



Türkiye’de Oyuntu Erozyonu Oluşumu ile Ana Materyal Arasındaki İlişkiler

Relations Between Gully Formation and Parent Material in Turkey

İbrahim Atalay^a, Muzaffer Siler^{*b}, Sevda Altunbaş^c

MakaleBilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.982732

Makale Geçmişi:

Geliş: 14.08.2021

Kabul: 15.04.2022

AnahtarKelimeler:

Oyuntu erozyonu

Ana materyal

Arazi degradasyonu

Çölleşme

Öz

Ülkemiz, dünyada en fazla erozyona uğrayan ve özellikle oyuntu erozyonunun geliştiği ülkeler arasındadır. Oyuntu erozyonu, bitki örtüsünün zayıf ve seyrek olduğu eğimli yamaçlarda, yüzeysel akıma geçen suyun taşıdığı kum ve mil boyutunda malzemenin bulunduğu yerlerde yaygındır. Böyle sahalarda; ayrıştığı kumlu malzeme veren volkanik, metamorfik, derinlik kayalarının olduğu yerler, yamaç-akarsu-göl depoları ve flişlerdeki kumlu tabakalardır. Ayrıca oyuntular; bünyesine su aldığı çözülün karbonat, sülfat ve klor bileşiklerini içeren evaporit depolar ile bünyesine su aldığı şişerek pörsüyen marn, peridotit-serpantinler üzerinde görülmektedir. Oyuntuların yaygın olduğu sahalarda; Bozdağlar’ın kuzey, Aydın Dağları’nın güney yamaçları, Pütürge, Baskil dolayları, Uludağ ve Kazdağları’dır. Aras ve Kelkit vadileri, Olu-Narman havzası, Güneydoğu Torosların güney yamaçları, Burdur Havzasının doğu ve güneydoğusu, Beypazarı dolayları, Çameli-Acıpayam arası, Mut havzasının orta kesimi ile Ceyhan ve Seyhan nehri havzalarının yukarı kesimleri oyuntu sahaları arasındadır. Oyuntu sahaları, aynı zamanda çölleşme sahalarna da tekabül etmektedir. Bu araştırmanın amacı, ülkemizde oyuntu ile ana materyal arasındaki ilişkiler ve dağılışı hakkında genel bilgiler vermektir.

Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.982732

Article History:

Received: 14.08.2021

Accepted: 15.04.2022

Keywords:

Gully erosion

Parent material

Land degradation

Desertification

Abstract

Turkey is among the countries that subjected to gully erosion. Gully erosion is common on sloping areas mainly composed of silty and sandy materials and poor vegetation cover. Such areas are found on the deeply weathered volcanic, metamorphic, fluvio-lüustrine deposits and sandy and silty layers of flysch. Main reason on the gully development is related to easily transportation of sandy materials by runoff on the sloping areas. Besides gullies are common on the evaporitic sediments containing abundant carbonates, chlorines and sulphates, marl and peridotite-serpentine subjecting to swell and shrivel when saturated with water. In Turkey gullies are widespread on north slopes of Boz Mountains, on the south slopes of Aydın Mountains, in the vicinity of Pütürge, Baskil, Strandja, Kaz and Ulu Mountain. Other gully areas are found along Aras Valley, Olu-Narman basin, part of Taurus Mountains, east and southeast of Burdur Basin, around Beypazarı, between Çameli-Acıpayam, middle part of Mut basin and upper parts of Ceyhan and Seyhan river basins. Gully areas also correspond to desertification areas. The main aim of this study is to illuminate the effects of parent materials on the gully erosion formation and its distribution in Turkey.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: msiler@firat.edu.tr

^a Karabük Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Karabük/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-0327-1485>.

^b Fırat Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Elazığ/ Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-5485-7008>.

^c Akdeniz Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya/ Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-9779-9784>.

1. Giriş

Akarsuların kuruluş ve gelişmesinde, başlangıçta özellikle bitki örtüsünün tahrip edildiği eğimli sahalarda yüzeysel akıma geçen suların aşındırmasıyla parmak şeklindeki çizgisel erozyon oluşmakta; bunların birbirlerini kapmasıyla küçük dereler ve daha sonra uzun bir zaman sürecinde derelerin birleşmesiyle de akarsu ağı meydana gelmektedir (Atalay 2016, 2018a; Strahler ve Strahler 1992; Thornbury 2004).

Araştırmaya konu olan oyuntu ve/veya yarıntılar, çeşitli nedenlerle bitki örtüsünün tahribiyle doğal dengenin bozularak özellikle kumlu ve milli ana materyalin bulunduğu yerlerde oluşur. Buralarda yüzeysel akıma geçen suların çizgi şeklinde doğrusal uzanış gösteren derinliği birkaç 10 cm ve uzunluğu metrelerce olan yarıntılara *parmak erozyonu* (rill) denir. Suların kanalizе olduğu parmak erozyonunun derinleşmesi ve genişlemesiyle, derinliği ve genişliği birkaç metreyi bulanlar da *oyuntu erozyonu* (gully) olarak tanımlanır. Kısaca başlangıçta bir yamaç boyunca yüzeysel akıma geçen suların çizgi şeklinde oluşturduğu yarıntılardan akan suyun yatağını derinleştirmesi ve yamacını genişletmesiyle yerine göre birkaç metre derinlikte ve birkaç metre ile birkaç onlarca metre uzunluğunda oyuntulara dönüşür. Parmak erozyonu ve oyuntuların aynı zamanda şiddetli erozyon sahaları arasında bulunduğu (Clark 1980); badland, parmak ve oyuntu erozyonuyla karakterize edilen diğer sahaların, erozyon oranı ve sediment veriminin şiddetli olduğu yerlere tekabül ettiğine dikkat çekilmiştir (Nadal-Romero vd., 2011). Parmak erozyonu ve oyuntu sahalarının Turgutlu doğusundaki Bozdağların batısında Küpyar tepede jeomorfolojik sit alanı olarak belirlenmesi de vurgulanmıştır (Güney, 2020).

Oyuntuların, akarsuyun döküldüğü yerden başlayan geriye doğru aşınma dalgasının ulaştığı yerdeki eğim kırıklığında yaygın olduğu belirtilmektedir (Avni, 2005; Bennett, 1999; Bennett vd., 2000; Bennett ve Wells, 2019; İstanbulluoğlu vd., 2005; Vandaele vd., 1996; Valentin vd., 2005). Oyuntuların meydana gelmesi için özellikle yarı kurak sahalarda bitki örtüsü tahrip edilmiş eğimli bir yamacın olması ve bu yamaçta yüzeysel akıma geçen suyun taşıyacağı çoğunlukla kum ve mil boyutundaki gevşek malzemenin bulunması ve bünyesine su aldığında şişerek pörsüyen ana materyalin yer alması gerekmektedir (Atalay ve Altunbaş, 2019; Atalay vd., 2019c; Atalay vd., 2020a, 2020b).

Dünya’da oyuntuları oluşturduğu arazi degradasyonunun yarı kurak-kurak bölgelerin yaygın olduğu Sahra güneyinde, Orta ve Güneydoğu Asya’da had safhaya ulaşmıştır. Oyuntuların özellikle yarı kurak bölgelerde arazi degradasyonuna bağlı çölleşme sahalarına tekabül ettiği vurgulanmaktadır (Frankl vd., 2012; Li vd., 2004; Marzloff ve Ries, 2007; Salleh ve Mousazadeh, 2001). Kurak ve yarı kurak bölgelerde oyuntu erozyonu ve etkilediği alanlar, sürdürülebilir kalkınmayı ve gıda güvenliğini de tehlikeye sokmaktadır. Nitekim Birleşmiş Milletler Çevre Organizasyonu (UNEP) raporunda 2025 yılında 8.5 milyar dolayına ulaşacak olan dünya nüfusunun %85’inin gelişmekte olan ülkelerde yaşayacağı, buradaki yetersiz toprak kaynaklarının gıda güvenliğini tehlikeye sokacağı belirtilmiştir (UNEP 1992).

Dünya ölçüsünde oyuntu erozyonunun oluşumu konusundaki araştırmalar, yoğun olarak 2000’li yılların başından itibaren ele alınmış ve oyuntu oluşumuna ilişkin dört uluslararası sempozyum düzenlenmiş ve çok sayıda yayın yapılmıştır. Bu yayınlarda daha çok yarıkurak bölgelerdeki arazinin yanlış kullanılması ve özellikle bitki örtüsü tahribatının oyuntu erozyonunun oluşumu üzerindeki etkilere ağırlık verilmiş ve erozyonu önleme tedbirleri üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır (Avni, 2005; Bennett ve Wells, 2019, Frankl vd., 2012; Haan, 2016; Soil Conservation Guidelines for Queensland 2016; Valentin vd., 2005).

Akarsu havzalarında 1930’lu yıllarda başlatılan erozyon miktarını belirlemeye yönelik çalışmalar, 21. yüzyılın başlarından itibaren selenyum ve kurşun izotopları yardımıyla geliştirilmiş radyoaktif yöntemler kullanılmaya başlanmıştır (Walling vd., 1999). Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemi ve uzaktan algılama teknolojisinin kullanıldığı RUSLE yöntemi geliştirilmiştir. Yağış, toprak, arazi kullanımı, bitki örtüsü, eğimin uzunluğu ve derecesi gibi çok sayıda faktörün deneylere dayalı sayısal ampirik değerlerle kullanıldığı RUSLE metoduna göre 2018 yılına kadar 862 yayın yapılmıştır.

Ülkemizde de USLE yöntemi ile çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ancak erozyonu etkileyen faktörler için kullanılan amprik katsayılar, deneylere dayalı olarak yeterince değerlendirilmediğinden gerçeğe yakın toprak kaybı ya da sediment verimi değerleri elde edilmemiştir. Şöyle ki, yağışın arazinin her yüz metre yükseldiğinde 54 mm arttığı, büyük toprak gruplarında K değerinin kireçsiz kahverengi orman toprağında ton/ha olarak 0.29 ton, kolüvyal toprakta 0.17 ton, kahverengi orman toprağında 0.03 ton olarak belirtilenmiştir. Oysa her yerde yağış her yüz metre yükseklikle artmamakta, Karadeniz kıyı kuşağında olduğu olduğu gibi 2000 m’ye kadar artan yağış artışı daha sonra düşmektedir. Toprak kaybı için verilen değerler de gerçeği yansıtmamaktadır. Nitekim en düşük toprak kaybı ise gür ormanla kaplı yağışlı sahada oluşan kireçsiz ya da asit reaksiyonlu kahverengi orman toprağında olmaktadır (Atalay 2018b, Cürebal ve Atalay 2018b).

Ana materyal oyuntu ilişkileri, Çin’in lös platosunda yapılan araştırmalarda bahsedilmiştir (Cheng vd., 2007; Liu vd., 2019). Rwanda, bazı Akdeniz ülkeleri, Kenya’nın yarı kurak bölgelerinde ve ABD’nin kuzeybatı Colorado bölgelerinde topografya ve jeomorfoloji birimleri ile oyuntu arasındaki ilişkiler ele alınmıştır (Moeyersons, 1991; Nachtergaele ve Poesen, 2002; Oostwoud ve Bryan, 2001; Patton ve Schumm, 1975). İran’ın kuzeybatısındaki Golestan bölgesinde oyuntu özellikleri ve taneli malzemelerin sediment verimi üzerinde etkileri ele alınmıştır (Soufi ve Isaie, 2004).

Bilhassa 2000’li yılların başından itibaren oyuntu erozyonunun oluşumu ve ıslahı konularında dünya genelinde çok sayıda araştırma yapılmaya başlanmıştır. Bunlara örnek olarak Avustralya’nın Queensland Eyaleti, Güney Afrika ve çok sayıda ülkede oyuntu erozyonu genişlemesini kontrol edici tedbirler üzerinde durulmuştur (Haan, 2016; Soil Conservation Guidelines for Queensland, 2016; Stocking, 1980).

Ülkemizde günümüze kadar erozyon konusunda coğrafyacı, ziraatçı ve ormancılar tarafından çok sayıda araştırma yapılmış, ancak ana materyal ile oyuntu erozyonu arasındaki ilişkilere yeterince değinilmemiştir. Örneğin TOPRAKSU tarafından 1981 yılında yapılan Türkiye Erozyon Haritası’nda da ne oyuntu erozyonu ne de oyuntu erozyonunun görüldüğü sahalar hakkında bilgi verilmiştir. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğüncü 2018’de yapılan Türkiye erozyon haritasında ise erozyon riskinin İç, Güneydoğu Anadolu ve Ergene havzası düzlüklerinde erozyonun yüksek ve Zapsuyu havzasının orta ve düşük olarak gösterilmesi uygun değildir (Atalay, 2018a).

Buna karşın ülkemizde oyuntu sahalarının tahkim edilerek sel ve sedimentasyon olaylarını kontrol altına almak için 1950’li yılların başlarından itibaren Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde kurulan Akşehir, Boyabat, Kargı, Tokat, Manisa, Kızılcahamam, Erzincan, Elazığ Toprak Muhafaza ve Mera Islahı grup müdürlüklerince çalışmalar yapılmıştır. 1969’da Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü’nün kurulmasıyla erozyon kontrolü çalışmaları kapsamlı olarak yürütülmüştür. Bu çalışmalar 2011’de kurulan Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ile Orman Genel Müdürlüğüncü devam ettirilmektedir.

Ülkemizdeki oyuntu erozyonunun oluşumunun ana materyal ve genç tektonik hareketlerle ilişkisi ile arazi degradasyonu üzerindeki etkileri, akarsulara sediment verimi üzerindeki önemini kapsayan konulara 1970’li yıllardan itibaren dikkat çekilmiştir (Atalay; 1979, 1980, 1982, 2004, 2014; Bursalı, 1971; Görcelioğlu, 1982a, 1982b; Çelik, 1993). Arazi degradasyonu ve çölleşme ile tarım potansiyelini düşürmesi konularında da değerlendirmeler yapılmıştır (Altunbaş vd., 2019; Atalay, 2004, 2016; Atalay vd., 2019a, 2019b, 2019c; Atalay vd., 2020a).

Oyuntu erozyonunun oluşumu konusundaki ilk kapsamlı çalışma, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğüncü desteklediği “Bozdağlar’ın Kuzey, Aydın Dağlarının Güney ve Burdur Havzası’nın Doğu ve Güneydoğusundaki Oyuntu Oluşumu ve Rehabilitasyonu” araştırma projesi ile gerçekleştirilmiştir (Atalay vd., 2020b).

2. Materyal ve Yöntem

Bu makalenin hazırlanmasında 1980-2021 tarihleri arasında yapılan arazi gözlemlerine göre önce oyuntu yerleri tespit edilmiştir. Buraların topografya üzerindeki konumu, eğimi, arazi kullanma durumu ve vejetasyon örtüsü belirlenmiştir. Daha sonra oyuntunun bulunduğu jeolojik yapıyı oluşturan tortul, volkanik ve metamorfik kayaların fiziksel ve kimyasal özelliği, ayrışma derecesi ve derinliği dikkate alınmıştır (Şekil 1 ve 2). Oyuntuların gelişmesinde önce ana materyalin ayrışma ve aşınma durumu tespit edilmiştir. Yüzeysel akıma geçen suyun erozlaştırıcı etkisini arazide belirlemek amacıyla ayrılmış ana materyalden alınan örnek, suyla avuç içinde hamur gibi yoğrularak yuvarlanmıştır. Avuç arasında yuvarlanan toprak ve ana materyale ait malzemenin kaytan boyuntuna gelmeden dağılması kumlu, katyon boyutunda kopması balçık ve ince kaytan boyuna kadar ulaşması killi bünye ya da tekstürde olduğunu gösterir. Böylece laboratuara gönderilmeden önce arazide ana materyal ya da toprağın kabaca nasıl bir bünyede olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Araziden 1980-2020 yılları arasında alınan toprak ve ana materyal örneklerinin kum, kil ve mil miktarlarını gösteren tekstür (bünye) analizi Orman Genel Müdürlüğü, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarlarında Bouyoucos hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Bouyoucos, 1955). Ana materyal ve toprak örneklerinin tekstür sınıflandırılması uluslararası "Toprak Bünyesi Sınıflandırma Üçgeni"nden yararlanılarak yapılmıştır. Ayrıca toprak ve ana materyalin bitki besin maddeleri bakımından durumunu belirtmek için de 1 kg ana materyalde pozitif yüklü Ca, Mg, K, Na, H gibi katyonların alışı verişini santimetre mol (cmolc) olarak gösteren Katyon Değişme Kapasitesi (KDK) N amonyum asetat yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar, 1995). Toprak ve ana materyalin bitkisel verimliliği KDK değerlerine göre şöyle sınıflandırılmıştır: 2-10 arası düşük, 11-19 arası orta, 20-24 arası yüksek ve 25'den fazlası çok yüksek. Metinde belirtilen oyuntu yerlerinin arazideki görünümü fotoğraflarla, oyuntu sahasındaki ana materyalin kum, kil ve mil oranlarının gösteren tekstür durumu ve KDK değerleri çizelge halinde gösterilmiştir. Böylece arazinin topografya durumu, bitki örtüsü ve çizelgeler halinde gösterilen ana materyallerin fiziksel ve kimyasal özellikleriyle oyuntu oluşumu arasında olan ilişkiler ortaya konulmuştur.

3. Bulgular

3.1. Oyuntuların Oluşumunda Etkili Olan Faktörler

3.1.1. Topografya

Türkiye, Alp-Himalaya dağ kuşağında yer alan yüksek ve eğimli bir ülkedir. Nitekim erozyonun etkili olduğu 500 m'den yüksek kesimler, ülkemizin %82.5'ini oluşturur (Tanoğlu, 1947). Erozyonu kolaylaştıran %15'den fazla eğimli sahalara ise ülkemizin %62.5'ini kaplar (Tunçdilek, 1969). Yüksek eğim ve yükselti şartları, ülkemiz topografyasının genç olduğunu, buna bağlı olarak aşınma ve birikme olaylarının devam ettiğini gösterir. Oyuntu sahaları; genellikle akarsu havzalarının üst bölümlerinde akarsuyun geriye doğru aşındırma yaptığı eğim kırıklığına denk gelen vadi tabanları ve dik yamaçların üst bölümünde ve fay diklikleri üzerinde bulunur. Bunun nedeni, eğimli sahalarda yağıştan yüzeysel akıma geçen su miktarı ve hızının küçük çakıl kum ve mil boyutundaki malzemeleri yerinden söküp taşmasına yeterli olmasıdır (Şekil 3, 4). Oyuntuların eğimin % 100'e kadar vardığı Gediz havzasında 100 m'yi aşan fay dikliklerinin uzandığı Salihli doğusunda Damatlı, Salihli civarında Sart harebeleri ile Turgutlu doğusunda Küpyar Tepenin kuzey yamaçlarında, Aydın Dağlarının güney ve Bozdağların kuzey ve Tosya güneyindeki kanyon şekilli vadilerin dik yamaçlarında görülmektedir (Atalay vd., 2020b).

3.1.2. Bitki Örtüsü

Oyuntu sahaları, çoğunlukla seyrek bitki örtüsünün tahrip edildiği yarı kurak alanlarda görülür. Böyle sahalarda; a. bitkilerin yaprak, dal ve gövdelerinde tutulan yağış miktarının çok az olması, başka

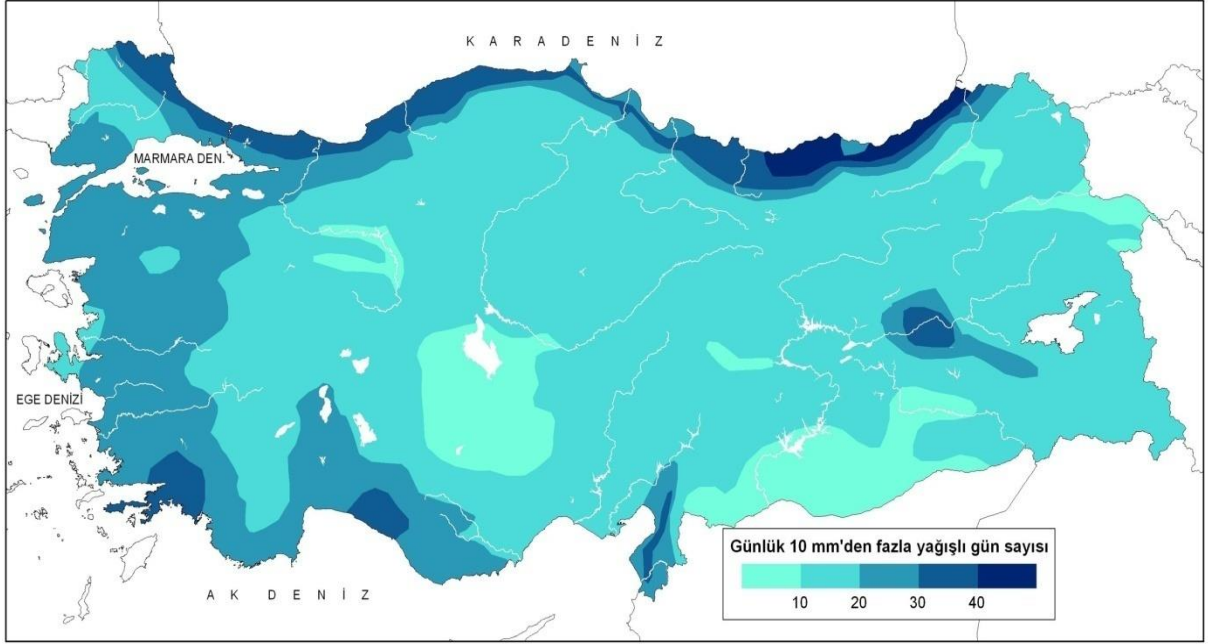
bir ifadeyle interserpsiyonun çok düşük olması, b. Yüzeysel akıma geçen suların ağaç ve çalı gövdelerince yeterince engellenmemesi; c. Yaprak, dal, kabuk döküntülerinden ibaret organik örtünün zayıf olmasından dolayı ormanaltı interserpsiyonunun çok düşük olması, d. Az miktardaki organik maddenin toprakta gözenekli bir yapı oluşturmamasına bağlı olarak suyun sızmasını önemli ölçüde engellemesi, oyuntu oluşumunu tetiklemiştir. Aşırı otlatma sonucu ot örtüsü kapalılığını önemli ölçüde kaybetmiş, eğimli yerlerde de oyuntu erozyonuna rastlanılır. Yoğun orman örtüsünün olduğu yerlerde oyuntunun gelişmemesi, bitki örtüsünün önemini ortaya koymaktadır (Foto 1). Oyuntu sahalarında vejetasyon örtüsünün genellikle çeşitli yollardan tahrip edilmesiyle aşınan toprakların altından yüzeye çıktığı Kelkit ve Oltu-Narman havzasındaki tuzlu evaporit tortullar üzerinde, Bozdağların kuzey, Aydın Dağlarının güney yamaçlarında ve Acıpayam-Çameli arasında kızılçam ormanlarının tahrip edildiği eğimli yerlerde, İç Anadolu’nun kuzeybatısında Beypazarı ve Çayırhan dolaylarında antropojen bozkırların bile tamamen tahrip edildiği sahalarda yaygın olarak görülmektedir.



Foto 1. Daday (Kastamonu) civarında eğimli yamaçlarda bile yoğun orman örtüsünün erozyonu önlemesi

3.1.3. Yağış Miktarı

Ülkemizde saatlik yağış şiddetleri ile oyuntu arasındaki ilişkileri ortaya koyacak yeterli veri ve deney yoktur. Saatlik ve günlük en fazla yağış miktarının olduğu yerler, 1000 mm’nin üzerinde yağışın düştüğü Toros Dağlarının güney ve Kuzey Anadolu Dağları’nın kuzey yamaçlarıdır (Atalay, 2018b) (Şekil 1). Karadeniz kıyı kuşağının genellikle yoğun ormanlarla kaplı olması nedeni ile oyuntulara nadiren rastlanılır. Buralarda oyuntular ve kütle hareketleri sadece günlerce düşen yağışla doymun hale gelen kumlu fliş tabakaları üzerinde yüzeysel akıma geçen suların olduğu yerlerde yer yer görülmektedir. Toros dağlarındaki oyuntular ise marnların yaygın olduğu Mut Havzası, Ceyhan ve Seyhan havzalarının yukarı kesimlerinde yaygındır. Arazi gözlemlerine göre oyuntular, genellikle yarı kurak sahalarda bitki örtüsünün zayıf ve seyrek olduğu eğimli yerlere düşen sağanak yağıştan yüzeysel akıma geçen suların kumlu malzemeleri taşıdığı yerlerde bulunmaktadır. Nitekim Karadeniz ardı sahalar dahil Anadolu’nun yarı kurak alanlarına ilkbahar sonu ve yaz başlarında düşen dönemlik yağışların önemli bir bölümünün, ana materyalin nemli olmasından dolayı yüzeysel akıma geçmesiyle oluşmaktadır. Buralardaki Neojen kumlu depoları, flişler, marnlar ve derin ayrılmış granitler üzerinde oyuntulara sıkça rastlanılmaktadır.



Şekil 1. Türkiye’de günlük 10 mm’den fazla yağışların gün sayısına göre dağılışı (Atalay 2018b).

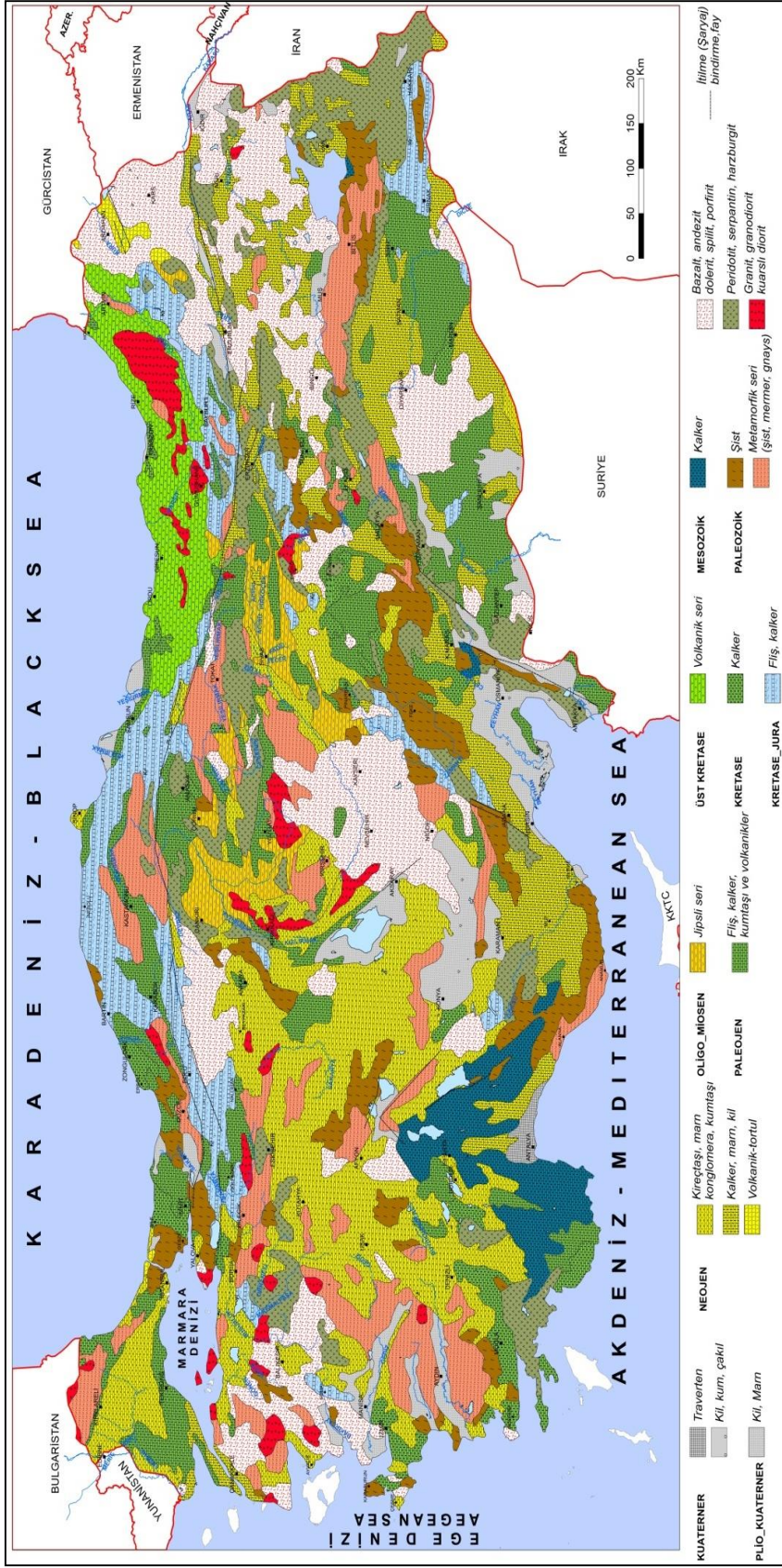
3.1.4. İnsan Etkisi

Oyuntu sahaları, genellikle doğal bitki örtüsünün tahrip edildiği eğimli sahalardaki tarım alanlarında, yerleşim yerlerinde ve yamaç eğimi ile tabaka eğiminin aynı yönde olduğu yamaçlarda açılan yol şevleri boyunca görülmektedir. Bitki örtüsünün tahrip edildiği ve toprak yüzeyini yeteri kadar kaplayamayan özellikle nadaslı tarım alanları, interserpsiyon oranını azaltarak, yüzeysel akımı artırmakta ve pekişmesi zayıf taneli ana materyalleri aşındırarak oyuntuların oluşmasına sebebiyet vermektedir. Böyle yerlere örnek olarak vejetasyon örtüsünün önemli ölçüde tahrip edildiği Karadeniz ardındaki Tosya güneyi, Kelkit vadisi yamaçları, İç Anadolu’da, Yukarı Seyhan ve Ceyhan havzaları ile Kapadokya bölgesi verilebilir. Özellikle Doğu Karadeniz Bölümü’nde tabaka eğimi ile yamaç eğiminin aynı yönde olduğu yerlerde açılan yol yarmaları ve kısmen eğimli tarım alanları heyelanların yanında oyuntuların oluştuğu sahalara tekabül etmektedir.

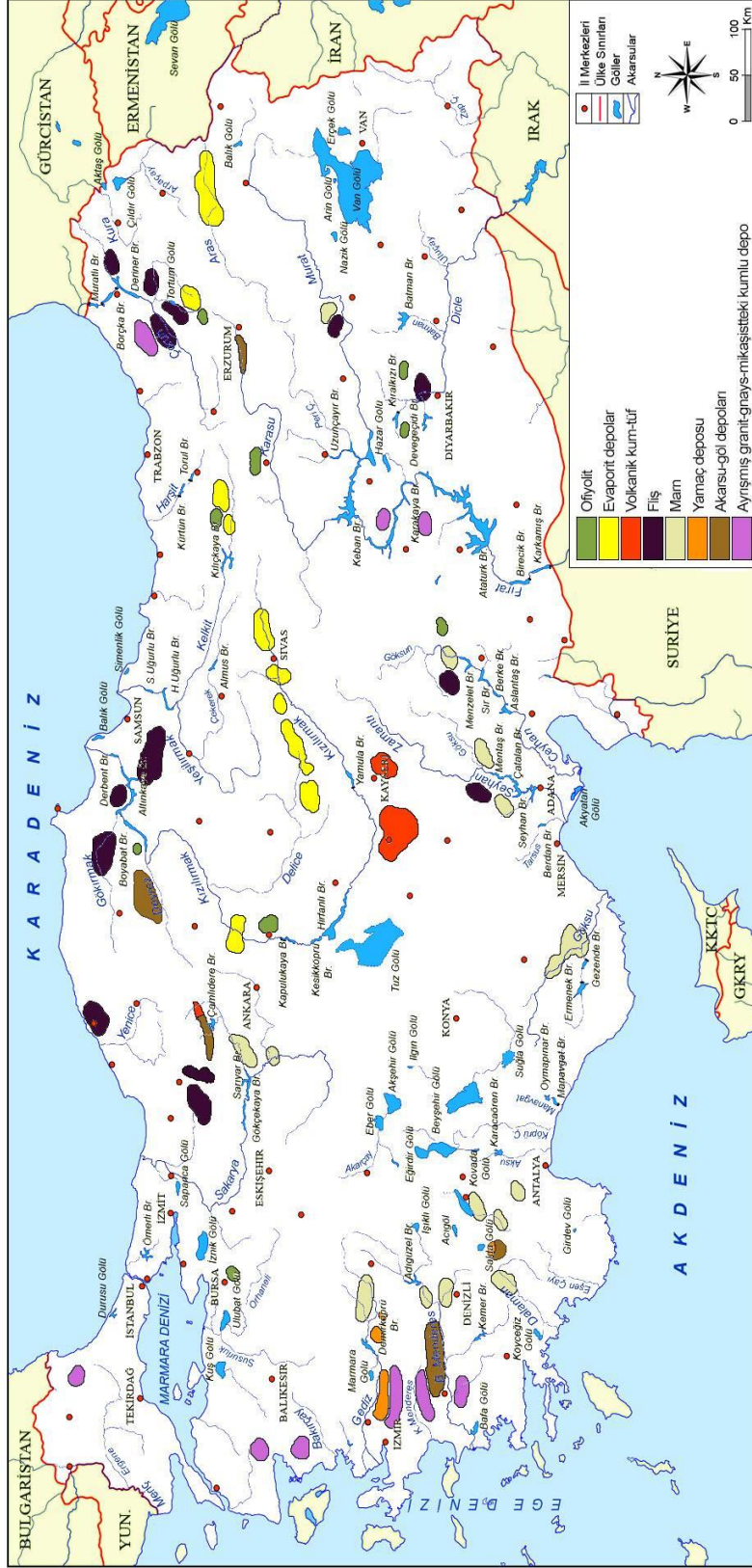
3.2. Oyuntuların Oluştığı Ana Materyaller

Oyuntunun oluşabilmesi için; yüzeysel akıma geçen suyun taşıyacağı kum ve mil gibi taneli malzemelerin, ayrıştığında taneli malzeme veren ana materyalin ve bünyesine su aldığından şişerek pörsüyen, kimyasal yönden kolayca ve kısa sürede çözünen arazilerin olması gerekmektedir (Atalay, 1982, 2015; Atalay vd., 2020a, 2020b). Ülkemizde farklı jeolojik dönemlere ait ana materyallerin, bitki örtüsünün tahrip edildiği eğimli yerlerde ve dönemlik yağışlarla yüzeysel akıma geçen suların oyuntu oluşmasını sağladığı görülmektedir. (Şekil 2 ve 3).

Oyuntu erozyonunun görülmediği, yani oyuntuların oluşmadığı sahalara ise kireçtaşlarından oluşan karstik araziler; ayrışmamış genç bazalt ve andezitler ile üzerindeki toprak örtüsü ve ayrışmış yüzeyin ve/veya toprağın erozyona uğramasıyla yüzeye kayalıklar halinde çıkan granit, gnays, mikaşist, kuvarsit, kuvarsit şistler ile düzlüklerdeki tüm ana materyaller üzerinde bulunmaktadır (Şekil 3). Ülkemizde oyuntuların geliştiği başlıca ana materyallerin özellikleri ve yayılış alanları aşağıda başlıklar halinde açıklanmıştır:



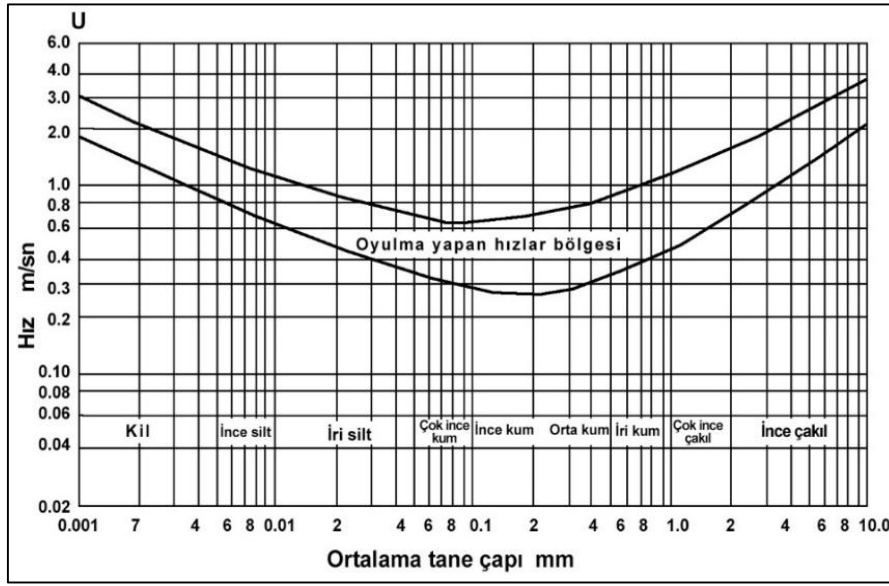
Şekil 2. Türkiye'nin Jeoloji-litoloji haritası (Atalay 1982, 2017)



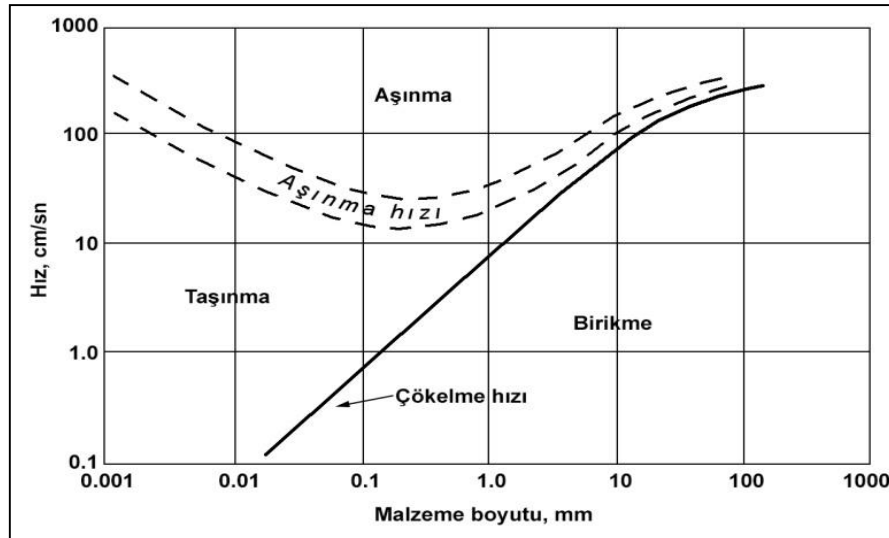
Şekil 3. Türkiye’de oyuntu erozyonunun ana materyallere göre sınıflandırılması ve yayılış alanları

3.2.1. Taneli Malzemeler İçeren Materyaller

Bu ana materyalleri, tortul kökenli olan küçük çakıl, kum ve milden oluşan akarsu ve yamaç depoları ile çimentosu kireçli kumtaşı-konglomeraların ayrışması sonucu serbest hale gelen kumlu ve çakıllı malzemeler, kumtaşı, miltaşı ve küçük çakıl taşlarının ardalanmalı uzandığı fişler ile volkanik kökenli kum ve tüfler meydana getirir. Bu ana materyallerde oyuntunun oluşması, kum ve mil boyutundaki malzemenin yüzeysel akıma geçen sularla kolayca taşınması ile ilgilidir. Bilindiği gibi, kil levhaları negatif elektrik yüküyle birbirlerini çektiği için buldukları yerden sökülmesi zordur, ancak söküldükten sonra suda enerji gerektirmeden taşınmaktadırlar. Çakılların ise hem sökülmesi hem de taşınması yüksek hızdaki akımlarda meydana gelmektedir. Nitekim laboratuvarında yapılan denemelerde en fazla taşınan ve aşınan materyallerin 0.3 ile 0.6 m/sn'deki hızlarda taşınan kum ve miller olduğu belirlenmiştir (Atalay, 2018a; Bursalı, 1971). Şekil 4 ve 5'den de anlaşılacağı gibi, oyulma en fazla iri silt ile iri kum arasındaki malzemelerde ve 0.3-0.6 m/sn hızlarda olmaktadır (Bursalı, 1971).



Şekil 4. Kil ve ince çakıl arasında farklı boyuttaki malzemelerin taşınma hızları (Bursalı 1971).



Şekil 5. Hjulstorm eğrisi (Gregory, 1985)

Şekil 5'teki Hjulstorm'un 1935'teki doktora çalışmasında deneylerle ortaya konulan Hjulstorm eğrisinde hızla tane boyutunun aşınma, taşınma ve birikme üzerindeki etkisi görülmektedir. Hızın 10 cm/sn'nin üzerine çıkmasıyla aşınmanın olduğu, hızın bunun altına düşmesiyle önce kil ve mil boyutunda malzemenin taşındığı, kum ve daha iri boyuttaki malzemenin ise biriktiği anlaşılmaktadır. Ayrıca en fazla aşınmaya uğrayan malzemenin 0.1-0.5 mm arasında kum ve mil boyutunda olduğu da görülmektedir. Taneli materyallerin yer aldığı sahalar ve oyuntu erozyonu oluşumundaki önemli sahalar maddeler halinde aşağıda belirtilmiştir:

3.2.1.1. Yamaç Depoları

Oyuntuların görüldüğü yamaç depoları, yamaçların eğimli kesimlerinden aşınan çakıllı, kumlu ve milli malzemelerin yer çekiminin ve yüzeysel akıma geçen suların etkisiyle yamaç eteklerinde birikmesi sonucu oluşmaktadır. Genellikle çakıl, kum ve millerin hâkim olduğu yamaç depoları, çoğunlukla granit, mikaşist ve gnays gibi kayalar ile kumlu flişlerin ayrışmasıyla oluşmuştur.

Yamaç depoları, ülkemizin hemen her tarafındaki yüksek sahaların eteklerinde görülür. Ancak yamaç depolarının oluşturan malzemenin boyutu son derece farklıdır. Kireçtaşı, bazalt, andezit, granit gibi kayaların genellikle fiziksel parçalanmasından hâsıl olan blok ve çakıl boyutundaki taşlar, hâkim durumdadır. Gözenekli bir yapı oluşturan bu taşlar üzerinde yüzeysel akım oluşmadığı için oyuntu meydana gelmemektedir. Ancak buraların eğimli kesimlerinde yamaç akmaları ve taş çığları görülmektedir. Buna karşın, örneğin gnays ve mikaşistlerin hâkim olduğu Aydın Dağları'nın güneyi, Bozdağlar'ın kuzey eteklerindeki yamaç depoları çoğunlukla kumlu bünyededir (Çizelge 1).

Ülkemizde genişliği birkaç metre ve derinliği 100 m'nin üzerindeki oyuntular, Bozdağlar'ın kuzey yamacındaki fayların kestiği fay dikliğine tekabül eden dik yamaçlarda kumlu ve milli yamaç depoları üzerinde görülmektedir. Böyle oyuntuların tipik örnekleri Salihli civarında Sart harabelerinin bulunduğu tepenin güney ve kuzey yamaçlarında, Salihli'nin doğusunda, Damatlı havzasının Gediz grabenine bakan kuzey yamacında ve Turgutlu'nun doğusunda, Kurudere havzasındaki Küpyar Tepesi (642 m)'nin güney yamacında bulunmaktadır (Foto 2 ve 3, Çizelge 1).

Bozdağların kuzey yamacındaki oyuntuların oluştuğu kolüvyal depolar, gnays ve mikaşistlerin ayrışmasından oluştuğu için KDK kapasiteleri düşüktür. Bu depodaki kumlu malzemeler, gnays ve mikaşistlerdeki kuvarsitlerin, mil ve killer ise mika ve feldispatların ayrışmasından hâsıl olmuştur. Bu nedenle kuvarsitli kumların fazla olması KDK'nın düşmesine neden olmuştur. Ancak hava ve su dolaşımı iyi olan ve ağaç köklerinin kolayca metrelerce derinliğe kadar yayılmasını sağlayan bu depolar; kuraklığa dayanıklı kızılçam, maki ile incir ve zeytinlerin yetişmesi için uygun ortam oluşturmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bozdağların kuzey eteklerindeki yamaç depolarının KDK ve bünye (tekstür) özelliği

Örneğin alındığı yer	KDK (cmolc/k ^{g-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye
Kurşunlu vadisi Kırmızı kolüvyal depo	9.5	44	34	22	Killi balçık
Orta kolüvyal depo	9.7	65	18	17	Kumlu balçık
Kurşunlu oyuntu	10.6	66	14	20	Kumlu balçık
Mavimsi depo	8.7	53	21	26	Kumlu killi balçık
Sert depo	7	63	13	24	Kumlu balçık
Kula mavi depo	8.3	40	24	36	Balçık
Kula oyuntu	5.2	49	14	37	Balçık
Kula derin oyuntu	5	53	15	32	Kumlu balçık
Kula peri bacası mevkii	3.7	85	7	8	Balçıklı kum



Foto 2. Salihli’nin güneydoğusunda Bozdağların kuzey eteklerinde Damatlı havzasının kuzey tarafında çakıllı, kumlu ve milli yamaç depoları üzerinde derinliği 200 m’ye kadar ulaşan oyuntular



Foto 3. Turgutlu’nun doğusunda Kurudere havzasında Küpyar Tepe (652 m)’nin güney yamacında kumlu ve milli yamaç deposu üzerinde derinliği 190 m’yi bulan oyuntular

3.2.1.2. Volkanik Kum ve Tüfler

Volkanizma sırasında püsküren proklastik malzemeler, boyutu 2-0.2 mm arasında olan kum ile 0.2 mm’nin altında bulunan tüfler oluşturur. Pekışmesi son derece zayıf olan piroklastiklerin en az yarından fazlasını kum oluşturduğundan, genellikle kumlu ve nadiren kumlu balçık tekstüre sahiptir (Çizelge 2).

Bu sahalardaki oyuntuların derinliğini ve genişliğini, yamacın uzunluğu, eğimi ve deponun kalınlığı belirlemektedir. Kapadokya Yöresi'ndeki dik yamaçlarda, volkanik kumlar üzerinde, uzunluğu birkaç yüz metre ve derinliği 10 m'yi aşan oyuntulara rastlanılır (Foto 4, 5 ve 6). Buna karşın yamaç eğiminin azaldığı yerlerde sık aralıklarla uzunluğu birkaç 10 metre ve derinliği birkaç metreyi bulan oyuntular görülür. Oyuntuların olduğu böyle yerlere yaygın olarak; İç Anadolu'nun güneydoğusunda Avanos, Ürgüp, Derinkuyu'yu kapsayan Kapadokya Yöresi'nde, Köroğlu dağlarının güney kesiminde, Sarıkamış dolaylarında, Gölcük (Isparta), Karadağ (Karaman) ve Erciyes Dağı'nın doğusunda Hacılar-Develi kasabaları arasında rastlanılır.

Çizelge 2. Erciyes dağı ve Kapadokya'daki piroklastiklerin KDK ve tekstürü

Örnek yeri	KDK (cmolc/kg ⁻¹)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Tekstür (Bünye)
Erciyes dağı doğusu Çomaklı mevki	3,3	93	3	4	Kum
Alt horizon	3,5	91	5	4	Kum
Alt horizon	9,7	81	10	9	Balçıklı kum
Volkanik kum	3	93	2	5	Kum
Develi kuzeydoğusunda Çomaklı mevki üst horizon	9,6	91	4	5	Kum
Alt horizon	2	92	2	6	Kum
Çomaklı titrek kavak altı	10,6	88	4	8	Balçıklı kum
Volkanik kum-tüf	5,1	90	4	6	Kum
Ürgüp	10,6	64	32	4	Kumlu balçık
Ürgüp	10	68	21	11	Kumlu balçık
Ortahisar üzüm bağı	23	56	32	12	Kumlu balçık



Foto 4. Kapadokya yöresinde volkanik kumlar üzerinde gelişmiş oyuntular



Foto 5. Zelve (Kapadokya) dolayında üstte marnlardan oluşan göl, altta oyuntularla parçalanmış volkanik kum ve tüfler



Foto 6. Zelve dolayında bir vadi yamacındaki derin olmayan oyuntular ve vadi tabanında kumlu topraktaki üzüm bağları

Piroklastiklerde katyon değişme kapasitesi genellikle 10 cmolc/kg^{-1} 'in altında olup bitki besin maddeleri yönünden fakir durumdadır. Bu durum bitkilerin seyrek ve zayıf olmasına yol açmıştır.

3.2.1.3. Akarsu ve Akarsu-Göl Depoları

Ülkemizde akarsu ile akarsu göl depoları, genellikle iklim koşullarının günümüze göre nispeten sıcak ve yağışlı olduğu Neojen döneminde meydana gelmiştir. Çakıllı ve kumlu depolar, yüksek sahalardan gelen akarsu ve sellerle taşınan malzemelerin dağların eteklerindeki az eğimli ve düzlük

sahalarda birikmesiyle oluşmuştur. Buralarda, eğimli yamaçlardaki yuvarlak çakıllı tabakalar arasındaki kumlu tabakaların üzeri, oyuntularla parçalanmış durumdadır (Foto 7).



Foto 7. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kampüsü civarında Karaburun yolu yarmasında sağda oyuntunun gelişmediği çakıllı ve oyuntunun geliştiği kumlu akarsu deposu

Akarsu depolarının örnekleri, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü civarında Karaburun yol ayrımında, Gölbaşı (Ankara) güneyinde, Eskipazar-Karabük arasında, yer yer Bolu-Gerede-Çerkeş depresyonu kenarında, Aydın doğusunda Aydın-Tire yolu güzergahındaki çukur yerlerde, Kargı civarında, Aşağı Kızıllırmak havzasında Durağan dolayında, Mudurnu oluğunda ve Toros dağlarının muhtelif kesimlerindeki yerel çukurluklarda görülür (Foto 8, Şekil 2 ve 3).



Foto 8. Aydın-Tire karayolu doğusunda pekişmiş çakıllı depolar arasındaki kumlu tabakalarda oyuntuların oluştuğu akarsu göl depoları

Akarsu-göl depoları, çoğunlukla kum ve mil boyutunda malzeme içerdiğinden oyuntu erozyonuna karşı son derece hassastır. Bitki örtüsünün tahrip edildiği eğimli yamaçlar ile “U” şeklindeki

vadi kenarlarında derin oyuntular görülmektedir. Dağların eteklerindeki depresyon sahalarını kaplayan göl ortamında, gölün seviye değişmelerine bağlı olarak akarsu ve göl depolarının münavebeli olarak istiflendiği yerler, oyuntu erozyonunun geliştiği sahalar arasındadır. Burada kumlu-çakıllı tabakalar gölün seviyesinin düşerek kara haline dönüşen sahalardaki birikmeyi, kumlu depolar ise akarsuyun yayıldığı yerlerdeki birikmeyi, marnlı-kumlu depolar, göl seviyesindeki yükselmeyi yansıtmaktadır. Ayrıca akarsu-göl depoları, Anadolu’da Neojen göl havzalarının çevresinde, Kula doğusunda, Narman havzasında, Tosya ile Devrez çayı arasında, Toros dağlarında yerel depresyonların kenarında ve özellikle Aydın dağlarının güney yamaçlarında yer alır. Akarsu-göl depolarının en yaygın olduğu yer ise Büyük Menderes havzasında Aydın dağlarının güney etekleridir (Foto 9, Şekil 2 ve 3).



Foto 9. Kumlu-çakıllı ve milli-kumlu tabakaların münavebeli olarak yer aldığı Kula civarındaki akarsu-göl deposu. Burada oyuntuların kumlu tabaka üzerinde geliştiği, çakılların yüzeysel akıma geçen sularla zor taşındığı çakıllı tabakada ise olmadığı görülür.

Aydın dağlarının güney eteklerindeki akarsu-göl depolarındaki malzemelerin önemli bir bölümü, gnays ve mikaşistlerin ayrışması ile oluşan, genellikle kumlu ve kumlu balçık tekstüre sahiptirler. Kuvarsit kumlarından dolayı kation değişim kapasitesi 6 cmolc/kg^{-1} 'in altında olup, bitki besin maddeleri çok düşük seviyededir (Çizelge 3). Bu nedenle buralardaki kızılçam ormanlarının biyokütle verimi düşük seviyededir.

Çizelge 3. Aydın dağlarının güney eteğindeki akarsu-göl depolarının KDK ve bünyesi

Örnek yeri	KDK (cmolc/kg^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye
Nyssa antik kenti civarı	5.7	84	2	14	Balçıklı kum
Nazilli kumlu kırmızı depo	5.3	70	6	24	Kumlu balçık
Aydın-Tire yolu kumlu depo	5.5	66	4	30	Kumlu balçık
Aydın doğusu kumlu depo	1,5	91	4	5	Kum
Danişment kırmızı depo	3,8	79	16	5	Balçıklı kum

3.2.1.4. Fliş

Genellikle kumtaşı, miltaşı, kiltası, marn, bazen konglomera tabakalarının ardalanmasından oluşan kalın kütleler halindeki flişler, oyuntuların geliştiği sahalar arasındadır. Tabakaların sıkça ardalandığı flişler, sığ denizel ortamlarda ve akarsuların getirdiği malzemelerin kıtasal yamaç eteğinde birikmesiyle oluşmuştur. Burada sığ denizel ortamların kıyı kesiminde akarsuların sel dönemlerinde çakıllı-kumlu, sakin dönemlerde ise milli ve killi tabakalar meydana gelmiştir. Flişlerde tabakaların sıkça değişmesi tekstürün de değişmesine yol açmıştır. Örneğin kumlu tabaka üzerinde kumlu, miltaşı ve kil taşlarında killi ve milli bünye hâkimdir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Karadeniz Bölgesi'ndeki flişlerin KDK ve tekstürü

Örnek yeri	KDK (cmolc/kg^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye
İnebolu	15	60	24	16	Kumlu killi balçık
İnebolu	5	70	6	24	Kumlu balçık
Hanönü, Taşköprü	28	88	4	8	Kum
Saraycıbaşı Ordu	39	90	1	9	Kum

Flişlerde oyuntuların geliştiği yerler pekişmesi zayıf olan kumlu tabakaların hâkim olduğu sahalarda yaygındır. Buralarda doğal dengesini kaybeden fliş arazileri üzerinde yüzeysel akıma geçen sular, kum ve mil boyutundaki malzemeleri taşıyarak oyuntuların oluşmasına neden olur. Böyle arazilere Kuzey Anadolu dağlarının kuzey kesimi boyunca, Taşköprü-Durağan arasında, özellikle Çankırı-Çorum, Ardanuç, Tortum vadisi vb. dolaylarında görülür. Ayrıca Seyhan ve Ceyhan havzalarının yukarı havzalarında rastlanılır (Foto 10).

Mesozoyik ve Eosen flişlerin en fazla yaygın olduğu saha, Kuzey Anadolu Dağlarının özellikle kuzey kesiminde Bartın-Samsun arasındaki kesimdir. Samsun ile Gürcistan arasında ise piroklastikler yani volkanik kum ve bazalt, andezit tabaka ve filonların da yer aldığı volkanik flişler yaygındır. Ayrıca flişler, Yukarı Ceyhan ve Seyhan havzalarında, Tortum ile Tortum Gölü arasında, Ardanuç dolaylarında ve Antalya Kemer Havzası'nda yaygın durumdadır (Foto 11 ve 12, Şekil 2 ve 3).



Foto 10. Ardanuç (Artvin) kasabası güneyinde kumlu flişler üzerinde gelişmiş oyuntular



Foto 11. İnebolu-Ayancık arasında yamaç eğimi ile uyumlu kumtaşı, miltaşı, killi miltaşı (ufalanmış tabakalar) tabakalarından oluşan fliş



Foto 12. Karadeniz kıyısında İnebolu-Ayancık arasındaki flişin kumlu tabakasında gelişmekte olan parmak erozyonu ve oyuntular

Ülkemizde sellere, akarsulara en fazla malzeme veren kaynakların başında oyuntularla parçalanmış ve erozyonun devam ettiği fliş arazileri gelmektedir. Örneğin Yeşilirmak'ın ülkemizde en fazla sediment taşıyan nehir olmasının nedeni, flişlerin aşınmasından hâsıl olan malzemelerden kaynaklanmaktadır. Aynı şekilde Tortum Gölü'ndeki aşırı siltasyon da sellerin flişlerden getirdiği kum boyutundaki malzemelerin gölde birikmesidir (Atalay, 1979; 1980). 11-12 Ağustos 2021'de Bozkurt ve Ayancık havzalarında meydana gelen sellerlerin taşıyarak geniş dere yatakları ve taşkın düzlüklerinde biriktirdiği çakıllı, kumlu ve milli malzemeler, tamamen flişlerin aşınmasından ileri gelmiştir.

Flişlerin diğer bir özelliği de heyelanlara yol açmasıdır. Özellikle tabaka eğimi ile yamaç eğiminin aynı yönde olduğu yerlerde açılan yol yarmaları, ülkemizde heyelanın en fazla görüldüğü yerler arasındadır (Foto 13).



Foto 13. Köprülü Kanyon (Köprü Çayı havzası, Serik) dolayında yamaç eğimi ile tabaka eğiminin aynı olduğu yamaç eteğinde geçirilen yol yarmasında oluşan heyelan

3.2.2. Ayırıştığında Kumlu-Çakıllı Malzeme Veren Ana Materyaller

Ayırıştığında kumlu-çakıllı malzeme veren ana materyalleri iki gruba ayrılabilir.

3.2.2.1. Kumtaşı ve Konglomeraların Ayırışmasıyla Oluşan Kumlu Çakıllı Depolar

Konglomera-kumtaşı-miltaşlarındaki kireçli çimento, karbondioksitli suların (H_2CO_3) etkisiyle kolayca çözülmeye uğrar. Çimentodaki kalsiyum karbonat ($CaCO_3$), suda kalsiyum bikarbonat $Ca(HCO_3)_2$ halinde, kil ise süspansiyon halinde taşınır. Sonuçta, çimento malzemesinin kimyasal yoldan çözünerek uzaklaşmasıyla kumtaşı ve konglomerayı oluşturan çakıl, kum ve miller serbest hale geçer. Serbest hale geçen bu malzemeler içerisinde kum ve millerin eğimli sahalarda kolayca taşınması oyuntu erozyonuna yol açar.

Kumlu-çakıllı depolar, Anadolu'da sığ göllerle kaplı Neojen havzalarında, özellikle Burdur Gölü havzasının kuzeybatısındaki Söğüt dağlarında, Keçiborlu dolaylarında, Manavgat çayı havzasında Köprülü Kanyon civarında bulunur (Atalay vd., 2019c). Oyuntuların belirgin olarak geliştiği sahalara tipik örneklerden biri Söğüt Dağları'nın doğu yamaçlarında görülür (Foto 14).



Foto 14. Burdur Gölü kuzeybatısında ayrıştıgında kumlu malzeme veren kumtaşı üzerindeki oyuntular

3.2.2.2. Gnays ve Mikaşist ile Granitlerin Ayrışmasından Hâsıl Olan Kumlu-Milli Depolar

Bünyesinde bol miktarda kuvarsit içeren gnays-mikaşistler ayrıştıgında genellikle kuvarsit tanelerinden ibaret kumlu, feldispatların ayrışmasıyla milli ve mikanın ayrışmasıyla killi malzeme ortaya çıkar. Aydın Dağları’nda olduğu gibi, yoğun bir orman örtüsüyle kaplı böyle ana materyaller üzerinde milyonlarca süren bir zaman zarfında 10’larca metre kalınlıkta kum miktarı % 93’e kadar ulaşan kumlu, kumlu balçık tekstürde depo ya da toprağın C horizonu meydana gelmiştir (Çizelge 5). Eğimli sahalarda ormanların tahrip edilmesiyle bu ana materyaller üzerindeki kumlu toprak veya depolar, yüzeysel akıma geçen sularla taşınarak oyuntu erozyonuna yol açmıştır (Atalay vd. 2019 a,b, Atalay vd., 2020a).

Çizelge 5. Aydın Dağlarında mikaşist ve gnaysların ayrışmasından hâsıl olan depoların KDK ve bünyesi

Örneğin alındığı yer	KDK (cmolc/kg ⁻¹)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye
Gnays	3,2	85	11	4	Balçıklı kum
Mikaşist	1,8	93	2	5	Kum
Mikaşist	0,4	95	1	4	Kum
Gnays	17	65	26	9	Kumlu balçık
Gnays	1,7	93	2	5	Kum
Gnays-mikaşist	8,5	79	16	5	Balçıklı kum
Kuvarsit	5	85	10	5	Balçıklı kum

Gnays-mikaşistlerin derin olarak ayrışmasıyla oluşan kalın kumlu malzeme üzerindeki oyuntu erozyonunun meydana geldiği böyle yerler; Aydın Dağları’nın batı kesiminde Aydın-Tire karayolunun doğu kesiminde, Nazilli batısında Aydın dağlarının eteklerinde görülür (Foto 15 ve 16). Gnays ve

mikaşistlerin ayrışmasıyla oluşan kumlu, kumlu balçık bünyedeki ayrılmış kuşakta KDK'nın çok düşük olması, bitki örtüsünün gelmesini önemli ölçüde engellemesi de oyuntu erozyonunun devam etmesinde önemli rol oynamaktadır (Çizelge 5, Foto 15 ve 16).



Foto 15. Aydın dağlarının batısında Aydın-Tire karayolunun fay dikliğine tekabül eden sahada 100 m'yi aşan kalınlıkta koyu renkli bantlar gnaysın, açık renkliler ise mikaşistlerin ayrışmasında hâsıl olan kumlu depo ve üzerinde gelişmekte olan parmak erozyonu ve küçük oyuntular.



Foto 16. Aydın dağlarının batısında gnaysların ayrışmasıyla oluşan kumlu depo üzerindeki oyuntular

Granitlerler ayrışmaya uğradığında bünyesindeki kuvarslar kumları, mikalar killeri ve feldispatlar ise mil boyutundaki malzemeleri oluşturur. Bu nedenle granit arenasındaki kuvars içeren kum miktarı, kil ve millere göre daha fazladır. Böyle yerlerde kum ve millerin eğimli sahalarda yüzeysel akıma geçen sularla kolayca taşınması oyuntu oluşumunu sağlar.

Milyonlarca yıl süren granitlerin ayrışmasından hâsıl olan kumlu yani arena depoları, Ege Bölümü’nün kuzeyindeki Kozak Yaylası, yer yer Uludağ ve Kazdağları, Kaçkar Dağları, Baskil (Elazığ) dolaylarında yaygın durumdadır. Bilhassa Baskil dolayında derin olarak ayrılmış granitler üzerindeki meşe ormanlarının kesilmesiyle kumlu ve milli malzemenin aşınması, oyuntuların oluşmasında temel rolü oynamıştır (Atalay vd., 2019a). (Foto 17, Çizelge 6).



Foto 17. Baskil (Elazığ) yakınında meşelerin tahrip edildiği eğimli yerlerde yüzeye çıkan ayrılmış granitler üzerindeki oyuntular

Çizelge 6. Elazığ dolayında oyuntu sahasındaki granitlerin KDK ve tekstürü

Örneğin alındığı yer	KDK (cmolc/kg^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye
Granit üst horizon	20	53	7	40	Kumlu balçık
Granit	20	61	5	34	Kumlu balçık
Granit Alt horizon	23	81	5	14	Balçıklı kum

Uludağ, Kaçkar dağları ve Sivrihisar civarındaki gibi granitlerin kayalıklar halinde görüldüğü yerler, bitki örtüsünün tahrip sahalalarında toprak ve ayrılmış kuşağın erozyonlaşmasıyla granitlerin yüzeye çıktığı yerlere tekabül eder.

Akdeniz iklim bölgesinde granit ile gnays ve mikaşistlerin ayrışmasından hâsıl olan kumlu ana materyal, kozalağındaki tohumlarından yararlanan fıstıkçamlarının yetiştiği sahaların başında gelir.

3.2.3. Evaporit çökeller

Kapalı göl ortamlarına akarsuların çözünür halde taşıdığı klor, sülfat, karbonat gibi bileşikler taşıması, suyun buharlaşması sonucu bunların birikerek jips ile tuzluluğu ve alkaliliği yüksek olan çökeller meydana gelir. Evaporit denilen bu çökeller, suyla doymun hale gelerek kimyasal yoldan çözünür, eğimli yamaçlar boyunca kütle hareketlerine uğrar ve yüzeysel akıma geçen sularla da aşınarak oyuntuların oluşmasına neden olur. Evaporit depoların diğer bir özelliği, doğal dengesi bozulan yamaçlarda heyelanlara yol açmasıdır. Böyle heyelanlı yerler, Reşadiye doğusunda Kelkit çayı havzasında ve Tuzluca-İğdır arasında Aras vadisi boyunca görülür. Evaporit çökellerin yüzeye çıkarak oyuntularla parçalandığı bitki örtüsünden yoksun yerler tipik çölleşme alanlarına tekabül eder (Foto 18-21).

Oyuntularla parçalanmış böyle araziler; Ankara'nın doğusundan başlayarak Çankırı, Sivas ve Kelkit ile Aras vadisi boyunca İğdır depresyonuna kadar uzanır. Oltu-Narman ile Çoruh havzasında İspir dolayında ve Ulukışla (Niğde) civarında bulunur. Oltu-Narman havzasında 30 örnek üzerinde yapılan analizlerde evaporit depolarda pH'nın 8,7-9,9; CaCO₃'ün % 0,07-29,3, çözünebilir Cl'un 0,11-3,58 me (miliekivalan)/100 g, bikarbonatların 0,05-0,70 me/100 g; sülfatların 0,28-32,4 me/100 g, değişebilir Na'un 2,3-75,1 me/ 100 g; değişebilir sodyum yüzdesinin (EPS) 7,3-44,1, sodyum absorpsiyon oranının (SAR) 0,53-55, 25°C'de elektriki geçirgenliğin 0,27-36,7 millimhos/cm arasında değiştiği saptanmıştır (Atalay vd., 1980).



Foto 18. Suyla doymun hale geçen kırmızımsı evaporit depoların Aras vadisine doğru olan heyelanı



Foto 19. Çankırı civarında eğimli yamaçtaki jipsli arazinin kimyasal çözünmesiyle oluşan oyuntular

Bu değerler, özellikle elektriki geçirgenliğin çok yüksek olması, evaporit depoların aşırı miktarda alkali ve tuzlu olduğunu, buna bağlı olarak bitki örtüsünün yetişmediğini, bünyesine su aldığı anda adeta şeker ve tuz gibi çözülmeye yol açtığını gösterir (Atalay, 1980; Atalay vd., 2020a). Oltu havzasında suyla doymun hale geçen eğimi 52° 'yi aşan yamaçlarda adeta çamur akıntılarına benzeyen akıntıları görülür.



Foto 20. Narman (Erzurum) tuzlu-alkali ve jipsli evaporit çökellerinin kimyasal yoldan çözünmesiyle oluşan oyuntular



Foto 21. Şebinkarahisar güneyinde Kelkit vadisi yamacında oyuntularla parçalanmış evaporit çökeller

3.2.4. Marn

Genellikle yarı yarıya kil ve kireç (CaCO_3)’ten oluşan marnlar, özellikle eğimli sahalarda bünyesine su alarak doymun hale gelip, şişerek pörsümeye ve gevşemeye uğrar. Eğimli sahalarda yüzeysel akıma geçen sular, pörsümüş zemindeki agregatları taşıyarak oyuntuların oluşmasına yol açar. Bilhassa eğimli sahalarda ve özellikle fay dikliklerinde kumlu marnlardaki kumlu malzemenin taşınması, derin oyuntuların oluşumunu sağlar (Atalay ve Altunbaş, 2019).



Foto 22. Beypazarı günebatısında Çayırhan dolayında derin oyuntularla parçalanmış marnlar

Ülkemizde en fazla yaygın olan arazilerin başında gelen marnlar, genellikle Neojen denizel ve göl ortamında oluşmuştur. Böyle marnlı yerlere; İç Anadolu ve Trakya’nın büyük bir bölümünde, Göller Yöresinde ve Doğu Anadolu’da tektonik depresyonlarında ve Güneydoğu Anadolu’nun güneyinde rastlanılır (Foto 22 ve 23, Şekil 2 ve 3; Atalay ve Altunbaş, 2019; Atalay vd., 2019c). Oyuntu erozyonunun yaygın olduğu yerler ise fay dikliğinin uzandığı Burdur Havzası’nın doğu ve güneydoğusu, Mut havzasının orta kesimi, Yukarı Ceyhan ve Seyhan Havzaları, Kula-Uşak arası, Beypazarı, özellikle Çayırhan dolayları, Çameli-Acıpayam arası ve Polatlı dolaylarıdır. Derin oyuntular, Burdur Havzasının doğu ve güneydoğusunda uzanan fay dikliği yamacında görülür.



Foto 23. Korkuteli (Antalya) kuzeybatısında eğimli yamaçta marn üzerinde gelişmekte olan oyuntular

3.2.5. Ofiyolitler

Ofiyolitler; peridotit-serpantin, kireçtaşı, silisli olan radyolit fosillerinin karışımından oluşan karmaşık bir seridir. Dağ oluşumu sırasında birbirleriyle karışarak adeta hamur gibi yoğrularak bulunduğu yerden itilen, sürüklenen kütleye ise melanj denir. Bilhassa okyanus ortası sırtlar ile yarıklardan çıkarak okyanus tabanına yayılan peridotitlerin bünyesine su almasıyla şişmesi ve birbirlerine sürtünmesinden dolayı parlak yeşil renk alan serpantinler, oyuntuların olduğu sahalar arasındadır. Serpantin ayrışma safhasında bünyesine su alarak pörsüdüğü eğimli sahalardaki yerler, yüzeysel akıma geçen sularla taşınarak oyuntuların oluşmasına yol açmaktadır (Foto 24, 25 ve 26). Ayrışmış katın tamamen aşınmasıyla serpantin sert bir tabaka olarak yüzeye çıkmaktadır. Böyle yerlerde bitki örtüsü kök geliştiremediği için genellikle çıplak halde kalmaktadır. Az ayrışmış ya da ayrışmakta olan serpantinler üzerinde biyokütle verimi düşük ormanlar bulunmaktadır (Atalay, 2014). Eğimli yamaçlarda, sürekli yamaç akmasıyla birlikte tohumların taşınması, bitki örtünün yerleşmesini engellemektedir. Bu yüzden oyuntulu serpantin alanları genellikle çıplak halde kalmaktadır.



Foto 24. Narman (Erzurum) Karadağ' da ayrılmış serpantin üzerinde gelişmekte olan oyuntular



Foto 25. Kâhta çayı yukarı havzasında eğimli yamaç boyunca serpantin üzerindeki oyuntular

Ülkemizde özellikle serpantinler bir kuşak halinde İzmir-Ankara arasında, yer yer Kuzey Anadolu ve Toros dağlarının güney kesiminde, Datça yarımadasında, Amanos dağlarının kuzeyinde görülür. Oyuntuların olduğu yerler ise serpantinlerin yüzeye çıktığı özellikle Narman Karadağ, Ilgaz dağlarının doğu uzantısına tekabül eden Kargı kuzeyi ve Güneydoğu Toros dağlarının güney etekleridir (Foto 24, 25 ve 26, Şekil 2 ve 3).



Foto 26. Ilgaz dağlarının doğu uzantısındaki Kargı kuzeyindeki eğimli yamaçta serpantin üzerindeki farklı oyuntular

3.3. Oyuntuların Arazi Degradasyonu, Sel ve Sedimentasyon Üzerindeki Etkileri

Genel bir değerlendirmeye oyuntu sahaları, yarı kurak bölgelerin eğimli sahalarında yüzeysel akıma geçen suların taşıyabileceği farklı jeolojik kökenli kum ve mil boyutundaki malzemelerin bulunmasına bağlıdır. Parçalanmış olmasından dolayı, insanların hatta büyükbaş hayvan ve koyunların kolayca yürüyemeyeceği sahalarla tekabül eden oyuntu sahaları, aynı zamanda bitkisel üretim yönünden çöller kadar düşük olduğu, yer yer çıplak halde bulunan ve yabani hayvanların barınak sahası kapsamında olan VIII. sınıf araziye de tekabül etmektedir. Bu nedenle denilebilir ki oyuntu sahaları, elden çıkmış araziler kapsamındadır (Atalay, 2016).

Bir bütün olarak değerlendirildiğinde oyuntuların en yaygın olduğu yerler; Kelkit vadisi, Aras havzasının Kağızman-Iğdır arası, Gediz havzasında Bozdağların kuzey, Büyük Menderes havzasında Aydın dağlarının güney yamaçları, Burdur havzasının doğu ve güneydoğusu, Çameli-Acıpayam arası, İç Anadolu'nun kuzeybatısında Beypazarı-Çayırhan dolayları, Yukarı Kızılırmak, Seyhan ve Ceyhan havzaları, Göksu havzasının orta bölümüdür.

Oyuntu sahaları, aynı zamanda sellerin oluştuğu kaynak sahası durumundadır. Akarsu ve sellere bol miktarda yatak yükü ile süspanse, yani yüzer halde malzeme veren sahaların başında gelmektedir. Oyuntu sahalarından gelen sellerin yayıldığı dağların etekleriyle ova düzlüğü arasındaki tarım ve yerleşim alanları aşırı birikmeye ve sellerin döküldüğü baraj-göller ise aşırı siltasyona sahne olan sahalar arasındadır.

Karadeniz Bölgesi'nde sellerin taşıdığı malzemenin neredeyse tamamına yakını volkanik-fliş ve fliş sahalarından gelen kum, mil ve küçük çakıl boyutundaki malzemelerdir. Günlerce yağın yağmurla doymun hale gelen flişlerin ağırlığı artmakta, doğal dengesi bozulan yamaçlarda kütle halinde akmalar olmaktadır. Derelere ulaşan çoğunlukla kumlu malzemeler, hem selin yatak yükünün aşırı miktarda artmasına ve özellikle dere kenarlarında oyulmanın şiddetlenmesine, yolların tahrip olmasına neden olmakta hem de sellerin yayıldığı sahalarda birikmenin artmasına yol açmaktadır. Pütürge

dolaylarındaki ayrıışmış gnayslardan gelen seller, Şiro çayı alt havzasında vadi tabanındaki tarım alanlarının kum ve çakıllarla kaplanmasına yol açmıştır. Hem Pütürge hem de Elazığ batısındaki oyuntu sahalarında, sellerin taşıdığı malzemelerin çoğu Karakaya barajında birikmektedir. Seyhan ve Ceyhan havzalarında oyuntulardan gelen sellerin taşıdığı malzemeler, bu havzalardaki barajların sedimantasyonunda önemli paya sahiptir. Nitekim Kahramanmaraş Kartalkaya barajı, Çağlayancerit havzasındaki flişlerden gelen malzemelerle neredeyse dolmak üzeredir. Tortum Gölü deltası, sellerin taşıdığı malzemenin birikmesinden dolayı her yıl 10 m kadar ilerlemektedir.

Oyuntuların rehabilitasyonu son derece zor olup ekonomik yönden de pahalıdır. Oyuntuların engellenmesi ve rahabilitasyonu için Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı "Erozyon ve Sel Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlarla İlgili Rehber (2015), Güney Afrika'da Kromriver havzası (Haan, 2016), Avustralya'nın doğusundaki Queensland Eyaletinde yapılan çalışmalar (Soil Conservation Guidelines for Queensland, 2016) ile Sel ve Çığ Kontrolü (Görcelioğlu, 2003) adlı yayınlar incelenmesi gereken önemli kaynaklar arasındadır.

4. Sonuçlar

Genellikle fiziki coğrafyanın özellikle fluvial jeomorfolojinin araştırma alanına giren oyuntu oluşumu, gelişimi ve rehabilitasyonu coğrafya, tarım, toprak ile orman gibi bilim dallarının araştırma konuları kapsamına girmektedir. Ancak bu meslek gruplarınca ülkemizde oyuntu oluşumu ile ana materyal ilişkileri konusunda yeterli sayılabacak araştırma ve yayın yapılamamıştır. Ülkemizde yaygın olan oyuntu sahaları, sadece arazi degradasyonunun olduğu sahalar arasında değil, aynı zamanda akarsu ve sellere bol miktarda yatak yükü vererek baraj, göl ve sellerin yayıldığı yerlerde sedimantasyonu artıran kaynak sahası durumundadır. Ülkemizde sürdürülebilir arazi kullanımının gelişmesini engelleyen oyuntu erozyonunun oluşumu ve sonuçlarını maddeler halinde şöyle belirtebiliriz.

1. Orta Miyosen'den Holosen başlarına kadar etkili olan özellikle dikey faylanma hareketleri sonucu faylar boyunca yer yer bloklar halinde çökme ve yükselmeler meydana gelmiştir. Bu hareketlerle Batı Anadolu'da horst-graben sistemleri, Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu fayları boyunca ise çökme sonucu içerisinde alüvyal ova veya düzlükler ile göllerin de bulunduğu depresyonlar meydana gelmiştir. Çökme sonucu oluşan depresyonun seviyesine göre akarsular, yataklarını geriye doğru aşındırmalarıyla grabenlerin ve depresyonların kenarlarındaki yüksek sahaları vadilerle parçalanmıştır (Atalay, 2017). Özellikle fay diklikleri ve eğimli yamaçlardaki derin olarak ayrıışan kumtaşı, gnays, mikaşist, granit kütlelerinde serbest hale gelen kumlu-milli malzemelerin yüzeysel akıma geçen sularla kolayca taşınmasıyla oyuntular oluşmuştur. Aynı şekilde ayrıışan serpantin, marn ve evaporit depolar üzerinde de yer yer oyuntular meydana gelmiştir.

2. Her çökme döneminde depresyon sahasında oluşan taban seviyesine göre, akarsuların aşındırma ve taşıma güçleri gençleşerek yataklarını daha da derinleştirmiştir. Buralardaki eğimli yamaçlarda yer alan kolüvyal depolar, marn, volkanik kum ve tüfler vb. üzerinde de oyuntular oluşmuştur.

3. Akarsu ve sellerin geriye doğru aşındırmasının sonucu yukarı havzada oluşan eğim kırıklıkları (knickpoint, heatcut) üzerinde erozyona karşı dirençsiz olan ana materyallerin üzerinde yüzeysel akıma geçen suyun aşındırması oyuntuların oluşmasını sağlamıştır.

4. Bol miktarda kumlu malzeme içeren yamaç depoları, akarsu göl depoları, volkanik kum ve tüflerin yüzeysel akıma geçen sularla kolayca aşınmasıyla derin oyuntular gelişmiştir.

5. Oyuntu sahalarından sellerle taşınan kum, mil ve hatta çakıl boyutundaki malzemeler sellerin yayıldığı düzlük alanlarda ve döküldüğü göl ve baraj rezervuarlarında birikmektedir. Bu birikme düzlük alanlarındaki tarım alanlarında arazinin kabiliyet sınıfını düşürürken baraj, gölet ve göllerin su taşıma kapasitesini sürekli olarak azaltmaktadır. Yarım asır kadar önce akarsularımızla denizlere taşınan 500 milyon ton civarındaki malzemenin sürekli azalmasında, orman teşkilatlarınca yürütülen ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmaları, kırsal alanlardaki köylerin boşalmasıyla terk edilen tarım alanlarının

ormanlarla kaplanması ve son yıllarda birçok akarsularımız üzerinde yapılan barajlarda birikmesinin önemli payı vardır.

6. Çöllerde olduğu gibi bitki örtüsünün çok seyrek olduğu oyuntu sahalarının önemli bir bölümü, ülkemizde çölleşme ve arazinin verim gücünü kaybettiği degradasyon alanlarına tekabül etmektedir.

7. Coğrafyacıların da yer aldığı bir teknik elemanlarla öncelikle oyuntunun oluşumunda etkili olan faktörlerin ortaya çıkarılması ve buna göre özellikle Orman ile Devlet Su İşleri teşkilatları tarafından şimdiye kadar oyuntu önleme ve sel dereleri ıslahında yapılan çalışmaların daha etkili ve kapsamlı olarak sürdürülmesi gerekmektedir.

Notlar

1. Bu çalışmaya ait ön bulgular ve genel değerlendirme, 17-18 Haziran 2021 tarihinde gerçekleştirilen 2. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi’nde sözlü olarak sunulmuştur.



Relations Between Gully Formation and Parent Material in Turkey

İbrahim Atalay^a, Muzaffer Siler^{*b}, Sevda Altunbaş^c

Submitted: 14.08.2021

Accepted: 15.04.2022

EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

The gully and/or rill occurs when the natural balance is disturbed for various reasons, especially in sandy and silt parent material. Initially, it turns into gully as the water flowing through the crevices formed by the surface stream along a slope deepens the bed and widens the slope. Rill erosion and gully erosion are also known to be found among the sites of severe erosion (Clark, 1980). Since the 1970s, attention has been drawn to issues including the relationship of gully erosion formation with parent material and neotectonic movements, its effects on land degradation, and its importance on sediment yield to rivers (Atalay; 1979, 1980, 1982, 2004, 2014; Bursalı, 1971; Çelik, 1993; Görçelioğlu 1982a, 10982b).

2. Methodology

According to the field observations made since 1980 in the preparation of this article, the locations of the gully were first identified. The location, slope, land use status and vegetation cover of these areas were determined. Then the physical and chemical properties, degree of weathering and depth of the rocks that make up the geological structure where the gully is located were taken into account. The texture analysis of soil and parent material samples showing the amounts of sand, clay and silt was carried out according to the Bouyoucos hydrometer method (Bouyoucos, 1955). The texture classification of the parent materials and soil samples was made using the international "Soil Structure Classification Triangle". In addition, the Cation Exchange Capacity (CEC) was determined according to the N ammonium acetate method to indicate the status of the soil and parent material in terms of plant nutrients (Kacar, 1995). The appearance of the gully areas mentioned in the text in the field is shown with photographs, the texture status and KDK values showing the sand, clay and silt ratios of the parent material in the gully area are shown in a table and relationships are revealed.

3. Findings

3.1. Factors That Influence the Formation of Gully

3.1.1. Topography

High slope and elevation conditions show that our country's topography is young. Gully fields; It is generally found in the upper parts of the basins, on the slope failure where the stream erodes backwards and on the fault scarps. The reason for this is that the amount and speed of water passing from precipitation to surface runoff in sloping areas is sufficient to dislodge small pebbles, sand and mile-sized materials. For example, gullies can be seen on the steep slopes of canyon-shaped valleys in the south of Aydın Mountains, north of Bozdağlar and south of Tosya (Atalay et al., 2020b).

*Corresponding Author: msiler@firat.edu.tr

^a Karabük University, Department of Geography, Karabük/Turkey, <https://orcid.org/0000-0002-0327-1485>.

^b Firat University, Department of Geography, Elazığ/ Turkey, <https://orcid.org/0000-0001-5485-7008>.

^c Akdeniz University, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Antalya/ Turkey, <https://orcid.org/0000-0001-9779-9784>.

3.1.2. Vegetation

Gully areas are mostly seen in semi-arid areas where sparse vegetation is destroyed. It is common on the salty evaporite sediments in the Kelkit and Oltu-Narman basins, on the northern slopes of the Bozdağ Mountains, on the southern slopes of the Aydın Mountains, between Acıpayam-Çameli on slopes where *Pinus brutia* forests have been destroyed and around Beypazarı and Çayırhan in the northwest of Central Anatolia.

3.1.3. Amount of Precipitation

In our country, there is not enough data and experiments to reveal the relations between precipitation intensity and gully. The southern slopes of the Taurus Mountains and the northern slopes of the North Anatolian Mountains are areas with precipitation over 1000 mm (Atalay, 2018b). Gully are rarely encountered because the Blacksea region coastal belt is usually covered with dense forests. In these areas, the gullies are only seen in places on the sandy flysch layers that have become saturated with the rainfall for days. The gullies in the Taurus Mountains are in the upper parts of the Mut Basin, Ceyhan and Seyhan basins, where marls are abundant. According to land observations, the gully is usually found in semi-arid areas, where waters that pass from torrential rainfall to superficial currents carry sandy materials, falling on sloped places where vegetation is weak and sparse. As a matter of fact, a significant part of the seasonal precipitation falling on the semi-arid areas of Anatolia, including the areas behind the Black Sea, is formed by the surface flow. Gullies are frequently encountered on Neogene sandy deposits, flysch, marls and deeply weathered granites in these areas.

3.1.4. Human Influence

Gully areas are generally seen in agricultural areas, in sloped fields where natural vegetation is destroyed, settlements and along the road slopes opened on slopes where slope and layer slope are in the same direction.

3.2. Parent Materials of Gully Formation

In order for the gully to be formed; There should be granular materials such as sand and clay that the water passing through the surface flow will carry, the parent material that produced granular elements when decomposed and the lands that swell and shrivel due to the fact that they absorb water and are easily dissolved chemically (Atalay; 1982, 2015; Atalay et al., 2020a, 2020b). In our country, it is seen that the parent materials belonging to different geological periods, in sloping places where the vegetation is destroyed, and the water that passes into the surface flow with the periodic rains, provides the formation of gully. The characteristics and spread areas of the parent materials in which gully develop in our country are described in the following headings:

3.2.1. Materials Containing Granular Elements

These parent materials are formed fluvial and colluvial deposits consisting of small gravel, sand and clay of sedimentary origin and sandy and gravelly materials which are released as a result of the weathering of sandstone-conglomerates which cement is lime, flysch with alternation of sandstone, milestone and small gravels, sand and tuff of volcanic origin.

3.2.1.1. Colluvial Deposits

The colluvial deposits where the gully are seen are formed as a result of the accumulation of gravelly, sandy and clayed materials eroded from the slopes due to the influence of gravity and flood waters flowing through the surface. It is mostly formed by the weathering of rocks such as granite, myka schist and gneiss as well as sandy flysch. Colluvial deposits are seen on the piedmont of high fields almost all over our country.

3.2.1.2. Volcanic Sand and Tuffs

Pyroclastic materials erupted during volcanism form sand between 2-0.2 mm in size and tuffs below 0.2 mm in size. For sand makes up at least more than half of the pyroclastics, it usually has a sandy texture. It's common in places like this where there are gullies; It is found in Cappadocia region in the southeast of Central Anatolia, south of Köroğlu mountains, around Sarıkamış, east of Gölcük (Isparta), Karadağ (Karaman) and Erciyes Mountain.

3.2.1.3. Fluvial and Fluvio-Lacustrine Deposits

Fluvial and fluvio-lacustrine deposits in our country generally occurred during the Neogene period, when the climatic conditions were relatively warm and rainy compared to today. Gravelly and sandy deposits were formed by the accumulation of materials transported by stream and floods from high fields in the low-slope and flat fields at the piedmont of the mountains. Here, the sandy layers between the round gravel layers on the slopes are split with the gullies.

Examples of fluvial deposit are seen in Karaburun (İzmir), south of Gölbaşı (Ankara), between Eskipazar-Karabük, on the surrounding of the Bolu-Gerede-Çerkeş depression, between Aydın-Tire, around Kargı, around Durağan in the Lower Kızılırmak basin, in the Mudurnu depression and in side of local depressions in some parts of the Taurus Mountains. In addition, fluvio-lacustrine deposits are located around the Neogene lake basins in Anatolia, east of Kula, in the Narman basin, between Tosya and Devrez Stream, on the around of local depressions in the Taurus Mountains and especially on the southern slopes of the Aydın Mountains.

3.2.1.4. Flysch

The flysch in the form of thick masses, generally consisting of stratified of sandstone, siltstone, claystone, marl, and sometimes conglomerate are among the areas where gullies develop. The areas where gully developing are common in areas dominated by sandy layers with poor consolidation. Such lands are seen along the northern part of the Northern Anatolian Mountains, between Taşköprü and Durağan, especially around Çankırı-Çorum, Ardanuç, Tortum valley, etc. It is also found in the upper basins of Seyhan and Ceyhan basin.

3.2.2. Parent Materials That Produced Sandy-Gravelly Material When Weathering

When weathering the parent materials that produced sandy-gravel material can be divided into two groups.

3.2.2.1. Sandy-Gravelly Deposits Formed by Weathering of Sandstone and Conglomerate

Limely cement in conglomerate-sandstone-milestones is easily dissolved by the effect of water containing carbon dioxide (H_2CO_3). Sandy-gravelly deposits are found in the Neogene basins covered with shallow lakes in Anatolia, especially in the Söğüt mountains in the northwest of the Burdur Lake

basin, around Keçiborlu, and around Köprülü Canyon in the Manavgat stream basin (Atalay et al., 2019c).

3.2.2.2. *Sandy-Clayed Deposits Formed by Weathering of Gneiss, Micaschist And Granite*

Sandy material consisting of quartzite grains emerge by the weathering of gneiss-micaschists which contain abundant quartzite. Clayey materials emerge by the weathering of feldspars and mica. Such places where gully erosion occurs on thick sandy material caused by the deep weathering of Gneiss-mica schists are seen in the Aydın Mountains.

Sand, clay and clay sized materials are produced by the weathering of granites. In such places, water passes to the surface flow on sloping areas causes the sand and clays to be easily transported and provides gully formation. Arena deposits are common in Kozak Plateau in the north of the Aegean Region, in places around Uludağ and Kazdağları, Kaçkar Mountains, Baskil (Elazığ)

3.2.3. *Evaporite Sediments*

Gypsum and sediments with high salinity and alkalinity are formed as a result of streams carrying compounds such as chlorine, sulphate, and carbonate in soluble form to closed lake environments and evaporation of water. These sediments, called evaporites, become saturated with water, dissolve chemically, undergo mass movements along the slopes and erode with water that surface flow, causing the formation of gully. Such lands eroded by gully, starting from the east of Ankara, it extends to Çankırı, Sivas and Kelkit and along the Aras valley to the Iğdır depression. It is found in the Oltu-Narman and Çoruh basins, around İspir and around Ulukışla (Niğde).

3.2.4. *Marl*

Marl, which are generally composed of half clay and lime (CaCO₃), become saturated by absorbing water, especially in sloping areas and swell, shrivel and loosen. The waters that surface flow in sloping areas carry the aggregates on the shriveled ground and lead to the formation of gully. Especially in sloping fields and especially fault scarps, the transport of sandy material on marl areas ensures the formation of deep gully (Atalay and Altunbaş, 2019).

Marl lands where gully erosion are common in the our country; in the east and southeast of the Burdur Basin, the middle part of the Mut basin, the Upper Ceyhan and Seyhan Basins, between Kula and Uşak, around Beypazarı, Polatlı, Çayırhan, between Çameli and Acıpayam.

3.2.5. *Ophiolites*

Ophiolites; It is a complex series consisting of a mixture of peridotite-serpentine, limestone and siliceous radiolith fossils. In our country, especially serpentines are seen in a belt between İzmir and Ankara, in places in the southern part of the North Anatolian and Taurus Mountains, in the Datça peninsula and in the north of the Amanos Mountains. The places where the gully are located are especially Narman Karadağ, the north of Kargı, which corresponds to the eastern extension of the Ilgaz Mountains, and the southern skirts of the Southeast Taurus Mountains, where the serpentines come to the surface.

3.3. Effects of Gully on Land Degradation, Flooding and Sedimentation

In a general evaluation, gully areas depend on the presence of sand and mile-sized materials of different geological origin, which can be carried by the surface flow waters in the sloping areas of semi-

arid regions. When evaluated as a whole, the most common places of gully; Kelkit valley, Aras basin between Kağızman and Iğdır, north of Bozdağlar, southern slopes of Aydın mountains, east and southeast of Burdur basin, between Çameli-Acıpayam, around Beypazarı-Çayırhan in the northwest of Central Anatolia, Upper Kızılırmak basin, Seyhan and Ceyhan basins, middle of Göksu basin is the section (Figure 1).

The gully areas are one of the fields that provide suspension material with plenty of bed loads to streams and floods. Almost all of the material carried by the floods in the Black Sea Region is sand, mile and small pebble-sized materials coming from volcanic-flysch and flysch fields. In the gully areas around both Pütürge and Elazığ, most of the materials carried by the floods accumulate in the Karakaya Dam. The materials carried by the floods from the gullies in the Seyhan and Ceyhan basins have an important role in the sedimentation of the dams in these basins.

4. Conclusions

Gully formation, development and rehabilitation are included in the research topics of science branches such as geography, agriculture, soil and forest. The gully areas, which are common in our country, are not only among the areas where there is land degradation, but also in the source area that increases the sedimentation. The formation and consequences of gully erosion, which hinders the development of sustainable land use in our country, can be stated as follows.

- 1) On the slopes formed as a result of vertical fault movements that were effective from the Middle Miocen to the beginnings of the Holocene, gully areas were formed by the transport of sandy-clayey materials that became free in deeply weathering sandstone, gneiss, micaschist, granite masses. In the same way, gully areas are formed on the decomposed serpentine, marl and evaporite deposits.
- 2) With the young tectonic movements, the streams have deepened their beds. Colluvial deposits, marl, volcanic sand and tuffs on the slopes of these areas have formed gully.
- 3) Gully areas are common on parent materials that unresistant to erosion, in the upper basins in sloping areas formed as a result of backward eroded by streams and surface flow.
- 4) On the colluvial deposits with abundant sandy material, fluvio-lacustrine deposits, volcanic sand and tuffs that easily eroded with surface flow have developed deep gully shapes.
- 5) Sand, clay and even gravel-sized materials transported from gully areas by floods are accumulated in flat areas where floods spread and in lakes and dam reservoirs where they spill.
- 6) The gully areas correspond to desertification and degradation areas where the land loses its productive power in our country.
- 7) So far the work done in gully prevention and flood creek rehabilitation needs to be continued more effectively and comprehensively in particular by the agencies of Ministry of Agriculture and Forestry and Directorate General For State Hydraulic Works.

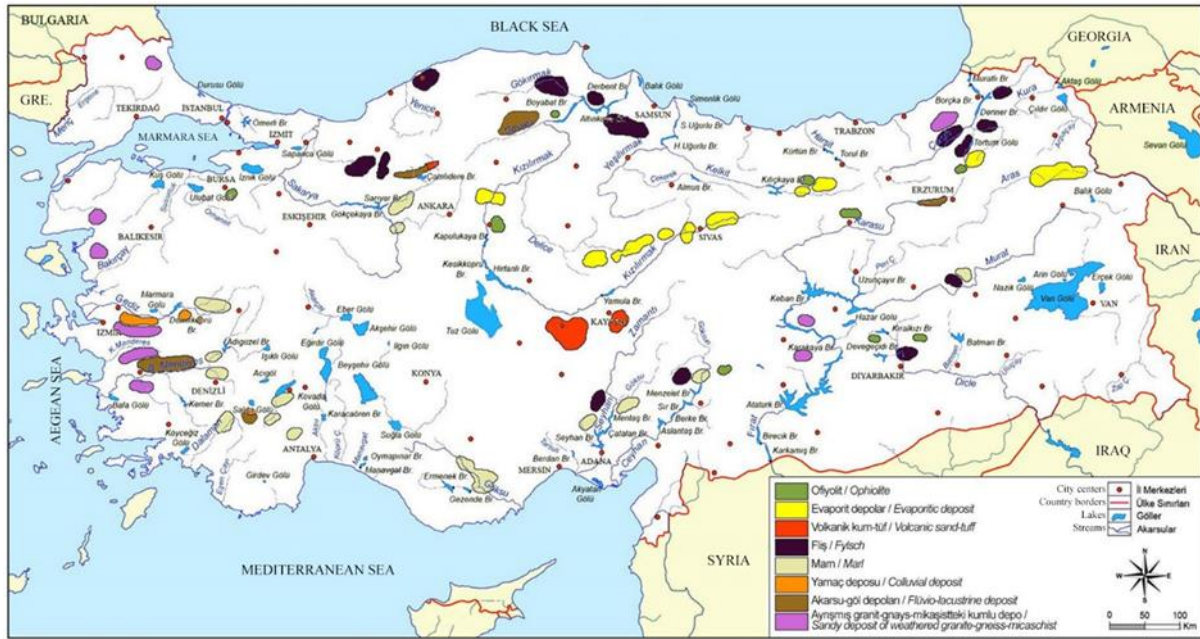


Figure 1. Classification of gully erosion according to parent materials and distribution areas in Turkey

Referanslar/References

- Altunbaş, S., Atalay, İ., Siler M. (2019). Relationship between geologic parent material and growth of forest trees in the Göllhisar basin, SW Anatolia, Turkey, *Applied Ecology and Environmental Research* 17 (5), 11085-11106. doi: 10.15666/aecer/1705_1108511106.
- Atalay, İ. (1979). Tortum gölü havzasında sedimantasyon olayları, *Tabiat ve İnsan Dergisi.*, 13 (2), 27-32.
- Atalay, İ. (1980). Türkiye ve Dünyanın ana akarsularında taşınan yüzer hâldeki sediment miktarları -The suspended sediment yields of main streams of Turkey and the World: *Ormançılık Araştırma Enst. Derg.* 26 (52), 5-39.
- Atalay, İ. (1982). *Türkiye'nin Morfolojik ve Jeolojik Özelliklerinin Aşınma ve Birikme Olaylarına Etkileri*. I. Ulusal Erozyon ve Sedimantasyon Sempozyumu. DSİ Yay. 1982, pp. 60-70
- Atalay, İ. (2004). *Land Degradation and Its Impact on The Natural Potential of Turkey*. International Symposium on Earth System Sciences 2004, İ. Ü. Coğrafya Böl. Yay., p. 379-391.
- Atalay, İ. (2014). *Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri (Ecoregions of Turkey)*. İzmir: Meta Basım.
- Atalay, İ. (2016). A new approach to the land capability classification: Case study of Turkey. *Procedia Environmental Sciences*, 32, 264-274. doi: 10.1016/j.proenv.2016.03.031.
- Atalay, İ. (2017). *Türkiye Jeomorfolojisi* (3. Baskı). İzmir: Meta Basım.
- Atalay, İ. (2018a). *Uygulamalı Hidrografiya* (2. Baskı). İzmir: Meta Basım.
- Atalay, İ. (2018b). *Uygulamalı Klimatoloji* (3. Baskı). İzmir: Meta Basım.
- Atalay, İ., Altunbaş, S., Siler, M., Coşkun, M. (2019a). *Pütürge (Malatya) ve Baskil (Elâzığ) Dolaylarında Ayrışmış Granit ve Gneyslar Üzerinden Taşınan Kumlu Malzemenin Güncel Sedimantasyon Üzerindeki Etkileri*, Fırat Üniversitesi Uluslararası Katılımlı Sedimentoloji Çalışma Grubu 2019 Çalıştayı 5-8 Eylül 2019- Denizel Depolanma Sistemleri Bildiri Özleri Kitabı. pp.53-54.Elâzığ
- Atalay, İ., Altunbaş, S., Kılıç, M., Siler, M. (2019b). *Ege Bölgesinde Bozdağlar'ın Eteği ile Salihli Arasındaki Koliyvyal Depolar Üzerinde Oyuntu Erozyonu Oluşumu*, Uluslararası Katılımlı 72. Türkiye Jeoloji Kurultayı 28 Ocak- 1 Şubat 2019, pp.587-588. Ankara. Türkiye. https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/174e0f6fa731893_ek.pdf adresinden alındı.
- Atalay, İ., Altunbaş, S., Siler, M. (2019c). *Burdur-Göllhisar Havzasının Ekolojisi, Ekosistemleri ve Mermer Ocaklarının Rehabilitasyonu. The Ecology, Ecosystems and Rehabilitation of Marble Quarries in Burdur-Göllhisar Basin*. Ankara: Orman Genel Müd. Yay.

- Atalay, İ., Altunbaş, S. (2019). *Main Reasons and Results of the Land Degradation in Turkey*. Proc. of International 10th Soil Congress. Proc. of International 10th Soil Congress. Eds.A Namlı, C. Turgay and M. O. Akça. pp. 75-81.
- Atalay, İ., Altunbaş, S., Coşkun, M., Siler, M. (2020a). *Taşların Ekolojisi ve Topografyanın Toprak Oluşumu, Tarım ve Ormanlık Üzerindeki Önemi*. İzmir: Meta Basım.
- Atalay, İ., Altunbaş, S. ve Siler, M. (2020b). *Bozdağlar'ın Kuzey, Aydın Dağları'nın Güney ve Burdur Havzası'nın Güneydoğu Yamaçlarındaki Oyuntu Erozyonunun Oluşumu ve Rehabilitasyonu*. Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müd. Projesi, Ankara.
- Avni, Y. (2005). Gully incision as a key factor in desertification in an arid environment, the Negev highlands, Israel. *Catena*, 63, 185-220. doi:10.1016/j.catena.2005.06.004
- Bennett, S. J. (1999). Effect of slope on the growth and migration of headcuts in rills, *Geomorphology*, 30, 273-290. doi:10.1016/S0169-555X(99)00035-5.
- Bennett, S. J., Alonso, C.V. Prasad, S.N. Römkens, M. J. M. (2000). Experiments on headcut growth and migration in concentrated flows typical of upland areas. *Water Resources Research*, 36, 1911-1922. doi: 10.1029/2000WR900067.
- Bennett, S., Wells, R. (2019). Gully erosion processes, disciplinary fragmentation, and technological innovation. *Earth Surf. Process. Landf.*, 44, 46-53. doi: 10.1002/esp.4522.
- Black, C. A. (1965). *Methods of soil analysis Part 2*, Amer. Society of Agronomy Inc., Wilconsin, U.S.A, Publisher Madisson, 1372-1376.
- Bouyoucos, G. J. (1955). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils, *Agronomy Journal*, 4 (9), 434. doi: 10.2134/agronj1951.00021962004300090005x.
- Bursalı, S. (1971). *Kohezyonsuz Zeminlerde Oyulma Problemi*. DSİ Teknik Bül. Sayı 23.
- Cheng, H., Zou, X., Wu, C., Zhang, C., Zheng, Q., Jiang, Z. (2007). Morphology parameters of ephemeral gully in characteristics hillslopes on the loess plateau of China. *Soil and Tillage Research*, 94, 4-14. doi: 10.1016/j.still.2006.06.007.
- Clark, R. (1980). Erosion condition clasification system. United States Department of Interior, Bureau of Land management, technical note ne. 346, Denver, Colorado
- Cürebil, İ., Atalay, İ., (2018). Türkiye'de Erozyonu Önleme ve Erozyon Miktarını Belirlemeye Yönelik Çalışmalar. İbrahim Atalay (Ed.) *Uygulamalı Hidrografiya* içinde (296-327). Meta Basım: İzmir.
- Çelik, H. E. (1993). Akarsuların (vadi) profil özellikleri ile eski tabanlar arasındaki ilişkiler üzerine araştırmalar. *İ. Ü. Orman Fak. Derg.* Seri A 43 (2), 101-129. 01.07.2021 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/176631> adresinden alındı.
- Çölleşme ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, (2015). *Erozyon ve Sel Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlarla İlgili Rehber*. Ankara
- Frankl, A., Poesen, J., Deckers, J., Haile, M., Nyssen, J. (2012). Gully head retreat rates in the semi-arid highlands of Northern Ethiopia. *Geomorphology*, 173-174, 185-195. doi:10.1016/j.geomorph.2012.06.011
- Görcelioğlu, E. (1982a). *Türkiye'de Akarsu Havzalarının Sediment Verimini Etkileyen Başlıca İklim, Havza ve Akım Özellikleri Üzerine Araştırmalar*. İstanbul: İ. Ü. Orman Fak. Yay. no 2909, Orman Fak. yay. no 314.
- Görcelioğlu, E. (1982b). *Batı Toros Göller Bölgesinde Özellikle Burdur Gölü Çevresindeki Sedimentasyonun Yaygınlığı ve Alınması Gereken Bazı Havza Islah Önlemleri*. İstanbul: İ. Ü. Orman Fak. Yay. No. 313.
- Görcelioğlu, E. (2003). *Sel ve Çığ Kontrolü*. İstanbul: İ. Ü. Orman Fak Yay. No. 473.
- Gregory, J. K. (1985). *The nature of physical geography*. London: E. Arnold.
- Güney, Y. (2020). The Geomorphosite potential of the badlands around Küpyar, Manisa, Turkey. *Geoheritage* 12. doi:10.1007/s12371-020-00433-y.
- Haan, V. D. (2016). *The Effects of Erosion-Control Structures and Gully Erosion on Groundwater Dynamics Along the Kromriver, Eastern Cape, South Africa*. Master's thesis. Department of Physical Geograpy Stockholm University.
- İstanbulluoğlu, E., Bras, R. L., Flores-Cervantes, H., Tucker, Gregory E. (2005). Implications of bank failures and fluvial erosion for gully development: Field observations and modeling. *Journal of Geophysical Research Atmospheres* 110 (1). doi: 10.1029/2004JF000145.

- Kacar, B. (1995). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizler: III. Toprak Analizleri*. A. Ü. Ziraat Fakültesi Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3.
- Li, Y., Poesen, Valentin, J. (2004). *Gully Erosion Under Global Change*. Chengu, China: Sichuan Science Techonology Press.
- Liu, X., Li, H., Zhang, S., Cruse, R. M., Zhang, X. (2019). Gully erosion control practices in Northeast China: A review. *Sustainability*, 11, 5065. doi: 10.3390/su11185065.
- Marzloff, I., Ries, J. B. (2007). Gully erosion monitoring in semi-arid landscapes. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 51(4), 405-425. doi: 10.1127/0372-8854/2007/0051-0405
- Moeyersons, J. (1991). Ravine formation on steep slopes: Forward versus regressive erosion. some case studies from Rwanda. *Catena*, 18, 309-324. doi: 10.1016/0341-8162(91)90028-V.
- Nachtergaele, J., Poesen, J. (2002). Spatial and temporal variations in resistance of loess-driven soils to ephemeral gully erosion. *European Journal of Soil Science*, 53(3), 449-464. doi: 10.1046/j.1365-2389.2002.00443.x
- Nadal-Romero, Martinez-Murillo JF, Vanmaercke M, Poessen J. (2011). Scale-dependency of sediment yield from badland areas in Mediterranean environments. *Prog. Phys. Geogr.* 35, 297-332. doi: 10.1177/0309133311400330.
- Oostwoud Wijdenes, D.J., Bryan, R. (2001). Gully-head erosion processes on a semi-arid valley floor in Kenya: A case study into temporal variation and sediment budgeting. *Earth Surf Process Land* 26, 911-933. doi: 10.1002/esp.225
- Patton, P. C., Schumm, S. A. (1975). Gully erosion, northwestern Colorado: A Threshold Phenomenon. *Geology*, 3, 83-90. doi:10.1130/0091-7613(1975)3<88:GENCAT>2.0.CO;2.
- Salleh, K. O., Mousazadeh, F. (2001). Gully erosion in semiarid regions. *Procedia Social and Behavioral Science*. 19, 651-661. doi:10.1016/j.sbspro.2011.05.182.
- Soil Conservation Guidelines for Queensland, (2016). *Queensland Government Department of Science Information, Technology and Innovation*. Australia.
- Soufi, M., Isaie, I. (2004). The Relationship Between Gully Characteristics and Sediment Production in the Northeast Of Iran, Golestan Province, Fars Research Center for Agriculture and Natural Resources, 27.07.2021 tarihinde Shiraz,Iran,https://www.tucson.ars.ag.gov/isco/isco15/pdf/Soufi%20M_The%20relationship%20between.pdf adresinden alındı.
- Stocking, M. A. (1980). *Examination of factors controlling gully growth*. in De Boodt M, Gabriels, D. (Ed.) Assessment of Erosion. John Wiley & Sons, Chichester, 505-20.
- Strahler, A. H., Strahler, A. N. (1992). *Modern Physical geography*. New York: John Wiley and Sons Inch.
- Tanoğlu, A. (1947). Türkiye'nin irtifa kuşakları. *Türk Coğ. Derg.* 9-10, 37-63. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/198640 adresinden alındı.
- Thornbury, W. D. (2004). *Principles of Geomorphology (Second Ed.)*. CBS Publishers and Distributors PVT. LTD.
- Tunçdilek, N. (1969). *Türkiye'nin Eğim Haritası*. İstanbul: İ. Ü. Coğrafya Enst. Yay. No 56.
- United Nations Environment Programme (UNEP), (1992). *Report on the UN Conference on the Enviroment and Development*, Rio de Janerio, Section 11 (14.1).
- Valentin, C., Poesen, J., Li, Y. (2005). Gully erosion: impacts, factors and control. *Catena*, 63, 132-153. doi: 10.1016/j.catena.2005.06.001.
- Vandaele, K., Poesen, J., Govers, G., van Wesemael, B. (1996). Geomorphic threshold conditions for ephemeral gully incision. *Geomorphology*, 16, 161-173. doi: 10.1016/0169-555X(95)00141-Q.
- Walling, D. E., He, Q. (1999).Using fallout lead 210 measurements to estimate soil erosion on cultivated land. *Solo Ci, Am. I.* 63, 1404-1412.