle Alanlarına Ait Veriler..... | 37 |
| Tablo 6. Olur Mikro Havzasındaki Derelere Ait Şev Toprak Hacim Ağırlıkları | 38 |
| Tablo 7. Çalışmanın 1. Ve 2. Yıllarında Deneme Alanlarında Kanal Ve Oyuntu Erozyonu İle Meydana Gelen Toprak Kayıpları İle Yıllık Ortalama Erozyon Ve 2 Yılda Gerçekleşen Toplam Erozyon Verileri..... | 39 |
| Tablo 8. Kanal (1. Ve 2. Sınıf) Ve Oyuntu Derelerine Ait Şev Uzunlukları, Toprak Kayıpları Hesabı Ve Erozyon Oranları Miktarı | 40 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 1. Olur Mikro Havzası ve Erozyon Ölçüm Alanları (15 adet)..... | 25 |
| Şekil 2. Olur Mikro Havzasındaki Toprak Sınıfları Dağılımı (TRGM, 2014) | 29 |
| Şekil 3. Olur Mikro Havzasında Sağ Ve Sol Şevlere Konuşlandırılan Erozyon Çubuklarının Cetvel İle Ölçümü | 31 |
| Şekil 4. Olur Mikro Havzasında Dere Kenarı/Şev Yüksekliğinin Mira Yardımıyla Ölçümü..... | 32 |
| Şekil 5. Dört Farklı Ölçüm Dönemlerine Ait Yağış ve Erozyon Verileri ile Bunların Ortalama Değerleri..... | 36 |
| Şekil 6. Dört Farklı Ölçüm Dönemlerine Ait Yağış ve Erozyon Verileri ile Bunların Arasındaki Üstel İlişki..... | 36 |

KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|-------|--|
| ÇEM | Çölleşme ve Erozyonla Mücadele |
| ÇNHRP | Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi |
| ETKE | Evrensel Toprak Kabı Eşitliği |
| Ha | Hektar |
| M | Metre |
| MH | Mikro Havza |
| OGM | Orman Genel Müdürlüğü |
| RUSLE | Resived Universal Soil Loss Equation |
| UA | Uzaktan Algılama |
| USLE | Universal Soil Loss Equation |

1 GİRİŞ

Yeryüzü coğrafyasında hayvanlar ve bitkiler için hayatın sürekliliği açısından toprak ve oluşturduğu ekosistemler son derece önemli bir yere sahiptir. Yerkürenin meydana gelmesinden çağımıza kadar devam eden süreçte toprağın oluşumu ve değişimi devamlılık gösterdiği gibi erozyon kaynaklı, taşınan ve farklı alanlarda biriken toprağın miktarı da devamlı olarak artış göstermektedir. Bu durum özellikle tarımsal alanlardaki toprak ve su verimini düşürmesi açısından son derece önem arz etmekte olup tarımsal ürünlerde de hem verim hem de kaliteyi büyük oranda düşürmektedir. Dolayısıyla erozyona karşı alınabilecek her türlü önlem aynı zamanda gıda ve su sorununa da alınmış bir önlem olarak karşımıza çıkmaktadır (Anonim, 2013).

Su ve toprak gibi önemli doğal kaynaklarımızın bilinçli tüketilmemesi neticesinde bizden sonraki kuşaklar ciddi bir sorunlar silsilesi ile karşı karşıya kalabilirler. Hâlihazırda bu kaynaklar süratle azaldığından dolayı mevcut gereksinimlerin ilerleyen yıllarda karşılamayacak bir konuma geleceği aşikârdır. Açıkçası böylesi bir sorun yalnızca coğrafyamıza has bir durum olmayıp, dünyanın tamamını da etkisi altına alan bir haldir. İvedilikle alınması gereken önlemler alınmadığı takdirde bu coğrafyalarda mevcut kaynaklarımız yok olmayla karşı karşıya kalacaktır (Vrieling ve ark., 2008).

Toprak kültürel, biyolojik, ekolojik ve ekonomik işlevleriyle insanoğlu, bitkiler ve hayvanlar içinde son derece mühim olan bir değere sahiptir. Ancak olabildiğince gerekli önlemlerinin alınmamasından dolayı yoğun bir şekilde, akılcı olmayan tüketim anlayışları yüzünden ve etkili doğal afetlere karşın korunamadığından, baskılayıcı nüfusunda etkisiyle birlikte kaybolmaya yüz tutmaktadır (Özsoy, 2007).

Dünyada hızla artan nüfusa bağlı olarak, yaşamımız için gerekli olan besin kaynaklarına yapılan yoğun baskı ve doğru olmayan arazi kullanımlarına bağlı olarak erozyon oluşumuna olanak sağlanmaktadır. Son yıllarda ülkemizde sanayileşmenin artmasıyla beraber kırsaldan kente olan yoğun göç ile şehirleşme oranındaki sürekli artış, bozulan ormanlık alanlar, doğru olmayan arazi kullanımları ve bilinçsizce

otlatılan meralar erozyonu tetikleyen ve tırmandıran nedenler olarak karşımıza çıkmaktadır (Tağıl, 2007).

Günümüz koşullarında çok sayıda ülke, erozyon tahribatına bağlı toprak kaybı tehdidiyle yüz yüzedir. Ortaya konan çalışmalarla, yeryüzünde yıllık 24 milyar ton toprağın erozyon ile birlikte kaybedildiği anlaşılmaktadır. Küresel çapta 110 ülkede çölleşme tehlikesinin olduğu bilinmektedir. Dünyada erozyonun en çok, ülkemizin de içinde yer aldığı Asya anakara parçasında gerçekleştiği ortaya konmuştur (Anonim 2, 2013). Türkiye de yıllık yarım milyar ton verimli üst toprak deniz ve göllere karışmaktadır (Özsoy, 2007). Bu durum, aşırı toprak biriktirmesinden dolayı barajların ömrünü kısaltmakta ve elektrik üretimi için kurulan tribünleri de bozarak yüksek maliyetli elektrik üretimlerine de sebebiyet vermektedir. Ayrıca dere yataklarını da doldurduğundan, özellikle düze yakın yerleşim yerlerinde ani yağışla beraber sel ve taşkınlarda görülebilmektedir. Sel ve taşkınların sebep olduğu tahribatlar ne yazık ki son yıllarda ülkemizde acı tecrübelerle neden olmuştur.

Erozyon, erozyona etki eden faktörlerin etkisiyle toprak parçacıklarının mevcut alandan kopartılarak farklı bir alana taşındırılıp biriktirilmesi olayıdır (Ağırlioğlu, 2004). Bu yığılma veya birikimler özellikle ülkemizde Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde deltaları oluşturmuştur. Buda erozyonun olumlu bir yanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer taraftan ülkemizde her yıl milyonlarca ton toprak akarsular aracılığıyla göllere ve barajlara ulaşmaktadır. Bu durum hem göllerin hem de barajların ömrünü kısaltmaktadır buda hem ekolojik hem de ekonomik olarak milli servetimize büyük bir kayıp olarak yansımaktadır.

Ani ve bir anda oluşan erozyon, hem toprağı ve hem de ekolojik doğal dengeyi bozar. Meydana gelen erozyondan dolayı, toprak aşınır, toprak derinliğini kaybolur ve toprakta bulunan temel besin öğeleri zamanla minimuma iner. Bu sebeple mevcut otsu veya odunsu vejetatif tabaka çelimsiz kalarak erozyona karşı daha duyarlı hale gelir. Oluşan böylesi hızlı bir erozyonla birlikte toprak verimini iyice kaybeder ve doğadaki süreçler içerisinde sürekli birbirini tetikleyicisi konumunda, taşınacak hiçbir şey kalmayınca kadar devam eder erozyon (Cebel ve Akgül, 2011). İşte tam olarak burada ne yapmamıza karar vermek durumundayız. Erozyon başlamadan önlem alıp

verimli toprakların yok olmasına engel olabilir ve taşkınlara neden olan sellerin önüne geçebiliriz. Burada asıl iş insan faktörünün ortaya koyduğu çalışmalarda bitiyor. Doğal dengeyi bozacak tüm eylemlerden kaçınılmalı, orman tahribatları, aşırı ve plansız mera otlatmalarından kaçınılmalı, toprak amacına ve yapısına uygun bir şekilde işletilip erozyona açık bir hale getirilmemelidir. Biliyoruz ki, tahribat başlamadan alınacak önlemler, tahribattan sonra alınacak önlemlere göre hem daha etkili hem de daha ucuzdur.

Ülkemizdeki arazi yapısı engebeli ve dağlık bir yapıya sahiptir. Ülke alanının neredeyse yarısı dağlık, girintili ve çıkıntılı arazi yapısındadır. Özellikle insan faktörü, bitki örtüsü ve eğim de referans alındığında bu engebeli sahalarda erozyon oluşumu, önüne geçilemez bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde mevcut topraklarımızın %45.9' u dağlık olmakla birlikte, 1000 ile 2000 m arasında değişim gösteren bir yüksekliğe de sahiptir. Üstelik haiz olmuş olduğu %15'lik eğim, ülkemiz topraklarının %80.2' sine denk gelmektedir (Korucu ve ark., 1998).

Bütün yapılan bu araştırmalarla birlikte şunu öğreniyoruz, yüksek rakımla birlikte insan faktörünün doğayı yanlış ve tahrip edici eylemlerini de de denkleme eklediğimizde aşırı ve düzensiz yağışlarla beraber erozyon karşı konulmaz bir duruma gelebilmektedir. Bu durum topraklarımızda çoraklaşma ve çölleşmeyi daha da derinleştirerek, erozyonu arttırmaya devam etmektedir. Dolayısıyla toprağı korumak ve verimliliğini kaybettirmeden gelecek nesillere aktarabilmek adına, öncelikle insan faktörünün bilinç düzeyinin değişmesi ve doğaya saygın bir karaktere bürünmesi gerekiyor. Akıllı, sürdürülebilir ve doğaya uygun bir yaklaşımla insanın doğa üzerindeki baskısı azaltılabilir. İnsanın doğa üzerindeki yıkıcı ve tahrip edici etkileri azaltıldığı zaman erozyona neden olan diğer etkenlerinde de yıkıcılık etkisi azaltılmış olacaktır (Acar, 2019).

Bu çalışmada, Çoruh Nehri Havzasının alt havzalarından Olur Mikro Havzasında ki 1. ve 2. Sınıf kanallar ile oyuntu derelerinde oluşan ve erozyonla yok olan toprak miktarlarını "erozyon çubuk yöntemiyle" toplamda iki yıllık bir süre için ölçülmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla havzadaki toplam toprak kayıpları bulunup ona göre önlem alınması açısından, erozyon önleme çalışmalarına da ışık tutacağı kanısındayız.

1.1 Erozyon ve Erozyon Tipleri

Bilinen en genel geçer tanımla erozyon, birçok erosivite ve erodibilite faktörlerinin etkisiyle toprağın aşındırılarak erozyon açısından tahrip edilmesi ve başka bir alana gerek yer çekimi gerekse de su vasıtasıyla taşındırılıp biriktirilmesi/depolanması olayına denir (URL - 1).

Genel olarak ele alındığında suyun ve eğimin etkiyle toprak yapısının bozulması ve taşınması olayıdır erozyon. Erosivite ve erodibilite dediğimiz iki farklı kavramın etkileşimi neticesinde toprak erozyonu karşımıza çıkmaktadır. Erosivite, hareket halindeki suyun toprağı erozyona uğratma potansiyelidir. Erosivite toprağın yapısını bozarak onu parçalayıp dağıtarak bir yerden başka bir yere sürükleyip biriktirmesine neden olan yağmurun damla etkisi, yüzey akışları ve dere akımları gibi potansiyel kuvvet olarak değerlendirilir. Erodibilite kavramına baktığımızda ise toprağın mekanik ve kimyasal parametrelerinden meydana gelen mevcut yapısının suyun aşındırıcı ve taşıyıcı özelliğine yani erozyona mukavemetini ortaya koymaktadır. Toprak erodibilite özellikleri arasında; permeabilite, kohezyon, infiltrasyon ve toprağın gözenekli yapısı da bulunmaktadır (Babür ve Ark., 2016).

Genel olarak ele aldığımızda toprak erozyonun oluşumundaki en önemli faktör dirençsiz toprağın suyun eroziv gücüne daha fazla mukavemet gösterememesi olarak ifade edilebilir. Aşınmaya başlayan toprak suyun şiddetinin etkisiyle taşınarak göller ve denizlerde biriktirme yapar ve bunu yaparken dere morfolojisini de bozmaktadır. Ülkemizde akarsular ile birlikte denizlere taşınan materyalin kütleli büyüklüğü bir yılda 380 milyon tona yakın oluşu söylenmektedir (Atalay, 1986).

1.2 Oluşumlarına Göre Erozyon Türleri

Oluşumlarına göre erozyon türleri; rüzgâr erozyonu, su erozyonu, buzul erozyonu, yerçekimi erozyonu, dalga ve çığ erozyonu gibi dış kuvvetlerin (eroziv) kara üzerinde ki aşındırıcı etkisine ve şiddetine bağlı kalarak gerçekleşen ve devam eden erozyonlardır. Toprağın aşınması olayına sebebiyet veren bu eroziv kuvvetlerin

aşındırıcı gücüne göre çeşitleri mevcuttur (Özsoy, 2007). Çepel'e (1997) göre erozyon dört gruba ayrılmaktadır. Bunlar şu şekildedir; su erozyonu, rüzgâr erozyonu, kıyı/dalga erozyonu ve çığ ve buzul/kar erozyonudur.

1.2.1 Su Erozyonu

Eriyen kar ve yağmur suları eğim istikametinden aşağıya doğru akmaya devam ederken toprak parçacıklarını ve suda eriyik hale geçebilen aynı zamanda bitkiler içinde besin değeri olan elementleri bulunduğu alandan kopartarak taşınması ve başka bir alanda depolaması olayıdır (Cebel ve Akgül, 2011). Başka bir tanımlamaya göre su erozyonu, bitki örtüsü bakımından fakir ve eğimli bir alanda yağmur ve eriyen kar sularının etkisiyle toprak yüzeyinde meydana gelen aşınma, taşınma ve biriktirme olayları toplamıdır (Çelebi, 1971).

Başta yaşadığımız coğrafya olmak üzere bütün dünyada yaygın bir şekilde su erozyonu görülmektedir, topraklarımızın yalnızca % 1'i rüzgâr erozyonuna maruz kalırken % 99'u su erozyonunun etkisi altında kalabilmektedir (Dinçsoy, 2013). Erosivite ve erodibilite direkt olarak su erozyonunun şiddeti ve oluşumuna etki eden temel iki faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Günay, 1997).

Doğada büyük tahribatlara neden olan erozyon, erosivite ve erodibilite faktörlerinin çarpımı neticesinde meydana gelir. Bunu formüle edecek olursak

$E = f((\text{Erosivite}) * (\text{Erodibilite}))$ şeklinde gösterilir.

Suyun hareketine bağlı olarak oluşan kinetik enerjinin (KE) erozyona sebep olma üzerinde ki etkisine baktığımızda, yağış sularının toprak ile bulunduğu andan itibaren almış olduğu yolun mesafesi büyük önem arz etmektedir (Yurtcan, 2009). Erozyonun başlama noktası ile son biriktirme noktası arasındaki mesafe arttıkça yıkıcılık ve tahribata neden olma etkisi de eğimle birlikte katlanarak artmaktadır. Dolayısıyla taşınmış olduğu sediment miktarı da artmaktadır. Aşağıda tablo 1 içinde gösterilen erozyon çeşitleri ve bu erozyonların neden oldukları KE ile beraber taşınmakta olan tortu miktarları gösterilmiştir.

Tablo 1. Çeşitleri Bakımından Su Erozyonu ve Ortaya Koyduğu Enerji Ve Tortu Miktarı (Çanga, 2005).

| Erozyon türü | Kütle(1) | Hız (m/s) | Kinetik Enerji (1/2mV ²) | Erozyon İçin Enerji(2) | Gözlenen Tortu Miktarı(3) (g/cm) |
|-----------------|----------|-----------|--------------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Damla etkisi | R | 9 | 40,5 R | 0,081 R | 20 |
| Yüzey Akışı | 0,5 R | 0,01 | 2,5x10 ⁻⁵ R | 7,5x10 ⁻⁷ R | 400 |
| Parmak Erozyonu | 0,5 R | 4 (4) | 4R | 0,12 R | 19 |

Tablo 1 içinde yer alan ifadelerin açıklanması ve kabul görmeler;

(1) Yağmur sularının sadece %50'si kadarının toprak yüzeyin den aktığı kabul görmektedir.

(2) Damla etkisinin neden olduğu KE'nin %0,2' si ve yüzey akışının KE'nin ise sadece %3' ünün erozyonda kullanıldığı kabul görmektedir

(3) 'Mix-Bedfordshire'da 900 gün süreyle, kumlu ve eğimli olan topraklarda gözlemlenmiştir.

(4) 0,2 m derinliğe sahip ve 0,3 m genişlikte olan bir erozyonun sebep olduğu bir oyuntuda, 0,02 pürüzlülük ve eğim katsayısı için "Manning formülü" yardımıyla tahmin edilmektedir.

Arazide parmak erozyonu ile sürüklenen tortular, yağmurun damla etkisi ve yüzeyde oluşan erozyona göre üstteki tabloda gösterildiği şekilde, erozyon sanılandan daha fazladır. Balcı (1996)'göre su erozyonu türlerini aşağıda dört ana başlık altında değerlendirmek mümkün. Bunlar;

*Yüzey Erozyonu

*Çizgi Erozyonu

*Oyuntu Erozyonu

*Kanal Erozyonu, olarak sınıflandırabiliriz.

1.2.1.1 Yüzey Erozyonu

Vejetatif örtü bakımından cılız özellikle mera ve çıplak arazi yüzeylerinde eğimin de desteğiyle toprak taneciklerinin yağmur damlasının şiddetine maruz kalarak mevcut yerden parçalanıp kopartılan ve ince bir katman şeklinde toprak yüzeyin de meydana gelen toprak taşınmasına yüzey erozyonu denir (Cebel ve Akgül, 2011). Eğer alanda bitki örtüsü varsa, düşen yağmur damlalarının şiddeti bu toprak üstü kısımlar tarafından kırılır ve toprağa yumuşak bir iniş yapar aynı zamanda bu bitkilere düşen yağmurun bir kısmı toprağa ulaşmadan buharlaşarak havaya karışır buda toprağın suya aşırı doymasını engellediğinden yüzey erozyonu oluşumunu engellemiş olur.

Yüzey erozyonu toprakta renk farklılaşmasıyla görülebilen ve toprağın verimli üst kısmını yok eden ve bunu yaparken de iz bırakmayan son derece ketum bir erozyon türü olarak karşımıza çıkmaktadır (Deniz, 2012). Yüzey erozyonu son derece yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu erozyonun toprakta renk değişimine neden olduğunu bilinmemektedir. Bunun esas nedeni organik madde bakımından zengin ve koyu gözüken üst katmanın aşınmasıyla onun hemen altında ortaya çıkan organik madde bakımından fakir ve açık renkli topraktan başkası değildir. Yüzey erozyonu özellikle düze yakın hafif meyilli arazilerde gerçekleşmektedir (Balcı ve Öztan, 1987).

Erozyonla yok olan toprak üst kısımlarının yağışla doğrudan alakalı olmasının sebebi, damla erozyonu olarak ifade edilen erozyon şeklidir. Toprağa çarparak birleşen bu su damlacıkları yüzey akışlarını meydana getirmektedir (Mkhonta, 2000). Sadece tozdan oluşan ya da toza benzeyen küçük yapıya sahip uzvi madde bakımından yoksun topraklarda en çok görülen erozyon türlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Ergene, 1987). Toprağın üst katmanı zamanla diğer eroziv kuvvetlerinde etkisiyle alt katmanla yer değiştirir. Böylece altta olan bitki kökleri ve taşlık kısımlar ortaya çıkmış olur (Anonim, 1985).

Toprağın üst kısmının taşınmasına sebep olan yüzey erozyonlarını tetikleyen bir takım faktörler mevcuttur. Etmenlerden bazılarını şu şekilde sıralamamız mümkün;

*Hızı ve çarpma yönü

*Sahanın eğimi

*İnfiltrasyon kapasitesi

*Zeminin mevcut durumu

*Damlasının büyüklüğü

*Damlanın düşme hızı

*Toprak ve toprak yapısına ait koruma tedbirleri v.b

Yıllık yağış miktarının 200-400 mm olduğu yarı kurak iklim alanlarında, arazinin vejetatif örtü ile kaplı olması erozyon oluşumunu bir hayli etkileyebilmektedir (Basic ve ark., 2000). Mevcut bitki örtüsü varlığı ne kadar önemliyse, arazinin kullanım şekli ve amacı da erozyon için o kadar önemlidir (Sapountzis ve Stathis., 2014).

Her yıl dünyada ortalama 24 milyar ton toprak yok olmaktadır. Bunun en önemli nedeni doğru olmayan yöntemlerle kullanılan arazilerde meydana gelen yüzeysel akışın oluşturmuş olduğu erozyonlardır (ÇEMGM, 2015). Doğru tarımsal teknikler, planlı mera otlatmaları eğimli ve su tutmanın zor olduğu yerlerde terasların yapılması ağaçlandırma çalışmalarının artırılması ve ormanda açmacılığın önüne geçilmesi gibi uygulanacak birkaç tedbir ile yüzey erozyonları oluşumlarına karşı önlem alınabilir.

1.2.1.2 Oluk (Parmak) Erozyonu

Yüzeysel akıştan hemen sonra arazi üzerindeki oyuk şeklindeki çukurlarda su birikmeye başlar. Birken bu suların bir kısmı zayıf toprak yapısı içerisinde sızarak eğim yönünden aşağı doğru ince kanalcıklar şeklinde akmaya başlar. Parmağa benzeyen şekillerinden dolayı, bu erozyona (çizgi) parmak erozyonu denilmiştir (Aşk, 1993). Parmak erozyonları arazi üzerinde bazen çok net bir şekilde gözükmebilir tarla sürümleri ile beraber yok olur ve kaybolabilirler ancak uzun bir süre atıl durumda kalan arazilerde parmak erozyonları giderek daha derin yarıklara neden olur ve kanal erozyonuna neden olurlar. Başlangıçta çok masum gibi gözükseler de önlem alınmadığı takdirde toprağın verimli üst parçasını yok eder ve bir sonraki aşama olan oyuntu erozyonuna kadar zemin hazırlamış olurlar.

Diğer araştırmacılar tarafından yapılan tanımlara baktığımızda, topraktaki derinlikleri 1 ile 10 santimetre arasında değişen arazi üzerindeki bu ince yapılara çizgi/parmak erozyonu denir (Akalan, 1987). Başka bir tanımlamada ise, yavaş bir şekilde gelişmekte olan ve infiltrasyonu düşük olan, suya doymuş, meyili az veya düşük olan eğimli topraklar da yüzeyden oluşan akıntılarla birlikte toprakta sızıntı şekelinde yapılar oluşmaya başlayarak çizgi erozyonunu meydana getirir denilmiştir (Artun, 2014). Oluk erozyonun ilerleyip oyuntu erozyonuna dönüşmemesi için gerekli önlemlerin zamanında alınması çok büyük önem ihtiva eder.

1.2.1.3 Oyuntu Erozyonu

Parmak/oluk erozyonun görüldüğü alanlarda, oluklara karşı erozyon önleyici çalışmaların yapılmaması durumunda şiddetini arttıran oluk erozyonu zamanla oyuntu erozyonuna dönüşmektedir. Sahada eğim yönünde akmakta olan yüzeydeki akış suları aşağı taraflarda alçak bölgelerde sele neden olacak şekilde toplanırlar yüzeyde bir ark yolu bulduklarında akışlarını tabana doğru aşındırma, yanlardan ise genişleme yaparak devam ederler ve sahanın alt taraflarında birleşip daha büyük oyuntulara neden olurlar. İşte bu şekildeki su erozyonu ile meydana gelen yapılara “oyuntu erozyonu” denilmektedir (Bahtiyar, 2006).

Çok daha büyük alanlarda etkili olan bu sel yarıntıları, aynı zamanda erozyonun da en belirgin özelliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Birçok ülkede farklı isimlere sahip bu erozyon, ülkemizde oyuntu erozyonu şeklinde isimlendirilir. Yarı kurak iklimin hakim olduğu bölgelerde en yaygın erozyon türü olmakla birlikte tropikal yağmur ormanlarında bile oyuntu erozyonlarına rastlamak mümkün (Çelebi ve Kılıç, 2010).

Oluklar şeklinde başlayıp, giderek derin yapılara dönüşmüş bu yarıklar tarla sürümleri veya bir takım arazi işlemleriyle kapatılması ya da ortadan kaldırılması bir hayli zordur. Erozyon ile oluşan bu şekillere oyuntu denilebilmesi için bu yapıların, en az 45 ile 50 cm genişlikte, 25 ile 30 cm derinlikte olması beklenmektedir (Deniz 2012).

Ormanlık alanlar da oluşan bir yarıntının oyuntu olarak tanımlanabilmesi için ağaç köklerini açığa çıkarmış olması gerekiyor (Balcı ve Öztan, 1987). Oluk erozyonuna karşı ihmalkâr davranmak oyuntu erozyonlarının daha da derinleşmesine neden

olmaktadır. Kimi zaman tarımsal çalışmalar neticesinde oluşan yarıklarda, kimi zaman açıkta bırakılan drenaj kanallarıyla, kimi zamanda hayvanların oluşturmuş olduğu izlerden oluşmaktadır oyuntular (Çelik, 2011).

Diğer erozyon türlerinde olduğu gibi oyuntu erozyonunun oluşmasında da temel sebep, toprak üstü bitki örtüsünün yok olmasıdır. Yanlış arazi kullanımları, doğaya uygun olmayan mühendislik çalışmaları (teras vb.) ve yoğun bir şekilde tahrip edilmiş bitki örtüsünden dolayı oyuntu erozyonlarının oluşumlarına zemin hazırlanmaktadır (Çelebi ve Kılıç, 2010).

Oyuntu erozyonu “U” ve “V” biçimin de olmak üzere iki şekilde oluşurlar. Heterojen olmayan ve zayıf yapılı ince tınlı topraklarda yaygın olarak “V” şeklindeki oyuntular oluşmaktadır (Yurtcan, 2009). Son derece gevşek bir toprakta ise yanlara doğru genişlemekte olan bir yarıntı, tabana doğru oluşturmuş olduğu açıklıkla birlikte “U” biçiminde bir oyuntuya dönüşmüş olur (Balcı ve Öztan, 1987).

İncelemeler ve gözlemler baz alındığında oyuntuların gelişme ve istikrara varım süreçleri dört kademeli aşamadan meydana geldiği görülecektir, bu aşamaları şu şekilde sıralayabiliriz; birinci aşamada; yağış suları bir hat boyunca eğim istikametinden aşağı doğru süzülerek bu hat boyunca bir oluk meydana getirir. Eğer toprak erozyona karşı dirençli ise bu aşama son derece yavaş bir şekilde gerçekleşecektir (Balcı ve Öztan, 1987).

İkinci aşamada; Oyuntunun bu aşamasında oluk erozyonu oyuntuya dönüşür. Geçen süre içerisinde gerekli önlemler alınmadığı zaman oyuntu üst taraflara doğru büyümeye başlar. Toprak erozyona karşı yeterince dirençli değil ise oyuntu toprak katmanlarından ‘C’ horizonuna kadar iner. Yanlarda kalan dayanıksız toprağın altı oyulduğundan çöker ve oyulma devam ederek çökmeler oluşur. Su seviyesinin düşmesiyle tabandaki oyulma devam ederek ilerler (Balcı ve Öztan, 1987).

Üçüncü aşamada; bu bölümde oyuntunun büyüyerek geniş bir alana yayılmasından belli bir müddet sonra alana bitkiler gelmeye başlar. Bitkilerin gelmesi ile birlikte oyuntu deresinde oyulmanın azaldığı hatta tamamen bittiği anlamını taşımaktadır.

Aynı zaman da bu durum oyuntu deresi için dengeye ulaştığı manasına da gelmektedir (Balcı ve Öztan, 1987).

Dördüncü ve son aşamada ise; Oyuntunun bu aşamasında, oyuntu deresinin tüm alanlarında erozyon bittiği için tüm dere için artık denge başlamıştır. Alana gelen bitkiler dere içlerine yerleşmiş ve toprağı iyice kapatmıştır. Artık aşınma bitmiş ve oyuntular için yavaşlama başlamıştır. Dere için artık denge durumundadır denilebilir (Balcı ve Öztan, 1987).

Oyuntu erozyonunu daha başlangıç aşamasındayken önlem amaçlı yapılan maddi harcamalar, erozyon akabinden hemen sonra yapılan tedbirlere göre çok daha az masraflı olduğu bilinen bir gerçektir. Yamaçlarda alınan ıslah tedbirleri ile oyuntu erozyonların da alınan tedbirler ile aynıdır. Aynı zamanda toprak yapısının bozulmaya yüz tuttuğu sahalarda kültürel önlemler olmadan, ıslah yapılması düşünülemez (Küçükdöngül, 2013). Yağış sularının toprak tarafından emilimini sağlamak, yüzeysel akışları yavaşlatmak, oyuntu ve oluk erozyonlarını önlemek amacıyla her yıl Orman Genel Müdürlüğü tarafından, erozyonların yoğun yaşandığı alanlara teraslar yapılmaktadır. Aynı zamanda bu teraslar boş bırakılmayıp, hayvanlar içinde besin değeri taşıyan bitki tohumları da ekilmektedir. Bu tür çalışmalar son derece önem arz etmekte olup ani gelişen yağışlarda derelere olan baskıyı azalttığından sel ve taşkınların da önüne geçilmektedir. Erozyonların yoğun şekilde yaşandığı ülkemizde bu tür çalışmalar desteklenmelidir.

1.2.1.4 Kanal Erozyonu

Akarsuların dere içinde ve kenarlarında suyun aşındırıcı etkisiyle zamanla yatak içirişinde yapmış olduğu ve toplamda meydana getirmiş olduğu erozyon çeşididir (Deniz 2012). Başka bir ifadeyle senenin bazı dönmelerinde ya da tamamında etkili olan akış hem dere yatağında hem de dere kenarlarında meydana getirmiş olduğu toplam aşınım yatak erozyonu denir (Balcı, 1996).

Kanal ve oyuntu erozyonu arasındaki en önemli fark, akarsularda ve dere kenarlarında sürekli bir akışı görüldüğünden ötürü devamlı aşınım söz konusu iken, oyuntu erozyonunda ise ara ara meydana gelen dönemsel yüzeysel akışlardan dolayı erozyon

olur. Akarsu kenarlarındaki erozyon sadece kenarlardan gelen yüzeysel akış suları ile değil aynı zamanda yatağın içinde sürekli akan suyun aşındırıcı etkisiyle de erozyon meydana gelmektedir (Çanga, 1985).

Akarsular senenin bazı dönemlerinde sürekli veya aralıklarla akan belirli eğimi olan bir dere yatağı içerisinde akış göstermektedir. Dolayısıyla akarsuların erozyona diğer bir ifadeyle aşınmaya katkısı hayli fazladır. Akarsu yüzeylerinde veya dere yatağında oluşan erozyon, dere yamaçlarının dibinde oyulmalara sebep olur dolayısıyla bankın üst tarafları çöker (Yılmaz, 2006). Özellikle eğimin azaldığı bölgelerde menderesler oluşturarak devam eden akarsular kıvrımlardan geçerken hızlı çarpmanın etkisiyle aşındırma meydana getirerek yatak boyunca bu işlem devam eder. Bu olay aşınmayla beraber erozyona ve yatağın genişlemesine neden olmuş olur (Mater, 1995).

Suyun bir dere yatağı boyunca aşındırmayı meydana getirdiği alanlarda erozyonun devam etmesiyle beraber, vadi içleri uzun zaman periyotların da sürekli olarak genişlemektedir (Atalay, 1986). Vadilerdeki genişleme ne kadar çok olursa topraktaki aşınma ve taşınmada aynı büyüklük ve şiddette gerçekleşiyor demektir. Ani yağışlarla birlikte oluşan taşkınlar, kanal erozyonlarını tetiklemektedir. Kanal erozyonunun büyük zarar ve yıkımlara neden olduğu herkesçe biliniyor olmasına karşın, gerekli önlemlerin alınamamasından ötürü birçok insanımızı hayatına mal olmakla beraber ciddi bir ekonomik külfeti de beraberinde getirmektedir (Piégay ve ark., 2005).

Kanal erozyonunun önlenmesinde ve erozyona uğramış alanın ıslah edilmesinde ana yatak bölümü, havza içinde önem ve öncelik verilen bölümlerden biridir. Havza içerisindeki derelerde ve taşkın alanlarında alınması planlanan tedbirlerin kapsam ve içeriği, havzanın üst kısmının farklı niteliğiyle doğrudan alakalıdır. Islah çalışmalarının yapılacağı alanda, ıslah sekileri yapılarak kanal alt kısımları ile şevlerin oyulmasını önlemek ve kanal içinde gerçekleşmesi muhtemel toplam erozyonu durdurmak olasıdır (Anonim, 2015).

Kanal erozyonuna karşı arazide bir takım önlemler alınmaktadır. Dere yatakları içinde uygun alanlara inşa edilen ve kanallara olan sediment baskısını azaltmakla birlikte, meydana gelen yağışlarla oluşan tortuları setlerin içinde depolayan yapılara ıslah sekileri denir (Anonim, 2015). Islah sekilerinin asıl gayesi toprağı olduğu alanda

tutarak “rusubat” oluşmasının önüne geçmektir (Dinçsoy, 2013). Sel kapanları, sel sularının akışlarını yavaşlatıp onları belli bir alanda depolamaya yarayan alçak seviyeli küçük barajlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Anonim 2, 2013). Dere içlerinde enine yapılar olarak inşa edilen tersip bentleri, özellikle havzanın üst kısımlarında oluşan akıntıları havzanın çıkışına ulaşmasını engellemek ve depolamak maksadıyla yapılan çok büyük enine yapılardır (Biroğlu, 2016). Taban kuşakları; daha önce oluşmuş toprak birikmelerini aynı yerde tutabilmek maksadıyla, özellikle derelerin geniş tabanlarında inşa edilen yapılar olarak karşımıza çıkmaktadır (Anonim 3, 2013). Britlere baktığımızda ise, özellikle oyulma problemlerinin yoğun yaşandığı derelerde eğimi kırmak maksadıyla kurulan yapılardır (Dinçsoy, 2013)

1.2.2 Rüzgar Erozyonu

Rüzgar, yağış faktöründen hemen sonra erozyona neden unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Dekui ve ark., 2003). Coğrafyamızda kuraklık net bir biçimde hissedilmektedir (Uluocak, 1974). Kurutucu ve sürükleyici etkisiyle rüzgar, toprak randımanını diğer iklim elemanlarının olumsuz etkisiyle daha da düşürmektedir (Şengönül, 2010). Bitki örtüsü bakımından zayıf düşmüş kuru ve gevşek topraklarda rüzgar erozyonu oluşumu şiddetli bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Rüzgar erozyonuna maruz kalan topraklar, rüzgarın kurutucu etkisiyle içindeki nemi kaybeder aynı zamanda verimli üst katmanını da sürükleyip aldığı için topraktaki verimliliği düşürerek çoraklaşmaya sebep olur (Zobeck ve Van Pelt, 2005). Rüzgar erozyonu özellikle çöl ikliminin hakim olduğu bölgelerde mevcut yolları tıkatığında ulaşımda ciddi sorunlara yol açmaktadır. Aynı şekilde olduğu bölgelerde, insanların yoğun yaşadığı yerleşim yerlerinde sebep olmuş olduğu toz fırtınaları yüzünden görüş mesafesini düşürmektedir. Ayrıca insanlarda çeşitli akciğer hastalıklarına da neden olmaktadır. Dolayısıyla rüzgar erozyonu sadece topraktaki verimliliği düşürmüyor aynı zamanda insanların günlük yaşamları üzerinde de ciddi olumsuzlukları mevcut. Önlem alınmadığı takdirde toprakta çoraklaşmayı hızlandırdığı gibi, yollara, yer üstü sanat yapılarına, binalar ve kültürel değerlerimiz olan tarihi yapılarımıza da zarar verecektir. Sıçrama, süspansiyon ve sürüklenme olmak üzere 3 temel aşamadan meydana

gelmektedir rüzgar erozyonu. Sıçrama hareketiyle erozyon başlatılmış olup bu aşamada daha fazla toprak hareket ettirildiği için son derece önemlidir (Çanga, 1995).

1.2.3 Kıyı Erozyonu

Akıntı ve dalgaların şiddetiyle derelerde ve kıyılarda meydana getirmiş oldukları tahribat nedeniyle, biriktirme ve çökmelere sebep olmaktadır. Özellikle dereler, nehirler, göller ve deniz kıyılarında görülürler (Günay, 2008). Özellikle sürüklemiş oldukları tortular yüzünden kıyı kesimlerinden ciddi anlamda tortu biriktirmelerine neden olurlar (Bayrak, 2006). Kıyıların yapısını deforme ettiklerinden bil hassa turizm bölgelerinde sorun teşkil edebilmektedirler.

1.2.4 Çığ ve Buzul Erozyonu

Yüksek dağ yamaçlarında, başladığı yerden itibaren eğim yönünden aşağı doğru hareket eden kar veya buz kütleleri devamlı artan büyük bir güce ulaşarak arazide gücünün yettiği her şeyi önüne katarak ve arazi yapısını da bozup, tahrip ederek çığ veya buzul erozyonuna neden olurlar (Özhan, 2004). Çığ erozyonu özellikle ülkemizin Doğu Anadolu bölgesinin dağlık kesimlerinde kış aylarında meydana gelen kar yağışlarıyla birlikte görülürler.

1.3 Erozyona Etki Eden Faktörler

Ülkemizin topraklarının büyük çoğunluğu step ikliminin etkisi altında olduğundan ötürü erozyon ve erozyona neden olan aktörlerin araştırma konusu edinilmesi oldukça önemlidir (Yıldız ve Demir, 2012). Erozyona etki eden etmenleri doğal ve beşeri faktörler ana başlıkları altında 5 farklı grupta inceleyebiliriz. Bitki örtüsü, iklim, topoğrafya ve toprak doğal etmenler olup, beşeri faktör insan etkisidir (Sönmez, 1994). Erozyon, aşağıda belirtilen formül ile ifade edilmektedir (Balcı ve Ökten, 1987).

1.3.1 İklim

Yaşadığımız dünyada görülen, doğal veya beşeri gelişen erozyon ve iklim değişikliği, ormanların yok edilmesi ve verimli tarım arazilerinin tahrip olmasına neden olan iki önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (ÇEMGM, 2015). Sıcaklığın yüksek olduğu yerlerde, toprak fazla miktarda su kaybederek erozyona karşı hassas bir hale gelir. Rüzgârın neden olmuş olduğu etkilere bakıldığında ise, toprağın verimli üst tabakasında oluşturduğu hava akımı ile toprağı parçalayarak, taşınmasına neden olmaktadır. Toprağın taşınmasının yanında ve mevcut arazideki toprağın nemini düşüreceğinden toprağın yapısına zarar verecektir. Bu yüzden üst toprak yüzeyi erozyon karşısında savunmasız bir duruma düşecektir. Yağış etmeninin toprağa verdiği zarara bakıldığında diğer faktörlere göre çok daha fazla etkiye sahip olduğu görülmektedir (Acar, 2019).

Toprağın su tutma ve depolama kapasitesinin azalmasına neden olan erozyon aynı zamanda iklim değişikliklerine de sebebiyet vermektedir. Farklılaşan iklim koşulları beraberinde getirdiği dengesiz ani veya şiddetli yağış durumları ayrıca toprağın erozyona maruz kalmasında önemli rol oynamaktadır (UNEP, 2012).

Yağış türü, yağışın şiddeti, sıcaklık ve topraktaki nem miktarı gibi faktörler erozyon oluşumuna etki etmektedirler. Sıcaklığın fazla olduğu ve yağışın düzensiz olduğu bölgelerde toprakta bulunan nemin buharlaşmasıyla birlikte toprak parçacıklarının birbirlerini tutma kabiliyetleri azalacaktır. Şiddetli ve ani yağışlarla birlikte, tanecikli yapıdaki bu topraklar yüzeyel akıyla beraber akıp gider.

1.3.2 Bitki Örtüsü

Bir topoğrafik bölgede, toprak üst kısımlarının bitkilerle kaplı olduğu ve % 35 civarı bir eğimin olduğu bir sahada yüzey akışlarıyla taşınan tortu miktarının azaldığı ifade edilmiştir (Arıcı, 1988). Bitki varlığı topoğrafyadan hemen sonra ifade edilirken, erozyon riskini azaltan diğer bir önemli aktör olduğunun önemine vurgu yapılmaktadır (Knijff ve ark., 2000).

Yağış, toprak özellikleri ve arazi şekli erozyon oluşumuna neden olarak gözüke de toprağı üzerini örten bitki tabakasının mevcut durumu da ehemmiyet arz etmektedir. Sahanın topoğrafik yapısı bitki örtüsü için son derece önemlidir. Eğim derecesi her ne olursa olsun bitki örtüsünün zayıf ve hiç olmadığı alanlarda yüzey erozyonu kendini göstermektedir. (Balcı ve Öztan, 1987). Organik madde toprağın emiş gücünü arttırıcı bir özelliğe sahiptir dolayısıyla yağın yağışların bir kısmını toprak tarafından emilimini arttırdığından yüzey erozyonunu azaltıcı etkiye neden olur. Aynı şekilde bitki dalları ve gövdeleri de yağışın şiddetini kırmak ve suyun bir kısmını bu kısımlarında tutabildiklerinden dolayı toprağı yoğun bir şekilde düşen yağışın bir kısmını tutmuş oluyolar. Bu nedenlerden dolayı toprak yüzeyini örten bitki tabakası zarar gördüğünde erozyon da kaçınılmaz olur.

1.3.3 Topoğrafya

Üzerinde yaşamış olduğumuz yer şekilleri topoğrafya olarak ifade edilmektedir. Topoğrafik alan üzerinde, erozyona neden olması bakımından eğim ve eğimin uzunluğu son derece önemlidir. Engebenin ve yükseltinin fazla olduğu Türkiye coğrafyasında yüksek eğime sahip yamaçlar erozyonu artıran önemli yeryüzü şekilleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Eğim artıka, erozyona maruz kalan ve kaybolan toprak miktarı da artmaktadır. Arazi eğimi büyük ve yer şekilleri de girintili-çıkıntılı bir yapıya sahip ise erozyon oluşumu ve artışı da kaçınılmaz olacaktır.

Ülkemiz deki araziler de eğim oldukça fazla olduğundan dolayı tarım ve ziraat alanlarında birçok sorunu da beraberinde getirmektedir (Tavşanoğlu, 1966). Bir topoğrafya' da bulunan alana denk gelen toplam akarsu yoğunluğu artıka alanın erozyona uğrama gücü de artmaktadır, tersi durumda ise alana denk gelen akarsu yoğunluğu azaldıka erozyona uğratma gücü de aynı oranda azabilmektedir (Ekinci, 2006). Dolayısıyla bir havzada dere ve akarsu sayıları ne kadar çoksa taşıyacakları sediment miktarı da aynı şekilde fazla olur.

1.3.4 Toprak Özellikleri

Erozyona olan etkisine bakıldığında, toprak özelliklerinin farklı karakteristik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Bu özellikler; suyun toprak içerisindeki hareket kolaylığı, toprak içerisindeki kum, mil ve kil kümelerinin oranı, toprağın yapısı (strüktür) ve organik bileşikler ihtiva eden madde miktarı şeklinde adlandırılmaktadır (Cebel ve ark., 2013).

Toprağın özelliklerine bakıldığında, toprakta bulunan kum ve mil (balçık) oranına göre toprak, erozyona uğrayabilme duyarlılığı göstermekte ve içeriğinde bulunan kil oranına göre erozyona olan duyarlılıkları da artmakta veya azalabilmektedir (Obi ve Asiegbu, 1980). Topraklarımızın çoğunluğu topografya, kontrolsüz tarım ve iklim değişiklikler gibi nedenlerden dolayı erozyona karşı hassas bir duruma gelmiş bulunmaktadır. Erozyon oluşumuyla toprağın üst katmanının aşınmasıyla toprakta bulunan mevcut su miktarını, bitki besin maddelerini ve bitki köklerinin ulaşabileceği fizyolojik derinliği de aşağı çekmektedir. (Petter, 1992).

1.3.5 İnsan Faktörü

Topraktan yararlanma yolu ve bu hususta hangi yolların kullanıldığı incelendiğinde, erozyon görülmesinde en can alıcı nedenlerin ilk sıralarında insanlar bulunmaktadır. İnsanoğlu toprağı işleyip ziraatle uğraşp topraktan faydalanmaya başlayarak ve tarım arazilerini yapısına uygun olmayan yöntemlerle aşırı kullanması sonucu toprak yapısını bozmaya başlar.

Toprağın yapısının bozulmasıyla verimliliği azalacağından, toprağın doğal yapısı da zarar görecektir ve erozyona karşı savunmasız kalacaktır. Doğal olarak oluşan erozyon miktarı tarımsal faaliyetlerden önceki evrede yılda 9 milyar ton olur iken, şu anda bu rakamın 24 milyar ton olduğu sanılmaktadır. İnsanlar, yanlış tarım teknikleri sayesinde, verimli topraklardaki artış görülen bu erozyon değerlerinin oluşmasındaki başlıdır. (Brown ve Wolf, 1996).

Tarımla uğraşılan ilkel dönemlerden çağımıza değin tarımsal alanlarda sebep oldukları zarar bununla sınırlı kalmamış aynı zamanda artan hızlı nüfusla beraber insanın yaşam döngüsünde var olma mücadelesi toprağa ve doğaya zarar verdiği aşıkardır.



2 LİTERATÜR ÖZETİ

Teknik ve bilimsel verilerin sentezlenmesiyle oluşturulan literatür çalışmalarına ait özetler verilmiştir. Yapılan çalışmayla birlikte aşağıda değinip ve değerlendirilmesini yapacağımız, kanal erozyonu ile yüzey erozyonu şeklinde ifade edilen iki ana başlık altında toplayacağız. Ayrıca bu başlık altında dünyada ve Türkiye de yapılan bir takım çalışmalara da değinilecektir.

2.1 Kanal ve Oyuntu Erozyonu

Iowa eyaletindeki (ABD) belirli otlak alanlarda, Tufekcioglu (2006) tarafından gerçekleştirilen dere kenarı riperyan (yeşil kuşak) alanlarında kenar/şev erozyonu toprak kaybının hesaplanmasına dair iki yıllık verilerden oluşan “yüksek lisans” tezinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen toprak kayıpları; kış ve ilkbahar mevsimlerin de 8,4 cm, yaz dönmelerin de 7,8 cm ve sonbahar dönemin de ise 1,7 cm olacak şekilde hesaplanmıştır. Eriyen kar suları ve yağışlı geçen ilkbahar mevsimi ile kuraklıktan dolayı toprak infiltrasyonunun azalmasına bağlı olarak yaz mevsimlerinde gerçekleşen erozyon kayıpları sonbahar mevsimine göre çok daha büyük olmaktadır. Aynı şekilde iki yılı kapsayan bu çalışmada yıllık toprak kaybı miktarı 217 ton/km/yıl olarak bulunmuştur. Meydana gelen bu toprak kayıpları 74 ile 383 ton/yıl arasında farklılık göstermiş bulunmaktadır. Daha önceki yıllarda aynı çalışma sahalarında yapılan hesaplamalar sonucu bulunan yıllık toprak kaybı miktarı ise 63 ile 258 ton/km/yıl aralığında gerçekleşmiştir (Zaines, 2004). Yapılan bu çalışmalardan da anlaşılacağı üzere bitki örtüsünün olmadığı bir topoğrafyada meydana gelen toprak kayıpları ile yağış verisi arasında doğrudan bir bağlantı vardır.

Çoruh Nehri Havzasında bulunan “Oltu Mikro Havzası” içindeki derelere ‘erozyon çubuk yöntemi’ yardımıyla, Tüfekçioğlu (2018) tarafından dere kenarı/şev erozyonlarının sebep olmuş olduğu toprak kayıplarını hesaplanmıştır. 2014’ün Mayıs ayı ile 2016’ nın Mayıs ayları arasında ‘Oltu Mikro Havzasında bulunan 14 deneme sahası esas alınmıştır. Bu çalışma ile bir yılda gerçekleşen toprak kaybı yaklaşık olarak “75,4 ton/km/yıl” bulunmuş olup, ilk yılda sahada oluşan erozyon değeri, ortalama

“1,99 cm/yıl” iken, çalışmayı takip eden bir sonraki yılda ise “3,34 cm/yıl” şeklinde gerçekleşmiştir.

Benzer bir diğer çalışmada Yıldırım (2019) tarafından “Olur Mikro Havzasında” ilk yılda gerçekleşen ölçümlerde, erozyonla gerçekleşen toprak kaybı miktarı yaklaşık olarak “1,8 cm/yıl” iken çalışmayı takip eden bir sonraki yılda ise “15,3 cm/yıl” olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada da bir önceki çalışmalar gibi “çubuk yöntemi ile erozyon ölçümü” yöntemi kullanılmıştır. Çalışma süresi boyunca ortalama olarak “215,7 ton/km/yıl” miktarında bir toprak kaybı hesaplanmış olup, iki yılda kayıt altına alınan verilere göre oluşan toprak kayıpları ortalama olarak “6,2 ile 643,5 ton/km/yıl” arasında farklı değerlerde oluşmuştur. Birbirinden bağımsız birden çok dere sınıflarıyla kıyaslandığında, oyuntu dereleri içinde meydana gelen toprak kayıpları yaklaşık olarak “11 cm/yıl” iken ikinci sınıf bir dere “8,54 cm/yıl” ve birinci sınıf derelerde ise “2,27 cm/yıl” olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanı olan “Olur Havzası” içerisindeki tüm dere sistemleri birlikte analiz edildiğinde; oyuntular içerisinde oluşan toprak kayıpları “84737 ton/yıl” (%88,8) iken 1.sınıf derelerde “2939 ton/km (%3,2)” ve 2. sınıf bir dere “4438 ton/yıl” (%4,8) olarak hesaplanmıştır. Havzada bulunan bütün yatak ve oyuntularda “92114 ton/yıl” toprak kaybı meydana gelirken, birim alandaki toprak kaybı ise 2,46 ton/ha/yıl olarak ifade edilmiştir.

Yakın zamanda yapılan çalışmada nehir şevlerinden gerçekleşen toprak kaybının toplamda gerçekleşenin % 1 ila % 25 arasında değişim gösterdiğini ve havza alanı büyüdükçe bu oranın dahada artabileceği vurgusu yapılmıştır (Abbas ve ark., 2023). Benzer şekilde fazla güce sahip (stream power) büyük akarsu sistemlerinde şev erozyonu küçük akarsu sistemlerine göre daha fazla gerçekleşmektedir (Schilling ve ark., 2023). Şev erozyonundaki bu artışın havza alanı ve beraberinde gelişen debideki artışa bağlı olarak gerçekleştiği ifade edilmiştir. Zaines ve ark. (2021) yapmış olduğu bir erozyon çalışmasında, ot ve ağaçlarla kaplı yeşil kuşak (riperyan) alanlarda dere kenarı/şev erozyonunun diğer alanlara oranla (sürekli otlatılan mera ve tarım alanlarına) en az olduğunu tespit etmiştir. Yazar yine bu çalışmada, kanal ve oyuntu erozyonuyla gerçekleşen toprak kayıplarının en az indirilebilmesi için yeşil kuşak alanlarında doğa temelli (otlandırma, çalı dikimi ve ağaçlandırma gibi) çözüm önerilinin uygulanmasını önemli bulmuştur.

2.2 Yüzey Erozyonu Çalışmaları

Akdeniz bölgesinin iç kısmında ve göller yöresinde yer alan Burdur'da Şahin ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada; toprağın erozyona uğrama şiddeti ve olasılıkları çalışılmış olup bitki türlerinin toprak kayıplarını önlemedeki durumları incelenmiştir. USLE yönteminin uygulandığı bu çalışmada 2006 da 22,5 ton/ha/yıl toprağın erozyonla kaybolacağı tahmin edilirken, 2011'de 16,1 ton/ha/yıl'a denk geldiği gözlemlenmiştir. Erozyon oluşumuna karşı tür seçiminin önemine değinilirken aynı zamanda bakı ve eğiminde toprak kayıplarına etkisine vurgu yapılmıştır.

Bursa "Mustafakemalpaşa Havzasında" erozyon kaynaklı tortu oluşumu ve kütlesini hesaplamak için "YETKE/RUSLE" modelini kullanan Özsoy (2007), bu doktora çalışmasında uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinden de faydalanmıştır. Bu model yardımıyla gerçekleşmesi beklenen toplam erozyon miktarı "11.296.061,75 ton/yıl" ve ortalama toprak kaybı ise "11,18 ton/yıl" olarak hesaplanmıştır. Söz konusu havzada erozyon kaynaklı toprak kayıplarının bu denli yüksek olmasının temel sebebinin, çayır ve mera alalarındaki plansız ve aşırı otlatmalar, tarımsal çalışmalara daha fazla arazinin eklenmesi ve ormanlık alanlara olan aşırı baskı gibi faktörlerin neden olduğu belirtilmiştir.

Artvin'de "Godrahav Deresi Havzası'nda" orman yolları yapımında meydana gelen tortu miktarının ölçülmesi işlemi, Karakuş (2015) tarafından "yüksek lisans tezi" çalışması kapsamında yapılmıştır. Bu çalışmada, "WEPP-Road" modelinden faydalanılmıştır. Orman yolları inşasından dolayı meydana gelen toplam erozyon "746,15 ton/ha/yıl" iken hektar bazında gerçekleşen toplam toprak kaybı ise ortalama "16,87 ton/ha/yıl" olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmadaki verilerden yola çıkarak şu iki sonuca ulaşılmıştır. Bunlardan birincisi, ana kayanın "bazalt" olduğu orman yolu çalışmalarında meydana gelen toplam tortu miktarı "152,16 kg/yıl" iken "granit" olan ana kayadan ise ortalama "213,39 kg/yıl" toprak kaybı oluşmuş olup, bazalt ana kayasında meydana gelen kayıp, granit ana kayasından daha az olduğu saptanmıştır.

"Çankırı-Ekinne Göleti su toplama havzasında" Özcan (2016) tarafından yüzey ve oluk erozyonu tahminde RUSLE modelinden faydalanmıştır. Gölette meydana gelen toplam erozyonu hesaplamak için RUSLE verileri "Sediment İletim Oranı" ile

çarpılmıştır. Bu değerlere dayanarak gölde birikecek toplam sediment miktarı 18362,2 ton/yıl ve yaklaşık sediment miktarı 15,6 ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Orman ve mera sahalarındaki erozyon kayıpları kıyaslandığında; ormanlık alanda meydana gelen toplam erozyon miktarı 11,79 ha/yıl iken merada bu rakam 18,6 ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Buna göre 50 yıllık bir ömrü kaldığı düşünülen bu göletin, süre sonunda yarısının (%50) tortu ile dolacağı düşünülmektedir.

Artvin' in Yusufeli İlçesinde, Tüfekçioğlu ve Yavuz (2016) tarafından yürütülen ortak bir çalışmada toprak yüzeyde meydana gelen erozyon kaybı RUSLE formülü yardımıyla hesaplanmıştır. “Coğrafi bilgi sistemi” ve “Uzaktan algılama” yöntemleriyle toprak kayıplarının kütsel değeri, erozyonun bölgesel dağılımı ve “erozyon risk haritalarının” belirlenmesi amaçlanmıştır. Erozyonla meydana gelen toplam toprak kaybı, havzada “3,6” ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır.

“Çoruh Nehri Veliköy Mikro havzasında” Tüfekçioğlu ve ark. (2018) ile birlikte yürütülen bir başka çalışmada ise “yüzeyde oluşacak erozyonun riski, RUSLE formülü yardımıyla bulunulması ve Coğrafi bilgi sistemleri aracılığıyla haritaya aktarılması” adlı çalışmada ortalama erozyon miktarı havza genelinde ‘3,89 t/ha/yıl’ şeklinde hesaplanmıştır. Söz konusu havzada mera arazisinde bulunan bitki varlığının yoğun olması ve orman alanlarının geniş yer kaplaması erozyon oranını düşürücü yönde etki yapmıştır.

Yavuz ve Tüfekçioğlu (2019) birlikteliğin de yürütülen bir başka çalışma alanı olan; “Çoruh Nehri Havzası’nda” yer alan Erzurum Uzundere şehridir. Burada yıllık yağış miktarı 300-600 mm aralığında olan yarı kurak iklime sahip engebeli dağ alanlarında RUSLE formülü ile CBS ileri teknolojisi yardımıyla yüzeyde meydana gelebilecek toprak kayıplarına dair tahminler yapılmıştır. Bir yılda gerçekleşmesi düşünülen toplam erozyon miktarı 25,38 ton/ha/yıl şeklinde hesaplanmıştır. Bu verilerin “Çoruh Nehri havzası” için, ortalama erozyon miktarı (3,79 ton/ha/yıl) çok daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Bu havza içerisinde dikkate değer bir başka konu ise dere ve oyuntular tortu ile dolduğundan, bu durum yatak erozyonu için ciddi bir potansiyel risk taşıdığı ifade edilmiştir.

Kastamonu’da bulunan “İnebolu havzası” içerisinde İmamoğlu (2017) öncülüğün de yürütülen bir başka çalışmada “Van Zuidam ve ICONA” erozyon modelleme yöntemleri kullanılmıştır. Bu modellemelere göre alınan veriler dikkate alındığında, erozyon şiddeti vadilerin yüksek kesimlerinde ve yamaç bölgelerinde çok daha şiddetliken orman örtüsünün yoğun olduğu bölgelerde ve düz sahalarda ise daha düşük şiddette gerçekleştiği görülmüştür. Kullanılan bu yöntemler yardımıyla gerçekleşen erozyonun havzaya oranına baktığımızda, %9’luk kısmında yok veya çok az, %20’lik kısmında “hafif şiddetli”, %15’lik kısmında “orta şiddetli” ve %55’lik kısmında ise “şiddetli ve çok şiddetli” erozyon kategorisine girdiği ifade edilmiştir. Netice itibari ile havza genelinde yoğun bir erozyonun yaşandığı sayısal verilerle de anlaşılmıştır.

Bartın ili Dalıca köyü sınırları içerisinde Şensoy (2010) tarafından yapılan doktora çalışmasında söz konusu köyde yüzeysel akış parselleri yapılarak doğal yamaç şekillerinin toprak erozyonuna olan etkileri konu edinilmiştir. Yapılan çalışmaya göre erozyonun en çok düz alanlarda meydana geldiği anlaşılmıştır. Erozyonun gerçekleştiği alanlar incelendiğinde, yüzeysel akış en düşük “dış bükey” yamaç bölgelerinde gerçekleşirken toprak erozyonu ise en “düşük iç bükey” yamaç bölgelerinde meydana geldiği ifade edilmiştir.

Trabzon’un Maçka ilçesi hudutları içerisinde, Cındık (2012) tarafından Vetiver çimi bitkisinin erozyonu önlemesinin araştırılması konusu üzerinde çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışma kapsamında iki farklı “kontrol” ve “deneme sahaları” meydana getirilmiştir. Araştırma, gözlem ve istatistiki verilerin incelenmesi neticesinde yeri örten bitki olarak bilinen Vetiver grass bitki türünün şevlerde ve eğim bölgelerinde çok şiddetli erozyonların vuku bulduğu sahalarda toprağın dağılmasını engelleyip bir arada tuttuğundan dolayı erozyonu önlediği gözlemlenmiştir.

Yüksek lisans kapsamında yürüttüğü çalışmasında Erdem (2017) Ordu’nun Gülyalı hudutları içerisinde yer alan “Turnasuyu” mevkiinde erozyona maruz kalan bölgelerde CORINE, ICONA, RUSLE ve LEAM “erozyon tahmin modellerini” kullanmıştır. Bu modeller yardımıyla sahada gerçekleşen erozyonun neden olmuş olduğu toprak kayıplarının hesaplanması konu edinilmiştir. Bu modeller yardımıyla elde edilen

veriler sırasıyla Şu Şekilde oluşmuştur, CORINE formülu yöntemiyle sahanın “%27,8 i yüksek derecede” erozyona maruz kaldığı görülmektedir. ICONA erozyon tahmin formülündeki oran “%54,8 ile çok Şiddetli erozyona” sahip olduğu, RUSLE formülünde ise sahanın %48,7’sinin Şiddetli ve çok Şiddetli erozyon riskinin olduğu ve LEAM yönteminde ise sahanın % 72,6’sının çok yüksek derecede erozyon riski kategorisinde yer aldığı görülmüŐtur.

“Kahramanmaraş Ovasında” Karabulut ve Küçükönder (2008) ortaklığında yürütölen bir başka çalışmada “USLE formülu” yardımıyla “CBS” ortamında erozyon risklerinin olduğu alanlar için, erozyon risk haritalarının oluşturulması hedeflenmiŐtir. Toprak kayıplarının en fazla yaŐanmıŐ olduğu tarımsal alanlardaki erozyon,”0 ila 21 ton/ha/yıl” olarak ölçölmüŐtur. Toprak kaybının bu Şekilde oluşmasının nedeni olarak ta yüksek yamaçlarda yapılan tarım ve bağıcılık ile yanlış arazi kullanımını olarak ifade edilmiştir.

WEPP erozyon tahmin modelini kullanan Yüksel (2015), Artvin de yer alan Çoruh Borçka Baraj havzasındaki yađıŐlardan dolayı meydana gelen toprak erozyonu ve sediment miktarını hesaplamıŐtır. Eğim ile bakı baz alınarak havzada 15 farklı deneme sahası belirlenmiştir. Ortaya konulan bu araştırma sonucuna göre yıllık ortalama “360431,70 ton” hesaplamıŐtır.

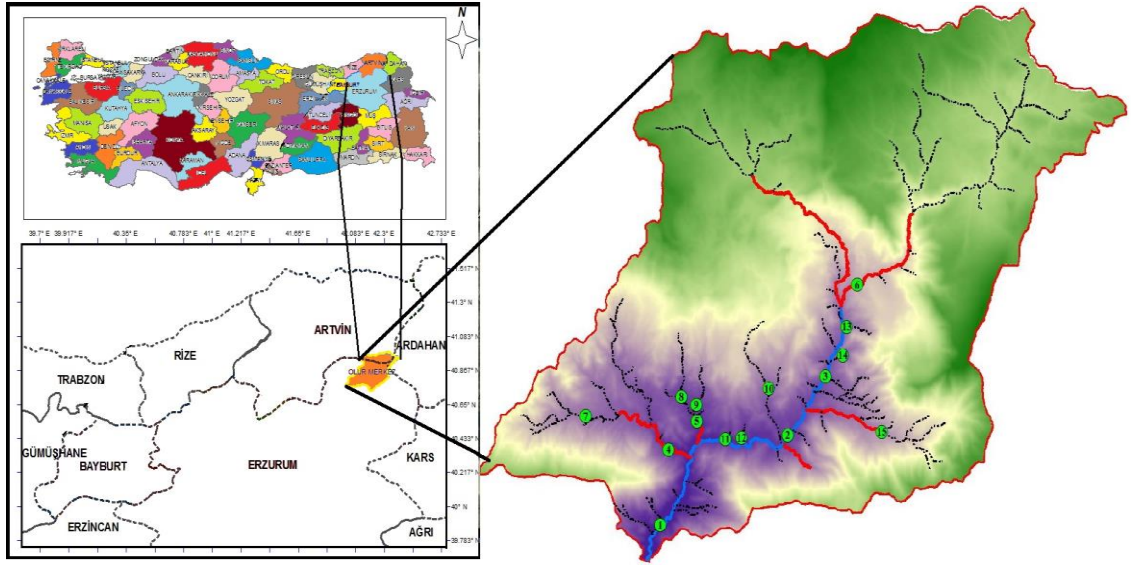
ÇEM tarafından RUSLE modeli kullanarak raporlanan Çoruh Nehri Havzası’na ait ortalama yüzey toprak kaybı ise 3.79 t/ ha/yıl’dır (Erpul ve ark., 2018).

3 MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Çalışma Alanı Bilgileri

3.1.1 Çalışma Alanının Konumu

Olur Mikro Havzasının alanı, 37517.28 ha'lık bir yüzölçümü ile Ülkemizin Doğu Anadolu Bölgesinin kuzeydoğusunda yer almaktadır (Yıldırım, 2019; Şekil 2). Araştırma sahasının koordinat verileri ise 42.05° ile 42.40° doğu boylamları ve 40.78° ile 40.98° kuzey enlemlerinde bulunmaktadır. Siyasi haritaya bakıldığında ise Ardahan, Erzurum ve Artvin'in kent hudutları dahilinde olduğu görülecektir. Alanın doğu kısmında Göle, batısında Yusufeli, kuzey tarafında Ardanuç, güney bölgesinde Oltu ve güneydoğusu istikametinde ise Şenkaya ilçeleri bulunmaktadır. Ayrıca Şekil 1'de de detaylı bir biçimde gösterilmiştir. Havzanın toplam genişliği 20 km iken uzunluğu ise 27 km'dir. Havzanın ortalama eğimi %28.07 olarak ölçülmüş olup havzanın ortalama yükseltisi 1996 metre olarak hesaplanmıştır. Çalışma sahasının hidrolojisine bakıldığında ise, Olur Çayı'na bağlanan kuzeydoğu tarafından akıp gelen "Alabalık Deresi" ile diğer yan dere bağlantılarından oluştuğu görülecektir.



Şekil 1. Olur Mikro Havzası ve Erozyon Ölçüm Alanları (15 adet)

İlçenin güney tarafında 2342 metre rakımlı Ak Dağı, kuzey bölgesinde 2951 metre yüksekliğinde Kılıç Dağı, güneydoğu tarafında 2438 metre ile Ziyaret Dağı ve doğu kanadında ise 2745 metre uzunluğuyla Zamp Dağı yer almaktadır.

3.1.2 İklim Özellikleri

Araştırmaya konu olan alanımız, ülkemizin en yüksek kesimlerinden biri olan Erzurum il hudutları sınırları içerisinde bulunmaktadır. Ayrıca engebeli yapısından dolayı farklı iklim özellikleri gösterebilmektedir. Yüksek bir rakıma sahip olması nedeniyle, kuzey bölgelerinin yüksek kısımlarında ki iklimi sert olmakla birlikte kış yağışları da bir hayli fazladır. Bu bölgedeki hava olayları çoğunlukla yağmur biçiminde görülür (Anonim, 2017).

Araştırma sahamız Olur'da sıcaklık, yağış ve bitkinin kökleriyle aldığı su ile buharlaşmada harcadığı toplamdaki su arasındaki ilişkiye dayandırılan "Thorntwaite metodunu" kullanan Tüzemen (1991), havzada su dengelemeni incelemiştir. Nisan ayından itibaren havaların ısınmasıyla birlikte başlayan buharlaşmanın, yağışı arttırıcı yönde etki yaptığı görülmüştür. Söz konusu durumun havaların soğuması dönemine denk gelen sonbaharın geç dönemine kadar (Kasım) devam ettiği belirtilmiştir. Kış aylarına denk gelen dönemlerde ise sıcaklık verileri 0°C'nin altına düştüğünden "buharlaşma" olayının gerçekleşmediği var sayılmıştır. Havaların ısınmaya başlamasıyla bahar dönemine kadar (Nisan) toprakta su depolanırken haziran ayında toprakta depolanan su buharlaşmayla beraber tükenip bitmektedir. Bu dönemi takip eden yaz döneminde ise ciddi anlamda su yetersizliği ortaya çıkmakta olup, bu dönem boyunca havzadaki kuraklık, su probleminin de habercisidir.

Meteoroloji istasyonu verilerine göre, 1990-2010 yılları arasında toplamda düşen yağış miktarı yaklaşık olarak metrekare bazında "426.99" kg/m² olarak ölçülmüştür (Tablo 2). Sıcaklık değerleri maksimum "16.45°C" olarak gerçekleşirken en düşük sıcaklık değeri ise "3.97°C" olarak ölçülmüştür. Ağustos en sıcak ay ortalaması değerine sahip iken, ocak ise en soğuk ay olarak kayıtlara geçtiği görülmüştür.

Tablo 2. Erinç'e göre Olur MH iklim tipleri ve bitki örtüsü zonlarına ayırımında değerlendirilen ortalama, maximum ve minimum ve yükselti değerleri (Duman, 2017).

| İklim Tipi | Kurak | Yarı Kurak | Yarı Nemli | Nemli | Çok Nemli | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------|------------|----------------------|-------------|-----------------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| Bitki Örtüsü | Çöl ve Step | Step | Park Görünümlü Orman | Nemli Orman | Çok Nemli Orman | | | | | | | | | | |
| İm | 8-15 | 15-23 | 23-40 | 40-55 | >55 | | | | | | | | | | |
| Mikro havza Adı | Yükselti (m) | | | | | | | | | | | | | | |
| | mi n. | ma x. | ort. | mi n. | ma x. | ort. | mi n. | ma x. | ort. | min . | ma x. | ort. | min . | ma x. | ort. |
| Olur | 87 | 13 | 10 | 13 | 16 | 14 | 16 | 22 | 19 | 221 | 26 | 24 | 241 | 28 | 27 |
| | 9 | 15 | 97 | 16 | 40 | 78 | 41 | 15 | 28 | 6 | 15 | 15 | 6 | 53 | 33 |

Olur MH orta ve üst bölümlerinde yarı nemli, nemli ve çok nemli iklim tipleri bulunurken, alt kısımlarında ise kurak ve yarı kurak iklim tipleri mevcuttur.

Olur'da meydana gelen yağışlar yükselti, topoğrafya ve yön gibi faktörlerin etkisiyle daha da arttığı gözlemlenmiştir. 1300 metre rakımda bulunan "Olur" merkezde yıllık yağış "439.2 mm" olarak gerçekleşmektedir. Söz konusu bölgede 1300-2000 metre yükseltide 400-500 mm yağış gerçekleşirken, 2000-2500 metrede 500-600 mm, 2500-3000 metre de 600 mm'yi aştığı görülmektedir. Yükseltinin artmasıyla birlikte yağışın artmasına katkı olarak, bitki örtüsündeki artışta dolaylı olarak yağışı desteklediği görülmüştür (Tüzemen, 1991).

3.1.3 Bitki Örtüsü

1500 m yükseltiden itibaren Olur ve çevresinde, alt sınırlardan itibaren ormanlık alan başlamakta olup üst sınırı olan 2500 metre rakıma kadar sürmektedir. 2500 metreden sonra ki alanlarda ise Alpin Çayırlarının gözüktüğü bilinmektedir. Yapısı bozulan ormanlık alanlar ise insanların neden olmuş olduğu tahribattan dolayı meydana gelen bozkır alanları olarak değerlendirilmektedir. Farklı sebeplerden dolayı orman yapısının bozulduğu ve bitki türlerinin zarar görmesi, toprak bütünlüğünün korunması gereken yerlerin tarımsal faaliyetlere açılması ve bilinçsizce yapılan yoğun otlatmalar ile birlikte orman varlığının azaltıldığı bölgelerde toprak erozyonunun oluşumu kaçınılmaz bir hal almaktadır (Tüzemen, 1991). Alanın arazi kullanım şekilleri;

7013.41 ha (%18.79) ormanlık, 16836.52 ha (%45.10) meralık, 5212.08 ha (%13.96) tarımsal alan ve geri kalan 8267.14 ha (%22.15) çıplak kayalık genelinde kentsel yerleşim alanları olarak dağılmaktadır (Yıldırım, 2019).

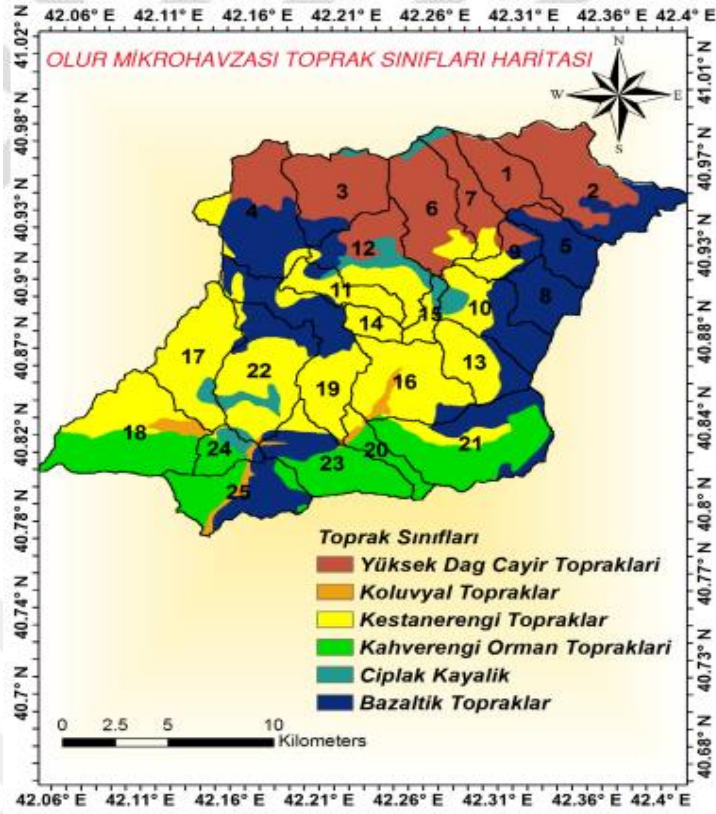
Olur ve çevresindeki bitki örtüsü 3 ana grupta incelmek mümkün. Bunlar insanların olumsuz faaliyetleri sonucu tahrip olan ormanlık alana gelen “bozkırlar”, “alpin çayırları” ile “orman formasyonu” olarak karşımıza çıkmaktadır. Antropojen stepler, özellikle sarıçam ağaçları veya meşe ağaçlarından oluşan ormanlık alanların tahrip edilmesiyle alana gelen ve odunsu olmayan bozkırları ifade etmektedir. Bu alanlar nane ve kekik gibi bitkileri ihtiva etmekte olup aynı zamanda hayvanlar için de besin değeri sağlamaktadır.

“Orman formasyonuna” baktığımızda ise genellikle geniş alanlara kurulan sarıçam ormanlarını ihtiva etmektedir. İlkbaharla birlikte alanda gözükmeye başlayan alpin çayırları, yaz dönemi boyunca varlığını sürdüren yıllık otsu bitkiler olarak ifade edilmektedir (Tüzemen, 1991).

3.1.4 Toprak Özellikleri ve Jeolojik Yapı

Özellikle kil taşı yapılarını ihtiva eden toraklar üzerinde kahverengi orman toprağı oluşmaktadır. Eğim derecesinin büyük olduğu bölgelerde görülmekte olan sığ yapıdaki bu toprakların pH'ları oldukça yüksektir. Çok ince bünyeye sahip olan “yüksek dağ çayır toprakları” aynı zamanda organik madde bakımından da zengindirler (TGM, 1981).

Çalışma alanımızı en iyi şekilde temsil eden topraklar ise hiç şüphesiz kestane rengi topraklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Kireçtaşları üstünde oluşan ve 1-1.5 mm çapa sahip olan bu topraklar genellikle düşük eğimlerde görülürler. Taşlı yapıda olmaları ve bazalt üzerinde meydana gelmeleri nedeniyle toprak işlemesine ve tarımsal faaliyetlere uygun değildir (Tüzemen, 1991). Kolüvyal toprakların yayılışı genellikle dik yamaçlarda yayılış gösterdiği bilinmekte olup özellikle çakıllı ve kumlu yapıdadırlar. Toprak sınıfları aşağıda verilen Şekil 3'te gösterilmiş ve alansal düzeyde toprak grupları grafiği de Şekil 3'te grafiklendirilmiştir.



Şekil 2. Olur Mikro Havzasındaki Toprak Sınıfları Dağılımı (TRGM, 2014)

3.2 Erozyon Çubuk Yöntemi ile Kanal ve Oyuntu Erozyonu Ölçümü

Uygulaması pratik ve ucuz olan “Erozyon Çubuk Yöntemi” kanal ve oyuntu erozyonu ve toprak kaybı ölçümünde kullanılan güvenilir bir yöntemdir (Tufekcioglu, 2006; 2010, Bear, 2011). Çalışma sahasında uygulanan bu yöntemle, daha önce belli uzunlukta hazırlanmış demir çubuklar dere kenarlarına/şevlerine dik bir şekilde çakılarak sabit bir pozisyonda tutularak toprak yüzeyine dik olacak şekilde ve neredeyse tamamı toprağa gömülecek biçimde sabitlenmiş olur. Bu çubuklardan alınan ilk ölçümler ile takip eden sonraki dönemlerde alınan ölçümler karşılaştırılarak ilgili 6 aylık dönem için erozyon ya da birikim hesabı yapılmıştır. Ölçümler arasındaki fark pozitif ise erozyonu, negatif ise yüzeydeki birikimi ifade eder (Hudson, 1993).

Ucuz, etkili ve son derece basit bir uygulama olan bu yöntem sayesinde şev/dere kenar yüzeyde meydana gelen toprak kayıplarının hesaplanması ve anlık gelişen değişimleri bize göstermektedir (Haigh, 1977). Erozyon tahmin ve hesaplanması çalışmalarında,

yüksek doğruluk payı ve son derece pratik olması hasebiyle erozyon çubukları kullanılmaktadır (Tüfekçioğlu, 2018).

Bu çalışmada, dere şevlerine dik şekilde çekiç yardımıyla çaktığımız demir sırkaların boyu 60 santimetre, çapları da 0,8 cm'dir. Şevin yüksekliğine göre dikeyde kimi zaman tek çubuk kimi zamanda 3 adet erozyon çubuğu kullanılmıştır. Öreğin; şev yüksekliği 70 cm olduğunda tek çubuk yeterli görülürken, 3 metreye kadar yüksekliğe sahip şevlerde ise 3 adet erozyon çubuğu kullanılmıştır (Şekil 4). Şevlere çaktığımız çubukların yaklaşık olarak 10 cm'lik kısımları dışarıda bırakılmış ve daha sonraki ölçümlerde kolay bulunsun diye toprak dışında kalan kısımları boyatılmıştır. Ölçümlerimiz genellikle altı aylık periyotlarla gerçekleşmiştir. Kurulum sonrası ilk erozyon ölçümü 2015'in yaz ve sonbahar dönemine denk gelirken, diğer ölçümlerimiz sırasıyla; 2016'nın kış ve bahar ile yaz ve sonbahar dönemine denk gelmiştir. Son ölçüm ise 2017'nin kış ve bahar dönemine denk gelmektedir. İki yıl boyunca 6 aylık periyotlarla toplam beş defa olmak üzere, sahada düzenli olarak veriler alınmıştır. Çalışmada kullandığımız son veriyi 2017'nin Mayıs ayında aldık. Ölçümümüz cetvelle yapılmış olup toplamda 272 adet demir erozyon çubukları kullanılmıştır. Erozyon çubuk ölçümleri kanal (1. ve 2. sınıf dereler; Strahler, 1957) ve oyuntu dereleri olmak üzere toplamda 15 deneme alanında gerçekleştirilmiştir. Bunlardan 3 er adet 1. ve 2. sınıf, geri kalan 9 adet ise oyuntu deresi olarak belirlenmiştir. Her bir deneme alını 5 adet transekt ve bu transektler üzerine yerleştirilmiş erozyon çubuklarından oluşmaktadır. Transektler arası uzunluk yaklaşık 25 m olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Olur Mikro Havzasında Sağ Ve Sol Şevlere Konuşlandırılan Erozyon Çubuklarının Cetvel İle Ölçümü

3.3 Kanal ve Oyuntu Şevlerine ait Yükseklik, Uzunluk ve Alanların Ölçülmesi

Ticari amaçla kullanılan dünya gözlem uydusu olan WorldView-2 tarafından, havzada bulunan ve çalışma alanımızı teşkil eden derelerin uzunlukları hesaplanarak sayısal ortama aktarılmıştır. Yapılan bu sayısallaştırma işleminden sonra ArcMap yazılımı yardımıyla dereler kategorilere ayrılıp gerekli isimlendirmeler yapıldıktan sonra oluşturulan mevcut bilgiler tablolara işlenmiştir. Derelere ait yatak uzunlukları ve dere içi her iki kenara ait şev yüksekliğinin bilinmesi ile şevlerin alan hesaplamaları yapılabilmektedir. Elde edilen bu bilgiler yardımıyla dere kenar uzunlukları ile dere şevlerinin ortalama yükseklikleri çarpılır ve mevcut çalışma alanımıza ait birim alan denk gelen, metrekare/ kilometre cinsinden dere şevi alan hesaplaması yapılır. Belirlenen 5 noktadaki tüm şevlerin yükseklik ölçümleri mira yardımıyla yapılmaktadır (Şekil 5; Tüfekçioğlu, 2018).



Şekil 4. Olur Mikro Havzasında Dere Kenarı/Şev Yüksekliğinin Mira Yardımıyla Ölçümü

3.4 Şev Toprak Hacim Ağırlıkları

Çalışmanın yürütüldüğü araştırma sahamızda dere içinde 100 metrelik mesafe boyunca sağ ve sol şevlerden sırasıyla 1, 3. ve 5. sıradaki/transekteki erozyon ölçüm çubuklarının bulunduğu alanlarda, şev toprak hacminin belirlenmesi amacıyla 6 şer adet toprak örnekleri alınmıştır. Çalışma sahamıza ait 15 deneme alanımızda da bu işlem aynı şekilde yapılmıştır. Bu işlemde 1 metre uzunluğunda ve 2 cm çapında silindir şeklinde içi boş toprak alım burgusu kullanılmıştır. Toprak hacim ağırlığı, 1 cm³ denk gelen toprağın gram cinsinden ağırlığı olarak ifade edilir. Alınan toprak numuneleri 24 saat boyunca 105 °C derecede laboratuvarında kurutulmaya bırakıldıktan sonra toprak hacim ağırlıkları hesaplanmıştır (Blake ve Hartge, 1986).

3.5 Şev Toprak Kaybı Hesabı

Şevlerde erozyonla oluşan toprak kayıpları her bir dere sınıfı (1.sınıf, 2.sınıf ve oyuntu) için ayrı ayrı olacak şekilde hesaplanarak bulunmuştur. Dolayısıyla dere

şevlerinden 1 kilometre boyunca meydana gelen toplam toprak kayıpları (TTK; ton/km), aşağıda belirtilen formül yardımıyla hesaplanmıştır.

Aşağıdaki formülde belirtilen ŞA, şev alanını (m²/km), EM ortalama yıllık erozyonu ve son olarak TH ise ortalama toprak hacim ağırlığını (t/m³) temsil etmektedir (Yıldırım, 2019).

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

3.6 İstatistiksel Analizler

Veriler SPSS istatistik yazılımında varyans analizi (ANOVA) ve “GLM” prosedürü kullanılarak analiz edilmiştir (SPSS 19.0 Inc., 2010). Ölçülen erozyon çubuk miktarlarındaki farklılıklar iki yıl içerisindeki mevsimlere (4 farklı) göre analiz edilmiştir.

4 BULGULAR

4.1 Kanal ve Oyuntu Erozyonu Miktarları

Tablo 3'deki Olur oyuntu deresindeki deneme alanında verilen bilgiler ışığında araştırmamızın ilk 6 aylık dönemine denk gelen ortalama erozyon miktarı 0.45 cm, ikinci dönemde 0.03 cm, üçüncü ve dördüncü dönemlerde ki erozyon ve birikim ise, 0.40 cm ve -0.13 cm olarak ölçülmüştür. Ölçüm aralığımız teknik olarak altı aylık dönemler olarak belirlenmiştir fakat iklim şartlarından dolayı bu süre kimi dönem kısaltılmış kimi dönem ise uzatılmıştır. Ancak iki yılı kapsayan ve toplamda dört döneme sığdırılmış şekilde ölçümlerimiz yapılmıştır. Şevlerde ki çubukların üzerine zaman zaman toprak birikintisi geldiğinden dolayı bazı değerler negatif olarak okunmuştur. Benzer tablolar diğer 14 deneme alanı içinde oluşturulmuş olup ekler kısmında verilmiştir.

Tablo 3. Boğazgören Oyuntu Alanında Mayıs 2015 İle Mayıs 2017 Tarihleri Arasında 6 Aylık Periyotlarla Ölçülmüş Olan Ham Erozyon (cm) Verileri.

| Transect No | Şev | Çubuk no | 17.05.2015 | 21.11.2015 | Fark | 2.06.2016 | Fark | 5.11.2016 | Fark | 28.05.2017 | Fark | |
|--------------------------------------|-----------|----------|--------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|--------------|------|------------|------|--|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 9,7 | 12,7 | 3 | 10 | -2,7 | 4 | -6 | 9,5 | 5,5 | |
| | | 2 (orta) | 10,6 | 13,9 | 3,3 | 18 | 4,1 | 22 | 4 | 0 | -22 | |
| | | 3 (üst) | 13,3 | 13,5 | 0,2 | 16,5 | 3 | 18,2 | 1,7 | 19,5 | 1,3 | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 16 | 15,8 | -0,2 | 17 | 1,2 | 19,1 | 2,1 | 18,6 | -0,5 | |
| | | 2 (üst) | 12,5 | 14,8 | 2,3 | 15 | 0,2 | 12,2 | -2,8 | 16,7 | 4,5 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 11,5 | 11,7 | 0,2 | 11,3 | -0,4 | 11,5 | 0,2 | 12,3 | 0,8 | |
| | | 2 (orta) | 11 | 9,3 | -1,7 | 11,8 | 2,5 | 12 | 0,2 | 12,1 | 0,1 | |
| | | 3 (üst) | 12 | 8,7 | -3,3 | 11,1 | 2,4 | 12,5 | 1,4 | 12 | -0,5 | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 15 | 13,2 | -1,8 | 15,2 | 2 | 14,5 | -0,7 | 14,7 | 0,2 | |
| | | 2 (orta) | 13,5 | 16,4 | 2,9 | 15,7 | -0,7 | 16,5 | 0,8 | 18,2 | 1,7 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 14 | 14,5 | 0,5 | 15,3 | 0,8 | 15,6 | 0,3 | 19,4 | 3,8 | |
| | | 2 (orta) | 10,8 | 11 | 0,2 | 9,5 | -1,5 | 11,8 | 2,3 | 10,5 | -1,3 | |
| | | 3 (üst) | 12 | 12 | 0 | 7,4 | -4,6 | 6,5 | -0,9 | 5,8 | -0,7 | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 9 | 9,5 | 0,5 | 10,3 | 0,8 | 9,8 | -0,5 | 9,7 | -0,1 | |
| | | 2 (üst) | 14 | 16,2 | 2,2 | 17,3 | 1,1 | 20 | 2,7 | 20 | 0 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 15,7 | 15,9 | 0,2 | 15,3 | -0,6 | 15,8 | 0,5 | 16 | 0,2 | |
| | | 2 (orta) | 17 | 15,2 | -1,8 | 16,1 | 0,9 | 15,2 | -0,9 | 15,7 | 0,5 | |
| | | 3 (üst) | 13,8 | 14,3 | 0,5 | 13,4 | -0,9 | 15,5 | 2,1 | 15,3 | -0,2 | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 14 | 16,3 | 2,3 | 15,2 | -1,1 | 17,8 | 2,6 | 18,2 | 0,4 | |
| | | 2 (üst) | 15,3 | 16,5 | 1,2 | 16,7 | 0,2 | 15,8 | -0,9 | 16 | 0,2 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 10 | 11 | 1 | 7,5 | -3,5 | 7,1 | -0,4 | 9 | 1,9 | |
| | | 2 (üst) | 18 | 13,5 | -4,5 | 15 | 1,5 | 15,2 | 0,2 | 16 | 0,8 | |
| | | 1 (alt) | 11 | 15 | 4 | 11 | -4 | 12,7 | 1,7 | 13,4 | 0,7 | |
| | Sol taraf | 2 (üst) | 11,4 | 11 | -0,4 | 11 | 0 | 11 | 0 | 10,5 | -0,5 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | 0,45 | 0,03 | 0,40 | -0,13 | | | | |
| Mevsim | | | Kurulum değerleri | Yaz ve Sonbahar | kış ve bahar | Yaz ve Sonbahar | kış ve bahar | | | | | |

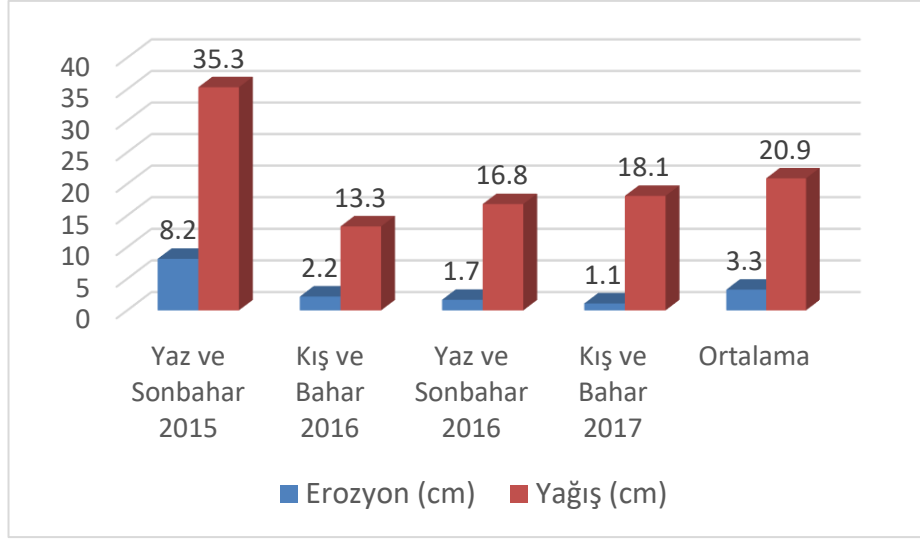
Deneme alanlarında ölçülen erozyon çubuklarının 2 yıl boyunca ölçülmesi sonucunda 2015'in yaz ve sonbahar döneminden itibaren ortalama 6 aylık erozyon miktarları sırasıyla; 8,15 cm, 2,19 cm 1,67 cm ve 1,10 cm olarak bulunmuştur (Tablo 4). İlk yılda

10,34 cm, ikinci yılda ise 2,77 cm olarak gerçekleşen erozyon miktarı, iki yılın sonunda toplamda 13,11 cm olarak hesaplanmıştır.

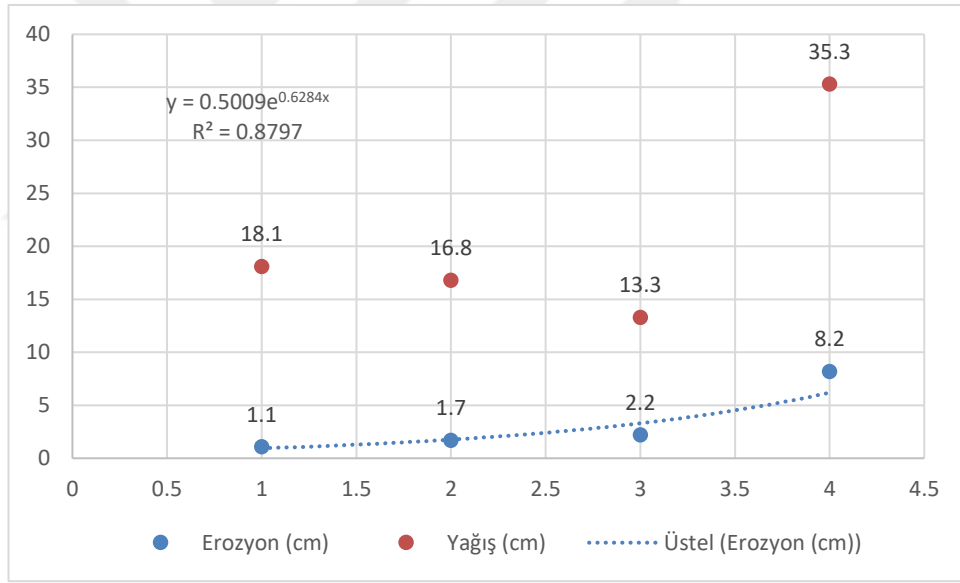
Tablo 4. Deneme Alanlarında Mayıs 2015 İle Mayıs 2017 Yılları Arasında Altı Aylık Periyotlarla Ölçülen Ve Dört Farklı Döneme Ait Ortalama Kanal (1. Ve 2. Sınıf) Ve Oyuntu Erozyonu Miktarları (Cm)

| Sıra No | Alan/Köy | Yaz ve Sonbahar 2015 | Kış ve İlkbahar 2016 | Yaz ve Sonbahar 2016 | Kış ve İlkbahar 2017 |
|-----------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | Olur dere _2.sınıf | -0,63 | 1,26 | 0,68 | 0,98 |
| 2 | Boğazgören _2. sınıf | -0,46 | 0,6 | -0,06 | 1,79 |
| 3 | Aşağı Karacasu _2. sınıf | 0,00 | 0,83 | 0,37 | 2,16 |
| 4 | Olur_1. sınıf | 16,66 | 2,81 | 6,33 | 0,12 |
| 5 | Yeşil bağlar _1. sınıf | 17,01 | 2,8 | -0,05 | -0,66 |
| 6 | Altinkaya_1. sınıf | 0,12 | 3,99 | 0,03 | 2,04 |
| 7 | Olur, oyuntu_K | 22,40 | 3,82 | 2,01 | 0,65 |
| 8 | Olur oyuntu | 4,03 | -0,39 | 1,64 | -0,44 |
| 9 | Boğaz gören oyuntu | 12,57 | 2,04 | 3,19 | -0,81 |
| 10 | Boğaz gören oyuntu_K | 0,45 | 0,03 | 0,4 | -0,13 |
| 11 | Boğaz gören_1 oyuntu_K | 24,56 | -0,89 | -0,71 | -0,14 |
| 12 | Boğaz gören_2 oyuntu | 17,31 | 2,51 | 3,76 | 1,03 |
| 13 | Filizli oyuntu_K | 8,32 | 13,57 | 6,3 | 8,11 |
| 14 | Aşağı Karacasu oyuntu | -0,71 | -0,07 | 0,13 | 0,29 |
| 15 | Yukarı Karacasu oyuntu | 0,64 | -0,07 | 1,08 | 1,46 |
| Ortalama | | 8,15 | 2,19 | 1,67 | 1,10 |

Bu iki yıllık dönem için gerçekleşen yağış ve erozyon değerleri Şekil 6'da gösterilmiştir. Verilere göre yağış ile erozyon arasında üstel bir ilişkinin söz konusu olduğu söylenebilir ($R^2 = 0,87$). İlk 6 aylık dönemdeki erozyon verisi diğer dönemlere kıyasla anlamlı bir farklılık arz etmektedir ($p < 0,05$). Şekil incelendiğinde, yağış arttıkça erozyonunda arttığı gözlemlenmiş olup en yoğun erozyonun, 35,3 cm yağışla en çok 2015'in yaz ve son bahar döneminde yani çalışmanın ilk 6 aylık döneminde 8,2 cm olarak gerçekleştiği görülmüştür.



Şekil 5. Dört Farklı Ölçüm Dönemlerine Ait Yağış ve Erozyon Verileri ile Bunların Ortalama Değerleri.



Şekil 6. Dört Farklı Ölçüm Dönemlerine Ait Yağış ve Erozyon Verileri ile Bunların Arasındaki Üstel İlişki.

4.2 Kanal ve Oyuntu Şev Yükseklikleri ve Alanları

Çalışma yürüttüğümüz deneme alanlarımızdaki dere kenar (şev) yükseklikleri ortalama olarak 1.65 metre olarak ölçülmüş olup diğer alanlar için 0,47 ile 3.48 metre aralığında değişim göstermiştir (Tablo 5). Alanımızdaki 2. Sınıf derelerin ortalama

şev yüksekliği 1,18 metre iken, 1. Sınıf derelerimiz ile oyuntuların ortalaması ise sırasıyla 1,60 ile 1,82 metre olarak hesaplanmıştır (Tablo 5).

En küçük dere kenarı alanımız 94 metrekare iken, en büyük dere kenarı alanımız ise 696 metrekare olarak ölçülmüştür. 2. Sınıf derelerimizin ortalama alanı 236 metrekare iken, 1. Sınıf dere ile oyuntuların ortalama alanı ise sırasıyla 321 ile 364 metre kare olarak hesaplanmıştır (Tablo 5). Bu alan hesaplamalar yapılırken her bir deneme alanımız için 5 farklı transekti ve sağ ve sol dere şevini içine alacak şekilde toplamda 200 metre uzunluğundaki bir dere alanı baz alınmıştır.

Tablo 5. Olur Mikro Havzasındaki Deneme Sahalarındaki Derelerin Kenar/Şev Yükseklikleri İle Alanlarına Ait Veriler.

| Dere Sınıfı | Dere Kenarı Yüksekliği (m) | Dere Kenarı Alanı (m ²) |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Olurdere 2.sınıf | 1,22 | 244 |
| Boğazgören 2.sınıf | 1,26 | 252 |
| Aşağıkaracasu 2.sınıf | 1,06 | 212 |
| Olur 1.sınıf | 1,56 | 312 |
| Yeşilbağlar 1.sınıf | 1,83 | 366 |
| Altunkaya 1.sınıf | 1,42 | 284 |
| Olur Oyuntu (K) | 1,33 | 266 |
| Olur Oyuntu | 1,14 | 228 |
| Boğazgören Oyuntu | 1,09 | 218 |
| Boğazgören Oyuntu (K) | 3,25 | 650 |
| Boğazgören 1 Oyuntu (K) | 1,67 | 334 |
| Boğazgören 2 Oyuntu | 1,47 | 294 |
| Filizli Oyuntu (K) | 3,48 | 696 |
| Aşağıkaracasu oyuntu | 2,47 | 494 |
| Yukarıkaracasu Oyuntu | 0,47 | 94 |
| Ortalama | 1,65 | 330 |
| Ortalama (2. sınıf) | 1,18 | 236 |
| Ortalama (1. sınıf) | 1,60 | 321 |
| Ortalama Oyuntu | 1,82 | 364 |

4.3 Toprağın Hacim Ağırlığı

Çalışma sahamızdaki dere alanlarımızda şev toprak hacim ağırlıkları ortalama olarak 1,36 ton/m³ olarak hesaplanmış olup, hacim ağırlıkları en düşük 1,16 iken en yüksek

ise 1,52 ton/m³ olarak ölçülmüştür. 2. sınıf derelerde ortalama hacim ağırlığı 1,27 ton/m³ iken 1. Sınıf derelerde ve oyuntularda sırasıyla 1,34 ve 1,39 ton/m³ olarak hesap edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Olur Mikro Havzasındaki Derelere Ait Şev Toprak Hacim Ağırlıkları

| Dere Sınıfları | Toprak Hacim Ağırlığı (ton/m ³) |
|------------------------|---|
| Olurdere 2.sınıf | 1,21 |
| Boğazgören 2.sınıf | 1,28 |
| Aşağıkaracasu 2.sınıf | 1,33 |
| Olur 1.sınıf | 1,41 |
| Yeşilbağlar 1.sınıf | 1,45 |
| Altunkaya 1.sınıf | 1,16 |
| Olur Oyuntu(K) | 1,39 |
| Olur Oyuntu | 1,34 |
| Boğazgören Oyuntu | 1,52 |
| Boğazgören Oyuntu(K) | 1,26 |
| Boğazgören 1 Oyuntu(K) | 1,40 |
| Boğazgören 2 Oyuntu | 1,48 |
| Filizli Oyuntu(K) | 1,34 |
| Aşağıkaracasu oyuntu | 1,52 |
| Yukarıkaracasu Oyuntu | 1,26 |
| Ortalama | 1,36 |
| Ortalama (2. sınıf) | 1,27 |
| Ortalama (1. sınıf) | 1,34 |
| Ortalama Oyuntu | 1,39 |

4.4 Şevlerdeki Toplam Toprak Kaybı

Mayıs 2015 te başlayıp ve Mayıs 2017 de tamamladığımız bu çalışmanın ilk yılında tüm dere sınıfları için ortalama gerçekleşen toprak kaybı miktarı 256,8 ton/km/yıl iken 2. yılımızda ise bu rakam 77,3 ton/km/yıl olarak gerçekleşti (Tablo 7). 2 yıllık çalışma verileri neticesinde elde edilen sonuçlara göre gerçekleşen toplam erozyon miktarı 334,1 ton/km iken yıllık ortalaması ise 167,05 ton/km/yıl olarak hesaplandı (Tablo 7).

Deneme sahalarımızda 2 yıl içinde gerçekleşen toprak kaybı miktarları 0 ile 1023,2 ton/km/yıl aralığında gerçekleştiği görülmüştür. Çalışma yaptığımız iki yıl için hesaplanan ortalama yıllık erozyon miktarı ise 0 ile 848,4 ton/km/yıl aralığında farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Çalışmanın 1. Ve 2. Yıllarında Deneme Alanlarında Kanal Ve Oyuntu Erozyonu İle Meydana Gelen Toprak Kayıpları İle Yıllık Ortalama Erozyon Ve 2 Yılda Gerçekleşen Toplam Erozyon Verileri

| Sıra No: | Alan/Köy | 1. yılda gerçekleşen erozyon (ton/km/yıl) | 2.yılda gerçekleşen erozyon (ton/km/yıl) | Yıllık ortalama erozyon (ton/km/yıl) | 2 yılda gerçekleşen toplam erozyon (ton/km) |
|----------|-----------------------------|---|--|--------------------------------------|---|
| 1 | Olurdere 2. Sınıf dere | 9,3 | 24,5 | 16,9 | 33,7 |
| 2 | Boğazgören 2. Sınıf dere | 2,2 | 27,9 | 15,0 | 30,1 |
| 3 | Aşağıkaracasu 2. Sınıf dere | 11,7 | 35,8 | 23,8 | 47,5 |
| 4 | Olur 1. Sınıf dere | 429,4 | 142,2 | 285,8 | 571,6 |
| 5 | Yeşilbağlar 1.sınıf dere | 524,7 | 0,0 | 262,4 | 524,7 |
| 6 | Altunkaya 1.sınıf dere | 67,7 | 34,1 | 50,9 | 101,8 |
| 7 | Olur Oyuntu(K) | 484,6 | 49,2 | 266,9 | 533,7 |
| 8 | Olur Oyuntu | 55,5 | 18,3 | 36,9 | 73,8 |
| 9 | Boğazgören Oyuntu | 241,4 | 39,3 | 140,4 | 280,8 |
| 10 | Boğazgören Oyuntu(K) | 19,6 | 11,0 | 15,3 | 30,7 |
| 11 | Boğazgören 1 Oyuntu(K) | 552,0 | 0,0 | 276,0 | 552,0 |
| 12 | Boğazgören 2 Oyuntu | 430,2 | 104,0 | 267,1 | 534,2 |
| 13 | Filizli Oyuntu(K) | 1023,2 | 673,6 | 848,4 | 1696,8 |
| 14 | Aşağıkaracasu Oyuntu | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 15 | Yukarıkaracasu Oyuntu | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | ORTALAMA | 256,8 | 77,3 | 167,05 | 334,1 |

İki yıllık çalışma neticesinde meydana gelen toprak kayıpları ve bu kayıplara ait erozyon oranları dere sınıflarına göre aşağıda Tablo 8’de gösterilmiştir. Eldeki verilere göre hesaplanan ortalama erozyon oyuntularda 28 ton/km/yıl iken 2. Sınıf ve 1. Sınıf kanallarda sırasıyla 29 ve 59 ton/km/yıl olarak gerçekleşmiştir. Dere kenarı uzunluğu 34 km olan 2. Sınıf derelerde toplamda 1002 ton/yıl toprak kayıp yaşanırken 58 km uzunluğuna sahip 1. Sınıf dereler ile 283 km uzunluğuna sahip oyuntularda gerçekleşen toplam toprak kaybı sırasıyla 3421 ve 7857 ton/km/yıl olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla % 64’lük oran ile en büyük toprak kaybı oyuntu derelerinde meydana gelirken onu ikinci sırada yer alan ve % 28’lik orana sahip 1. Sınıf dereler takip etmektedir. 47196 hektarlık çalışma alanımızda meydana gelen toplam toprak kaybı 12280 ton/yıl iken birim alana denk gelen kayıp miktarı ise 0,26 ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. Kanal (1. Ve 2. Sınıf) Ve Oyuntu Derelerine Ait Şev Uzunlukları, Toprak Kayıpları Hesabı Ve Erozyon Oranları Miktarı

| Dere Sınıfı | Dere Kenarı Uzunluğu (km) | Toprak Kaybı (ton/km/y) | Toplam Toprak Kaybı (ton/y) | Havza Alanı (ha) | Toprak Kaybı (ton/ha/y) | Yüzde Olarak Toprak Kaybı |
|-------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|
| 2. sınıf | 34 | 29 | 1002 | | | 8 |
| 1. sınıf | 58 | 59 | 3421 | | | 28 |
| Oyuntu | 283 | 28 | 7857 | | | 64 |
| Toplam | 376 | | 12280 | 47196 | 0,26 | 100 |

5 TARTIŞMA

Ülkemiz yeryüzü şekilleri bakımında son derece engebeli bir yapıya sahiptir. Bu özelliği nedeniyle yağış ve diğer iklim faktörlerinin de etkisiyle büyük oranlarda toprak kayıpları meydana gelmektedir. Özellikle bitki örtüsü bakımından fakir alanlar daha fazla erozyona maruz kalmaktadırlar. Yüzeysel akışla birlikte havzanın üst kısımlarından itibaren alt kısımlarına doğru oyuntu ve kanallar yardımıyla, topraklar yağın yağış sularıyla beraber taşınır ve havzanın çıkışında birikir. Erozyon zaman zaman yayılarak gerçekleştiğinden, etkileri hemen fark edilmeyebilir. Erozyondan kaynaklı toprakların verimli üst katmanı aşındırıldığından tarımsal verimlilikte düşmektedir (Anonim, 2013). Aynı zamanda yoğun sediment taşınımı nedeniyle barajların ekonomik ömürleri kısaltmakta ve elektrik üretiminde kullanılan tribünler de hasar görerek çabuk bozulmaktadır (Stover ve Montgomery, 2001). Erozyona bağlı sel ve taşkınlardan dolayı can ve mal kayıplarının yaşandığı acı tecrübeler günümüzde yaşanmaya devam etmektedir. Yapmış olduğumuz bu çalışma kapsamında oyuntu ve kanallarda erozyonla birlikte oluşan toprak kayıplarının hesaplaması için Olur çalışma sahamızda 15 farklı derede erozyon çubuk yöntemi yardımıyla gerçekleşen erozyon değerleri ölçülerek gerekli hesaplamaları yapılmıştır.

Erozyon çubuklarının iki yıl boyunca altı aylık dönemler halinde ölçülmesi sonucunda 2015'in yaz ve sonbahar döneminden itibaren ortalama erozyon miktarları sırasıyla; 8,15 cm, 2,19 cm 1,67 cm ve 1,10 cm olarak ölçülmüştür (Tablo 4). Aynı dönemdeki yağış verilerine baktığımızda ise, sırasıyla 353,2 mm, 132,8 mm, 168,1 mm ve 181,1 mm yağış gerçekleşmiştir. Bu değerlere göre 353,2 mm. yağış döneminde 8.2 cm erozyon meydana gelirken, bir sonraki 132,8 mm. yağış döneminde ise 2,2 cm erozyon oluştuğu görülmüştür (Tablo 5). Dolayısıyla yağış ile erozyon arasında paralel bir durumun söz konusu olduğu ve yağışın düşmesiyle beraber erozyon oluşumunda da azalış gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 5 & Şekil 6).

Yağış ile erozyon arasındaki bu paralel ilişki Tufekcioglu (2006) tarafından yapılan benzer bir çalışmada da ortaya konulmuştur. Yıllık yağış miktarının 968 mm olduğu dönemde 283 ton/km/yıl erozyon gerçekleşirken, yıllık yağışın 819 mm olduğu bir sonraki yılda ise erozyon verileri 152 ton/km/yıl olarak gerçekleşmiştir. Yağışın

erozyon üzerindeki etkisi Yüksek lisan tezi kapsamında (Yıldırım, 2019) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, iki yılın sonunda gerçekleşen yıllık ortalama toprak kaybı 215,7 ton/km/yıl olurken, ilk yılda gerçekleşen erozyon 1,8 cm/yıl iken ikinci yılda bu veriler 15,3 cm/yıl olarak gerçekleşmiştir. Mevcut çalışmamız ile kıyasladığımızda ilk yılda gerçekleşen erozyon verisi 10,34 cm/yıl ile Yıldırım'ın (2019) çalışmasına göre hayli yüksek olurken, çalışmamızın ikinci yılında gerçekleşen 2,77 cm/yıl erozyon verilerine göre de düşük gerçekleşmiştir. Çalışma sahamızdaki ortalama yıllık toprak kaybı (167,05 ton/km/yıl) Yıldırım'ın (2019) erozyon sahasına göre biraz daha az gerçekleşmiştir.

Çoruh nehri havasında yer alan Tortum Kuzey mikro havzasında (Acar, 2019) tarafında yürütülen bir diğer erozyon çalışmasında, ilk yılda 0,7 cm/yıl olan erozyon ikinci yıla 2,5 cm/yıl gerçekleşmiştir. Üretilen yıllık erozyon, ortalama 29,6 ton/km/yıl'dır. Mevcut çalışmamızda ortalama yıllık kayıp 167,05 ton/km/yıl olarak gerçekleşmiş olup bu değerlere göre sahamızda gerçekleşen erozyon, bu alana göre en az 5 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Sahamızda oyuntularda oluşan erozyon toplam erozyonun % 64 iken, Acar (2019) erozyon sahasında bu oran %73 olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla söz konusu sahada gerçekleşen oyuntu erozyonu oranı kendi çalışma sahamıza göre biraz daha fazladır denilebilir.

Iowa eyaletindeki (ABD) belirli otlak mera alanlarında, Tufekcioglu (2006) tarafından gerçekleştirilen kanal ve oyuntu erozyonu çalışmasında elde edilen toprak kayıpları; kış ve ilkbahar mevsimlerin de 8,4 cm, yaz dönemlerin de 7,8 cm ve sonbahar dönemin de ise 1,7 cm olacak şekilde hesaplanmıştır. Eriyen kar suları ve yağışlı geçen ilkbahar ve yaz mevsimine bağlı olarak ilkbahar ve yaz mevsimlerinde gerçekleşen toprak kayıpları sonbahar mevsimine göre çok daha büyük olmuştur. Aynı şekilde iki yılı kapsayan bu çalışmada yıllık toprak kaybı miktarı 217 ton/km/yıl olarak bulunmuştur. Meydana gelen bu toprak kayıpları 74 ile 383 ton/km/yıl arasında farklılık göstermiş bulunmaktadır. Daha önceki yıllarda aynı çalışma sahalarında yapılan çalışmalar sonucu bulunan yıllık toprak kaybı miktarı ise 63 ile 258 ton/km/yıl aralığında gerçekleşmiştir (Zaines, 2004). Tüm parametrelere göre söz konusu bu iki çalışmadaki toplam erozyon kayıpları kendi çalışmamızdaki verilere göre çok daha fazla miktarda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Burada erozyonun fazla olmasının en

önemli nedeni yıllık yağış miktarının çok yüksek (> 800 mm) olmasıyla ilgilidir. Söz konusu alanda 1. ve 2. yılda gerçekleşen yıllık yağışlar sırasıyla, 968 mm ve 819 mm olarak gerçekleşirken kendi çalışma alanımızda 1. yılda 516 mm, 2. yılda ise 350 mm olarak çok daha az gerçekleşmiştir.

Pakih (2019) tarafından Erzurum Oltu mikro havzasında yapılan iki buçuk yıllık bir diğer çalışmaya göre ilk yılda 47,5 ton/km/yıl erozyon gerçekleşirken ikinci ve sonraki altıncı ayda ise sırasıyla 30,5 ve 159 ton/km/yıl toprak kaybı gerçekleşmiştir. Söz konusu alanda yıllık ortalama toprak kaybı ise 94,8 ton/km/yıl olarak hesaplanmıştır. İlk iki yılı kendi çalışma alanımız ile mukayese edildiğinde, sahamızda oluşan erozyon oranları Pakih (2019)'a göre çok daha fazla miktarda gerçekleştiği görülmüştür. Oltu Mikro Havzasındaki bu çalışmanın devamı niteliğindeki beş yıllık kanal ve oyuntu erozyonu çalışmasında yıllık ortalama 83,9 ton/km/yıl toprak kaybı tespit edilmiştir. Birinci ve ikinci sınıf derelere kıyasla oyuntu erozyonuyla gerçekleşen toprak kaybı miktarı ise %78 olarak hesaplanmıştır (Tüfekcioğlu ve ark., 2020).

Bu alanda oluşan erozyonun başlıca sebeplerinden en önemlisi kuşkusuz yağış azlığı ve buna bağlı olarak alanın bitki örtüsü bakımından cılız olması ile büyük eğim oranlarına sahip olması olarak açıklanabilir. Oyuntularda erozyona bağlı toprak birikintilerini azaltmak için, izohips eğrilerine paralel “teraslar”, “kuru duvar eşik” ve “kafes tel” gibi uygulamaların yapımını desteklemek ve sürekliliğini sağlamak gerekmektedir.

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

İki yıl boyunca altı aylık dönemler halinde dört farklı zamanda, çalışma sahamızda dere şevlerine yerleştirmiş olduğumuz erozyon çubuklarının ölçülmesi sonucu birinci dönemde oyuntu ve kanallarda gerçekleşen ortalama toprak kaybı 8,15 cm iken diğer dönemlerde sırasıyla 2,19, 1,67 ve 1,10 cm olarak ölçülmüştür. İlk yılda gerçekleşen erozyon 10,34 cm iken ikinci yılda 2,77 cm şeklinde gerçekleşmiş olup iki yılın sonunda toplam erozyon miktarı 13,11 cm olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre ilk dönemde gerçekleşen toprak kayıpları sonraki üç döneme göre çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun temel sebebinin ilk dönemde gerçekleşen toplam yağışın diğer dönemlere göre daha fazla olmasından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Çalışmamızın ilk yılında kanal ve oyuntularda gerçekleşen ortalama erozyon miktarı 256,8 ton/km/yıl iken ikinci yılında 77,3 ton/km/yıl olarak gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama erozyon miktarı 167,05 ton/km/yıl olarak bulunurken iki yılın sonunda gerçekleşen toplam kayıp ise 334,1 ton/km olarak hesaplanmıştır.

Toplam şev alanları ve uzunlukları dikkate alınarak hesaplandığında, çalışma sahamızdaki 1. Sınıf derelerde gerçekleşen toplam erozyon miktarı 3421 ton/yıl iken 2. Sınıf derelerde ve oyuntularda sırasıyla 1002 ve 7857 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla havza genelinde toprak kayıplarının en çok %64'lük oran ile oyuntularda meydana geldiği görülmektedir. Bunu %28 ile 1. Sınıf dereler takip etmekte olup en az erozyon ise % 8'lik oran ile 2. Sınıf derelerde gerçekleşmiştir. 47196 hektarlık çalışma sahamızda toplamda 12280 ton/yıl toprak kaybı oluşmuş olup birim alana denk gelen toprak kaybı ise 0,26 ton/km/yıl şeklinde hesaplanmıştır. Gerçekleşen toprak kayıpları birim dere kenarı/şev uzunluğuna bağlı olarak değerlendirildiğinde ise, en fazla toprak kaybı 59 ton/km/yıl ile 1.sınıf derelerde, 29 ve 28 ton/km/yıl ile 2.sınıf ve oyuntu derelerinde gerçekleşmiştir.

İki yıllık süre boyunca yapmış olduğumuz bu çalışma neticesinde arazi koşullarındaki olumsuzluklar (yüksek eğim ve fakir bitki örtüsü) ve yağışın artmasına bağlı olarak kanal ve oyuntularda gerçekleşen toprak kayıplarının da ani yağışlarla ciddi bir şekilde artabileceğini gözlemlemiştir. Bu minvalde Çoruh Havzasında yapılan diğer erozyon çalışmaları da bu görüşümüzü destekler niteliktedir.

Havza içerisinde yüzeysel akışı kırmak, oyuntu ve derelere olan baskıyı azaltmak için; izohips eğrilerine paralel teraslar ile derelere enine yapılar (kafes tel ve kuru duvar eşikler vb.) inşa edilebilir. Büyük kanal sistemlerinde ise ıslah sekisi ve tersip bendi gibi şev erozyonunu azaltacak ve rusubatin mansaba ulaşmasını engelleyecek depo edecek enini yapıların yapılması uygun olacaktır. Ayrıca mevcut toprağın yapısını korumak adına, alanda mevcut bitkilerin korunması ve aşırı otlatmalardan kaçınılarak uygun mera ıslahı projelerinin uygulanması teşvik edilmeli. Dikkat edilecek bir başka husus ise ormana olan baskıları azaltmak ve ormanlık alanların artırılmasına yönelik, alanın mevcut iklimine uygun ağaçlandırma çalışmalarının yapılması gerekmektedir.



KAYNAKLAR

- Abbas, G., Jomaa, S., Bronstert, A., Rode, M., 2023. Downstream changes in riverbank sediment sources and the effect of catchment size, *Journal of Hydrology: Regional Studies*, (46) 101340.
- 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
- Ağralıoğlu, N., 2004. Baraj Planlama ve Tasarımı. Cilt 1 Kitap, Su Vakfı Yayınları, İstanbul
- Akalan, İ., 1987, Toprak Bilgisi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yay. No:1058, Ders Kitabı:309, Ankara
- 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, 1985. *Agricultural Compendium*. Elsevier Science Publishers B.V.P. 450-453, Amsterdam, Netherlands.
- 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.
- Anonim, 2017. Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi Olur Merkez Mikrohavzası Plan Raporu, 257 s
- Artun, O. 2014. Adana Karaisalı' da Seçilen Alanlarda Farklı Erozyon Modelleri Kullanarak Toprak Kayıplarının Tahmini. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Adana.
- Aşk, K., 1993. Erozyonla Savaş, Ankara, Gürsoy Matbaacılık, 1993, s.4.
- Atalay, İ. 1986. Türkiye'de Erozyon, Taşıma ve Birikme Olaylarının Genel Durumu. Ağaçlandırma. (Yayına Hazırlayan: İ. Özkahraman). OGM, Ağaçlandırma ve Silvikültür Dairesi. Ankara. 385-388.

- Babür, 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,
- Balcı, N., 1996, Toprak Koruması, İ. Ü. Yayın No: 394, Orman Fakültesi Yayın No: 439, ISBN: 975-404-423-6, İstanbul
- Balcı, N., Ökten, Y., 1987. Sel Kontrolü. KTÜ Basımevi, Trabzon, 398 s.
- Basic, F., Kisic, I., Nestroy, O., Butorac, A. and Mesic, M., 2000. Water Erosion in Different Crop Development Stages and Tillage Practices on Luvic Stagnosol of Central Croatia. Journal of Central European Agriculture, 1(1); 26-40 s.
- Bayrak, A., 2006. Kıyı Bölgelerinde Aktif Kuvvetler Kıyıların Yok Olması. İTÜ Fen Bilim Enstitüsü Yüksek Lisans tezi, İstanbul, s.18-63.
- Bear, D. A., 2011. Pasture Management Effects on Nonpoint Source Pollution of The Midwestern Watersheds. MS thesis. Iowa State University, Ames, IA. ABD.
- 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.
- Brown, L. R. ve Wolf, E. C., 1996. Dünya Ekonomisinde Sessiz Kriz: Toprak Erozyonu, TÜBİTAK-TEMA, Yayın No: 2, Ankara.
- Cebel, H., Akgül, S., Doğan, O., Elbaşı, F., 2013. Türkiye büyük toprak gruplarının erozyona duyarlılık "K" faktörleri. Toprak Su Dergisi. 2 (1): 30-45.
- 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. A. Ü. Ziraat Fak. Yayınları No:1386, Ders Kitabı No:400.
- Çelebi, H., 1971. Toprak Erozyonu, Erzurum, Atatürk Üniversitesi Yayınları No:90, 1971, s.45
- 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 Ulusal Stratejisi ve Eylem Planı 2015- 2023. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, 148 s.
- Çepel, N.,1997. Toprak Kirliliği Erozyon Ve Çevreye Verdiği Zararlar, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları 14, İstanbul.
- 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 Genel Müdürlüğü Yayınları, 2013, Ankara.
- Duman, A., 2017. Artvin, Erzurum ve Bayburt İllerindeki Bazı Mikro Havzalarda Bozuk Orman ve Mera Alanlarında Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi, Uydu Görüntüleri İle İlişkilendirilmesi ve Modellenmesi (Doktora Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, ss. 153. Artvin.
- Ekinci, D., 2006. The Effect of Valley Networks on Erosion and A Sample for Using GIS Based Soil Erosion Risk Model. Proceedings 18th International Soil

- Meeting (ISM) on Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil and Tecnology, May 22-26, 2006, Şanlıurfa-Turkey, I:465-472.
- Erdem, M., 2017. Erozyon Tahmin Modelleri ile Toprak Kaybının Hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, , Ordu, 93 s.
- Ergene, A., 1987. Toprak Biliminin Esasları, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.
- Erinç, S. 1996. Klimatoloji ve Metodları, 4. Baskı, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 538 s.
- Erpul, G., Şahin S., İnce K., Küçümen A., Akdağ M.A., Demirtaş İ., Çetin E., (2018). Türkiye Su Erozyonu Atlası. Çöllleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Günay, T., 1997. Erozyon, İstanbul, Tema Vakfı Yayınları, İstanbul, 1997, s.71.
- Günay, T., 2008. Orman, Ormansızlaşma, Toprak, Erozyon, TEMA Vakfı Yayınları, Yayın No:1, ISBN: 978-7169-05-5, İstanbul.
- Haigh, M. J., 1977. The use of erosion pins in the study of slope evolution. British Geomorph. Res. Group Tech. Bull. 18, 31-48
- Hudson N.W. 1993. Field Measurements of Soil Erosion and Runoff. FAO Soil Bulletins, 68, 139 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.
- Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi 11 (2), 2008. 14-22 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.
- 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.
- Knijff, V.D., Jones, R.J.A. ve Montanarella, L., 2000. Soil Erosion Risk Assessment in Europe. European Commission, European Soil Bureau Joint Research Centre Space Applications Institute, 32 p.
- Korucu, T., Kirişçi, V. ve Görücü, S. 1998. Korunmalı Toprak işleme ve Türkiye’deki Uygulamaları, Conservation Tillage and Its Application in Turkey, Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi, 17–18 Eylül, Tekirdağ, 321–333
- Küçükdoğan, A., 2013. Oyuntu Islahı Tedbirleri. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Etüt ve Proje Daire Başkanlığı, Şubat 2013, Ankara.
- Mater, M., 1995. Toprak Oluşumu, Erozyon ve Koruması, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- 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.
- Mkhonta, M. M., 2000. Use of Remote Sensing and Geographic Information System (GIS) in the Assessment of Soil Erosion in the Gwayimane and Mahhuku Catchment Areas with Special Attention on Soil Erodibility KFactor. Msc Thesis, Int. Inst. For Geo-inform. Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands. 88 s.
- Obi, M.E., Asiegbu, B. O., 1980. The physical properties of some eroded soils of southeastern Nigeria. Soil Science, 130, (1) p 39–48.
- 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.
- 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.
- Özhan, S., 2004, Havza Amenajmanı, İ. Ü. Rektörlük Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481, ISBN: 975-404-739-1, İstanbul.

- Özsoy, G., 2007. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 154 s.
- Pakih, H., 2019. Çoruh Nehri Havzasına Bağlı Oltu Mikro Havzasında Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kaybının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 82 s.
- Parlak, M., 2005. Farklı Debi Ve Eğim Koşullarının Parmak Erozyonu ve Sediment Taşınımı Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniveristesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 151 s.
- Parlak, M., Yiğini, Y. ve Ekinci, H., 2014. Çanakkale Umurbey Ovası Topraklarının Erozyona Duyarlılığının Mevsimsel Değişimi, ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, Çanakkale, 123-131 s.
- Petter, P. 1992. GIS and Remote Sensing for Soil Erosion Studies in Semi-arid Environments. PhD, University of Lund, Lund. 112 p.
- Piégay, H., S. E. Darby, E. Mosselaman, ve N. Surian 2005. A review of techniques available for delimiting the erodible river corridor: A sustainable approach to managing bank erosion, River Res. Appl., 21, 773-789, doi:10.1002/rra.881.
- Sapountzis, M. ve Stathis, D. 2014. Relationship Between Rainfall and Run-Off in The Straton Region (N. Greece) After The Storm Of 10th February 2010. Global NEST Journal, 16(2); 420 - 431s.
- Schilling, K.E., Wolter, C.F., Palmer, J.A., Beck, W.J., Williams, F.F., Moore, P.L., Isenhardt, T.M. 2023. An Assessment of Streambank Erosion Rates in Iowa. Environments, 10, 84. <https://doi.org/10.3390/environments10050084>
- Sönmez, K., 1994, Toprak Koruma, Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 169, Erzurum.
- SPSS Institute Inc. 2010. IBM SPSS Statistics 19 Core System User's Guide, SPSS Programming and Data Management, 426 pp.
- Stover, S.C., & Montgomery, D.R., (2001). Channel change and flooding, Skokomish River, Washington. J. Hydrol, 243, 272–286.
- 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.
- Şengönül, K., 2010. Kurak Bölgelerin Toprak Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, İ.Ü. Orman Fakültesi, Havza Yönetimi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Şensoy, H., 2010. Yamaç Şekillerinin Toprak Erozyonuna Etkilerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 184 s.
- Tağıl, Ş., 2007. Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi, Ekoloji, 17, 65, 11-20.
- Tavşanoğlu, E., 1966. Erozyon ve sel kontrolünün Türkiye için taşıdığı önem ve ormancılıkla ilgisi. Orman Mühendisliği 1.Teknik Kongresi O.M.O. Yayını Cilt1.
- TGM, 1981. Toprak Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Havzası Toprakları, Topraksu Genel Müdürlüğü, Yayın No: 310, Ankara.
- TRGM, 2014. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Büyük Toprak Grupları Veri Tabanı Bilgileri.
- 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. ve Yavuz, M., 2016. Yusufeli Mikro Havzasında (Artvin) Yüzeysel Erozyonu Toprak Kaybının Tahmin Edilmesi ve Erozyon Risk Haritasının Oluşturulması, AÇÜ Orman Fakültesi Dergisi, Artvin, 188-199 s.
- 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., Yıldırım, C., Duman, A., (2020). Çoruh Nehri Havzasına Bağlı Oltu Mikrohavzasında Kanal ve Oyuntu Erozyonuyla Gerçekleşen Toprak Kaybının “Erozyon Çubuk Yöntemiyle” Belirlenmesi. Turkish Journal of Forest Science, 4(2), 333-250.
- Tüzemen, S., 1991. Olur’un Beşeri ve İktisadi Coğrafyası (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, ss. 264. Erzurum.
- Uluocak, N., 1974. Kuraklık ve Kurak Bölgelerin Özellikleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 24, Sayı 2, Sayfa: 135-156.
- UNEP, 2012. The Benefits of Soil Carbon.
- URL-1. <https://insapedia.com/erozyon-nedir-nasil-ve-neden-olusur-erozyon-cesitleri/>
- Vrieling, A., Jong, S. M., Sterk, G., Rodrigues, S. C. 2008. Timing Of Erosion and Satellite Data: A Multi-Resolution Approach To Soil Erosion Risk Mapping. International Journal of Applied Earth Observation and Geo-information, 10, 267-281.
- 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 Üretimini Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 204 s.
- Yıldız C., Demir T., 2012. Yarı Kurak Bölgelerde Farklı Bakı Koşullarına Sahip Yamaçlarda Erozyon Süreçlerinin İncelenmesi (Akziyaret Köyü, Şanlıurfa). TÜCAUM VII. Coğrafya Sempozyumu (18-19 Ekim 2012).
- 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.
- 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., Tamparopoulos, A.E., Tufekcioglu, M., Schultz, R.C., 2021. Understanding stream bank erosion and deposition in Iowa, USA: A seven year study along streams in different regions with different riparian land-uses. Journal of Environmental Management. Vol 287.
- Zaimes, G., N., 2004. Stream Bank Erosion Adjacent to Riparian Forest Buffers, RowCrop Fields, and Continuously-Grazed Pastures Along Bear Creek in Central Iowa. Journal of Soil and Water Conservation. 59(1):19-27.
- Zobeck, T. M. ve Van Pelt, R.S., 2005. Erosion/WindInduced. Encyclopedia of soils in the environment, Pages 470-478.

EKLER

Ek Tablo 1: Boğazören 2. Sınıf dere alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığında 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect | Dere Kenarı | Çubuk no | 14.08.2015 | 21.11.2015 | Fark | 2.06.2016 | fark(cm) | 5.11.2016 | fark(cm) | 28.05.2017 | fark(cm) |
|--------------------------------------|-------------|----------|--------------------------|------------|------------------------|---------------------|-------------|-----------|------------------------|---------------------|-------------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 13,3 | 14 | 0,7 | 13,3 | -0,7 | 15,6 | 2,3 | 15,5 | -0,1 |
| | | 2 (üst) | 12,2 | 10,3 | -1,9 | 11 | 0,7 | 10,5 | -0,5 | 10 | -0,5 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | duvar | duvar | 0 | duvar | 0 | duvar | 0 | duvar | 0 |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 9 | 9,3 | 0,3 | 9,8 | 0,5 | 10,3 | 0,5 | 11,5 | 1,2 |
| | | 2 (üst) | | | | | | | | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | duvar | duvar | 0 | duvar | 0 | duvar | 0 | duvar | 0 |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 10 | 8,3 | -1,7 | 10,3 | 2 | 10 | -0,3 | 11 | 1 |
| | | 2 (üst) | 14,8 | 14 | -0,8 | 15 | 1 | 16 | 1 | 16 | 0 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 8,7 | 10,6 | 1,9 | 14,5 | 3,9 | 11 | -3,5 | 16,5 | 5,5 |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 17 | 14,3 | -2,7 | 14 | -0,3 | 13,5 | -0,5 | 13,5 | 0 |
| | | 2 (üst) | | | | | | | | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 25,2 | 26,6 | 1,4 | 26,6 | 0 | 29,5 | 2,9 | 37 | 7,5 |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 12 | 11 | 1 | 10,5 | -0,5 | 10,7 | 0,2 | 11,2 | 0,5 |
| | | 2 (üst) | 11,5 | 10,8 | -0,7 | 9,5 | -1,3 | 9,4 | -0,1 | 9,5 | 0,1 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 25,4 | 22 | -2,6 | 23,5 | 1,5 | 22,7 | -0,8 | 22,3 | -0,4 |
| | | 2 (üst) | 14,8 | 13,4 | -1,4 | 15 | 1,6 | 13 | -2 | 12,3 | -0,7 |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | -0,46 | | 0,60 | | -0,06 | | 1,79 |
| Mevsim | | | Kurulum değerleri | | Yaz ve Sonbahar | kış ve bahar | | | Yaz ve Sonbahar | kış ve bahar | |

Ek Tablo 2: Aşağıkaracasu 2. Sınıf dere alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığında 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 14.08.2015 | 21.11.2015 | Fark | 2.06.2016 | fark(cm) | 5.11.2016 | fark(cm) | 28.05.2017 | Yeni(cm) | fark(cm) |
|--------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------|------------|------------------------|---------------------|-------------|-----------|------------------------|---------------------|-------------|----------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 14,5 | 14,1 | -0,4 | 13 | -1,1 | 14 | 1 | 13,5 | 13,5 | -0,5 |
| | | 1(yeni üst) | | | | | | | | | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | taşlık | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | taşlık | 0 |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 11,2 | 14,1 | 2,9 | 16,5 | 2,4 | 16,5 | 0 | 29 | 29 | 12,5 |
| | | 2 (üst) | 8 | 7,5 | -0,5 | 18,2 | 10,7 | 19,8 | 1,6 | 36,5 | 14,2 | 16,7 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | taşlık | taşlık | | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | taşlık | 0 |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 17,3 | 16,8 | -0,5 | 15,5 | -1,3 | 15,3 | -0,2 | 12 | 12 | -3,3 |
| | | 2 (üst) | 11,2 | 9,7 | -1,5 | 9 | -0,7 | 11 | 2 | 11,5 | 11,5 | 0,5 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | taşlık | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | taşlık | 0 |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | taşlık | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | taşlık | 0 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | taşlık | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | taşlık | 0 |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | taşlık | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | taşlık | 0 |
| | | 2 (üst) | taşlık | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | 0 | taşlık | taşlık | 0 |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | 0,00 | | 0,83 | | 0,37 | | 2,16 | |
| Mevsim | | | Kurulum değerleri | | Yaz ve Sonbahar | kış ve bahar | | | Yaz ve Sonbahar | kış ve bahar | | |

Ek Tablo 3: Olur 1. Sınıf dere alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığının da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 16.05.2015 | 21.11.2015 | Yeni | Fark (cm) | 2.06.2016 | yeni | fark(cm) | 5.11.2016 | yeni | fark(cm) | 28.05.2017 | yeni | fark(cm) | | |
|-------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------|------|-----------------|-----------|------|--------------|-----------|------|-----------------|------------|------|--------------|------|--|
| 1 | Sağ taraf | 1 (yeni alt) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 (orta) | 8,8 | 50 | 11,2 | 41,2 | 15,5 | 15,5 | 4,3 | 50 | 11,6 | 34,5 | 9,5 | 9,5 | -2,1 | | |
| | | 3 (üst) | 11,6 | 13,9 | 13,9 | 2,3 | 13 | 13 | -0,9 | 13,3 | 13,3 | 0,3 | 11,5 | 11,5 | -1,8 | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 10,3 | 50 | 14,2 | 39,7 | 0 | 0 | -14,2 | 50 | 23,8 | 50 | 24,5 | 24,5 | 0,7 | | |
| | | 2 (üst) | 6,9 | 50 | 8,1 | 43,1 | 25 | 10,3 | 16,9 | 10,4 | 10,4 | 0,1 | 15 | 15 | 4,6 | | |
| | | 3 (üst) | | | | | 50 | 10,7 | | 10,3 | 10,3 | -0,4 | 10,3 | 10,3 | 0 | | |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 13 | 50 | 12,2 | 37 | 15,8 | 15,8 | 3,6 | 60 | 5,8 | 44,2 | iptal | | | | |
| | | 2 (üst) | 12,2 | 50 | 11,4 | 37,8 | 24,7 | 24,7 | 13,3 | 24,7 | 5,8 | 0 | 6,3 | 6,3 | 0,5 | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 12,7 | 50 | 15,2 | 37,3 | 16,2 | 16,2 | 1 | 16,9 | 16,9 | 0,7 | 15 | 15 | -1,9 | | |
| | | 2 (orta) | 10,9 | 10,9 | 10,9 | 0 | 12 | 12 | 1,1 | 13,9 | 13,9 | 1,9 | 12,2 | 12,2 | -1,7 | | |
| | | 3 (üst) | 7,6 | 8,2 | 8,2 | 0,6 | 11,3 | 11,3 | 3,1 | 11,7 | 11,7 | 0,4 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 10,2 | | | | | | |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 10,5 | 50 | 12,7 | 39,5 | 15,8 | 15,8 | 3,1 | 15,8 | 15,8 | 0 | 16,4 | 16,4 | 0,6 | | |
| | | 2 (üst) | 12,7 | 12 | 12 | -0,7 | 21 | 21 | 9 | 20,2 | 20,2 | -0,8 | 20,5 | 20,5 | 0,3 | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 12,5 | 50 | 13,5 | 37,5 | 23,5 | 23,5 | 10 | 21,3 | 21,3 | -2,2 | 24,2 | 24,2 | 2,9 | | |
| | | 2 (orta) | 23 | 25,2 | 25,2 | 2,2 | 25 | 25 | -0,2 | 26 | 26 | 1 | 25 | 25 | -1 | | |
| | | 3 (üst) | 14 | 14,7 | 14,7 | 0,7 | 12,5 | 12,5 | -2,2 | 16,2 | 16,2 | 3,7 | 15,3 | 15,3 | -0,9 | | |
| | | | | | | | | | | | 10 | | | 8,5 | 8,5 | -1,5 | |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 14 | 13,1 | 13,1 | -0,9 | 15 | 15 | 1,9 | 15 | 15 | 0 | 15,5 | 15,5 | 0,5 | | |
| | | 2 (üst) | 14 | 14,1 | 14,1 | 0,1 | 18 | 18 | 3,9 | 18 | 18 | 0 | 17,8 | 17,8 | -0,2 | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 9,8 | 9,6 | 9,6 | -0,2 | 9,7 | 9,7 | 0,1 | 9,8 | 9,8 | 0,1 | 10,5 | 10,5 | 0,7 | | |
| | | 2 (orta) | 10,5 | 9,7 | 9,7 | -0,8 | 9 | 9 | -0,7 | 0 | 0 | -9 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 11,3 | 50 | 10,2 | 38,7 | 18,5 | 18,5 | 8,3 | 29,8 | 14,2 | 11,3 | 19 | 0 | 4,8 | | |
| | | Sol taraf | | | | | | | | | | | | | 9,2 | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 14 | 10 | 10 | -4 | 6,1 | 6,1 | -3,9 | 7,1 | 7,1 | 1 | 6 | 6 | -1,1 | | |
| | | 2 (üst) | 9,5 | 8,2 | 8,2 | -1,3 | 9,8 | 9,8 | 1,6 | 12,2 | 12,2 | 2,4 | 11,1 | 11,1 | -1,1 | | |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | | 16,66 | | | 2,81 | | | 6,33 | | | 0,12 | | |
| Mevsim | | | Kurulum değerleri | | | Yaz ve Sonbahar | | | kış ve bahar | | | Yaz ve Sonbahar | | | kış ve bahar | | |

Ek Tablo 4: Yeşilbağlar 1. Sınıf dere alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığının da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 17.05.2015 | 21.11.2015 | Yeni | Fark (cm) | 2.06.2016 | yeni | fark(cm) | 5.11.2016 | Yeni | Fark(cm) | 27.05.2017 | Yeni | Fark(cm) | | |
|-------------------------------|-------------|-----------|---------------------|----------------|------|-----------------|-----------|------|-----------------|-----------|------|-----------------|------------|------|-----------------|--|--|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | kayalık | kayalık | 0 | 0 | kayalık | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | 2 (üst) | nizamın kayalıkları | n. Kayalıkları | 0 | 0 | kayalık | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 12 | 21,7 | 21,7 | 9,7 | 50 | 12 | 28,3 | 15 | 15 | 3 | 12,5 | 12,5 | -2,5 | | |
| | | 2 (üst) | 11,5 | 22,2 | 9,7 | 10,7 | 14 | 14 | 4,3 | 14,3 | 14,3 | 0,3 | 15 | 15 | 0,7 | | |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 17 | 47,2 | 10,9 | 30,2 | gömülü | 0 | -10,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | 2 (üst) | 16 | 23,9 | 15,7 | 7,9 | 37,8 | 9,5 | 22,1 | 10,2 | 10,2 | 0,7 | 9,1 | 9,1 | -1,1 | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 16,5 | 24,5 | 10,5 | 8 | gömülü | 0 | -10,5 | 0 | 12 | 12 | 10 | 10 | -2 | | |
| | | 2 (üst) | 11 | 9,5 | 9,5 | -1,5 | 21,5 | 21,5 | 12 | 21,2 | 21,2 | -0,3 | 23,8 | 23,8 | 2,6 | | |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 16,5 | 50 | 12 | 33,5 | 31 | 31 | 19 | 31,7 | 31,7 | 0,7 | 26 | 26 | -5,7 | | |
| | | Sol taraf | 1 (alt) | 8 | 50 | 8 | 42 | 8,5 | 8,5 | 0,5 | 0 | 0 | -8,5 | 0 | 0 | | |
| | Sol taraf | 2 (orta) | 12,5 | 20,5 | 20,5 | 8 | 21,8 | 21,8 | 1,3 | 22 | 22 | 0,2 | 22,2 | 22,2 | 0,2 | | |
| | | 3 (üst) | 11 | 13,5 | 13,5 | 2,5 | 14,8 | 14,8 | 1,3 | 16,1 | 16,1 | 1,3 | 17,1 | 17,1 | 1 | | |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 10 | 50 | 10 | 40 | gömülü | 0 | -10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | | | | | 35 | 12,7 | 12,7 | -22,3 | 20,6 | 20,6 | 7,9 | 16,4 | 16,4 | -4,2 | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 14,5 | 50 | 7 | 35,5 | 7,2 | 7,2 | 0,2 | 0 | 0 | -7,2 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | 2 (üst) | 9,3 | 50 | 9,5 | 40,7 | 21,2 | 21,2 | 11,7 | 12,7 | 12,7 | -8,5 | 12,8 | 12,8 | 0,1 | | |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 14 | 50 | 14,7 | 36 | 20,6 | 20,6 | 5,9 | 18,5 | 18,5 | -2,1 | 18 | 18 | -0,5 | | |
| | | | | | | | | | | | 13,4 | | 14,7 | 14,7 | 1,3 | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 13 | 15,4 | 15,4 | 2,4 | 14,7 | 14,7 | -0,7 | 14,4 | 14,4 | -0,3 | 11,4 | 11,4 | -3 | | |
| | | 2 (üst) | 6,5 | 7 | 7 | 0,5 | 8 | 8 | 1 | 7,9 | 7,9 | -0,1 | 7,8 | 7,8 | -0,1 | | |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | | 17,01 | | | 2,80 | | | -0,05 | | | -0,66 | | |
| Mevsim | | | kurulum değerleri | | | Yaz ve Sonbahar | | | kış ve ilkbahar | | | Yaz ve Sonbahar | | | kış ve ilkbahar | | |
| | | | | | | 2015 | | | 2016 | | | 2016 | | | 2017 | | |

Ek Tablo 5: Altunkaya 1. Sınıf dere alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığının da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 16.05.2015 | 21.11.2015 | Fark | 2.06.2016 | yeni | fark(cm) | 5.11.2016 | yeni | fark(cm) | 28.05.2017 | fark(cm) | |
|-------------------------------|-------------|----------|-------------------|------------|------|-----------------|------|----------|--------------|------|----------|-----------------|----------|--------------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | taşlık | taşlık | 0 | taşlık | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | 2 (üst) | 12,5 | 12 | -0,5 | 16,5 | 16,5 | 4,5 | 17 | 17 | 0,5 | 17 | 0 | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 15 | 11,6 | -3,4 | 12,5 | 12,5 | 0,9 | 12,6 | 12,6 | 0,1 | 12,8 | 0,2 | |
| | | 2 (üst) | 9,4 | 10,1 | 0,7 | 11 | 11 | 0,9 | 10,4 | 10,4 | -0,6 | 11,5 | 1,1 | |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | taşlık | taşlık | 0 | taşlık | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | 2 (üst) | 9,3 | 9,8 | 0,5 | 16,5 | 16,5 | 6,7 | 17,3 | 17,3 | 0,8 | 21 | 3,7 | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 11,5 | 12,3 | 0,8 | 11,7 | 11,7 | -0,6 | 11,7 | 11,7 | 0 | 12,8 | 1,1 | |
| | | 2 (orta) | 10 | 9,4 | -0,6 | 10,2 | 10,2 | 0,8 | 9,3 | 9,3 | -0,9 | 11,5 | 2,2 | |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | taşlık | taşlık | 0 | taşlık | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | 2 (üst) | 25 | 24,2 | -0,8 | 50 | 9 | 25,8 | 10,2 | 10,2 | 1,2 | 8,9 | -1,3 | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 17,5 | 18 | 0,5 | 41,8 | 16 | 23,8 | 15,5 | 15,5 | -0,5 | 15,8 | 0,3 | |
| | | | | | | | | | | 8 | | 13,2 | 5,2 | |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 10,5 | 13,9 | 3,4 | 22 | 22 | 8,1 | 22 | 22 | 0 | 24,2 | 2,2 | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 11 | 11,5 | 0,5 | 0 | 0 | -11,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | kayalık | kayalık | 0 | kayalık | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 10 | 10,7 | 0,7 | 11,2 | 11,2 | 0,5 | 11 | 11 | -0,2 | 29 | 18 | |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | | 0,12 | | 3,99 | | 0,03 | | 2,04 | | |
| Mevsim | | | Kurulum değerleri | | | Yaz ve Sonbahar | | | kış ve bahar | | | yaz ve sonbahar | | kış ve bahar |

Ek Tablo 6: Olur Oyuntu (K) alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığının da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 16.05.2015 | 21.11.2015 | Yeni | Fark | 2.06.2016 | yeni | fark(cm) | 5.11.2016 | yeni | fark(cm) | 28.05.2017 | fark(cm) |
|-------------------------------|-------------|----------|-------------------|------------|-------|-----------------|-----------|------|--------------|-----------|------|-----------------|------------|--------------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 9,8 | 50 | 6,8 | 40,2 | 15,6 | 15,6 | 8,8 | 22,5 | 22,5 | 6,9 | 22,7 | 0,2 |
| | | 2 (üst) | 11,8 | 32,1 | 9,7 | 20,3 | 50 | 10,7 | 40,3 | 10,4 | 10,4 | -0,3 | 16,8 | 6,4 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 11 | 41,2 | 6,1 | 30,2 | 0,5 | 0,5 | -5,6 | 0 | 8,5 | -0,5 | 9 | 0,5 |
| | | 2 (üst) | 14 | 17,1 | 17,1 | 3,1 | 14 | 14 | -3,1 | 14 | 14 | 0 | 12,3 | -1,7 |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 10,8 | 50 | 10,7 | 39,2 | 0 | 0 | -10,7 | 0 | 0 | 0 | 10,8 | 10,8 |
| | | 2 (orta) | 14,2 | 16,6 | 16,6 | 2,4 | 27,4 | 13,2 | 10,8 | 11 | 11 | -2,2 | 14,8 | 3,8 |
| | | 3 (üst) | 11,5 | 13,4 | 13,4 | 1,9 | 22 | 11,5 | 8,6 | 11,3 | 11,3 | -0,2 | 13 | 1,7 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 10,3 | 33,6 | 9,8 | 23,3 | 8,8 | 8,8 | -1 | 7,2 | 7,2 | -1,6 | 6,2 | -1 |
| 2 (üst) | | 12 | 50 | 7,1 | 38 | 15,6 | 6,3 | 8,5 | 6,5 | 6,5 | 0,2 | 5,7 | -0,8 | |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 12 | 28,7 | 9,2 | 16,7 | 10,1 | 10,1 | 0,9 | 14,2 | 14,2 | 4,1 | 20 | 5,8 |
| | | 2 (orta) | 11 | 50 | 6,6 | 39 | 14 | 14 | 7,4 | 18,4 | 18,4 | 4,4 | 23,9 | 5,5 |
| | | 3 (üst) | 7,1 | 11,6 | 11,6 | 4,5 | 20,5 | 20,5 | 8,9 | 23,5 | 23,5 | 3 | 25 | 1,5 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 11 | 19,6 | 8,3 | 8,6 | 0 | 0 | -8,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 (üst) | | 11 | 50 | 5,2 | 39 | 8 | 8 | 2,8 | 21,3 | 21,3 | 13,3 | 14,2 | -7,1 | |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 11,5 | 50 | 9,1 | 38,5 | 14,5 | 14,5 | 5,4 | 22,7 | 22,7 | 8,2 | 19 | -3,7 |
| | | 2 (üst) | 9,5 | 50 | iptal | 40,5 | | | | | | | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 11,3 | 32,3 | 15,4 | 21 | 9,6 | 9,6 | -5,8 | 16 | 16 | 6,4 | 10,3 | -5,7 |
| | | 2 (üst) | 14 | 50 | 8,2 | 36 | 13,5 | 13,5 | 5,3 | 13,2 | 13,2 | -0,3 | 15 | 1,8 |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 14 | 20,4 | 5,9 | 6,4 | 1,9 | 1,9 | -4 | 3,1 | 3,1 | 1,2 | 2 | -1,1 |
| | | 2 (üst) | 10 | 9,8 | 9,8 | -0,2 | 10,3 | 10,3 | 0,5 | 9,8 | 9,8 | -0,5 | 10 | 0,2 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 10 | 50 | 6,1 | 40 | 9,3 | 9,3 | 3,2 | 10,1 | 10,1 | 0,8 | 13,5 | 3,4 |
| | | 2 (üst) | 9,5 | 13,7 | 13,7 | 4,2 | 21 | 21 | 7,3 | 20,3 | 20,3 | -0,7 | 13,5 | -6,8 |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | | 22,40 | | 3,82 | | 2,01 | | 0,65 | | |
| Mevsim | | | Kurulum değerleri | | | Yaz ve Sonbahar | | | kış ve bahar | | | yaz ve sonbahar | | kış ve bahar |

Ek Tablo 7: Olur Oyuntu alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığın da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 17.05.2015 | 21.11.2015 | Yeni | Fark | 2.06.2016 | yeni | fark(cm) | 5.11.2016 | fark(cm) | 27.05.2017 | fark(cm) |
|-------------------------------|-------------|----------|-------------------|------------|------|-----------------|-----------|------|--------------|-----------|-----------------|------------|--------------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 11 | 50 | 8,5 | 39 | 12 | 12 | 3,5 | 15 | 3 | 16,3 | 1,3 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 26,5 | 26,1 | 26,1 | -0,4 | 27,5 | 27,5 | 1,4 | 27,2 | -0,3 | 27,8 | 0,6 |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 13,8 | 28,2 | 28,2 | 14,4 | 25,7 | 25,7 | -2,5 | 26,5 | 0,8 | 25 | -1,5 |
| | | 2 (üst) | 26 | 8,3 | 8,3 | -17,7 | 6 | 6 | -2,3 | 6 | 0 | 6,5 | 0,5 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 21 | 10,1 | 10,1 | -10,9 | 0 | 0 | -10,1 | 7,2 | 7,2 | 10 | 2,8 |
| | | 2 (üst) | 15,3 | 12,3 | 12,3 | -3 | 0 | 0 | -12,3 | 12,4 | 12,4 | 10,4 | -2 |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 9,5 | 7,2 | 7,2 | -2,3 | 6,3 | 6,3 | -0,9 | 5,5 | -0,8 | 4,5 | -1 |
| | | 2 (üst) | 12 | 11,5 | 11,5 | -0,5 | 0 | 0 | -11,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 11 | 7,7 | 7,7 | -3,3 | 7,5 | 7,5 | -0,2 | 5,6 | -1,9 | 4,3 | -1,3 |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | | | 24,6 | 0 | 22,5 | 22,5 | -2,1 | 23 | 0,5 | 21,5 | -1,5 |
| | | 2 (üst) | 11,2 | 11,4 | 11,4 | 0,2 | 11,7 | 11,7 | 0,3 | 15,1 | 3,4 | 11,5 | -3,6 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 21,3 | 50 | 12,9 | 28,7 | 13,5 | 13,5 | 0,6 | 12,9 | -0,6 | 13 | 0,1 |
| | | 2 (üst) | 8,8 | 22,7 | 22,7 | 13,9 | 23 | 23 | 0,3 | 22,8 | -0,2 | 23,6 | 0,8 |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 19 | 20,2 | 20,2 | 1,2 | 21 | 21 | 0,8 | 20 | -1 | 20,3 | 0,3 |
| | | 2 (üst) | 16 | 21,4 | 21,4 | 5,4 | 50 | 11,2 | 28,6 | 15 | 3,8 | 13 | -2 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 25,7 | 25,4 | 25,4 | -0,3 | 25,5 | 25,5 | 0,1 | 25,5 | 0 | 25 | -0,5 |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | | 4,03 | | | -0,39 | | 1,64 | | -0,44 |
| Mevsim | | | Kurulum değerleri | | | Yaz ve Sonbahar | | | kış ve bahar | | yaz ve sonbahar | | kış ve bahar |

Ek Tablo 8: Boğazgören Oyuntu alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığın da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 17.05.2015 | 21.11.2015 | Yeni | Fark | 2.06.2016 | yeni | fark(cm) | 5.11.2016 | yeni | fark(cm) | 27.05.2017 | fark(cm) |
|-------------------------------|-------------|------------|-------------------|------------|-------|-----------------|-----------|------|--------------|-----------|-----------------|----------|--------------|----------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 7 | 11,3 | 11,3 | 4,3 | 12,3 | 12,3 | 1 | 13,7 | 13,7 | 1,4 | 9,1 | -4,6 |
| | | 2 (üst) | 7 | 7,9 | 7,9 | 0,9 | 7,4 | 3,4 | -0,5 | 8 | 8 | 4,6 | 7,9 | -0,1 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 10 | 10,3 | 10,3 | 0,3 | 12,5 | 12,5 | 2,2 | 14,2 | 14,2 | 1,7 | 12 | -2,2 |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | taşlık | taşlık | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11,2 | 11,2 |
| | | 2 (üst) | | | | | | | | | 11 | | 0 | -11 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 10 | 8,2 | 8,2 | -1,8 | 10 | 10 | 1,8 | 10,3 | 10,3 | 0,3 | 10,3 | 0 |
| | | 2 (üst) | 12 | 12,4 | 12,4 | 0,4 | 13 | 13 | 0,6 | 13,2 | 13,2 | 0,2 | 12,7 | -0,5 |
| 3 | Sağ taraf | 1 yeni alt | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 alt | | | | | 8,3 | 8,3 | | 31,6 | 13,3 | 23,3 | 11,8 | -1,5 |
| | | 1 (alt) | 8,4 | 50 | 4,7 | 41,6 | 4,8 | 4,8 | 0,1 | | | | | |
| | Sol taraf | 2 (üst) | 13 | 50 | iptal | 37 | | | | | | | | |
| | | 1 yeni alt | | | | | | | | | | | | |
| Sol taraf | 1 (alt) | 12 | 0 | 0 | -12 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,3 | 12,3 | -0,2 | 12,3 | 0 | |
| | 2 (üst) | 11,2 | 50 | iptal | 38,8 | | | | | | | | | |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 10,5 | 19 | 19 | 8,5 | 24 | 8,5 | 5 | 20 | 20 | 11,5 | 19,5 | -0,5 |
| | | 2 (üst) | 14,3 | 17 | 17 | 2,7 | 17,5 | 17,5 | 0,5 | 17,8 | 17,8 | 0,3 | 19,3 | 1,5 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 10,5 | 50 | 11,2 | 39,5 | 10,3 | 10,3 | -0,9 | 11,3 | 11,3 | 1 | 8 | -3,3 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 11 | 50 | 8 | 39 | 7,7 | 7,7 | -0,3 | 8,2 | 8,2 | 0,5 | 6,8 | -1,4 |
| | | 1 (alt) | 12 | 13,7 | 13,7 | 1,7 | 14,4 | 14,4 | 0,7 | 14,2 | 14,2 | -0,2 | 14 | -0,2 |
| | Sol taraf | 2 (üst) | 9,4 | 9,6 | 9,6 | 0,2 | 15,5 | 15,5 | 5,9 | 15,8 | 15,8 | 0,3 | 16,2 | 0,4 |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | | 12,57 | | | 2,04 | | 3,19 | | -0,81 | |
| Mevsim | | | Kurulum değerleri | | | Yaz ve Sonbahar | | | kış ve bahar | | yaz ve sonbahar | | kış ve bahar | |

Ek Tablo 9: Olurdere 2. Sınıf dere alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığın da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 14.08.2015 | 21.11.2015 | Fark (cm) | 2.06.2016 | fark(cm) | 5.11.2016 | fark(cm) | 28.05.2017 | fark(cm) |
|-------------------------------|-------------------|----------|------------|------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|----------|------------|----------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 13 | 13 | 0 | 14,2 | 1,2 | 15 | 0,8 | 13,5 | -1,5 |
| | | 2 (üst) | 13,2 | 13,3 | 0,1 | 13,1 | -0,2 | 12,8 | -0,3 | 12,8 | 0 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 14 | 15,5 | 1,5 | 17,8 | 2,3 | 20 | 2,2 | 20 | 0 |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 12 | 11,1 | -0,9 | 16,7 | 5,6 | 18,6 | 1,9 | 17,1 | -1,5 |
| | | 2 (üst) | 19 | 18,2 | -0,8 | 18 | -0,2 | 18 | 0 | 18,1 | 0,1 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 18 | 17,5 | -0,5 | 22,5 | 5 | 22,2 | -0,3 | 26 | 3,8 |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 18 | 16,4 | -1,6 | 21 | 4,6 | 21,2 | 0,2 | 22 | 0,8 |
| | | 2 (üst) | 12,5 | 12,4 | -0,1 | 13,2 | 0,8 | 16,4 | 3,2 | 18,1 | 1,7 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 28 | 27,2 | -0,8 | 29,5 | 2,3 | 21,5 | -8 | 31 | 9,5 |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 15,5 | 16,2 | 0,7 | 10,5 | -5,7 | 11,5 | 1 | 12 | 0,5 |
| | | 2 (üst) | 17,5 | 16,4 | -1,1 | 15,5 | -0,9 | 19,8 | 4,3 | 20 | 0,2 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 22,5 | 22 | -0,5 | 25 | 3 | 25,4 | 0,4 | 25,5 | 0,1 |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 22,5 | 22 | -0,5 | 25 | 3 | 25,4 | 0,4 | 25,5 | 0,1 |
| | | 2 (üst) | 25 | 23,5 | -1,5 | 21,8 | -1,7 | 23,8 | 2 | 24 | 0,2 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 28,5 | 26,3 | -2,2 | 27 | 0,7 | 27,8 | 0,8 | 28 | 0,2 |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | -0,63 | 1,26 | 0,64 | 0,98 | | | |
| Mevsim | Kurulum değerleri | | | | Yaz ve Sonbahar | kış ve bahar | yaz ve sonbahar | kış ve bahar | | | |
| | | | | | 2015 | 2016 | 2016 | 2017 | | | |

Ek Tablo 10: Boğazgören 1 Oyuntu (K) alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığın da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 16.05.2015 | 21.11.2015 | Yeni | Fark | 2.06.2016 | fark(cm) | 5.11.2016 | fark(cm) | 27.05.2017 | fark(cm) |
|-------------|-------------------------------|----------|------------|------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------|----------|------------|----------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 8,7 | 50 | 11,2 | 41,3 | 11,8 | 0,6 | 11,8 | 0 | 11,8 | 0 |
| | | 2 (üst) | 11,8 | 11,8 | iptal | 0 | | | | | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 10,7 | 50 | 7,7 | 39,3 | 8,5 | 0,8 | 1 | -7,5 | | |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 9,5 | 50 | 5,9 | 40,5 | 5,5 | -0,4 | 4,7 | -0,8 | 6,2 | 1,5 |
| | | 2 (üst) | 12 | 5,2 | 5,2 | -6,8 | 5,5 | 0,3 | 7 | 1,5 | 5 | -2 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 13,8 | 50 | 8,7 | 36,2 | 8,5 | -0,2 | 8,8 | 0,3 | 8,6 | -0,2 |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 13 | 50 | 7,9 | 37 | 5,1 | -2,8 | 4 | -1,1 | 5 | 1 |
| | | 2 (üst) | 13,8 | 13,8 | iptal | 0 | | | | | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 14,3 | 16,2 | 16,2 | 1,9 | 11 | -5,2 | 11,4 | 0,4 | 12 | 0,6 |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 12,3 | 50 | 5,4 | 37,7 | 9,2 | 3,8 | 9,2 | 0 | 9,2 | 0 |
| | | 2 (üst) | 13,4 | 13,4 | iptal | 0 | | | | | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 13,9 | 50 | 9,2 | 36,1 | 3,2 | -6 | 3,2 | 0 | 3,2 | 0 |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 12,5 | 50 | 7,1 | 37,5 | 4,7 | -2,4 | 6 | 1,3 | 3,4 | -2,6 |
| | | 2 (üst) | 10,2 | 50 | 8,4 | 39,8 | 9,2 | 0,8 | 7,5 | -1,7 | 7,4 | -0,1 |
| | Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | 24,56 | -0,89 | -0,71 | -0,14 | | | |
| Mevsim | | | | | Yaz ve Sonbahar | kış ve bahar | yaz ve sonbahar | kış ve bahar | | | | |

Ek Tablo 11: Boğazören 2 Oyuntu (K) alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığın da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 16.05.2015 | 21.11.2015 | Yeni | Fark | 2.06.2016 | yeni | fark(cm) | 5.11.2016 | yeni | fark(cm) | 27.05.2017 | fark(cm) |
|-------------------------------|-------------------|----------|------------|------------|-------|-----------------|-----------|--------------|----------|-----------------|------|--------------|------------|----------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 9,4 | 50 | 5,6 | 40,6 | 0,5 | 0,5 | -5,1 | 0,5 | 0,5 | 0 | 4 | 3,5 |
| | | 2 (üst) | 9,7 | 10,9 | 10,9 | 1,2 | 27,1 | 7,2 | 16,2 | 60 | 8 | 52,8 | 13,4 | 5,4 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 12,5 | 50 | 9,8 | 37,5 | 8,6 | 8,6 | -1,2 | 9 | 9 | 0,4 | 8,8 | -0,2 |
| | | 2 (üst) | 9,3 | 9,8 | iptal | 0,5 | 0 | 0 | iptal | | | | | |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 12,2 | 22,9 | 22,9 | 10,7 | 14,1 | 14,1 | -8,8 | 6,5 | 6,5 | -7,6 | 5 | -1,5 |
| | | 2 (üst) | 10,2 | 12,7 | 12,7 | 2,5 | 11,2 | 11,2 | -1,5 | 15 | 15 | 3,8 | 11 | -4 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 10,3 | 0 | 0 | -10,3 | iptal | | | | | | | |
| | | 2 (üst) | 14 | 6,3 | 6,3 | -7,7 | 10,1 | 10,1 | 3,8 | 9,5 | 9,5 | -0,6 | 11 | 1,5 |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 15,5 | 9,8 | 9,8 | -5,7 | 7,7 | 7,7 | -2,1 | 8 | 8 | 0,3 | 7,9 | -0,1 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 8,4 | 11,2 | iptal | 2,8 | iptal | | | | | | | |
| | | 2 (üst) | 9,1 | 25,2 | 25,2 | 16,1 | 6 | 6 | -19,2 | 7,8 | 7,8 | 1,8 | 7,8 | 0 |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 11,2 | 13,4 | 13,4 | 2,2 | 13 | 13 | -0,4 | 13,3 | 13,3 | 0,3 | 14,6 | 1,3 |
| | | 2 (üst) | 16 | 50 | 10,9 | 34 | 9,1 | 9,1 | -1,8 | 8 | 8 | -1,1 | 7,9 | -0,1 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 8,2 | 50 | 15,2 | 41,8 | 12,8 | 12,8 | -2,4 | 18 | 18 | 5,2 | 23,7 | 5,7 |
| | | 2 (orta) | 11,5 | 50 | 8,5 | 38,5 | 13,2 | 13,2 | 4,7 | 13 | 13 | -0,2 | 19,5 | 6,5 |
| | | 3 (üst) | 10,5 | 50 | iptal | 39,5 | iptal | | | | | | | |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 11 | 50 | 10,1 | 39 | 10,9 | 10,9 | 0,8 | 11,4 | 11,4 | 0,5 | 8 | -3,4 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 7,7 | 50 | 8,2 | 42,3 | 25,6 | 9 | 17,4 | 7 | 7 | -2 | 5 | -2 |
| | | 2 (üst) | 9,4 | 12,8 | 12,8 | 3,4 | 50 | 8,5 | 37,2 | 7,6 | 7,6 | -0,9 | 10,5 | 2,9 |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | | 17,31 | | 2,51 | | 3,51 | | 1,03 | | |
| Mevsim | kurulum değerleri | | | | | Yaz ve Sonbahar | | kış ve bahar | | yaz ve sonbahar | | kış ve bahar | | |

Ek Tablo 12: Filizli (Aşağıkarsu) Oyuntu (K) alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığın da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 16.05.2015 | 22.11.2015 | Yeni | Fark | 2.06.2016 | yeni | fark(cm) | 5.11.2016 | yeni | fark(cm) | 28.05.2017 | yeni | fark(cm) |
|-------------------------------|-------------------|----------|------------|------------|------|-----------------|-----------|--------------|----------|-----------------|------|--------------|------------|------|----------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 11,8 | 11,6 | 11,6 | -0,2 | 11,4 | 11,4 | -0,2 | 11 | 11 | -0,4 | 11,8 | 11,8 | 0,8 |
| | | 2 (üst) | 19,2 | 19,7 | 19,7 | 0,5 | 20,3 | 20,3 | 0,6 | 20,5 | 21 | 0,2 | 20,8 | 20,8 | 0,3 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 9,6 | 50 | 11,2 | 40,4 | 50 | 8,5 | 38,8 | 7,8 | 7,8 | -0,7 | 9,5 | 9,5 | 1,7 |
| | | 2 (üst) | 9,3 | 50 | 12,4 | 40,7 | 50 | 10,5 | 37,6 | 15,3 | 15 | 4,8 | 12,8 | 12,8 | -2,5 |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 15 | 13,2 | 13,2 | -1,8 | gömülü | 0 | -13,2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | -2 |
| | | 2 (üst) | 15,5 | 12,9 | 12,9 | -2,6 | 18,3 | 18,3 | 5,4 | 16,5 | 17 | -1,8 | 19 | 19 | 2,5 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 9,2 | 50 | 11,6 | 40,8 | 50 | 10,5 | 38,4 | 60 | 8,5 | 49,5 | 50 | 7,3 | 41,5 |
| | | 2 (üst) | 9,4 | 50 | 7,8 | 40,6 | 50 | 10,6 | 42,2 | 60 | 7,5 | 49,4 | 50 | 50 | 42,5 |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 21,6 | 21,5 | 21,5 | -0,1 | 50 | 6,5 | 28,5 | 5,8 | 5,8 | -0,7 | 9,9 | 9,9 | 4,1 |
| | | 2 (üst) | 17 | 11,9 | 11,9 | -5,1 | 50 | 8 | 38,1 | 7,9 | 7,9 | -0,1 | 13,5 | 13,5 | 5,6 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 15,5 | 15,2 | 15,2 | -0,3 | 17 | 17 | 1,8 | 17,2 | 17 | 0,2 | 38 | 15 | 20,8 |
| | | 2 (üst) | 15,8 | 12,6 | 12,6 | -3,2 | 14,4 | 14,4 | 1,8 | 14 | 14 | -0,4 | 50 | 15 | 36 |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 11,8 | 13,8 | 13,8 | 2 | 22,8 | 22,8 | 9 | 35 | 9 | 12,2 | 9 | 9 | 0 |
| | | 2 (üst) | 10 | 15,1 | 15,1 | 5,1 | 16 | 16 | 0,9 | 24 | 24 | 8 | 25 | 25 | 1 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 9,5 | 9,7 | 9,7 | 0,2 | gömülü | 0 | -9,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2 (üst) | 11,5 | 12,1 | 12,1 | 0,6 | 50 | 10,3 | 37,9 | 8 | 8 | -2,3 | 8,5 | 8,5 | 0,5 |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | kayalık | | | 0 | kayalık | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 10 | 10,2 | 10,2 | 0,2 | 10,1 | 10,1 | -0,1 | 9,8 | 9,8 | -0,3 | 11 | 11 | 1,2 |
| | | 2 (üst) | 9 | 9,3 | 9,3 | 0,3 | 9,4 | 9,4 | 0,1 | 9,5 | 9,5 | 0,1 | 9,6 | 9,6 | 0,1 |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | | 8,32 | | 13,57 | | 6,30 | | 8,11 | | | |
| Mevsim | kurulum değerleri | | | | | Yaz ve Sonbahar | | kış ve bahar | | yaz ve sonbahar | | kış ve bahar | | | |

Ek Tablo 13: Aşağıkaracasu Oyuntu alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığın da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 16.05.2015 | 22.11.2015 | Fark | 2.06.2016 | fark(cm) | 5.11.2016 | fark(cm) | 28.05.2017 | fark(cm) |
|-------------------------------|-------------------|----------|------------|------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|----------|------------|----------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 9,5 | 8,9 | -0,6 | 9,9 | 1 | 8,2 | -1,7 | 8,8 | 0,6 |
| | | 2 (üst) | 10,5 | 6,6 | -3,9 | 9,5 | 2,9 | 8,9 | -0,6 | 7,5 | -1,4 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 7 | 7,2 | 0,2 | 6,5 | -0,7 | 5,5 | -1 | 6,3 | 0,8 |
| | | 2 (orta) | 9 | 14,6 | 5,6 | 4,1 | -10,5 | 7,1 | 3 | 0 | -7,1 |
| | | 3 (üst) | 9 | 8,9 | -0,1 | 9,7 | 0,8 | 9,8 | 0,1 | 10 | 0,2 |
| | | | | | | | | | | | |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 6,5 | 5,7 | -0,8 | 5,5 | -0,2 | 5 | -0,5 | 4,5 | -0,5 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 9,3 | 17,5 | 8,2 | 18,5 | 1 | 18,8 | 0,3 | 18,8 | 0 |
| | | 2 (üst) | 12 | 9,8 | -2,2 | 11,5 | 1,7 | 12,8 | 1,3 | 13 | 0,2 |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 9 | 8,7 | -0,3 | 9 | 0,3 | 8,1 | -0,9 | 10,4 | 2,3 |
| | | 2 (üst) | 8,2 | 7 | -1,2 | 7,9 | 0,9 | 8,1 | 0,2 | 8,5 | 0,4 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 15 | 0 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2 (üst) | 10,7 | 10 | -0,7 | 14,3 | 4,3 | 14,8 | 0,5 | 22 | 7,2 |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 9,5 | 9,3 | -0,2 | 8,5 | -0,8 | 10 | 1,5 | 11,7 | 1,7 |
| | | 2 (üst) | 10,5 | 10,4 | -0,1 | 10,7 | 0,3 | 11 | 0,3 | 10,9 | -0,1 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 11,5 | 10,3 | -1,2 | 8,6 | -1,7 | 9,1 | 0,5 | 9,2 | 0,1 |
| | | 2 (üst) | 10 | 9,1 | -0,9 | 9,3 | 0,2 | 8,9 | -0,4 | 10 | 1,1 |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 10 | 8,6 | -1,4 | 8,4 | -0,2 | 8,5 | 0,1 | 8,6 | 0,1 |
| | | 2 (üst) | 6,3 | 5,9 | -0,4 | 4,5 | -1,4 | 4,5 | 0 | 4,5 | 0 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 8,5 | 9,3 | 0,8 | 9,8 | 0,5 | 9,6 | -0,2 | 9,3 | -0,3 |
| | | 2 (üst) | 9 | 9 | 0 | 9,2 | 0,2 | 9,3 | 0,1 | 9,7 | 0,4 |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | -0,71 | -0,07 | 0,13 | 0,29 | | | |
| Mevsim | kurulum değerleri | | | | Yaz ve Sonbahar | kış ve bahar | yaz ve sonbahar | kış ve bahar | | | |

Ek Tablo 14: Aşağıkaracasu Oyuntu alanında 2 yıllık bir süreci kapsayan, Mayıs 2015 ile Mayıs 2017 tarihleri aralığın da 6 aylık periyotlarla ölçülmüş olan ham veriler.

| Transect No | Dere Kenarı | Çubuk no | 17.05.2015 | 22.11.2015 | Fark | 2.06.2016 | fark(cm) | 5.11.2016 | fark(cm) | 28.05.2017 | Yeni | fark(cm) |
|-------------------------------|-------------------|----------|------------|------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|----------|------------|------|----------|
| 1 | Sağ taraf | 1 (alt) | 16,5 | 16,5 | 16,5 | 16,5 | 0 | 25,5 | 9 | 35,3 | 14 | 9,8 |
| | | 2 (üst) | 11 | 11 | 0 | 11 | 0 | 17 | 6 | 17 | 17 | 0 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 19 | 18,2 | -0,8 | 19,5 | 1,3 | 19 | -0,5 | 18,3 | 18,3 | -0,7 |
| | | 2 (üst) | 14 | 14,7 | 0,7 | 13,5 | -1,2 | 13,5 | 0 | 9,3 | 9,3 | -4,2 |
| 2 | Sağ taraf | 1 (alt) | 11 | 10,2 | -0,8 | 13 | 2,8 | 8,2 | -4,8 | 7,8 | 7,8 | -0,4 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 11,3 | 13,2 | 1,9 | 15 | 1,8 | 19,5 | 4,5 | 23 | 23 | 3,5 |
| | | 2 (üst) | 12,2 | 4,1 | -8,1 | 14 | 9,9 | 28 | 14 | 28 | 28 | 0 |
| 3 | Sağ taraf | 1 (alt) | 6,5 | 6,4 | -0,1 | 6,4 | 0 | | | | | |
| | | 2 (üst) | 13 | 13,6 | 0,6 | 0 | -13,6 | | | | | |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 12 | 10,7 | -1,3 | 12,5 | 1,8 | | | | | |
| 4 | Sağ taraf | 1 (alt) | 8 | 7,8 | -0,2 | 7 | -0,8 | 9,9 | 2,9 | 3 | 3 | -6,9 |
| | | 2 (üst) | 12,5 | 12 | -0,5 | 10,5 | -1,5 | -10,5 | 8,9 | 8,9 | 8,9 | 8,9 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 11,5 | 12,9 | 1,4 | 0 | -12,9 | 0 | 0 | | 10 | |
| 5 | Sağ taraf | 1 (alt) | 18,2 | 17,1 | -1,1 | 15,5 | -1,6 | 9 | -6,5 | 16,8 | 16,8 | 7,8 |
| | | 2 (üst) | 12,1 | 12,6 | 0,5 | 12 | -0,6 | 12,2 | 0,2 | 12 | 12 | -0,2 |
| | Sol taraf | 1 (alt) | 13,2 | 14,7 | 1,5 | 15,2 | 0,5 | 15 | -0,2 | 14,9 | 14,9 | -0,1 |
| Ortalama Erozyon Miktarı (cm) | | | | | 0,64 | -0,88 | 1,08 | 1,46 | | | | |
| Mevsim | kurulum değerleri | | | | Yaz ve Sonbahar | kış ve bahar | Yaz ve Sonbahar | kış ve bahar | | | | |

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : İlhan, Bayram

Doğum tarihi ve yeri :

Medeni hali :

Yabancı Dili :

Eğitim Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet Tarihi

Lisans

Artvin Çoruh Üniversitesi

23.07.2012