

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.14507010>

Accepted: 03.12.2024

Penek Çayı Havzası'nda Sedimanter Litolojik Birimlerdeki Erozyon Oranının Belirlenmesi (Şenkaya- Erzurum)

Determination of The Erosion Rate in Sedimentary Lithological Units in the Penek Stream Basin

Ahmet GÖKHAN

Erzurum Raci Alkır Güzel Sanatlar Lisesi
ahmet_gokhannn@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9308-9582>

Ömer COŞKUN

Erzurum Raci Alkır Güzel Sanatlar Lisesi
omercoskun2082@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7995-2615>

Özet

Ülkemizde, doğal üretim varlıklarımızın en önemlilerinden birisi olan toprağın bilinçsiz kullanılması, toprağı kullanırken ortaya çıkan erozyon süreçlerinin çevresel etkileri ve sonuçları çok önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Erozyona neden olan faktörler, sadece beşerî özelliklerle değil fiziki özelliklerle de açıklanmaktadır. Ülkemizde, ortalama yükseltinin, eğim ve engebenin fazla olması; bununla birlikte bitki örtüsünün yoğun bir şekilde tahrip edilmesi fiziki özelliklere bağlı olarak oluşan erozyonu artıran en önemli faktördür. Ayrıca, ülkemizde sağanak ve sel rejimli yağışlar erozyonu artıran bir diğer önemli faktördür. Ülkemizden her yıl denizlere, rezervuarlara ve başka ülkelere taşınan sediman miktarı yılda 814.599.670 m³'e ulaşmaktadır. Bu yüksek değer, çok ciddi tedbirler alınarak, erozyonla birlikte özellikle, toprağın verimli üst kısmını oluşturan katmanın korunması ve taşınan sediman miktarının minimize edilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada, Penek Çayı Havzası'nda sedimanter litolojik birimler üzerinde gerçekleşen yüzey erozyonu süreçleri ve erozyon şiddetinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu hedefe yönelik olarak yapılan arazi çalışmalarında, erozyon çubukları yöntemi, boyalı taş yöntemi, sediman tuzaklama yöntemi ve ağ yöntemi kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler kayıt altına alınarak, gerekli analizler yapıldıktan sonra yüzey erozyon süreçlerini ve erozyon şiddetini belirleyen unsurlar anlatılmıştır. Çalışmada litolojik, iklimik, vejetatif ve edafik faktörlerin yüzey erozyonunun oluşmasında etkileri incelenerek, erozyonu üzerinde etkili olan ve erozyonu artıran unsurlar bir mühendislik çalışmasından daha ziyade, Coğrafya biliminin prensiplerine bağlı kalınarak incelenmiştir. Bundan dolayı Coğrafyanın sebep (nedensellik), sonuç, dağılışı ve bağlantı (karşılıklı ilgi) ilkelerine dayanarak yapılan bu çalışmanın, literatüre yenilikler kazandıracağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Penek Çayı, Şenkaya, Erzurum, Yüzey Erozyonu

Abstract

In our country, the unconscious use of soil, one of the most important of our natural production assets, and the environmental effects and consequences of the erosion processes that occur while using the soil, emerge as a very important problem. The factors that cause erosion are explained not only by human characteristics but also by physical characteristics. In our country, the average altitude, slope and roughness are high; However, intense destruction of vegetation is the most important factor that increases erosion due to physical characteristics. In addition,

heavy and flooded rainfalls in our country are another important factor that increases erosion. The amount of sediment transported from our country to the seas, reservoirs and other countries every year reaches 814,599,670 m³ per year. This high value has revealed the necessity of taking very serious measures, protecting the layer that constitutes the fertile upper part of the soil, especially against erosion, and minimizing the amount of sediment transported. In this study, it was aimed to determine the surface erosion processes and erosion severity occurring on sedimentary lithological units in the Penek Stream Basin. In the field studies carried out for this target, measurements were made using the erosion rod method, painted stone method, sediment trapping method and network method. After the measurements were recorded and the necessary analyzes were made, the factors that determine the surface erosion processes and erosion severity were explained. In the study, the effects of lithological, climatic, vegetative and edaphic factors on the formation of surface erosion were examined, and the factors that affect and increase erosion were examined by adhering to the principles of Geography rather than an engineering study. Therefore, it is thought that this study, based on the geography principles of cause (causality), effect, distribution and connection (mutual interest), will bring innovations to the literature.

Keywords: Penek Stream, Şenkaya, Erzurum, Surface Erosion

GİRİŞ

1. ÇALIŞMA SAHASININ KONUMU

Penek Çayı Havzası, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars-Ardahan Bölümü ile Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde yer almaktadır. Havzanın en kuzey noktasını yaklaşık olarak 40° 48' kuzey enlemi oluştururken en güneyini 40° 29' kuzey enlemi oluşturur. Çalışma sahasının en doğusundan 42° 38' doğu boylamı geçerken en batısından 41° 59' doğu boylamı geçmektedir. Penek Çayı Havzasının büyük bir bölümü idari bakımdan Erzurum ili sınırları içerisinde yer almaktadır. Ayrıca, çalışma sahası kuzeydoğudan Ardahan ilinin Göle ilçesi ile güneydoğudan Kars ilinin Selim ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma sahası İdari bakımdan; doğu-kuzeydoğusunda Ardahan ve Göle, güneybatı-batısında Oltu, kuzeyinde Olur, güneydoğusunda Selim, güneyinde ise Şenkaya ilçeleri ile çevrilidir (Harita 1).

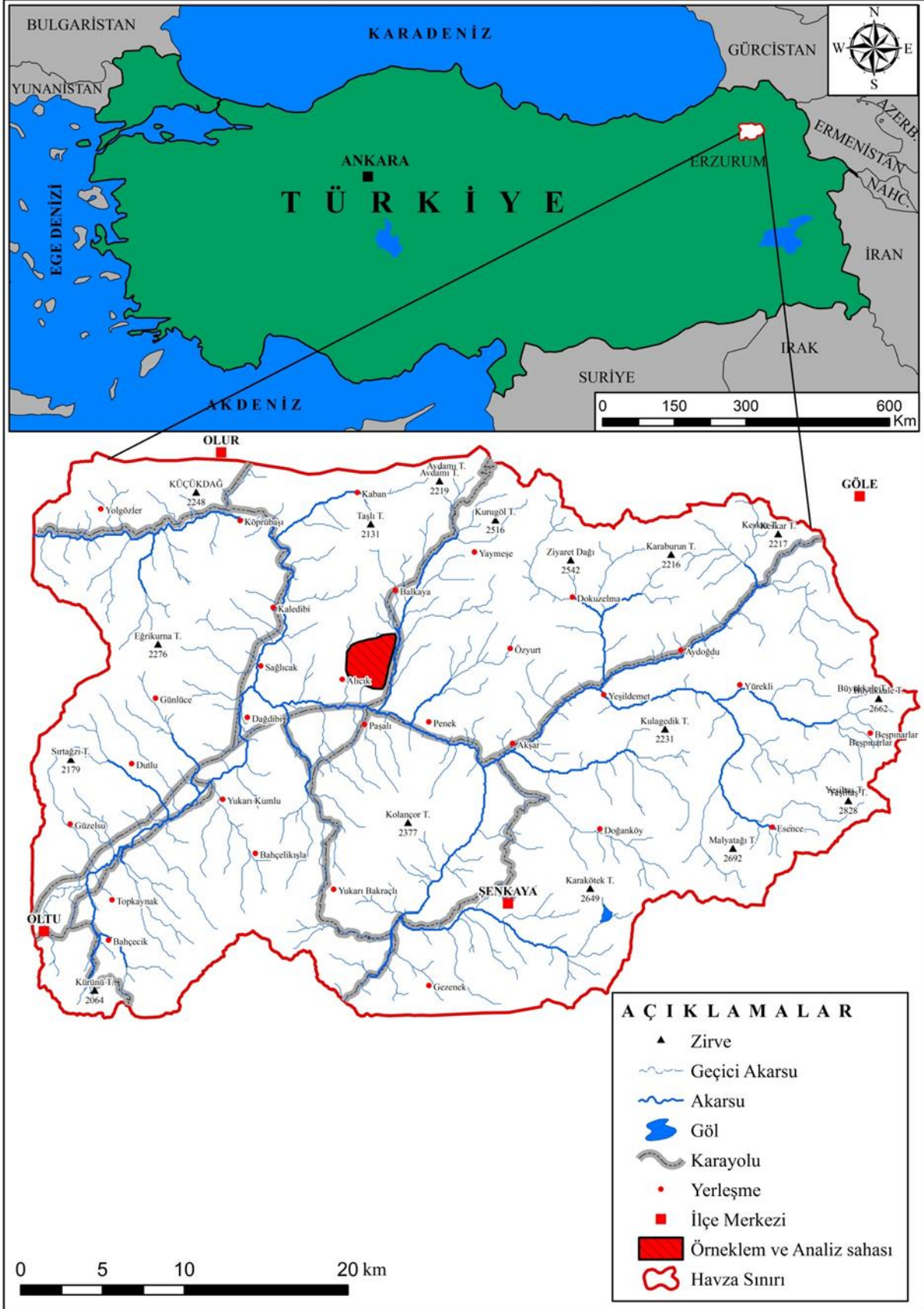
Penek Çayı Havzası'nın toplam akaçlama alanı 1660,2 km²'dir. Havzanın kuzey uç noktası olan Küçük Dağ (2248 m) ile güney uç noktası olan Büyük Kızıl T. (1176 m) arasındaki kuş uçuşu uzaklık yaklaşık olarak 34 km'dir. En doğuda Büyükkale T. (2662 m) ile en batıda Sırtağzı T. (2179 m) arasındaki kuş uçuşu uzunluğu yaklaşık olarak 55 km'dir.

2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, yarı kurak iklim koşullarına sahip Penek Çayı Havzası'ndaki sedimanter litolojik birimlerden oluşan tepelik alanların farklı bakı özelliklerine sahip yamaçlarında gerçekleşen yüzey erozyonu süreçleri üzerinde etkili olan ve sahanın doğal çevresini oluşturan jeolojik yapı, jeomorfik şekiller, iklim koşulları, hidrografik, klimatik, pedografik özellikler ile bitki örtüsü özellikleri incelenmiş ve erozyon şiddeti belirlenmeye çalışılmıştır.

Penek Çayı Havzası'nın çalışma sahası olarak seçilmesinde, sahada daha önce hem coğrafyacı hem de farklı bilim dallarına mensup bilim insanları tarafından erozyon süreçlerinin ve erozyon şiddetinin belirlenmesine yönelik bilimsel bir çalışmanın yapılmamış olması etkili olmuştur. İbrahim ATALAY' ın "Oltu Çayı Havzasının Fiziki Coğrafyası ve Amenajmanı" isimli eseri ile Çiğdem ÜNAL 'ın "Şenkaya'nın Coğrafi Etüdü" isimli çalışmaları, araştırma sahasını da içine alan Coğrafya bilimine ait çalışmalardır. Saha, maden potansiyeli açısından

önemli bir havzada yer aldığı için önceki çalışmalar daha çok maden ve enerji kaynaklarının tespitine yönelik yapılmış çalışmalardır.



Harita 1 Penek Çayı Havzası'nın Lokasyon Haritası

3. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyali, Penek Çayı Havzası sınırları içerisindeki sedimanter litolojik birimlerden olan Oligo-Miyosen yaşlı çamur taşı ve çakıl taşından oluşan tepelerdir. Bu çalışma, sahanın özelliklerine uygun bir şekilde, ofis çalışması ve saha çalışması şeklinde iki bölüm olarak planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Ofis çalışmaları sırasında, araştırma sahası ve yakın çevresi ile ilgili geniş bir kaynak taraması yapılarak, amaca uygun bir veri tabanı hazırlanmıştır. Ön arazi çalışması aşamasında öncelikli olarak çalışma sahasının sınırları tespit edilmiş ve taslak haritalara işlenmiş, erozyon süreç ve oranının belirlenmesi için örnek alanları belirlenmiştir. Araziden döndükten sonra elde edilen veriler, literatür taraması sonucunda elde edilen verilerle karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve arazide erozyon süreç ve oranının belirlenme süreci planlanmıştır. Asıl arazi çalışması şu şekilde planlanmıştır:

1. Arazi çalışması ve araziye ekipmanların yerleştirilmesi.
2. Arazi yerleştirilen ekipmanlardan elde edilen verilerin toplanması.
3. Arazide toplanan sedimanların laboratuvarında incelenmesi. (Sedimanların ağırlık, şekil ve boyut özelliklerinin incelenmesi).

Penek Çayı Havzası'ndaki sedimanter litolojik birimler üzerinde etkili olan yamaç erozyonu süreçlerinin incelenmesi için erozyon çubukları ve ağ yöntemi, uygulanmıştır. Böylelikle oyuntu erozyonunun incelenmesi büyük ölçüde gerçekleştirilmiştir. Yamaç erozyonu ve oyuntu (Gully) erozyonu ile taşınan sediman süreçlerinin izlenmesi ve belirlenmesi amacıyla sediman tuzaklama ve boyalı taş yöntemleri uygulanarak fotoğraflama metodu ile süreçler takip edilmiştir. Özellikle boyalı taş yönteminde fotoğraflama metodu etkin bir şekilde kullanılmıştır.

Tablo 1. Çalışma Sahasında Kullanılan Amaç ve Yöntemler

AMAÇLAR	YÖNTEMLER
1- Sediman taşıma süreçlerinin belirlenmesi	a-Boyalı taş yöntemi (Sedimanın oyuntularda hareketlerinin şekil ve boyut özelliklerinin belirlenmesi). b-Sediman tuzaklama yöntemi (Taşınan sedimanın şekil ve boyut miktarlarının belirlenmesi). c-Fotoğraflama yöntemi
2- Yamaç erozyonu süreçlerinin belirlenmesi	a-Erozyon çubukları yöntemi (Yamaçlardaki erozyon oranını dolaylı olarak ölçmek). b-Boyalı taş yöntemi (Yamaçlarda taşınan materyallerin şekil-boyut özelliklerini belirlemek). c-Ağ yöntemi (Yamaçlardan taşınan sedimanın şekil-boyut, miktar özelliklerini belirlemek).
3- Oyuntu (Gully) Erozyonu	a-Erozyon çubukları yöntemi (Oyuntulardaki erozyon oranını dolaylı olarak belirlemek). b- Kanalin enine kesitini ölçme yöntemi (Kanalın enine kesitindeki değişimleri ölçme).

AMAÇLAR YÖNTEMLER

1- Sediman taşıma süreçlerinin belirlenmesi a-Boyalı taş yöntemi (Sedimanın oyuntularda hareketlerinin şekil ve boyut özelliklerinin belirlenmesi).

b-Sediman tuzaklama yöntemi (Taşınan sedimanın şekil ve boyut miktarlarının belirlenmesi).

c-Fotoğraflama yöntemi

2- Yamaç erozyonu süreçlerinin belirlenmesi a-Erozyon çubukları yöntemi (Yamaçlardaki erozyon oranını dolaylı olarak ölçmek).

b-Boyalı taş yöntemi (Yamaçlarda taşınan materyallerin şekil-boyut özelliklerini belirlemek).

c-Ağ yöntemi (Yamaçlardan taşınan sedimanın şekil-boyut, miktar özelliklerini belirlemek).

3- Oyuntu (Gully) Erozyonu a-Erozyon çubukları yöntemi (Oyuntulardaki erozyon oranını dolaylı olarak belirlemek).

b- Kanalin enine kesitini ölçme yöntemi (Kanalın enine kesitindeki değişimleri ölçme).

a. Sediman Tuzaklama Yöntemi ve Başlıca Özellikleri

Bu yöntem özellikle akarsularda eğimin etkisi ile taşınan materyallerin belirlenmesi ve yağışlardan sonra oluşan erozyon ile taşınan sediman boyutlarının ve miktarlarının belirlenmesi amacıyla kullanılır. Bu yöntem daha çok erozyon çubukları yöntemi ile birlikte kullanıldığında daha doğru sonuç verir ve oyuntularda meydana gelen erozyon miktarının belirlenmesi açısından önem taşır.

a.1. Sediman Tuzaklama Yönteminin Kullanım Amacı ve Uygulanması

Yamaç erozyonunun belirlenmesinde kullanılan bu yöntemde temel amaç, farklı zaman aralıklarında taşınan sediman oranı-miktarı ve yağış arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve yağışlarla birlikte taşınan sediman özelliklerinin belirlenmesidir.

Çalışma sahasında ölçümler daha çok yağışlardan sonra yapılmıştır. Yağışlardan sonra önceden konulan tuzaklar kontrol edilerek tuzaklar içinde biriken sediman boşaltılarak analiz yapılmak üzere laboratuvara götürülmüştür. Sediman tuzakları, çalışma sahasında Oligo-Miyosen yaşlı çamurtaşı formasyonundan oluşan bir tepenin bakı açısından farklılık gösteren kuzey ve güney yamacına yerleştirilmiştir. Tuzakların yapımı için 30x30x60 boyutlarında plastik bidonlar kullanılmıştır. Bu bidonlar oyuntuların aşağı çığırına yerleştirilerek biriken sedimanın tuzak içerisinde kalması sağlanmıştır. Tuzakların hareket etmesini engellemek amacıyla 50 cm uzunluğunda ve 8 mm çapında demir kazıklar kullanılarak tuzaklar buldukları yerlere sabitlenmiştir (Fotoğraf 1).

Çalışma sahasında meydana gelen her yağıştan sonra tuzaklar kontrol edilerek biriken malzemeler özenle toplanıp, sınıflandırılmıştır.



Fotoğraf 1 Yamaç Eteklerine Taşınan Sedimanın Miktarı, Şekil ve Boyutlarının Tespiti Amacıyla Kurulan Sediman Tuzaklama Yöntemi. (A) Sediman Tuzaklama Kurulumu, (B) Kurulan Tuzakta Biriken Sediman, Güney (C) ve Kuzey (D) Yamaçlardaki Tuzaklarda Biriken Sedimandan Toplanan Örnekler

b. Boyalı Taş Yöntemi ve Başlıca Özellikleri

Bu yöntem daha çok yamaçlardaki yüzeysel akışlar ile akarsuların aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntemle yamaçlarda ve akarsu yataklarında taşınan sedimanların taşınma, boyut ve şekil özellikleri belirlenmektedir. Çalışma sahasında uygulanan bu yöntemde daha çok yağışlardan sonra çakıl-blok boyutundaki materyallerin taşınma ve birikme özellikleri analiz edilmiştir.

b.1. Boyalı Taş Yönteminin Kullanım Amacı ve Uygulanması

Boyalı taş yönteminde asıl ulaşılmak istenilen amaç, yamaç eğimi boyunca boyanmış taşların hareket noktasından itibaren ne kadar uzaklaştığı, gravitenin yönlendirici etkisi ve yağışlarla birlikte taşınma mesafesi ve taşınan diğer sedimanlarda gömülme oranlarını metrik olarak ölçüp, fotoğraflama yöntemiyle belirlemektir. Boyalı taşların hazırlandığı yerden itibaren 1 metre kadar uzakta olan bir nokta belirlenerek kırmızı sprej boya ile çizilmiştir (Fotoğraf 2). Boyalı taşların zeminde ne kadar taşındığı ve diğer sedimanter materyallerle birleşme sürecinin tespiti amaçlanmıştır.



Fotoğraf 2 Yamaçlarda Eğim, Yağışın Şiddeti ve Süresine Bağlı Olarak Taşınan Çakıl ve Blok Boyutundaki Sedimanın Taşınma Mesafesinin Ölçümü ve Daha Küçük Boyutlu Sedimanlara Gömülme Durumunu Belirlemek için Uygulanan Boyalı Taş Yöntemi

Bu yöntemin uygulanması amacıyla çalışma sahasında farklı litolojik özellikte ve farklı boyutlardaki taşlar kırmızı sprej boya ile boyanarak, yaklaşık olarak aynı eğim değerlerine sahip kuzey ve güney yamaçlara yerleştirilmiştir. Kuzey yamaçta belirlenen lokasyona 12 adet, güney yamaçta belirlenen lokasyona ise 14 adet boyalı taş yerleştirilmiş ve bu taşların yağışlarla birlikte buldukları yerlerden hareketleri ve daha ince boyutlu sediman içerisine gömülüp gömülmedikleri izlenerek kayıt altına alınmıştır.

c. Ağ Yöntemi ve Başlıca Özellikleri

Bu yöntem genellikle yamaç erozyonunun çok olduğu alanlarda yamaç erozyonunu önleme çalışmalarında ve dağlık-engebeli arazilerde yamaç akıntılarının takip edilmesinde ve moloz yığınlarından oluşan materyallerin bulunduğu yamaçlarda gerçekleşen erozyon miktarını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır.

c.1. Ağ Yönteminin Kullanım Amacı ve Uygulanması

Çalışma sahasında, gevşek yapılı molozların bulunduğu yamaçlarda bu yöntem kullanılmıştır. Özellikle taşınan materyallerin hangi mevsimde daha çok olduğunu ve taşınma sıklığını belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Çalışma sahasında bu amaçla belirlenen ve farklı bakı özelliklerine sahip iki lokasyondan kuzey ve güney yamaçlara ağ Aralığı 3 mm olan yaklaşık 1m²'lik alana sahip iki ağ 12 mm çapında ve 30 cm uzunluğunda demir kazıklar yardımıyla sabitlenmiştir (Fotoğraf 3). Ağların kurulmasından sonra belirlenen planlar ve periyotlar süresince çalışma sahasına gidilerek ağlarda biriken sedimanlar boşaltılıp sediman miktarları şekil ve boyut özellikleri kayıt altına alınmıştır. Bu yöntemde çalışma sahasında kurulan ağlarda biriken materyallerin kurak dönemlerde ve yağışlı dönemlerde oluşturdukları değişimler de gözlenmiştir.

d. Erozyon Çubukları Yöntemi ve Başlıca Özellikleri

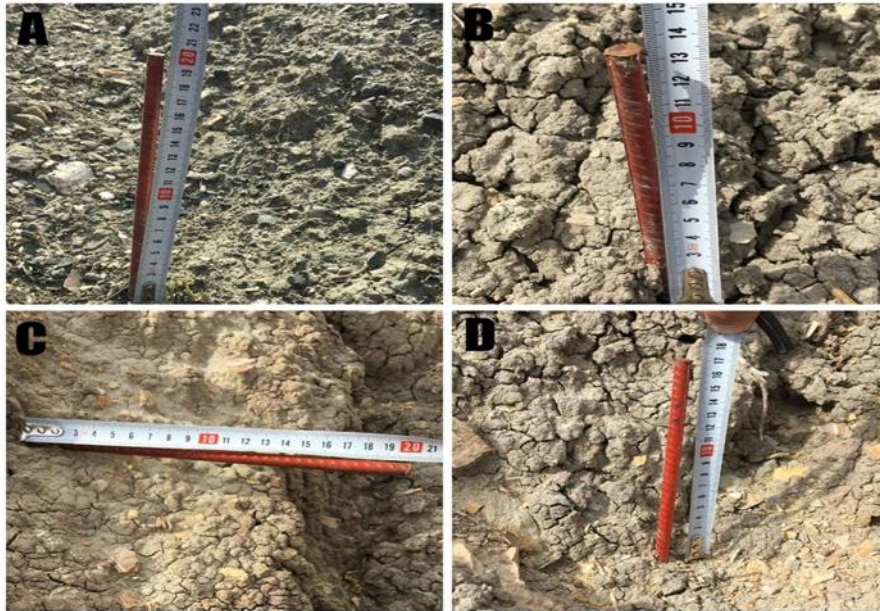
Erozyon çubukları yöntemi düz veya eğimli arazilerde oyuntuların bulunduğu alanlarda ya da yamaçlarda oluşan erozyon şiddetinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan materyaller hem kolay temin edilebilir hem de daha ekonomiktir. Bu yöntemin kullanılmasıyla elde edilen veriler daha çok sayısal değerlerden oluştuğu için erozyon miktarının belirlenmesinde daha net sonuçlar ortaya koymaktadır. Ancak bu yöntemin birçok avantajının yanında bazı dezavantajlarının olması da söz konusudur. Bu yöntemin en önemli dezavantajı bu çubukların yabani hayvanlar tarafından yerinden sökülmesidir. Bir diğer dezavantaj ise özellikle yamaç eğiminin fazla olduğu alanlarda erozyon şiddetinin fazla olmasına bağlı olarak taşınan sedimanların yamaçlardaki erozyon çubuklarının gevşemesine neden olmasıdır.



Fotoğraf 3 Yamaç Erozyonunun Şiddetinin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Ağ (A), Ağ Kurulumun (B) ve Biriken Sediman Örneklerinin Alınma Aşamasından (C) Birer Görünüm.

d.1. Erozyon Çubukları Yönteminin Kullanım Amacı ve Uygulanması

Çalışma sahasında erozyon çubukları yönteminden öncelikle iki temel araştırma faaliyeti için faydalanılmıştır. Bunlardan birincisi yüzeysel akış ile birlikte oluşan erozyonun şiddetini belirlemek, ikincisi ise yamaçlarda meydana gelen oyuntu erozyonu şiddetinin belirlemektir. Erozyon şiddetinin belirlenmesi için 8 mm çapında ve 40 cm uzunluğunda 50 adet demir çubuk hazırlanarak bu çubukların 20 cm'si kırmızı renk sprey boya ile boyanmıştır. Çubuklar, boyanan bölüme kadar belirlenen noktalara çakılmıştır. Bu 20 cm'lik kısmın boyanmasındaki temel amaç, erozyon sonucunda yüzeyde meydana gelen değişimleri ölçmeyi mümkün kılması ve buna bağlı olarak erozyon miktarının daha doğru belirlenmesidir (Fotoğraf 4). Çalışma sahasında önceden belirlenmiş güney yamaçtaki lokasyonda oyuntu erozyonunu tespit için 5 m aralıklar ile 7 çubuk ve yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yine 5 m aralıklarla yamacın enine kesitine 14 çubuk yerleştirilmiştir. Ayrıca çalışma sahasında farklı bakı etkisine sahip kuzey yamaçtaki lokasyona ise oyuntu erozyonunu tespit etmek için 5 m aralıklar ile 6 çubuk ve yamaç tespit etmek amacıyla yine 5 m aralıklar ile 12 çubuk yamacın enine kesitine yerleştirilmiştir. Farklı dönemlerde çubuklarda yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır.



Fotoğraf 4 Yamaç (C) ve Oyuntu (A – B – D) Erozyonunun Tespiti İçin Yerleştirilen Erozyon Çubukları

Arazi çalışmaları sonucunda elde edilen veriler, coğrafi araştırmanın temel ilkeleri olan sebep, sonuç, dağılım, bağlantı (karşılıklı ilgi) ilkelerine uygun olarak değerlendirildikten sonra, yazım aşaması gerçekleştirilmiştir.

Penek Çayı Havzası'nın jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerinin belirlenmesinde Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü'nün (MTA) hazırlamış olduğu 1/ 100.000 ölçekli açınısma nitelikli jeoloji paftalarından faydalanılmıştır. Çalışma sahasının iklimik verilerinin belirlenmesinde Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün (MGM) raporlarından faydalanılmıştır. Elde edilen veriler grafik ve tablolarla dönüştürülerek yorumlanmıştır. Hidrografik özellikler için Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DSİ) akım verilerinden faydalanılmıştır. Çalışma sahasının toprak ve bitki örtüsü verileri ise Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

BULGULAR

3.1. Yöntemlerden Elde Edilen Bulgular

3.1.1. Sediman Tuzaklama Yöntemi Bulguları

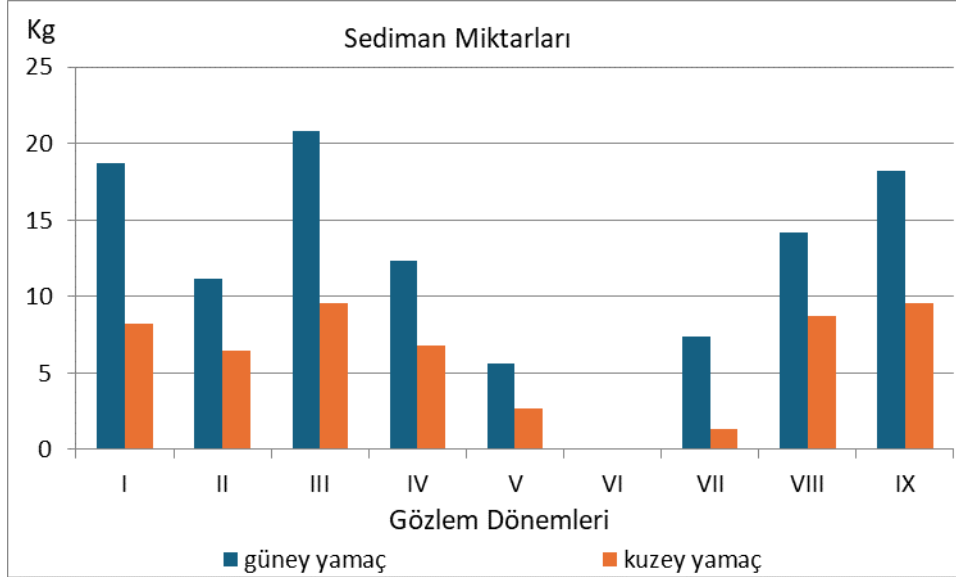
Bu bölümde Penek Çayı Havzasında farklı bakı etkisine sahip yamaçlarda oluşacak erozyon süreçlerini belirlemek amacıyla uygulanan sediman tuzaklama yöntemi sonucunda ulaşılan sedimanların analizi ve sonuçları açıklanmıştır. Tuzaklarda biriken malzemelerin farklı gözlem dönemlerine ait verileri kayıt altına alınmıştır. Sediman tuzaklama yöntemiyle çalışma sahasındaki yağış miktarı ve taşınan sediman miktarı şekil, boyut özellikleri açıklanacağı için yağış değerlerinin değişimleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler 10.04.2021-30.02.2022 tarihleri arasındaki dönemi kapsamaktadır. Bu zaman aralığında toplam 346,8 mm yağış düştüğü tespit edilmiştir. Genel olarak ilkbahar ve yaz ayları yağışlı geçerken sonbahar ve kış ayları nispeten kurak geçmiştir. Çalışma sahasında en yağışlı ay ağustos ayıdır. Bu aydaki toplam yağış miktarı 52 mm'dir. Ayrıca sahadaki yağışın en az düştüğü ay şubat ayıdır. Bu aydaki toplam yağış miktarı 5,5 mm'dir. Araştırma sahasında sediman tuzakları 10.04.2021 tarihinde kurulmuştur. Bu tarihten itibaren birer aylık dönemler dâhilinde çalışma sahasına gidilerek tuzaklarda biriken sedimanlardan örnekler alındıktan sonra gerekli ölçümler yapılmıştır. Sediman tuzaklarının kurulumu ile en yağışlı dönemin yakın olması nedeniyle tuzakların kurulmasından hemen sonra çok ciddi miktarda sediman toplanmıştır. Toplanan sedimanların özellikleri kayıt altına alınarak yağış miktarı ile taşınan ve biriken sediman miktarı arasındaki ilişkinin güçlü olduğu dönem olan 10.05.2021 döneminde güney yamaçtaki tuzakta biriken sediman miktarının 18,7 kg olduğu ve aynı yamaçta 19,2 cm kalınlığında kil birikimi tespit edilmiştir. Aynı dönemde kuzey yamaçta taşınan ve biriken sediman miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta 8,2 kg sediman ve 12 cm kil birikimi kayıt altına alınmıştır. Bu dönemde biriken toplam sediman miktarının 26,9 kg olduğu tespit edilmiştir. Sediman tuzaklarından alınan veriler kayıt altına alındıktan sonra tuzaklar içinde birikmiş olan malzemeler boşaltılarak ikinci dönem için hazır hale getirilmiştir. Bu ilk dönemde yapılan çalışmalar diğer bütün ölçüm dönemlerinde uygulanmıştır.

Tablo 3. 1 Oltu Meteoroloji İstasyonu 2021 Yılı Yağışın Aylara Göre Dağılımı

İstasyon	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Oltu	4,4	0,4	31,8	11,0	15,6	22,8	41,2	52,0	28,0	19,6	14,0	20,4	261,2

Kaynak: MGM verilerinden

Yağış tutarının nispeten arttığı 15.07.2021 döneminde sediman tuzaklarında biriken materyallerin tespiti için tekrar çalışma sahasına gidilmiştir. Bu dönemdeki yağış miktarının 41,2 mm olduğu tespit edilerek kayıt altına alınmıştır. Bu gözlem döneminde güney yamaçta 11,2 kg sediman birikimi 12 cm kil birikim olduğu tespit edilmiştir. Bir önceki döneme göre hem biriken sediman miktarının azalması hem de biriken kil miktarının azalması genel olarak yağış miktarının azalmasıyla ilgilidir. Aynı dönemde kuzey yamaçtaki tuzaklarda toplam 6,5 kg sediman birikimi ile 7,2 cm kil birikiminin olduğu tespit edilmiştir. İkinci gözlem döneminde toplam 17,7 kg sedimanın biriktiği gözlenmiştir.



Grafik 3. 1 Gözlem Dönemlerine Ait Sediman Miktarları

Çalışma sahasında yaz mevsiminin son günlerinde artan yağış miktarı ile taşınan materyal arasındaki ilişkinin ortaya konulması için 20.08.2021 tarihinde gözlem yapılarak bu dönemde ani sağnak yağışların (52 mm) etkili olması ile birlikte taşınan ve biriken sediman miktarındaki artışların olduğu gözlenmiştir. Güney yamaç lokasyonundaki birinci tuzakta toplam 20,8 kg sediman birikimi ile 22 cm kil birikimi tespit edilmiştir. Erozyon şiddetinin daha az olduğu kuzey yamaç lokasyonunda bulunan ikinci tuzakta ise 9,6 kg sediman ve 11 cm kil birikimi tespit edilmiştir. Erozyon şiddetinin belirlenmesi amacı ile yapılan bu üçüncü gözlem döneminde toplam 30,4 kg sediman birikim kayıt altına alınmıştır.

Çalışma sahasında dördüncü gözlem dönemi olarak tayin edilen 20.09.2021 tarihinde yağış miktarının azalmasına bağlı olarak farklı bakı etkisine sahip yamaçlarda bulunan tuzaklarda biriken malzemelerin farklı miktarlarda ve boyutlarda olduğu tespit edilmiştir. Aşınma, taşınma, birikme faaliyetlerinin daha fazla olduğu güney yamaçta bulunan sediman tuzagında 12,3 kg sediman ve 8,7 cm kil birikiminin olduğu görülmüştür. Aşınım, taşınım ve birikim süreçlerinin daha az etkili olduğu ikinci lokasyon olarak belirlenen kuzey yamaçtaki tuzakta 6,8 kg sediman 4,3 cm kil boyutundaki materyaller tespit edilmiştir.

Çalışma sahasında sıcaklıkların düşmesi ve yağışların azalmasıyla birlikte toprakta taşınma faaliyetlerinin nispeten azaldığı gözlenmiştir. Özellikle kurak geçen sonbahar döneminde toprak erozyonunun iyice azaldığı görülmüştür. 21.10.2021 tarihindeki beşinci gözlem döneminde yağışın azalmasına bağlı olarak ve toprakta don olaylarının görülmesi ile toprak hareketlerinin, sediman aşınım birikim süreçlerinin iyice azaldığı tespit edilmiştir. Taşınan sediman miktarının daha fazla olduğu birinci lokasyon olarak belirlenen güney yamaçtaki tuzakta 5,6 kg sediman tespit edilerek kayıt altına alınmıştır. Dış kuvvetlere maruz kalarak aşınımın daha az olduğu ikinci lokasyon olarak belirlenen kuzey yamaçtaki tuzakta ise 2,7 kg sediman tespit edilmiştir. Beşinci dönem olarak adlandırdığımız bu dönemde çalışma sahasında toplamda 8,3 kg sedimanın olduğu görülmüştür.

Çalışma sahasında altıncı gözlem dönemi olarak 20.11.2021 tarihi belirlenmiştir. Bu gözlem döneminde arazinin karla kaplı olmasından dolayı kayda değer veriler elde edilemediği için somut veriler kayda geçirilememiştir.

Penek Çayı Havzasında yedinci gözlem dönemini oluşturan 15.12.2021 döneminde yağışın artışı ile taşınan sediman miktarının arttığı tespit edilmiştir. Güney yamaç lokasyonunda bulunan birinci tuzakta 7,4 kg sediman 3 cm kalınlığında kil tespit edilmiştir. Bu dönemde kuzey yamaç lokasyonunda bulunan ikinci tuzakın bulunduğu alanda sıcaklıkların düşük olması topraktaki don olayının mevcudiyeti ikinci tuzakta birikimin az olmasına neden olmuştur.

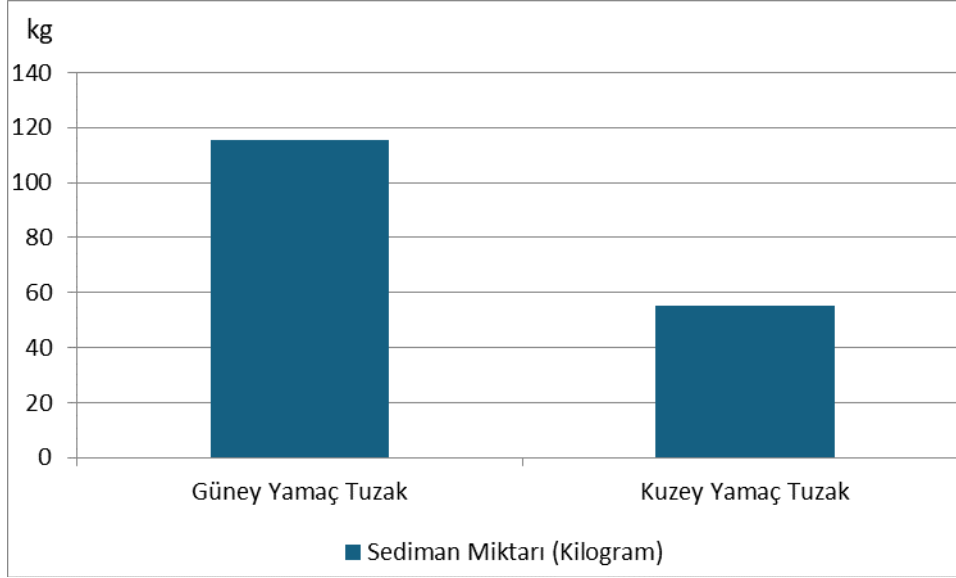
Kuzey yamaç lokasyonunda bulunan ikinci tuzakta toplam 1,3 kg sediman birikimi 0,57 cm kil birikimi tespit edilmiştir. Bu gözlem döneminde her iki yamaçta toplam biriken sediman miktarının 8,7 kg olduğu tespit edilerek kayıt altına alınmıştır. Çalışma sahasında sekizinci dönemi olan 15.01.2022 tarihinde yapılan ölçümlerde yağışların artışı ve toprakta donun çözülmesiyle birlikte aşınan, taşınan ve biriken sediman miktarında ve boyutunda artan değişimler göze çarpmaktadır. Çözülme olayının daha hızlı gerçekleştiği güney yamaçta bulunan bir numaralı sediman tuzağında 14,2 kg malzeme biriktiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu yamaçta 9,7 cm kil birikimi gözlenmiştir. Sıcaklığın daha düşük olduğu ve çözülme olayının daha yavaş gerçekleştiği kuzey yamaçta bulunan ikinci sediman tuzağında 8,7 kg malzeme ve 2,4 cm kil birikimi olduğu gözlenmiştir. Bu dönemde hem kuzey hem de güney yamaçta bulunan tuzaklarda biriken toplam sediman miktarının 22,9 kg olduğu tespit edilmiştir.

Yağış miktarı ile taşınan sediman miktarı arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla çalışma sahasındaki son gözlem dönemi 15.02.2022 tarihidir. Bu dönemde yağışın artmasıyla birlikte her iki yamaçta da taşınan malzeme miktarının ve boyutunun arttığı tespit edilmiştir. Güney yamaç lokasyonunda bulunan bir numaralı tuzakta 18,2 kg sediman birikimi görülürken 10,4 cm kil birikimi tespit edilmiştir. Kuzey yamaç lokasyonunda ikinci tuzakta bulunan sediman miktarının 9,6 kg, kil miktarının ise 4,2 cm olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak yapılan bu gözlemler, güney yamaçta erozyon şiddetinin kuzey yamaçtan daha yoğun olduğunu göstermiştir (Grafik 3.2). Çalışma sahasındaki iklimik veriler ve taşınan sediman miktarı ile şekil, boyut özellikleri arasında sıkı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışma sahasının diğer edafik faktörlerin farklı özelliklere sahip yamaçlarda oluşan erozyon şiddetini belirleyen diğer faktörler arasında örnek gösterilebilir. Yapılan çalışmalar yağışın az olduğu dönemlerde dâhil sediman taşınımı olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra gün içerisinde düşen en yüksek yağış miktarının tuzaklarda biriken sediman boyutu üzerinde etkili olduğunu kanıtlamaktadır (Adams, 2008: 10). Bunun nedeni yüksek yağışların sağanak şeklinde olması ve sellere neden olmasıdır.

Çalışma sahasından elde edilen malzemelerden tane boyu analizi yapılması sedimanların taşınım mekanizmaları ve birikim süreçleri hakkında değerlendirme yapmayı sağlaması açısından büyük önem taşımaktadır. Dış kuvvetlere maruz kalarak taşınan materyallerin şekil ve boyut özellikleri ile taşınma ve birikme süreçleri arasında sıkı bir bağlantının olduğu bilinmektedir. Aşınım, taşınım ve birikim süreçlerinde tane büyüklüğü fazla olan sedimanların oldukları yerden hareket edebilmesi için daha güçlü bir enerjiye ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Buna karşılık tane boyutu ince olan sedimanların hareketi için daha az enerjiye ihtiyaç duyduğu tespit edilmiştir (Kaymakçı, 2001: 16). Taşınan materyallerin şekil ve boyut özellikleri onun aynı zamanda taşınma mekanizması üzerinde de büyük önem arz etmektedir (Demir, 1996: 8).

Yapılan çalışmada tane büyüklüğü daha çok olan çakıl ya da iri kum boyutundaki malzemeler daha çok yuvarlanma ve sürtünme şeklinde taşınırken kil-mil-silt boyutundaki materyaller ise daha çok süspanse (asılı) halde taşıyabilmektedir. Büyük kaba materyaller ile ince ve küçük materyallerin taşınım özellikleri birbirlerinden farklı olduğu için birikim süreçlerinde birbirlerinden farklıdır. Bu farklı özelliklerden hareketle bu sedimanların bulunduğu çevresel değişimler de tespit edilebilir (Demir, 2004: 116).



Grafik 3. 2 Çalışma Süresi Boyunca Tuzaklarda Tutulan Sediman Miktarı

3.1.2. Boyalı Taş Yöntemi Bulguları

Çalışma sahasında oluşan yağışın şiddeti ve süresine bağlı olarak yamaçlarda taşınan sedimanın boyutları, şekil özellikleri ve taşındıkları mesafeler ile sedimanların taşınırken oyuntuları takip ettiği yolları gömülme derinliği gibi unsurların belirlenmesi amacıyla boyalı taş yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde çalışma sahasındaki farklı lokasyonlara benzer özelliklere sahip boyalı taşlar yerleştirilerek bu taşların hareketleri izlenmiş ve kayıt altına alınmıştır. Kuzey yamaçtaki ikinci lokasyona yerleştirilen 11 adet boyalı taştan en büyük çapta olan 117 mm, en küçük çapta olanı ise 32 mm'dir. Boyalı taşlardan küçük olanların 6 tanesi kaybolmuş geriye kalanların hareketleri sonucunda en fazla mesafeye ulaşan 52 mm çapındaki bir numaralı taş 9 m uzakta eğimin azaldığı aşağı çığırda yamaçtan aşağı inen diğer malzemeler ile birlikte bulunmuştur. 57 mm çapındaki iki numaralı boyalı taş ise 7,5 m taşınmış olup kanal içerisindeki diğer ince boyutlu sedimanlar ile çamur içerisinde bulunmuştur. 90 mm çapındaki üç numaralı taş hareket noktasından 6,2 m uzaklıkta killi yapılar içerisinde kendisinden farklı boyuttaki sedimanlar arasında bulunmuştur. 73 mm çapındaki dört numaralı taş hareket noktasından 7,4 m mesafede irili ufaklı ve kozmopolit malzemedan oluşan ve nispeten eğimin daha az olduğu alanda bulunmuştur. Yatay yönde hareketi daha zor olan 78 mm boyutundaki kare şekilli olan beş numaralı taşın hareketinin daha az mesafe kat ettiği tespit edilmiştir. Bu taşın diğer boyalı taşlara oranla daha az mesafe kat etmesi, taşınan sedimanlara gömülmesi ile açıklanabilir. Bu beş numaralı taşın hareket noktasından bir metreden daha az bir mesafe kat ettiği tespit edilmiştir. Kuzey yamaç lokasyonunda bulunan diğer altı taşın hareket noktasını geçemediği tespit edilmiştir. Bu taşların hareketini zorlaştıran temel faktör yamaç döküntüsüne takılmalarıdır.

Güney yamaçtaki birinci lokasyona 14 adet taş yerleştirilmiş 5 tanesi kaybolmuş 9 tanesi bulunarak kayıt altına alınmıştır. Başlangıç noktasından itibaren hareket eden taşların ortalama uzaklığı 12,7 m'dir. Boyutları ve şekil özellikleri birbirinden farklı olan taşların en büyüğünün çapı 89 mm ve kübik şekilli, en küçüğü ise 35 mm ve yuvarlak şekillidir. Gözleme konu olan boyalı taşlardan bir numaralı olan taş başlangıç noktasından 1,3 m uzakta hafif harekete maruz kalmış ve diğer sedimanların içerisinde bulunmuştur. Disk şekilli 82 mm çapındaki iki numaralı taş yatağın eğim doğrultusunun 1,7 m uzağında kanal içerisinde kendisiyle aynı boyuttaki materyaller ile birlikte olduğu görülmüştür. Küresel şekle sahip 77 mm çapındaki üç numaralı taş başlangıç noktasından 1,9 m uzakta kil birikiminin olduğu alanın sağ tarafında çimentolaşmaya maruz kalarak farklı boyuttaki materyaller ile sıkışık bir şekilde bulunmuştur.

Ayrıca küresel şekle sahip 70 mm çapındaki dört numaralı boyalı taş 2,2 m uzaklıkta çakıl birikimi içerisinde bulunmuştur. Kübik şekilli 88 mm çapındaki beş numaralı boyalı taş başlangıç noktasından fazla uzaklaşmamış bu noktadan 1,2 m uzaklıkta kanalın enine kesitinde bulunmuştur. Altı numaralı boyalı taş yamaç eğiminin azaldığı ve birikimlerin oluştuğu daha küçük malzemelerin bulunduğu birikinti konilerini andıran gevşek yapılı malzemelerin içerisinde ve başlangıç noktasından itibaren yaklaşık 9,7 m uzaklıkta bulunmuştur. Yedi, sekiz ve dokuz numaralı taşlar hem taşların şekil özelliklerinin yatay olmasından hem de boyutlarının büyük olmasından dolayı başlangıç noktasını geçemedikleri için bu taşlar ile ilgili herhangi bir kayıt tutulmamıştır.

Sonuç olarak boyalı taş yönteminden elde edilen bu verilere göre başlangıç noktasına ulaşamayan ve başlangıç noktasını geçemeyen taşlar büyük oranda yatay şekilli boyutları büyük ağır ve kaba taşlardır. Ayrıca boyalı taşların zeminde taşınan doğal yatak yükleriyle birlikte hareket etmesi bu boyalı taşların hareket mesafesini azalttığı düşünülmektedir. Çalışma sahasında aşırı ve ani sağanak yağışlarla birlikte ortaya çıkan malzemenin kanallarda akması ve kanalları doldurması boyalı taşların hareket alanını sınırladığı düşünülmektedir.

Çalışma sahasında hareket etmeyen ya da başlangıç noktasından itibaren hareketin az gözlemlendiği boyalı taşların hareketini sınırlandıran faktörlerin materyallerin boyut ve şekil özelliklerinin yanında bu materyallerin hareketlerini kısıtlayacak ölçüde sediman birikiminin olmasıdır. Sahada boyalı taş yönteminde taşınan materyallerin daha çok disk şekilli, yuvarlak şekilli ve silindirik şekilli, boyutlarının ise daha küçük taşlardan oluştuğu tespit edilmiştir. Güney yamaçtaki boyalı taşların aynı şekil ve boyut özellikleri ile benzer olan kuzey yamaçtaki taşlara göre başlangıç noktasından daha uzak mesafelere taşınması bu yamaçtaki toprak hareketlerinin daha hızlı olması ile ilişkili olduğu kanaatini güçlendirmektedir.

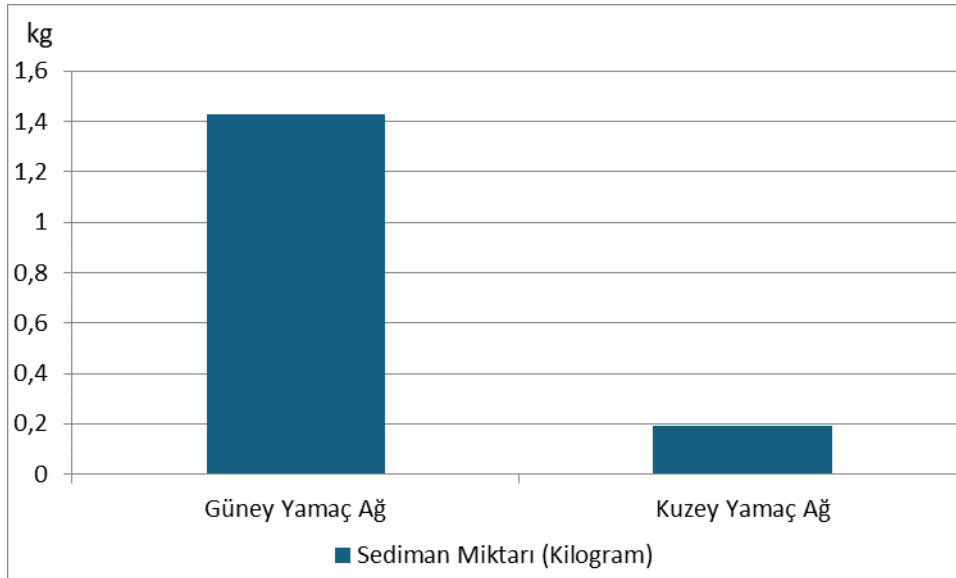
3.1.3. Ağ Yönteminden Elde Edilen Bulgular

Bu yöntem yamaçlarda meydana gelen taşınma süreçlerinin belirlenmesi amacı ile kullanılmıştır. Penek Çayı Havzası'nda farklı bakı etkisine sahip yamaçlarda aşınım, taşınım ve birikim faaliyetleri farklı gözlem dönemlerinde incelenmiştir. Sediman tuzaklarında biriken malzemelerin gözlemlerinin yapıldığı zamanlarda ağ yönteminde biriken materyallerin incelenmesi içinde aynı dönemlerde gözlemler yapılmıştır. Yapılan gözlemlerde kuzey ve güney yamaçlarda farklı miktarlarda, farklı şekil ve boyut özelliklerine göre sedimanların olduğu tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta ve güney yamaçta benzer özelliklere sahip iki lokasyona ağlar kurularak elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır.

Güney yamaçta bulunan lokasyondaki ağda birinci gözlem döneminde tutulan malzeme miktarı 687,2 g ikinci gözlem döneminde aynı ağda 485,3 g üçüncü gözlem döneminde 722,6 g sediman biriktiği tespit edilmiştir. Üçüncü gözlem döneminde ağlarda biriken sediman miktarındaki artışın temel sebebi ani sağanak yağışların artması olarak açıklanabilir. Çalışma sahasında dördüncü gözlem döneminde yağışların azalmasına bağlı olarak ağlarda biriken sediman miktarında azalma gözlenmiştir. Bu dönemde güney yamaçtan 307,6 g sediman alınmıştır. Çalışma sahasında güney yamaçta kurulan ağın bulunduğu lokasyonda beşinci gözlem dönemi sıcaklıkların düştüğü dönemdir. Beşinci gözlem döneminde yağışların azalması ile birlikte sediman taşınım süreçleri oldukça azalmaktadır. Taşınan sedimanların azalmasında yağmurun yerini kar yağışlarına bırakması da etkili olmaktadır. Bu dönemde güney yamaçta bulunan ağda 58,7 g sediman tespit edilmiştir. Altıncı gözlem döneminde güney yamaçta bulunan ağda donma olayının yaşanmasından dolayı sediman tespit edilememiştir. Güney yamaçta yedinci gözlem döneminde yapılan incelemede ilkbahar yağışlarının artması ve doğmuş toprağın çözülmesi ile sediman hareketleri artmış ancak güney yamaçtaki birikimin 37,6 g ile çok az olduğu tespit edilmiştir. Sekizinci dönemde yağış miktarının artışı toprağın su ile çözülme olayı ile hareketini kolaylaştırmıştır. Bundan dolayı bir önceki döneme göre ağda

biriken sediman miktarının 62,8 g ile daha fazla olduğu tespit edilmiştir ağlarda biriken sedimanların gözlem altına alındığı son dönem olan dokuzuncu dönemde güney yamaçtaki ağda 77,8 g sediman tespit edilmiştir.

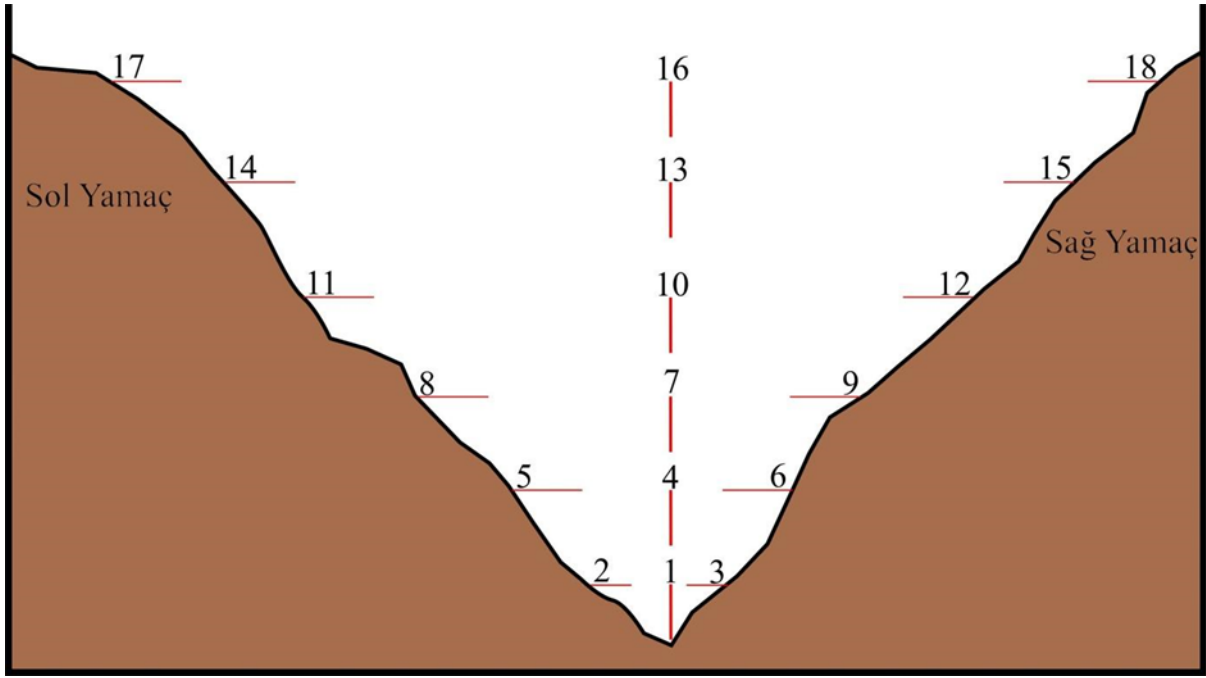
Kuzey yamaçta önceden belirlenen lokasyona yerleştirilen ağdan birinci gözlem döneminde 92,6 g ikinci dönemde ise 104,7 g sediman tespit edilmiştir. Kuzey yamaçtaki lokasyonda bulunan ağdaki materyallerin daha küçük unsurlardan oluştuğu gözlemlenmiştir. Kuzey yamaçta bulunan lokasyondaki ağın yabancı hayvanlar tarafından tahrip edilmesinden dolayı diğer gözlem dönemlerine ait veriler kayıt altına alınamamıştır. Çalışma süresi boyunca güney yamaçta bulunan lokasyondaki ağda toplamda 1,439 kg sediman tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta ise sadece iki gözlem dönemi için 197,3 g sediman tespit edilmiştir. Aynı gözlem dönemlerinde güney yamaçta bulunan lokasyona yerleştirilen ağdaki sediman miktarının, kuzey yamaçtaki lokasyonda bulunandan daha fazla olduğu ve aralarında miktar bakımından büyük farklar olduğu tespit edilmiştir (Grafik 3.3). Bu durumun muhtemel nedenleri arasında iklimik faktörler ve zeminin litolojik özellikleri bakımından oluşan farklılıklar söylenebilir. Ayrıca elde edilen verilerden sediman tuzaklarında biriken malzemelerin ağlarda biriken malzemelerle kıyaslanamayacak kadar çok olduğu tespit edilmiştir.



Grafik 3. 3 Çalışma Süresi Boyunca Ağlarda Tutulan Sediman Miktarı

3.1.4. Erozyon Çubukları Yöntemi Bulguları

Erozyon çubuklar yöntemi oyuntuların bulunduğu alanlarda oluşan erozyon oranını dolaylı olarak belirlemek için kullanılan yöntemdir. Araştırmamızda erozyon çubuklar yöntemi için 50 adet 8 mm çapında ve 40 cm uzunluğunda demir çubuklar kullanılmıştır. Bu çubuklarla daha önce belirlenmiş lokasyonlara bir plan dâhilinde yerleştirilmiştir çubuklarını 20 cm'si kırmızı renk ile boyanarak, boyalı olan kısma kadar olan uzunluğun incelemenin yapılacağı alana sabitlemek suretiyle yapılan gözlemler kayıt altına alınmıştır. Erozyon çubuklarının ilk yerleştirildiği tarihi 10.05.2021'dir. Bu tarihten itibaren daha önceden planlanmış tarihlerde belirli aralıklarla gözlemler yapılmış, 15.03.2022 tarihinde son gözlem yapılmıştır. Çalışma sahasında öncelikle güney yamaçta bir plan dâhilinde belirlenen yamaçlara oyuntu erozyonunu tespit etmek için 5 metre aralıklar ile 6 çubuk yamaç erozyonu tespit etmek amacıyla da karşılıklı olarak yine 5 metre aralıklarla toplam 12 çubuk yerleştirilmiştir (Şekil 3.1).

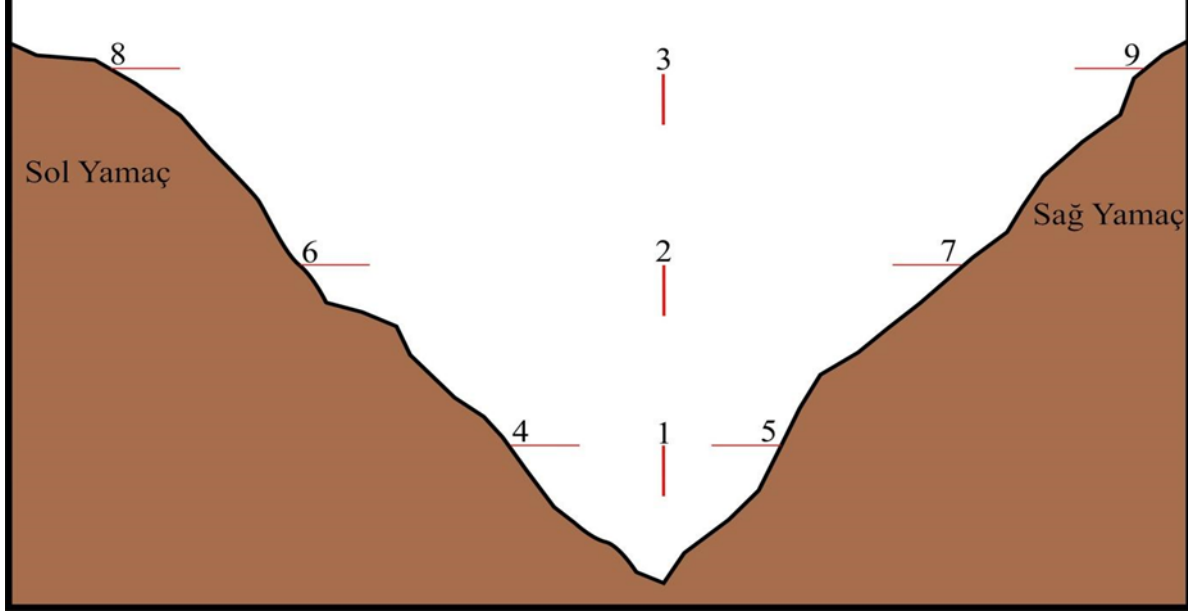


Şekil 3.1 İnceleme Alanının Güney Yamacında Yamaç ve Oyuntu Erozyonunun Tespiti İçin Erozyon Çubuklarının Şematik Görünümü

Çalışma sahasında toplam yağış miktarının 23,6 mm olduğu 10.05.2021 tarihindeki birinci gözlem döneminde yamacın en alt aşağıda kısmındaki çubuklarda 1, 2 ve 3 numaralı çubuklarını boylarında pozitif yönde değişimler gözlenmiştir. Yamacın alt aşağı çığırında bulunan çubuklardan 5 metre daha yukarıda bulunan üst aşağıda çığırda 4, 5 ve 6 numaralı çubuklar bulunmaktadır. Bu çubukların boylarında alt aşağı çığırda bulunan 1, 2 ve 3 numaralı çubuklara oranla daha az oranda pozitif bir değişim gözlenmiştir. Alt aşağı çığırda bulunan 3 numaralı çubukta 8 mm, 2 numaralı çubukta 6 mm ve 1 numaralı çubukta 9 mm birikme tespit edilmiştir. Yamacın üst aşağı çığırında bulunan 6 numaralı çubukta 2 mm, sol yamaçtaki beş numaralı çubukta 3 mm ve 7 numaralı çubukta 4 mm birikme tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda güney yamaçta akarsuyun alt aşağı çığırından orta ve yukarı çığıra çıkıldıkça erozyon çubuklarındaki pozitif değişim oranının azaldığı gözlemlenmiştir. Akarsuyun alt orta çığırına 7, 8 ve 9; üst orta çığırına ise 10, 11, ve 12 numaralı çubuklar yerleştirilmiştir. 7 numaralı çubukta 5 mm ve 10 numaralı çubukta ise 3 mm birikim tespit edilmiştir. Ayrıca 9 numaralı çubukta 2 mm, 12 numaralı çubukta 1,8 mm birikim tespit edilirken; sol yamaçta bulunan 8 numaralı çubukta 1,3 mm, 11 numaralı çubukta 1,1 mm birikim tespit edilmiştir. Birikim miktarının iyice azaldığı yukarı çığırda bulunan 13 numaralı çubukta 2 mm, 16 numaralı çubukta ise 1,7 mm birikim tespit edilirken; sağ yamaçta bulunan 15 numaralı çubukta 0,8 mm 16 numaralı çubukta ise 0,5 mm birikim gözlenmiştir. Sol yamaçtaki 14 numaralı çubukta 0,6 mm, 17 numaralı çubukta ise 0,3 mm birikim tespit edilmiştir. Yapılan gözlemlerde yamacın yukarı çığırında bulunan çubuklardaki birikim miktarının az olması bu çubukların bulunduğu alanlarda aşınımın daha kuvvetli olduğunu kanıtlamaktadır.

Çalışma sahasında kuzey yamaç lokasyonlarında daha önceden belirlenen noktalara yine 5 m aralıklarla oyuntu erozyonunu tespit etmek için üç çubuk yerleştirilirken sağ yamaca üç ve sol yamaca üç olmak üzere toplam altı erozyon çubuğu yerleştirilmiştir (Şekil 3.2). Kuzey yamaçta oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan ve aşağı çığırda bulunan 1 numaralı çubukta 6,7 mm, sol yamaçtaki 4 numaralı çubukta, 4 mm, 5 numaralı çubukta ise 2 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında bulunan 2 numaralı çubukta 5,4 mm birikim tespit edilirken, sol yamaçtaki 6 numaralı çubukta 2 mm, sağ yamaçtaki 7 numaralı çubukta 2 mm

birikim tespit edilmiştir. Birikim miktarının nispeten azaldığı yukarı çığırda bulunan 3 numaralı çubukta 1,8 mm, sol yamaçtaki 8 numaralı çubukta 0,6 mm, sol yamaçtaki 9 numaralı çubukta ise 0,2 mm birikim tespit edilmiştir.



Şekil 3. 2 İnceleme Alanının Kuzey Yamacında Yamaç ve Oyuntu Erozyonun Tespiti İçin Erozyon Çubuklarının Şematik Görünümü

İkinci gözlem dönemini oluşturan 10.06.2021 tarihinde toplam yağış miktarının 26,6 mm olduğu dönem en yağışlı dönem olarak kayıt altına alınmıştır. Güney yamaçta, yamacın aşağı çığına yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 13,2 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 11,7 mm birikim tespit edilirken, sağ yamaçtaki 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 9,6 mm, 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 8,9 mm birikim tespit edilmiştir. Sol yamaçta bulunan 2 numaralı çubuğun bulunduğu güney yamaçta yamacın orta çığındaki 7 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu alanda 10,2 mm, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 10,1 mm birikim tespit edilirken; sağ yamaçtaki 9 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu alanda 8,7 mm, 12 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu alanda 8,2 mm birikim tespit edilmiştir. Sol yamaçta bulunan 8 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu lokasyonda 6,6 mm, 11 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu lokasyonda 6,2 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın yukarı çığında bulunan 13 numaralı çubuğun bulunduğu noktada 5,7 mm, 16 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu noktada 5,2 mm birikim tespit edilmiştir. Ayrıca güney yamaçta yamacın yukarı çığında yer alan sağ yamaçtaki 15 numaralı çubukta 4,3 mm, 18 numaralı çubukta 3,8 mm; sol yamaçta bulunan 14 numaralı çubukta 4,1 mm, 17 numaralı çubukta ise 3,6 mm birikim tespit edilmiştir. Yamaç erozyonunu tespit etmek için kullanılan çubukların bulunduğu alanlarda gerçekleşen sediman birikim miktarlarının farklı olması yamaçlardaki bakı durumunun farklı olmasından ve buna bağlı olarak gelişen fiziksel parçalanmanın güney yamaçta daha kuvvetli olmasından kaynaklanmaktadır.

İkinci gözlem döneminde (10.06.2021) kuzey yamaçta aşağı çığında oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 1 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu alanda 4,3 mm birikim tespit edilmiştir. Yine aşağıda sağ yamaçtaki 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,1 mm, sol yamaçtaki 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,9 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamacın orta çığına yerleştirilen 2 numaralı çubuğu bulunduğu alanda 3,8 mm birikim görülmüştür. Aynı çığında sağ yamaçta bulunan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2 mm,

sol yamaçta bulunan 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,6 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı yamacın yukarı çıkırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda nispeten birikimin az olduğu tespit edilerek, bu alanda birikimin 1,2 mm olduğu kayıt altına alınmıştır. Ayrıca kuzey yamaçta yukarı çıkırda sol yamaçtaki 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,7 mm birikim olduğu tespit edilirken, sağ yamaçtaki 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm sediman birikimi tespit edilmiştir.

Üçüncü gözlem dönemini oluşturan 15.07.2021 tarihinde toplam yağış miktarının 67,1 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemde güney yamaçta oyuntu erozyonunu belirlemek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,2 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,8 mm sediman birikimi tespit edilmiştir. Bu dönemde yağış tutarındaki azalma, aşağı çıkırda oluşan birikimin de az olmasına neden olmuştur. Aynı lokasyonda bulunan güney yamaçta, yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla konumlandırılmış olan sağ yamaçtaki 3 numaralı çubukta 9 mm birikim tespit edilirken, aynı yamaçta bulunan 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 6 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,7 mm sediman birikimi tespit edilirken, 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 5 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın orta çıkırında bulunan ve sağ yamaca yerleştirilen 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 7 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2,6 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı lokasyondaki sol yamaçta bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 5 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 3 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çıkırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla konulmuş olan 7 numaralı çubuğun olduğu alanda 2,8 mm, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2,6 mm sediman birikimi tespit edilmiştir. Güney yamacın yukarı çıkırındaki 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,7 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 1,3 mm sediman tespit edilmiştir. Aynı lokasyonda yamaç erozyonunu tespit etmek için konulmuş olan ve sağ yamaçta bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,8 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,4 mm birikim gözlenmiştir. Sol yamaçta bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm birikim tespit edilmiştir. Eğim ve yükselti özellikleri birbirine benzeyen sağ ve sol yamaçlarda biriken ve taşınan sediman miktarlarının farklı olması, litolojik özellikleri aynı olan yamaçların fiziksel parçalanma şiddetlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Üçüncü gözlem döneminde (15.07.2021) kuzey yamaç lokasyonunda yamacın aşağı çıkırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 1 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu alanda 3,2 mm birikim tespit edilirken yine yamacın aşağı çıkırında sağ yamaçtaki 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 9 mm, sol yamaçtaki 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,7 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta yamacın orta çıkırındaki 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,6 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çıkırında konumlandırılan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3 mm, sol yamaçta altı numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,1 mm sediman birikimi gözlenmiştir. Yamacın yukarı çıkırına konulmuş olan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm birikim tespit edilirken, 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm, sol yamaçta bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta gerçekleşen erozyon miktarının güney yamaca oranla daha az olması, yamaçların farklı bakı koşullarına sahip olmalarının ortaya çıkarmış olduğu bir sonuçtur.

Dördüncü gözlem dönemini oluşturan 20.8.2021 tarihinde 56,6 mm yağış olduğu kayıt altına alınmıştır. Bu gözlem döneminde güney yamaçta yamacın aşağı çıkırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,8 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm birikim tespit edilmiştir. Aşağı çıkırda 6 numaralı çubuğun bulunduğu sağ yamaçta 3,4 9 numaralı çubuğun bulunduğu sağ yamaçta 3,2 mm birikim tespit edilirken sol yamaçta bulunan ve yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 2 numaralı çubukta 2,9 mm 5 numaralı Çubukta 2,7 mm sediman birikimi tespit

edilmiştir. Yamacın orta çığırına yerleştirilen 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,9 mm birikim tespit edilirken, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,6 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,5 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,3 mm birikim tespit edilmiştir. Sol yamaçta ise 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2,2 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamacın yukarı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için yerleştirilen 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,8 mm 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise birikimin çok azaldığı gözlenerek 0,9 mm birikim ölçülmüştür. Aynı lokasyonda yamacın yukarı çığırında 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,6 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm birikim tespit edilmiştir. Yukarı çığırda sol yamaçta 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,3 mm birikim kayıt altına alınmıştır. Dördüncü gözlem döneminde (20.08.2021) kuzey yamaçta, yamacın aşağı çığırında oyuntu erozyonunu belirlemek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı erozyon çubuğunun bulunduğu alanda 2,9 mm birikim tespit edilirken, aynı lokasyonun aşağı çığırının sağ yamacında bulunan 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,2 mm, sol yamaçta bulunan dört numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,8 mm birikim tespit edilirken yamacın orta çığırındaki sağ yamaçta 1,4 mm, sol yamaçta 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 1,6 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta, yamacın yukarı çığırına yerleştirilen 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm birikim tespit edilirken, yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla kullanılan sağ yamaçta bulunan 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm, sol yamaçta 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 0,7 mm birikim tespit edilmiştir.

Beşinci gözlem 22.09.2021 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde toplam yağış miktarı 49 mm olarak kaydedilmiştir. Bu gözlem döneminde güney yamaçta yamacın aşağı çığırına yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,9 mm birikim tespit edilirken, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,6 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı lokasyonda sağ yamaçta bulunan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,7 mm, 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm birikim tespit edilirken; sol yamaçta bulunan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,2 mm, 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,9 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,8 mm birikim tespit edilmiştir. Orta çığırda sağ yamaçta bulunan 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2,2 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı çığırda sol yamaçta bulunan ve yamaç erozyonunu tespit etmek için kullanılan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,2 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 1,8 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta, yamacın yukarı çığırında 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 0,7 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı lokasyonda yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla kullanılan ve sağ yamaçta bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,9 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 0,4 mm birikim tespit edilirken; sol yamaçta bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,6 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,3 mm birikim tespit edilmiştir.

Kuzey yamaçta, yamacın aşağı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm birikim tespit edilirken aynı lokasyonun aşağı çığırında sağ yamaçta bulunan 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,1 mm, sağ yamaçta bulunan 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,8 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı lokasyonun orta çığırına yerleştirilen 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3 mm birikim tespit edilirken, orta çığırda sağ yamaçta bulunan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,6 mm birikim, 6 numaralı çubuğun bulunduğu sol yamaçta 1,9 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaç lokasyonunun yukarı çığırında bulunan 3 numaralı çubuğun

bulunduğu alanda 2,8 mm birikim tespit edilirken, yukarı çığırda sağ yamaçta bulunan 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,9 mm, sol yamaçta bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm birikim tespit edilmiştir. Çalışma sahasında yapılan gözlemlerde beşinci gözlem döneminde sonbahar yağışlarının artmasıyla birlikte taşınan ve biriken sediman miktarında az da olsa artışların meydana geldiği görülmektedir.

Altıncı gözlem dönemi 21.10.2021'dir. Bu gözlem döneminde araştırma sahasına düşen toplam yağış miktarı 41,4 mm olmuştur. Bu gözlem döneminde güney yamaçta oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yamacın aşağı çığırında yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,2 mm birikim tespit edilirken; sağ yamaca yerleştirilen çubuklardan 3 numaralı çubuğun olduğu alanda 4,2 mm, 6 numaralı çubuğun olduğu alanda 3,9 mm birikim olduğu tespit edilmiştir. Sol yamaç lokasyonuna yerleştirilen 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,9 mm ve 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,6 mm birikim olduğu kayıt altına alınmıştır. Orta çığıra yerleştirilen 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,8 mm, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,5 mm birikim kayıt altına alınmıştır. Orta çığırda yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla sağ yamaca yerleştirilen 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,1 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2,7 mm birikim tespit edilirken; aynı çığırın sol yamacında bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,1 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın yukarı çığırında bulunan 13 numaralı çubuğun yer aldığı alanda 1,7 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 1,5 mm birikim tespit edilmiştir. Ayrıca aynı yamaçta, yamacın sağa tarafında bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,9 mm birikim tespit edilirken, sol yamacın sol tarafında bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,7 mm birikim tespit edilmiştir.

Altıncı gözlem döneminde (21.10.20 21) kuzey yamaçta, yamacın aşağı çığırında 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,2 mm birikim tespit edilirken, sağ tarafında bulunan 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,2 mm, sol taraftaki yamaçta bulunan 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,6 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için yerleştirilen 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,8 mm, sağ yamaçta bulunan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm, sol yamaçta 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,7 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın yukarı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için yerleştirilen 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,9 mm birikim tespit edilirken, güney yamaçta yukarı çığırda yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,4 mm, 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm birikim tespit edilmiştir.

Yedinci gözlem 20.11.2021 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde yağış miktarı 13,6 mm olarak kaydedilmiştir. Bu gözlem döneminde yağış miktarının azalmasına bağlı olarak taşınan ve biriken sediman miktarında azalmalar tespit edilmiştir. Bu dönemde güney yamaçta, yamacın aşağı çığırında oyuntu erozyonunu belirlemek amacıyla yerleştirilen bir numaralı çubuğun olduğu alanda 2,7 mm, 4 numaralı çubuğun olduğu alanda 2,4 mm birikim tespit edilirken, sağ yamaçta bulunan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,1 mm birikim tespit edilmiştir. 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,7 mm, aşağı çığırda sol yamaçta bulunan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm, 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 1,2 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamacın orta çığırındaki 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm, 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında bulunan 9 numaralı çubukta 0,9 mm 12 numaralı çubukta 0,7 mm birikim ölçülmüştür. Yamacın orta çığırında sol tarafta bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,6 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm birikim gözlenmiştir. Yamacın yukarı çığırında 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm birikim gözlenmiştir. Ayrıca yamacın yukarı çığırında yamaç erozyonunu tespit etmek

amacıyla yamacın sağ tarafında bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,3 mm birikim gözlenirken; yukarı çığırda sol yamaçta bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,2 mm 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 0,1 mm birikim tespit edilmiştir.

Sekizinci gözlem döneminde (15.12.2021) toplam yağış miktarı 17 mm olarak tespit edilmiştir. Bu gözlem döneminde yağış miktarının azalması ve don olaylarındaki artış nedeniyle çalışma sahasında taşıma ve biriken sediman miktarında bir önceki döneme göre nispeten azalmalar tespit edilmiştir. Bu gözlem döneminde güney yamaçta yamacın aşağı çığırında bulunan 1 numaralı çubuğun yer aldığı alanda 2,2 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2 mm birikim tespit edilirken, sağ yamaçta kullanılan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,7 mm, 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,4 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın aşağı çığırında sol yamaçta bulunan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,1 mm, 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,9 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaç lokasyonunda yamacın orta çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,1 mm, 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,7 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 0,2 mm birikim gözlenmiştir. Yamacın yukarı çığırında 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,2 mm birikim gözlenmiştir. Yamacın yukarı çığırında, yamacın sağ tarafında bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,2 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,1 mm birikim görülürken; yukarı çığırda sol yamaçta bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,2 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0.1 mm birikim tespit edilmiştir.

Dokuzuncu gözlem dönemi olan 21.1.2022 tarihinde kuzey yamaçta, yamacın aşağı kısmında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,8 mm birikim tespit edilirken, kuzey yamaçta yamaç erozyonunu tespit etmek için kullanılan sağ yamaçta bulunan 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,9 mm, 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 3,1 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm birikim tespit edilirken; sol tarafta bulunan 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm, sol tarafta bulunan 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,7 mm birikim tespit edilmiştir.

Kuzey yamaç lokasyonunda yamacın yukarı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla kullanılan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,7 mm birikim tespit edilirken, yukarı çığıra yerleştirilen 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0.2 mm, 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,4 mm birikim tespit edilmiştir.

Dokuzuncu gözlem döneminde (21.1.2022) güney yamaç lokasyonunda yamacın aşağı çığırın da oyuntu erozyonunu tespit etmek için yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,1 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla sol yamaçta kullanılan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,6 mm 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,2 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yamacın sağ tarafında bulunan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,4 mm sol tarafında bulunan yamaçta 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,2 mm birikim tespit edilmiştir. Dokuzuncu gözlem döneminde güney yamaçta yamacın orta çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla kullanılan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm birikim tespit edilirken, 10 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,1mm birikim tespit edilmiştir. Orta çığırda yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yamacın sağ tarafında bulunan 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2.8 mm 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 2.3 mm birikim tespit edilmiştir. Güney

yamaçta orta çığırda yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla yamacın sol tarafında bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,6 mm 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,3 mm birikim tespit edilmiştir. Aynı gözlem döneminde güney yamaçta oyuntu erozyonunun tespiti için yerleştirilen 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,9 mm birikim gözlenirken, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm ile en düşük birikim değeri gözlenmiştir. Dokuzuncu gözlem döneminde güney yamaçta yamaç erozyonunun tespiti için kullanılan yamacın yukarı çığırında sağ tarafta bulunan 15 numaralı çubukta 1,7 mm birikim gözlenirken yine sağ yamaçta bulunan 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamaç erozyonunun tespiti için kullanılan yamacın yukarı çığırında sol tarafında bulunan 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,5 mm 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,2 mm birikim tespit edilmiştir.

Dokuzuncu gözlem dönemi olan 17.1.2022 tarihinde toplam yağış miktarı 17,7 mm olarak kayıt altına alınmıştır. Bu gözlem döneminden sonra çalışma sahasında zeminin karla örtülü olması sahada gözlem yapmayı zorlaştırdığı için ve somut veriler oluşmadığı için taşınan ve biriken sedimanlar gözlenmemiştir. Bundan dolayı herhangi bir veri kayıt altına alınamamıştır.

Yağış miktarı ile taşınan sediman miktarı arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla çalışma sahasındaki onuncu gözlem dönemi son gözlem dönemi olmuştur. Bu gözlem 20.02.2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bu dönemdeki toplam yağış miktarı 5,5 mm'dir. Çalışma sahasında don olayının azalması ile birlikte eriyen kar miktarındaki artış, bu gözlem döneminde taşınan ve biriken sediman miktarında da kısmen artışa neden olmuştur. Bu gözlem döneminde güney yamaç lokasyonunda yamacın aşağı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,6 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,2 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın aşağı çığırında kullanılan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,4 mm, 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,1 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın aşağı çığırında sol yamaçta bulunan 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,8 mm, 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,6 mm birikim tespit edilmiştir. Güney yamaçta yamacın orta çığırına yerleştirilen 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,4 mm, 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,1 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,1 mm, 12 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,9 mm birikim tespit edilmiştir. Yamacın orta çığırında yamacın sol tarafında bulunan 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,8 mm, 11 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm birikim gözlenmiştir. Yamacın yukarı çıkırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için kullanılan 13 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,7 mm, 16 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 0,4 mm birikim gözlenmiştir. Yamacın yukarı çığırında bulunan 15 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,6 mm, 18 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,3 mm birikim görülürken; yukarı çığırda sol yamaçta 14 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,5 mm, 17 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 0,2 mm birikim tespit edilmiştir.

Bu gözlem döneminde (20.02.2022) kuzey yamaçta, yamacın aşağı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek için yerleştirilen 1 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 4,2 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamacın sağ tali yamacında bulunan 5 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 3,5 mm, 4 numaralı çubuğun bulunduğu alanda da 3,9 mm birikim tespit edilmiştir. Kuzey yamaçta 2 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 2,9 mm birikim tespit edilirken; sağ yamaçta bulunan 7 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,4 mm, sol yamaçta bulunan 6 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,1 mm birikim olduğu gözlenmiştir. Yamacın yukarı çığırında oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla kullanılan 3 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 1,3 mm birikim tespit edilirken sağ yamaçta yer alan 9 numaralı çubuğun bulunduğu alanda 0,3 mm, 8 numaralı çubuğun bulunduğu alanda ise 0,7 mm birikim tespit edilmiştir.

Çalışma sahasında oyuntu ve yamaç erozyonunu tespit etmek amacıyla belirlenen lokasyonlarda oyuntu kanallarını oluşturan materyaller genellikle gevşek yapılı kollüvyal malzemelerden oluşmaktadır. Belirlenen lokasyonlarda yamaç eğiminin fazla olması, lokasyonların bitki örtüsünden yoksun olması, yağış rejiminin düzensiz olması ve yağışların sağanaklar şeklinde sel karakterli gerçekleşmesi erozyonu hızlandırmıştır. Erozyon çubuklarının bulunduğu alandaki aşınım, taşınım ve birikim faaliyetleri genellikle yağışın çok olduğu ilkbahar ve yaz aylarında daha şiddetli görülmektedir. Don olayının çok ve yağışın az olduğu sonbahar mevsiminde erozyon çubuklarının bulunduğu alanlarda aşınım, taşınım ve birikim faaliyetlerinin az olduğu görülmektedir. Çalışma sahasında yamacın yukarı çığırında konumlandırılmış olan erozyon çubuklarının bulunduğu alanlarda aşınım şiddetinin fazla olduğu tespit edilirken yamacın aşağısında bulunan alanlarda birikimin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma sahasında farklı bakı koşullarına sahip yamaçlardan güney yamaçta erozyon şiddetinin daha fazla olduğu tespit edilirken kuzey yamaçta erozyona bağlı olarak aşınım, taşınım ve birikim faaliyetlerinin daha az olması yamaçların morfolojik açıdan farklı olması ve edafik özellikler bakımından birbirinden farklı özelliklere sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Yamaç erozyonunun belirlenmesi için yerleştirilen erozyon çubukları incelendiğinde her iki lokasyonda da yamaçların yukarı çığırında çubukların seviyelerinde çok büyük farkların görülmemesi, bu yamaçlardaki zeminin litolojik özelliklerinin aynı olmasından kaynaklanmaktadır. Kuzey yamaçta zemini oluşturan materyallerin daha çok litosollerden oluşması, bu yamaçta yüzeysel akışı sınırlandırdığı için rill oluşumunu zorlaştırmaktadır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Penek Çayı Havzası'nın iklimik özellikleri dikkate alındığında, sahada yarı kurak iklim şartlarının hâkim olduğu görülmektedir. Yıllık toplam yağış tutarı ve buharlaşma arasındaki ilişki, çalışma sahasının bu özelliği kazanmasında temel faktördür. Çalışma sahasında iklim koşullarının bir sonucu olarak bitki örtüsünün zayıf olması erozyonu artıran önemli bir faktördür. Sahada mera hayvancılığının yaygın olarak yapılması nedeniyle aşırı otlatmanın ortaya çıkardığı bitki örtüsünün tahribi erozyonun şiddetini artırmıştır.

Çevresindeki düzlük alanların büyük bir bölümü mera hayvancılığına ayrılmış olan Penek Çayı havzasında Kretase flişleri ve bunun üzerinde açısız diskordans ile oluşan eosen flişleri bulunur. Ayrıca sahada Oligosen kurak ve sıcak iklim şartları altında çökelmiş olan evaporit karakterde tuzlu-alkali-jipsli çökeller bulunmaktadır. Araştırma sahasının büyük bir bölümü Mezozoik tortul ile bazik ve ultrabazik karakterde intrüsiyonlardan Oltu-Kömürlü depresyonları Oligosen ve Neojen çökellerinden oluşmuştur. Çalışma sahasında Oligosen çökelleri arasında kalın tabakalar halinde volkanik malzeme bulunmaktadır. Havza'da Oligosene ait olan kırmızımsı-mor-sarımsı-beyazımsı- yeşilimsi tortular bulunur. Ayrıca bu çökellerin arasında kalın tabakalar halinde uzanan volkanik breş aglomera ve tüfler bulunmaktadır (Atalay, 1982: 11).

Yukarıda bazı özellikleri açıklanan Penek Çayı havzasında yapmış olduğumuz çalışmamız özellikle iki amacının açıklanmasıyla şekillenecektir. Bu amaçlar şöyledir:

1. Çalışma sahasında erozyona bağlı olarak taşınan biriken malzemelerin sedimentolojik özelliklerini belirlemek.
2. Arazide yağışa ve relief şartlarına bağlı olarak taşınan ve biriken sedimanın zaman içerisindeki değişimini tespit etmek.

Çalışma sahasında aşınan taşınan ve biriken erozyon materyallerinin sedimentolojik özellikleri, miktarı, oranı ve bu özelliklerle yağış arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla sediman tuzaklama yöntemi kullanılmış ve bu yöntemden elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Çalışma dönemi boyunca güney yamaç lokasyonunda bulunan tuzak 1 de toplam 115,5 kg kuzey yamaç lokasyonunda bulunan tuzak 2 de 55 kg toplamda 170,5 kg kuru sediman tespit edilmiştir. Tuzak 1'den elde edilen sediman miktarının tuzak 2 göre daha çok olması bu tuzağın bulunduğu lokasyonda eğim derecesinin fazla olmasını ve bakı etkisindeki yamaçta erozyon faaliyetlerinin daha fazla olduğunun bir ispatı olarak gösterilebilir.

2. Özellikle ilkbahar ve yaz aylarında yağış miktarının artmasıyla birlikte genel olarak tutulan sediman miktarında her iki yamaçta da artışlar görülmüştür. Ayrıca sağanak yağışlardan sonra yüzeysel akış ve oyuntularda taşınan sediman daha fazla olmuştur.

3. Çalışma sahasında yıllık yağış miktarlarını gösteren grafikler de toplam yağış tutarları ile farklı mevsimlerde ve aylarda tutulan sediman miktarı aynı olmasa dahi sediman oranları ile yağış oranları arasında pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

4. Yağışın sağanak şeklinde olması ile yavaş bir şekilde yağması erozyon şiddeti üzerinde etkili olmaktadır. Her iki yağış sırasında toplam yağış miktarı birbirine yakın olsa bile sağanak yağışın hızı ve damla boyutları; aşınan, taşınan ve biriken materyallerin şekil-boyut ve miktar özelliklerinde farklılıklara neden olmaktadır. Düşük ve yavaş gerçekleşen yağışlar sırasında ortalamaya yakın veya ortalamanın biraz üstünde tane boyutuna sahip materyal birikirken, sağanak yağışlarda ise ortalamanın üzerinde sediman birikmiştir.

5. Sediman tuzaklarının bulunduğu her iki lokasyonda tuzakların yüzeyinde bulunan kil miktarlarında da belirgin farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Güney yamaç lokasyonunda bulunan 1 numaralı tuzağın bulunduğu alanda toplam 85,4 cm kil birikimi tespit edilirken kuzey yamaç lokasyonunda bulunan 2 numaralı tuzağın bulunduğu alanda toplam 42 cm kil tespit edilmiştir. Yamaçlarda farklı miktarlarda kil birikiminin olması eğim, bakı, bitki örtüsü gibi jeomorfik ve edafik faktörlerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışma sahasında farklı şekil ve boyutlardaki materyallerin izlediği yol ile sedimanların şekil özelliklerini belirlemek amacıyla uygulanan boyalı taş yönteminden elde edilen sonuçlar şunlardır:

1. Çalışması sahasında bu yöntem için belirlenen lokasyonların genel itibari ile eğimli olması, oyuntularda yağıştan sonra oluşan yüzeysel akışın hızlanmasını ve taşınan sedimanların hareketini kolaylaştırmıştır. Yamaç eğiminin az olduğu düzlük alanlarda ise aşınma ve taşımının daha az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca arazide boyalı taşların fiziki özellikleri de aşınım, taşınım ve birikim süreçlerinde etkili olmuştur. Boyanan taşlardan yüzü pürüzlü çatlaklı olan taşlar zemine daha iyi tutunarak hem taşınma miktarını hem de hareket miktarını azaltırken pürüzsüz çatlaklığı olmayan daha yuvarlak özellikteki taşların hareket miktarı ve taşınma miktarı daha fazla olmuştur. Bu durum kayacın fiziki özelliklerinin ve litolojik yapısının da aşınım, taşınım //birikim süreçlerinde etkili olduğunu göstermektedir.

2. Arazide yamaç eğiminin büklümler oluşturduğu alanlarda yağışlardan sonra taşınan boyalı taşların büklüm kıvrımının çok olduğu alanlarda daha az olduğu tespit edilmiştir. Boyalı taşlardan bir kısmının kaybolması bir kısmının da taşınan sedimanın altında kalması boyalı taşların hareket mesafesinin ölçümünde sınırlılıklar ortaya çıkarmıştır. Arazide kullanılan boyalı taşların ağırlıkları farklı olduğu için taşınma mesafelerinde de farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Boyalı taşlardan fiziki özellikleri benzer olanlar karşılaştırıldığında ağırlığı fazla olanların daha az mesafe kat ettikleri gözlenmiştir. Ayrıca çalışma sahasında tane boyutu küçük olan boyalı taşların, tane boyutu daha büyük olan boyalı taşların hareket alanını daraltarak sıkışmasına neden olduğu görülmüştür.

Çalışma sahasında her yağışlı dönem sonrasında yağışın miktarı, şekli ile meydana gelen oyuntu boyutlarında hem yatay yönde hem de dikey yönde oluşan erozyon miktarını ölçmek amacıyla uygulanan erozyon çubukları yöntemi ile ulaşılan sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Çalışma sahasında yamaçlara ve kanallara yerleştirilen çubukların her biri ayrı ayrı değerlendirildiğinde yamacın yukarı, orta ve aşağı çığırında gerçekleşen erozyon miktarlarının farklı olduğu tespit edilmiştir. Özellikle yamacın yukarı çığırında bulunan

kanallar üzerindeki çubuklarda aşınımın daha fazla olduğu tespit edilirken yamacın aşağı çığırında bulunan çubukların bulunduğu alanlarda birikimin fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, yukarı çığırdan taşınan materyallerin eğimin azaldığı aşağı çığırdaki enerjisini kaybedip birikmesinden kaynaklanır. Ayrıca oyuntular üzerinde gelişen bitki örtüsünün varlığı erozyon şiddetini azaltıcı etkide bulunduğu görülmüştür.

2. Oyuntu erozyonunu tespit etmek amacıyla yerleştirilen çubukların seviyelerinde yamacın içbükey veya dışbükey olma özelliğine göre de değişimler tespit edilmiştir. Dış bükey şekle sahip olan yamaçlarda yağış sularının akış hızını artırması aşınımı arttırmaktadır. İçbükey şekle sahip yamaçlarda ise yağış sularının hızının azalması ile taşınan sediman miktarında azalma, biriken sediman miktarında ise artışlar izlenmiştir.

3. 1. lokasyon olarak belirlenen güney yamaçta yukarı çığırdan sağ tarafında gerçekleşen aşınım miktarının sol tarafındaki aşınım miktarından daha fazla olmasının, zeminini oluşturan kollüvyal malzemenin miktarından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

4. Yağışın şiddeti, erozyon çubuklarının yerleştirildiği zeminin özelliği, bitki örtüsünün durumu, bakı koşulları arazideki aşınım miktarını belirleyen önemli etkenlerdir. Etkili yağışlardan sonra kollüvyal örtü ile kaplı alanlarda aşınım, yağışın şiddetinin az olduğu dönemlerde ise birikme gerçekleşmiştir.

5. Çalışma sahasında erozyonu ölçmek için kullanılan yöntemlerden elde edilen veriler ile gerçekleşen erozyon miktarları karşılaştırılınca çalışma sahasında erozyon süreçlerini kurak ve yarı kurak dönem olmak üzere iki dönemde incelemek mümkündür. Kurak dönemlerde sıcaklık farkına bağlı olarak fiziksel (mekanik) parçalanma gerçekleşirken yağışlı dönemlerde yüzeysel akışla birlikte artan taşınma ve birikme faaliyetleri etkili olmuştur. Yağış miktarının arttığı dönemlerde biriken unsurların boyutlarında da değişiklikler olduğu görülmüştür. Yüzeysel akışa geçen su miktarının artmasıyla biriken sediman unsurlarının tane boylarının daha büyük olduğu görülmüştür. Yüzeysel akışa geçen su miktarının azalması, tane boyutunun düşmesine, biriken malzemenin kil boyutunda küçük malzemelerden oluşmasına neden olur.

Çalışma sahasında kullanılan ağ yönteminde rillerin etkisiyle biriken malzemenin miktarı belirlenirken oyuntu kanallarında biriken malzemenin rillerde biriken malzemelerden daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum ana kaya üzerinde ince bir örtü oluşturan kollüvyal materyallerin oyuntu kanalları ile yamaçların birleştiği noktalarda kanallarda sürüklendiği sonucuna ulaşılmasına neden olmuştur.

Çalışma sahasında erozyon süreçlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarımızda inceleme alanında uygulanan yöntemlerin sonuçlarına göre önemli sonuçlara ulaşılmış olsa da bazı sınırlılıkları da ortaya çıkarmıştır.

Bu sınırlılıklar genel hatlarıyla şu şekilde özetlenmiştir:

1. Çalışma sahasında 2. lokasyon olarak belirlenen lokasyona yerleştirilen ağın üçüncü gözlem döneminde yerleştirilen alanda olmaması lokasyondan istenilen sonuçlara ulaşamamasına neden olmuştur. 1. lokasyon alanı olarak belirlenen güney yamaç lokasyonuna yerleştirilen ağın yer seçimi için belirlenen alanda eğimin fazla olması daha büyük materyallerin taşınmasında etkili olmuştur.

2. Sediman tuzaklama yönteminde plastik tuzakların kullanılması güney amaç için seçilen 1. lokasyonda aşırı yağışlarla birlikte yamaçtan sürüklenen taş parçalarının tuzakların bazı kısımlarında tahribata neden olması gözlem dönemlerinde elde edilen numunelerin incelenmesinde eksiklikler ortaya çıkarırken sedimanların tuzaklarda birikmesi yerine zemine dökülmesine neden olmuştur.

3. Erozyon çubukları yönteminde 1. lokasyon alanı olarak seçilen güney yamaçta, yamaç daha çok kollüvyal malzemenin olduğu için ölçümler sırasında zemine yapılan temas sedimanın hareketini artırmış özellikle yamaçların aşağı çığırdaki biriken malzeme miktarının tam ve doğru ölçülmesini engellemiştir. Kuzey yamaçta 2. lokasyon olarak belirlenen alanın

zemini daha sert kayalardan oluştuğu için çubukların yerleştirilmesinde bazı zorluklar yaşanmıştır. Özellikle güney yamaçta, yamaç erozyonunun belirlenmesi için seçilen alanda zeminin gevşek malzemedan oluşması, sağ yamaca yerleştirilen 5 ve 8 numaralı çubukların gevşemesine neden olduğu için bazı gözlem dönemlerinde bu çubuklarının tekrar sabitlenmesi gerekmiştir. Bu durumda alandaki bazı kesimlerde yamaç erozyonu tam ve eksiksiz tespit edilememiştir.

4. Boyalı taş yönteminde, sağanak şeklinde meydana gelen yağışlardan sonra özellikle yatay boyutlu taşların çamur akıntıları içerisinde kalıp kaybolması ölçümleri zorlaştırmıştır.

Açıklama

Bu makale Ahmet GÖKHAN'ın "Penek Çayı Havzasında Sedimanter Litolojik Birimlerdeki Erozyon Oranının Belirlenmesi" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynakça

- Adams, J.M. (2008). Soil Transport On A Forested Hillslope : Quantifying Baseline Rates Of Surface Erosion, Jim's Creek, Willamette National Forest, Master Of Science Geography Program, Oregon, The Geosciences Department Oregon State University.
- Akkuş, A. (2007). Jeomorfolojiye Giriş. Eğitim Kitabevi Yayınları, Konya.
- Akşit, S. (2004). "Tarımsal Topraklarda Sürüm Yöntemi İle Çizgi (Rill) Erozyonu Arasındaki İlişkinin Analizi". GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(1), 49-65.
- Aktaş, S., Kalyoncuoğlu, Ü. Y., & Anadolu Kılıç, N. C. (2018). "Eğirdir Göl Havzasının De Martonne Yöntemi İle Kuraklık Analizi". Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 229-238.
- Atalay, İ. (1979-1980). "Geomorphology of the Lake Tortum and Its Immediate Surroundings (NE Turkey)". Review of the Geographical Institute of the University of İstanbul, International Edition, Number: 17, 49-65.
- Atalay, İ. (1982). Oltu Çayı Havzasının Fiziki Coğrafyası ve Amenajmanı. Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Yayınları No:1, İzmir:
- Atalay, İ. (1982). Türkiye Jeomorfojisine Giriş. Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları, No:9, Bornova/İzmir.
- Atalay, İ. (2010). Uygulamalı Klimatoloji. META Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ. H. (2013). Uygulamalı Klimatoloji. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ. H., & Efe, R. (2015). Türkiye Biyocoğrafyası. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ., Yılmaz, Ö., & Tetik, M. (1985). Kuzeydoğu Anadolu'nun Ekosistemleri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 141, 141-160.
- Atar, E., & Kopar, İ. (2020). Tortum Çayı Havzası'nın (Erzurum-Artvin-Kd Türkiye) Potansiyel Jeosit Destinasyonları ve Bunların Jeoturizm Açısından Kaynak Değer Analizi. S. Birinci, Ç. K. Kaymaz, & Y. Kızıllan içinde, Coğrafi Perspektifle Dağ ve Dağlık Alanlar (Sürdürülebilirlik-Yönetim-Örnek Alan İncelemesi) (s. 101-131). Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Atar, E., (2020). Tortum Çayı Havzasının Potansiyel Jeosit Destinasyonları ve Bunların Jeoturizm Değeri. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum (Kopar & Atar, 2021)m.
- Bahtiyar, M. (2006). Su Erozyonunun Oluşumu ve Nedenleri, (tema.org.tr/trcevre_kutuphanesi/erozyon/pdf/ToprakErozyonuOluşumuNedenleri.pdf)

- Balcı, A. N. (1958). Elmalı Barajının Siltasyondan Korunması İmkânları ve Vejetasyon-Su Düzeni Münasebetleri Üzerinde Araştırmalar, Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi.
- Balcı, N. (1996). Toprak Koruması. İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
- Bartley, R., Roth, C.H., Ludwig, J., McJannet, D., Liedloff, A., Corfield, J., Hawdon, A. & Abbott, B. (2006) "Runoff and Erosion from Australia's Tropical Semi-arid Rangeland: Influence of Ground Cover for Differing Space and Time Scales" *Hydrol. Process.* 20, 3317-3333 Published online in Wiley InterScience.
- Berger, C., Schulze, M., Rieke-Zapp, D., & Schlunegger, F. (2010). "Rill Development And Soil Erosio: A Laboratory Study Of Slope And Rainfall Intencity". *Earth Surface Processes And Landforms*, Volume: 35, Issue: 12, 1456-1467.
- Bilgiç, T. (1996). "Oltu-Narman Tersiyer Havzasının Stratigrafisi", 11. Petrol Kongresi ve Sergisi, Bidiri Özetleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, Ankara.
- Bostanoğlu, L. (1966). Türkiye'de Erozyon Problemlerini Doğuran Sebepler. Orman Mühendisleri 1. Teknik Kongresi Cilt 1. Erozyon ve Sel Kontrolü, 50-62.
- Bozkuş, C. (1990). Oltu - Narman Tersiyer Havzası Kuzeydoğusunun (Kömürlü) Stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 33/2, Ankara.
- Cooke, U. R., & Doornkamp, J. C. (1990). *Geomorphology In Environmental Managemant*. Clarendon Press, Oxford.
- Collins, B.D., Dunne, T. (1986). "Erosion of Tephra from The 1980 Eruptions Of Mount St. Helens" *Geological Society of America Bulletin*, v. 97, s: 896-905.
- Çanga, M. R. (1985). Toprak ve Su Koruma. A.Ü. Ziraat Fak.Yayımları No:1386, Ders Kitabı No:400, Ankara.
- Çelebi, H. (1975). "Jeolojik ve Hızlandırılmış Erozyon Süreçleri". Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 113-126.
- Çepel, N. (1997). Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları 14, İstanbul.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (2018). 2015 Akım Gözlem Yıllığı, Cilt: 1. DSİ Teknoloji Daire Başkanlığı Basım ve Foto-Film Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Dönmez, Y. (1984). Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları. İ.Ü. Yay., Yay. No: 2506, :Coğr. Enst. Yay. No: 102, İstanbul.
- Dunne, T. (1978). "Field Studies of Hillslope Flow Processes". M. J. Kirkby, J. Wiley, & Sons içinde, *Hillslope hydrology* (s. 227-293). Wiley, Chichester.
- Dunne, T. (1978). *Field Studies Of Hillslope Flow Processes*. J. Wiley, S. Wiley, & M. J. Kirkby içinde, *Hillslope hydrology*, (s. 227-293). Wiley, Chichester.
- Elibüyük, M., & Yılmaz, E. (2010). "Türkiye'nin Coğrafi Bölge ve Bölümlerine Göre Yükselti Basamakları ve Eğim Grupları". *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 27-55.
- Ergene, A. (1997). Toprak Biliminin Esasları. Öz Eğitim Basım Yayın Dağıtım, Konya.
- Ergene, A. (1987). Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.
- Erinç, S. (1957). *Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları*. İ.T.Ü. Hidrojeoloji Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve Metodları (Genişletilmiş 4.Baskı)*. Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Erinç, S. (2000). *Jeomorfoloji I. Der Yayınları*, İstanbul.
- Erinç, S. (2012). *Jeomorfoloji I. Der Yarınları*, İstanbul.
- Erol, O. (1993). *Genel Klimatoloji*. Gazi Büro Kitabevi, Ankara.
- Fanning, P. (1994). Long-Term Contemporary Erosion Rates in An Arid Rangelands Environment in Western New South Wales,Australia. *Journal of Arid Environments*, 173-187.

- Foster, G. R., Lane, L. J., & Mildner, W. F. (1985). Seasonally Ephemeral Cropland Gully Erosion Proceedings of the ARS-SCS Natural Resources Modelling Workshop. USDA-Agricultural Research Service, Washington.
- Göreceliöglu, E. (2003). Sel ve Çığ Kontrolü. İ.Ü. Yayın No.4415, Orman Fakültesi Yayın No. 473, ISBN 975-404-688-3, İstanbul.
- Günaşdı, Y. (2007). Erzurum-Şenkaya'da Tarihi ve Arkeolojik Araştırmalar. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Gürer, İ. (1987). Türkiye'de Çığ Sorunu. Türkiye Mühendislik Haberleri, 9-16.
- Hadley, R. F., & Lusby, G. C. (1967). Runoff and Hillslope Erosion Resulting From A High-Intensity Thunderstorm Near Mack, Western Colorado. Water Resources Research, 139-143.
- Hancock, G.R., Crawter, D., Fityus, S.G., Chandler, J., Wells, T. (2008). "The Measurement and Modelling of Rill Erosion At Angle of Repose Slope in Mine Spoil," Earth Surface Processes and Landform, 33, 1006-1020.
- Heede, B. H. (1976). Gully Development and Control: The Status of Our Knowledge. USDA Forest Service Research Paper RM-169, Colorado.
- Hepbilgin, B., & Koç, T. (2018). "Bölgesel Sıcaklık ve Yağış Verilerine Göre Kazdağı ve Yakın Çevresinin İkliminde Öngörülen Değişiklikler (2000-2099)". Marmara Coğrafya Dergisi, 253-270.
- Hoşgören, M. Y. (1984). Hidrografya'nın Ana Çizgileri. Acar Matbaacılık Tesisleri, İstanbul.
- Hoşgören, M. Y. (2000). Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- İzbrak, R. (1984). Türkiye. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, İstanbul.
- İzbrak, R (1992) Coğrafya Terimleri Sözlüğü, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul
- Karabalık, N. N. (2013). 1 : 100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Karabulut, M., & Küçükönder, M. (2008). "Kahramanmaraş Ovası ve Çevresinde CBS Kullanılarak Erozyon Alanlarının Tespiti". KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 11(2), 14-22.
- Karaoğlu, M. (2014). "Erozyon, Rüzgâr Erozyonu ve Iğdır-Aralık Örneği". Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 167-172.
- Kırkgöz, M. S. (2002). Kıyı Erozyonunun Boyutları. Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı: 420, 71-73.
- Kızıltaş, M.S. (2007). Ömerli Havzasında Serpinti Radyonüklidleri Yöntemiyle Erozyonun Belirlenmesi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- Kikby, M.J. & Bracken, L.J. (2009). "Gully Process and Gully Dynamics," Earth Surface Process and Landform, 34.
- Konak, N., & Hakyemez, H. Y. (2008). 1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları - Tortum H47 Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, No: 95, Ankara.
- Konak, N., & Hakyemez, H. Y. (2009). 1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları-Tortum G47 Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, No: 105, Ankara.
- Kopar, İ. (2007). Hasan Dağı ve Yakın Çevresinin Fiziki Coğrafyası. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.
- Kopar, İ., & Atar, E. (2021). Jeoturizmde Bir Artı Değer: Tortum Gölü Cam Seyir Terası (Uzundere-Erzurum). S. Koday, & C. Sevindi içinde, Atatürk Üniversitesi Coğrafya Araştırmaları Serisi 2021 (s. 167-185). Ankara: Gazi Kitabevi.

- Kopar, İ., & Çakır, Ç. (2012). Tortum Gölü (Uzundere-Erzurum) Kıyı Kuşağındaki Badlands Topografyası ve Peri Bacaları. I. Ulusal Coğrafya Sempozyumu 2012 (28-30 Mayıs)-Coğrafya Bildiriler Kitabı, 1013-1027.
- Kopar, İ., & Çakır, Ç. (2013). "Tortum Gölü - Tortum Boğaz Vadisi ve Yakın Çevresinin (Uzundere-Erzurum ve Yusufeli-Artvin) Serrano ve Ruiz-Flano Yöntemiyle Jeoçeşitlilik Derecesinin Belirlenmesi". İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi No: 27, 46-66.
- Kopar, İ., & Sevindi, C. (2013). "Tortum Gölünün (Uzundere-Erzurum) Güneybatısında Aktüel Sedimentasyon ve Siltasyona Bağlı Alan-Kıyı Çizgisi Değişimleri". Türk Coğrafya Dergisi, No: 60, 49-66.
- Lawler, D.M. (1986). "Bank Erosion and Frost Action: an Example from South Wales" http://www.researchgate.net/profile/Damian_Lawler/publication/244988298_Bank_erosion_and_frost_action_an_example_from_South_Wales/links/00b7d5300a518a9c2b000000.pdf. Erişim Tarihi: 10.02.2022
- Loch, R. J. (1979). The Measurement and Description of Rill Erosion. Proceedings of the Canberra Symposium, IAHS-AISH Publ: no:128. (s. 429-433). The Hydrology of Areas of Low Precipitation, Canberra.
- Mater, B. (1987). Toprak Oluşumu, Erozyonu. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enst, İzmir.
- Morgan, R. P. (2005). Soil Erosion and Conservation. Blackwell Publishing Company, Oxford.
- Okay, A. İ. (1983). "Ağvanis Metamorfileri ve Çevre Kayalarının Jeolojisi". MTA Derg, 99/100, 51-71.
- Özdamar, A. (2000). "Dünya ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisinden Yararlanılması Üzerine Bir Araştırma". Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, No:6, 134-155.
- Özgür, E. M. (2000). Türkiye Coğrafyası. Hilmi Usta Matbaacılık, Ankara.
- Peppler, M.C. & Fitzpatrick, F.A. (2004) "Methods for Monitoring The Effects of Grazing Management on Bank Erosion and Channel Morphology, Fever River, Pioneer Farm, Wisconsin," http://pubs.usgs.gov/fs/2005/3134/pdf/FS_2005-3134.pdf. Erişim Tarihi: 16:03:2022
- Rathur, Q. (1965). Pasinler - Horasan (Erzurum) Sahasına Ait Genel Jeolojik Rapor. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Rapor No: 4168, Ankara.
- Sarı, M. (2005). Toprak Erozyonuna Farklı Bir Bakış, (tema.org.tr/trcevre_kutuphanesi/erozyon)
- Schumm, S., (1956). "Evolution of Drainage Systems and Slopes In Badland at Perth Amboy, New Jersey," Bulletin of Geological Society of America, 67, 597-646.
- Saynor, M.H., Erskine, W.D. and Evans, K.G. (2003). "Bank Erosion in The Nggarradj Catchment: Result of Erosion Pin Measurements Between 1998 and 2001." Supervising Scientist Report 176, Supervising Scientist, Darwin NT.
- Taşçıoğlu, S., & Aydın, A. (2017). Tüm Yönleriyle Toprak Bilimi ve Toprak Kirlenmesi. Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- Thorne, C. R., & Zevenbergen, L. W. (1990). "Prediction of Ephemeral Gully Erosion on Cropland in the South-Eastern United States". J. Boardman, I. D. Foster, & J. A. Dearing içinde, Soil Erosion on Agricultural Lands (s. 419-460). John Wiley ve Sons, Chichester
- Üçüncü, N. (1966). Türkiyede Toprak Kaybı Su Kaybı Seller ve Sedimentasyon. Ankara: T.M.M.O.B. Orman mühendisliği 1. Teknik Kongresi.
- Ünal, Ç. (2004). Şenkaya'nın Coğrafi Etüdü. Aktif Kitabevi, Erzurum.
- Yıldız, C. (2016). Yarı Kurak İklim Bölgelerinde Farklı Bakı Koşullarına Sahip Yamaçlarda Erozyon Süreçlerinin İncelenmesi (Akziyaret - Şanlıurfa). Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Şanlıurfa.

- Yılmaz, E. (2006). Çamlıdere Barajı Havzasında Erozyon Problemi ve Risk Analizi. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, H. (1985). “Olur (Erzurum) Yöresinin Jeolojisi”. KTÜ Yer Bilimleri Dergisi, 4, 1-2, 23-41.
- Yılmaz, Ö. (1997). “Aras Yarma Vadisi ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi ile Morfotektonik Evrimi (Kuzeydoğu Anadolu)”. Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 32, 121-142.
- Yılmaz, Y. (1985). “Magmatic Activity in Geological History of Turkey and its Relation to Tectonic Evaluation”. 20-21 February Ketin Symposium. Turkish Geology Institution, Ankara.
- Ypsilantis, B. (2011). Upland Soil Erosion Monitoring and Assessment: An Overview. Bureau of Land Management Environmental Quality and Protection, Technical Note: 438, Washington.
- Zobeck, T. M., & Van Pelt, R. S. (2005). Erosion/WindInduced. Encyclopedia of Soils in the Environment, 470-478.
- Wilcox, B.P., & Wood, M.K. (1988). “Factors Influencing Interrill Erosion from Semiarid Slope in New Mexico,” New Mexico Agricultural Experiment Station Journal, Article No: 1390.