

---

# Erozyon ve Toprak Erozyonunun Oluşumu

Yazar

Yrd.Doç.Dr. Mustafa SARI

ÜNİTE

4

## Amaçlar

Bu üniteyi çalıştıktan sonra;

- erozyon ve erozyonun oluşumu hakkında bilgi sahibi olacak,
- su ve rüzgar erozyonunun özelliklerini öğrenecek,
- toprak erozyonuna neden olan faktörleri tanıyacaksınız.

## İçindekiler

- Erozyon Ne Demektir? 57
  - Doğal Erozyon 58
  - Hızlandırılmış Erozyon 58
  - Su Erozyonu 59
  - Rüzgar Erozyonu 63
  - Toprak Erozyonunun Oluşumu 65
  - Özet 69
  - Değerlendirme Soruları 70
  - Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar 71
-

---

## Çalıřma Önerileri

- Toprak ve toprak oluşumu ünitesini gözden geçiriniz.
- Çevrenizde erozyona uğramış alanları inceleyiniz.
- Bu konuda daha ayrıntılı bilgi için ünite sonunda verilen kaynakları inceleyiniz.

## 1. Erozyon Ne Demektir?

Erozyon, başta toprak ve kayaç materyalleri olmak üzere yer küre üzerindeki çeşitli yüzey maddelerinin dağlık ve tepelik arazilerden eğimler boyunca, yer kabuğundan ayrılması ve doğal etkenlerle başka bölgelere taşınması olayıdır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Erozyon ve Erozyonun Oluşumu

Yukarıdaki bu tanım kapsamındaki erozyon, dünya varolduğundan itibaren başlamış ve bugün de devam etmekte olan bir olaydır. İnsanın yeryüzündeki faaliyetlerine başlamasına kadarki devirlerde doğal bir süreç ve olay olan erozyon, insanların doğayı ve toprakları kullanmaya başlamasından sonra bu doğal süreç özelliğini kaybetmiş ve farklı bir boyut kazanmıştır. Bu nedenle erozyon, bu iki farklı süreç için ayrı ayrı ele alınarak incelenebilir. Erozyon olgusundaki bu iki süreçten ilki "doğal erozyon", ikincisi ise "hızlandırılmış erozyon" dur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Oluşumuna ve Etkenlerine Göre Erozyon Çeşitleri

## 1.1. Doğal Erozyon

Jeolojik erozyon adını da alan bu erozyon türü, arzu edilen, olması gereken bir erozyon türüdür ve doğanın kendi dengesi ve kuralları içerisinde meydana gelmektedir. Bu erozyon türü sayesinde aşınma ve taşınma alanlarında (yüksek arazilerde) yer alan topraklar ve araziler kendi kendilerini yenileyebilmekte ve gençleşebilmektedirler. Diğer bir deyişle, yüksek arazilerde yer alan topraklar bir taraftan alttaki anakayanın (jeolojik materyallerin) doğal yollarla ayrışması sonucunda gövde (profil) kalınlıklarını arttırmakta iken, diğer taraftan da erozif güçler, toprak profillerinin üst kısmındaki katmanları belli bir hızla taşımaktadır. Bu yolla üstte yer alan daha yaşlı yorgun toprak materyalleri erozyonla aşındırılıp taşınırken, alttan da yeni ve genç toprak materyalleri kazanılmaktadır. Söz konusu bu doğal erozyon sürecinde, üstten erozyonla taşınan toprak miktarı ile alttan anakayanın ayrışması ile oluşan toprak miktarı arasında dinamik bir denge vardır ve söz konusu bu denge doğal erozyon olayında her zaman, toprak oluşumunun lehindedir. Yüksek arazilerden doğal erozyonla taşınan materyallerin, daha alçak kesimlerdeki alanlara çok uzun yıllarda depolanmaları ve burada olgunlaşmaları sonucunda ise oldukça verimli yeni araziler oluşmaktadır. Oluşan bu yeni araziler, sahip oldukları özellikleri nedeniyle tarımsal üretimde başarı ile kullanılabilir, son derece kıymetli arazilerdir. Sözü edilen bu araziler, gerek Türkiye’de ve gerekse tüm dünyada, canlı beslenmesinde gerekli olan bitkisel ve hayvansal besinlerin büyük bir bölümünün üretildiği “alüviyal ova”lardır ve bu kıymetli ovalar binlerce yıldır süregelen doğal erozyon süreçleri sonucunda oluşmuşlardır. Son derece yavaş oluşan, hatta farkına dahi varılmayan doğal erozyon, tüm doğal dengeler ve tüm ekosistemler açısından da son derece yararlı bir olaydır.



**Doğal erozyon neden zararlı bir olay değildir?**

## 1.2. Hızlandırılmış Erozyon

Doğanın kendi dengesi içerisinde, kendine özgü kurallarla sürdürdüğü erozyon bölgelerine insan elinin değmesi veya insanların yerleşik düzene geçip tarım yapmaya ve arazileri kullanmaya başlaması ile ortaya çıkan ve giderek tamiri mümkün olmayan doğa tahribatlarına yol açan, zaman zaman da sel baskınları ile önemli miktarda can ve mal kayıplarına neden olan diğer erozyon türü ise hızlandırılmış erozyon olarak isimlendirilmektedir. Hızlandırılmış Erozyonla oluşan toprak taşınmaları, daha önceki bölümde tanımlanmış olan toprak profilinin üst katmanlarında başlamakta ve bu yolla binlerce, hatta milyonlarca yılda oluşmuş bulunan toprakların önce üst katmanları ve daha sonra ise alt katmanları taşınarak, toprak profilleri giderek sığlaşmakta ve bitki yetiştirmeye yarayan gerçek toprak, erozif güçler tarafından zamanla yok edilmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere, toprağı kökleri ve gövdeleriyle (toprak altı ve toprak üstü aksamıyla) yerinde tutan arazi örtüsünün (orman, maki, fundalık, çayır ve meraların) yok edilmesi, toprak işlemeli tarıma uy-

gun ancak eğimli olan arazilerinde toprak ve tarım uzmanlarının önerdiği yöntemlerin dışında tarım yapılması ve toprak işlemeli tarıma uygun olmayan dik ve çok dik arazilerin de tarım arazisi olarak kullanılması (hatalı ve yanlış arazi kullanımı), hızlandırılmış erozyonun ortaya çıkmasında etkili olan en önemli olaylardır.

Önceki bölümde de ifade edildiği gibi, toprağın belli bir oluşma süresi vardır ve bu oluşumun hızı, toprak oluşum faktörlerinin (iklim, vejetasyon, topoğrafya, anamateryal ve zaman) etki derecelerine göre değişmektedir.

### **Toprak ve Toprak Oluşumu ünitesini okuyunuz.**

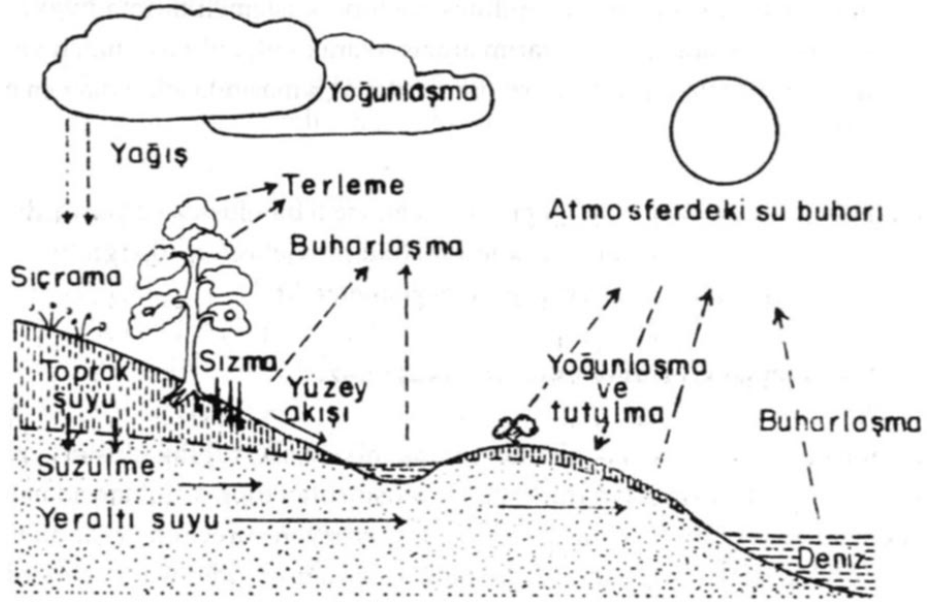


Hızlandırılmış erozyonla kaybedilen toprak miktarı ise, toprak oluşum proseslerince çeşitli anakayaların ayrıştırılması ile oluşturulan toprak miktarından her zaman daha fazladır. Bu nedenle hızlandırılmış erozyon sürecinin yaşandığı bölgelerde toprak derinliğinin, zaman içerisinde azalacağı ve giderek bu alanlarda toprakların tamamen yok olacağı ve geriye çıplak taşlık ve kayalık alanlardan başka hiçbir şeyin kalmayacağı bilinmelidir. Topraksız bir ortamda da bitki yetiştirilmesi mümkün değildir ve hatta doğal olarak gelişen otsu bitkiler ve en ilkel mikro canlılar dahi böyle alanlarda varlıklarını sürdüremeyeceklerdir. Görüleceği üzere, hızlandırılmış erozyon olayı sadece toprak kayıpları ile sınırlı olmayıp, o toprak ortamında yetişebilen, gelişebilen ve yaşayabilen pek çok bitki türü ve toprak içerisinde belli bir ekosistem oluşturmuş bulunan makro ve mikro canlıların da yok olmasına neden olmaktadır. Diğer bir deyişle hızlandırılmış erozyon aynı zamanda "gen kaynaklarının" ve "biyolojik çeşitliliğin" yok olmasına çevre kavramı içerisinde yer alan bütün ekosistemlerin dengelerinin bozulmasına neden olmaktadır.

Aşağıda, hızlandırılmış erozyonu oluşturan erozif güçler içerisinde en önemlileri olan su ve rüzgar erozyonu konusunda bazı hususlar açıklanmıştır.

#### **1.2.1. Su Erozyonu**

İklimsel özelliklere bağlı olarak herhangi bir ortama veya bölgeye düşen yağış sularının bir kısmı toprak tarafından emilerek toprakların derinliklerine iletilirler. Geriye kalan yağış suları ise eğimler boyunca yüzey akışına geçerek daha aşağıdaki arazilere doğru akarlar. Her bir farklı toprağın infiltrasyon kapasiteleri de birbirinden önemli farklılıklar göstermektedir. Söz konusu bu farklılıklar, önceki bölümlerde kısa açıklamaları yapılmış olan, toprakların sahip oldukları morfolojik, fiziksel, kimyasal, mineralojik ve biyolojik özellikleri ile birlikte arazinin eğimine, ortamın bitki örtüsüne ve söz konusu arazilerin kullanım biçimlerine (tarım ve tarım dışı kullanımlar) bağlıdır. Kısacası, bir ortama yağın yağış sularının ne kadarının yüzey akışa geçerek erozyona ve dolayısıyla toprak kayıplarına neden olacağı, yağış özellikleri ile birlikte arazi ve toprak özellikleri tarafından kontrol edilmektedir. Aşağıda, bir toprak ortamındaki yağış, infiltrasyon ve yüzey akış ilişkileri bir grafik halinde verilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Bir Toprak Ortamındaki Yağış, İnfiltrasyon ve Yüzeysel Akış İlişkisi (Aydın, 1992)

?

### Su erozyonu nasıl meydana gelir?

Su erozyonu, özellikle bitki örtüsünden yoksun eğimli arazilerde yağmur ve eriyen kar sularının, toprakların infiltrasyon kapasitesinin aşılması neticesinde yüzeysel akışına geçerek toprağı aşındırıp taşınması olayıdır. Oluşacak erozyonun şiddeti, toprağı düşen su miktarı, suyun akış hızı, arazinin sahip olduğu eğim özellikleri, toprağın yapısı ve infiltrasyon kapasitesi, bitki örtüsü ve arazi kullanım şekli tarafından kontrol edilmektedir.

Dünya nüfusundaki hızlı artış ve buna bağlı olarak besin maddelerine daha fazla gereksinim duyulması, yeryüzünde mevcut olan tarım arazilerine ek olarak, orman ve çayır-mera gibi doğal bitki örtüsü ile kaplı bulunan ve sahip oldukları toprak ve arazi özellikleri nedeniyle de bu doğal bitki örtüsünün mutlaka korunması gereken pek çok alanın, insanlar tarafından tahrip edilerek yeni tarım arazilerine dönüştürülmesine neden olmuştur. Söz konusu bu alanlarda yer alan topraklar ise bu tahripkar uygulamalar sonucunda tamamen erozyona açık yüzeyler haline gelmekte ve en basit bir yağış veya yüzeysel akış neticesinde de bu topraklar aşındırılıp taşınmaktadır. Diğer taraftan çayır ve mera alanlarının aşırı ve bilinçsizce otlatılması ve ayrıca uzmanların belli toprak koruma metodlarını uygulamak kaydıyla tarım yapılmasına izin verdiği eğimli arazilerde tekniğine uygun olmayan tarım metodlarının uygulanması gibi olaylar neticesinde de topraklar, erozyona karşı dirençlerini süratle kaybetmekte ve bu topraklar arazi üzerine düşen yağmur suları tarafından oluşturulan yüzeysel akışları ile kısa sürelerde aşındırılıp taşınmaktadır.

Hızlandırılmış erozyon, insan elinin değdiği bütün arazilerde meydana gelmekle birlikte, erozyonun en ciddi ve büyük boyutlarda ortaya çıktığı alanlar "tarım arazileridir". Tarım arazilerinde meydana gelen su erozyonu ile en fazla ve en önce genellikle ince toprak materyalleri (organik madde, kil ve silt mineralleri) taşınmakta-

dır. İnce materyalleri taşınan toprak ortamında ise geriye yüksek oranda kum ve çakıl gibi kaba materyalleri içeren verimsiz bir toprak yapısı kalmaktadır. Söz konusu bu süreç devam ettiğinde ve artık taşınacak ince toprak materyalleri kalmadığında, yağışların ve yüzey akışların şiddet derecesine bağlı olarak bu defa arta kalan kaba taşlı çakıllı materyaller de taşınmaya başlayacak ve nihayet bu bölgeler, topraktan tamamen yoksun bir halde, çıplak taşlık ve kayalıklar haline dönüşecektir. Erozyonla taşınan kaba taşlı çakıllı materyallerin depolanma bölgelerinde ise (daha çok düz ve düze yakın tarım arazilerinin bulunduğu bölgelerdir), kıymetli tarım arazilerinin yüzeyleri, taşınarak getirilen bu kaba taşlı-çakıllı materyaller ve molozlar tarafından örtülmekte ve daha önce son derece verimli ve üretken olan bu taban arazi toprakları da tarımsal üretimde kullanılamaz hale gelmektedir. Dolayısıyla hızlandırılmış erozyon olayı hem yüksek arazilerde ve hem de taban arazilerde meydana getirdiği tahribat nedeniyle canlı yaşamını tehdit eden en önemli çevre sorunudur.

Gerek aşınım bölgelerinde ve gerekse depolanma bölgelerindeki toprak ve arazi yapılarının süratle bozulmasına neden olan su erozyonu; **yağmur damlası erozyonu, tabaka (yüzey) erozyonu, parmak erozyonu ve sel yarıntısı (oyuntu)** erozyonu olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır. Aşağıda bu erozyon türleri hakkında kısa açıklamalar yer almaktadır.

#### **Yağmur Damlası Erozyonu;**

Bu erozyon türü, çoğunlukla bitki örtüsünden yoksun çıplak toprakların yüzeyine yağmur damlalarının şiddetle çarpması sonucu oluşmaktadır. Yağmur damlalarının çarpma etkisiyle toprakların kümeli yapıları (toprakların strüktürü=toprakların fiziksel bir özelliği) bozulmakta ve dağılan agregatlardan (kümeli yapılardan) açığa çıkan küçük parçacıklar toprakların yüzeyden başlayarak bütün profilleri boyunca devam eden gözeneklerinin tıkanmasına neden olmaktadır. Gözenekleri tıkanan toprakların infiltrasyon yetenekleri azalmakta ve giderek tamamen kaybolmaktadır. İnfiltrasyon yeteneğini kaybeden toprakların yüzeyine düşen yağış sularının büyük bir kısmının ise artık toprağın derinliklerine (profillerine) sızamayıp, yüzey akışına geçmesine neden olmaktadır. Bu aşamadan sonra da yağmur damlalarının toprak yüzeyine çarpması sonucunda koparılan ve dağıtılan toprak parçacıkları, yüzey akışa geçmiş olan su ile birlikte taşınmaktadır. Bu haliyle yağmur damlaları, basit gibi görünmekle birlikte, su erozyonunun oluşması için gerekli olan ilk olumsuz koşulların ortaya çıkmasına neden olan en önemli olay olmaktadır. Zira özellikle sağanak halinde yağın yağmurlar sırasında arazi yüzeylerinde meydana gelen irili ufaklı sellerin temel nedeni, tamamen yağmur damlası ve bunun ortaya çıkardığı erozyondur. Yapılan bilimsel araştırmalara göre, ortalama 32 km/h'lik hızla yere düşen bir yağmur damlasının toprağa çarpması sonucunda, bir tarlada bulunan toprak tanecikleri 60 cm dikey (yukarıya) ve 100-150 cm yatay bir hareket yapabilmektedir. Bu yolla, yani yağmur damlalarının çarpması ile 1 yılda 1 dekarlık (1000 m<sup>2</sup>) arazide yer değiştiren toprak miktarının 25 ton ve daha fazla olduğu belirtilmektedir. Diğer bir belirlemeyle, eğer gerekli önlemler alınmaz ise, erozyona uy-

gun alanlarda sadece yağmur damlaları ile 1 dekar araziden yılda yaklaşık 25 ton toprak kaybedilebilmektedir. Toprak işleme derinliğinde (ortalama 20 cm'lik toprak tabakası) yaklaşık 250 ton toprak bulunduğu dikkate alınacak olursa, sadece yağmur damlalarının neden olduğu erozyonla kaybedilen toprak miktarının hiç de azımsanamayacak boyutlarda olduğu anlaşılacaktır. Dolayısıyla yağmur damlalarının neden olduğu erozyonu önleyebilmek için ilk yapılacak işlem, toprak yüzeyinin çıplak bırakılmaması ve toprakların kümeli yapı özelliklerinin bozulmasına neden olacak hatalı tarım tekniklerinin uygulanmasından vazgeçilmesi gerekmektedir.

### **Tabaka (yüzey) Erozyonu;**

Tabaka erozyonu, hafif ve/veya orta derecede eğimli ve infiltrasyon yeteneklerini kaybetmiş arazilerde, yüzey akışları ile arazi yüzeyindeki ince toprak materyallerinin bir tabaka halinde daha aşağıda yer alan diğer arazilere, küçük dereciklere ve akarsulara taşınması olayıdır. Tabaka erozyonu, infiltrasyon düzeyi düşük arazilerde görülür ve son derece yavaş seyreden bir erozyon türüdür. Son derece yavaş olduğu için de kolayca farkedilemez. Pek çok kişinin, özellikle tarımsal üretimle uğraşan çiftçilerimizin ve hatta pek çok toprak uzmanlarının dahi farkına varamayacağı bu erozyon türü, toprakları sinsice yok etmektedir. Tabaka erozyonu ancak, koyu renkli verimli üst toprak katmanı götürülüp, daha açık renkli alt toprak katmanları açığa çıktıktan sonra fark edilebilir. Tabaka erozyonu daha çok tarım topraklarında meydana gelen bir olaydır. Bu nedenle, gerek çiftçilerimizin ve gerekse tarım ve toprak uzmanlarının tabaka erozyonu konusunda çok dikkatli olmaları ve özellikle tarım arazilerinde gerekli önlemleri mutlaka almaları gerekmektedir.



### **Tabaka erozyonununun farkedilmesi neden zordur?**

#### **Parmak Erozyonu;**

Bütün eğimli arazilerde yağışlarla ve yağmur damlalarının çarpma etkisi ile toprakların yüzey özellikleri bozulmakta, infiltrasyon kapasiteleri zayıflamakta ve yağış sularının önemli bir kısmı yüzey akışa geçmektedir. Hatalı ve yanlış tarımsal uygulamalar da bu akışı hızlandırmaktadır. Yüzey akışa geçen sular, zaman içerisinde arazi yüzeyinde çok sayıda irili ufaklı kanallar oluşturmakta ve oluşan yüzey sularının önemli bir kısmı da bu kanallarda akmaya başlamaktadır. Söz konusu bu kanallarda akmaya başlayan su, eğimin neden olduğu ivme ile, kendi etrafında dönerek (türbülans) belli bir koparma, oyma ve taşıma enerjisi kazanmaktadır. Suyun bu dönme hareketi, toprak kümelerini gevşeterek onları dağıtmakta yerlerinden koparmakta ve kopan toprak parçacıkları akış halindeki su ile birlikte aşağı doğru hareket etmektedir. Sonuçta, arazinin yüzeyinde derinlikleri birkaç santimetreyi bulan sayısız oluklar ve kanallar meydana gelmektedir. İşte toprakların bu şekilde aşındırılması ve taşınması olayına parmak erozyonu veya oluk erozyonu adı verilmektedir. Parmak erozyonu, arazi üzerindeki tipik görüntüleri ile tabaka erozyonundan daha çabuk farkedilebilmektedir. Ancak parmak erozyonu, yüzey erozyonunun ilerlemiş bir safhasıdır. Bu nedenle parmak erozyonununun farkedildiği anda



topraklar zaten en önemli özelliklerini ve en verimli üst katmanlarını kaybetmiş durumda olacaklardır. Bu erozyon türü ile arazi üzerinde 5-10 cm'lik oyuklar meydana gelmekte ve oyuntu miktarı kadar toprak, orijinal yerlerinden koparılarak başka alanlara taşınmaktadır.

### **Sel Yarıntısı (oyuntu, gully) Erozyonu;**

Bir önceki parmak erozyonu ile arazi yüzeyinde ortaya çıkan birkaç santimetrelük oluklar, erozyona karşı gerekli önlemler alınmadığı takdirde, zamanla derinleşip genişleyerek sel yarıntıları şeklini almaktadırlar. Sel yarıntılarının büyüklükleri, yağışın miktarına, şiddetine, sıklığına, toprağın erozyona olan direncine, toprağın derinliğine, arazinin eğimine, toprak altındaki sert ve geçirimsiz katmanlarının toprak yüzeyine yakınlığına, alt toprağın gevşekliğine ve yüzey akış suyunun taşıdığı materyalin cins ve miktarına bağlıdır. Sel yarıntısı erozyonu ile araziler birkaç metre ile onlarca metre genişliğinde ve derinliğinde oyulabilmekte ve böylece önemli miktarda toprak ve arazi kayıpları meydana gelebilmektedir. Ayrıca sel yarıntısı erozyonu ile yüksek arazilerden taşınan materyaller, aşağı kısımlardaki verimli toprakların üzerini de örterek onların da değerlerini azaltmakta ve üretim kapasitelerini düşürmektedir.

**Su erozyonunun oluşmasına neden olan etmenleri sıralayınız.**



### **1.2.2. Rüzgar Erozyonu**

Rüzgar erozyonu, toprağın rüzgar kuvveti ile aşındırılıp taşınması olayıdır. Özellikle kurak iklim bölgelerinde (İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu gibi) meydana gelen bu erozyon türü, genellikle tarım arazileri üzerinde etkili olmaktadır. Toprak materyallerinin rüzgarlar tarafından gerek taşındığı ve gerekse taşınan bu materyallerin depolandığı alanlardaki arazilerin özellikleri hızla bozulmakta ve üretim kapasiteleri düşmektedir. Bunun bir sonucu olarak da rüzgar erozyonu ile çok ciddi arazi ve ürün kayıpları meydana gelmektedir. Yine dünya ve topraklar var olduğundan itibaren başlayan ve günümüzde de devam eden rüzgar erozyonu, özellikle insanların doğaya ve topraklara müdahalelerinin arttığı 2000'li yıllarda pek çok ülkede ciddi bir doğa ve çevre sorunu haline gelmiştir. Bunun aksine, doğal yollarla oluşan rüzgar erozyonu, özellikle depolanma bölgelerinde "lös" adı verilen ve üretim kapasiteleri birbirinden farklı olan arazileri oluşturabilmiştir. Çin'deki lös topraklar ile Amerika'nın Missisipi ve Missouri nehirleri civarında uzanan lös yığıntıları, böyle arazilere örnek olarak verilebilir. Söz konusu bu araziler eski çağlara ait tipik rüzgar erozyonu örnekleridir. Ülkemizdeki rüzgar erozyonu ise hatalı ve yanlış arazi kullanımlarına bağlı olarak ortaya çıkmakta ve gerek İç Anadolu ve gerekse Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ciddi çevre sorunları arasında yer almaktadır. Özellikle İç Anadolu bölgesinde yer alan Karapınar yöresi, yakın bir geçmişte rüzgar erozyonu felaketini yaşamış bir bölgemiz olması nedeniyle ülkemiz için tipik bir örnek oluşturmaktadır. Karapınar yöresindeki rüzgar erozyonunun bir alandan



kaldırıldığı toprak materyallerini yaklaşık 70-80 km mesafedeki başka alanlara taşımış olduğu yapılan çalışmalarla saptanmış durumdadır.

### **Rüzgar erozyon hangi bölgelerde daha çok görülür?**

Rüzgar erozyonu, arazi yüzeyinin genellikle kuru ve bitki örtüsünden yoksun bulunduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde çok aktiftir. Rüzgar erozyonunun oluşmasına ve hızına iklim özellikleri, bitki örtüsü ve tarımsal üretim modelleri, toprak özellikleri, arazinin eğimi ve insanların arazilere müdahalesi gibi faktörler etki etmektedir. Söz konusu bu faktörlerin etkisi altında oluşan rüzgar erozyonunun neden olduğu toprak taşınması ise üç tip hareketle meydana gelmektedir. Özellikle rüzgarın hızı ve arazi yüzeyindeki toprak parçacıklarının iriliğine bağlı olarak ortaya çıkan bu üç tip toprak taşınması “**sıçrama**”, “**hava akımları ile uçma (süspansiyon)**” ve “**yüzeyde sürüklenme**” şeklindedir. Aşağıda bu üç çeşit hareketle toprak taşınması hakkında kısa bilgiler verilmiştir.

#### **Sıçrama**

Sıçrama, 0.1-0.5 mm çapındaki toprak parçacıklarının arazinin yüzeyinden rüzgarın etkisi ile yukarıya doğru hareket ettirilmesi olayıdır. Sıçrama hareketiyle 1 m'ye kadar yukarıya kaldırılan toprak parçaları daha sonra rüzgarın estiği doğrultuda ileriye doğru hareket ettirilir ve nihayet bu parçacıklar, rüzgar hızının azaldığı veya sona erdiği alanlara yer çekiminin etkisi ile tekrar aşağıya, yani toprak yüzeyine düşerler. Zaman içerisinde sürekli olarak hareketlerine devam eden toprak materyalleri, buldukları yerlerden kopararak başka yörelere depolanırlar.

#### **Hava akımları ile uçma (süspansiyon)**

Çapları 0.1 mm den daha küçük olan toprak parçacıkları, rüzgarların oluşturduğu hava akımları içerisinde süspansiyon haline gelirler ve bu yolla rüzgarların hızının sona erdiği bölgelere kadar taşınırlar. Sıçrama ile hareket eden toprak parçacıkları yere düşünce 0.1 mm den daha küçük toprak parçacıklarını da harekete geçirirler ve bunları süspansiyon halinde rüzgarlarla çok yükseklerle çıkarırlar. Söz konusu bu toprak parçacıkları rüzgarın hızına bağlı olarak çok uzaklara kadar taşınırlar. Taşınma mesafesi yüzlerce kilometrelere kadar ulaşabilmektedir.

#### **Yüzeyde sürüklenme**

Çapları 0.5-1.0 mm arasında olan toprak parçacıkları, sıçrama ile hareket ettirilebilmek için ağırdır. Fakat bunlar sıçrama ile hareket eden parçacıkların çarpması sonucunda yüzeyde sürüklenirler. Bu yolla arazi yüzeylerinde yer alan önemli miktardaki toprak materyalleri taşınarak yer değiştirebilmektedir. Söz konusu sürüklenme sırasında birbirine ve toprak yüzeyine çarpan parçacıklar, daha küçük parçalara bölünerek gerek sıçrama ve gerekse süspansiyon ile toprak taşınmasına da hizmet ederler.

Rüzgar erozyonuna etkili faktörleri siz de sıralayınız.



## 2. Toprak Erozyonunun Oluşumu

Toprak erozyonunun oluşumuna etkide bulunan etmenler, genel bir yaklaşımla **doğal etmenler** ve **insandan kaynaklanan etmenler** olmak üzere iki ana grup altında incelenebilir. Doğal etmenler içerisinde; iklim özellikleri, toprak özellikleri, topoğrafik yapı ve engebelik ile bitki örtüsünün özellikleri yer almaktadır (Şekil 4.4). İnsanlardan kaynaklanan etmenler ise sosyo-ekonomik etmenler olup; arazilerin yeteneklerine uygun bir şekilde kullanılmaması, yanlış toprak işleme, geniş alanlarda hatalı nadas uygulamalarının yapılması, uygun bir bitki münavebesinin yeterince uygulanmaması, ormanların tahrip edilmesi ve orman arazisi nitelikli (böyle alanların üzerinde bir tek ağaç dahi bulunmasa teknik anlamda orman arazidir) arazilerin tarım arazileri haline dönüştürülmesi, çayır-meraların düzensiz, kontrolsüz ve ağır bir biçimde otlatılması ve özellikle tarım arazilerinde gerekli toprak muhafaza tedbirlerinin yeterince alınmaması gibi nedenlerdir. Özellikle insandan kaynaklanan etmenler, erozyona neden olan doğal etmenlerin toprakları tahrip etme hızını ve gücünü arttırması bakımından son derece önemlidir.



Şekil 4.4: Erozyonun Oluşumuna Etki Eden Faktörler

Erozyonun oluşmasında etkili olan faktörlerin bazı özellikleri ve bu özelliklerin erozyonla olan ilişkileri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

**Toprak erozyonuna neden olan faktörler nelerdir?**

**İklim Özellikleri (yağış ve karakteristikleri)**

Yağış, sıcaklık, rüzgar, nemlilik gibi iklim koşulları erozyonun oluşmasında etkili olan en önemli iklimsel parametrelerdir. Bunlar arasında sıcaklık ve rüzgarın bitki



ve topraktan olan terleme ve buharlaşma üzerindeki etkileri çok belirgindir. Söz konusu bu iki iklimsel parametre, özellikle su eksikliği çekilen kurak alanlarda, yetişen bitkilerde aşırı terleme yoluyla ciddi su kayıplarına neden olarak bitkilerin sağlıklı gelişmelerini engellemekte ve dolayısıyla sağlıklı gelişen bitki örtüsünün de erozif güçlere karşı toprağı koruyamayacağı bir ortamın yaratılmasına neden olmaktadır. Yine bu iki iklimsel parametrenin toprakta meydana getirdiği aşırı buharlaşma da gerek toprak tarafından bitkilere verilmesi gereken suyun kaybolmasına ve gerekse bazı toprak özelliklerinin bozulmasına neden olmaktadır.

İklimsel parametreler içerisinde erozyonun oluşmasında en çok etkili olanı yağıştır. Yağışın türü, miktarı, şiddeti, süresi ve mevsimlere göre dağılışı erozyonun oluşumu açısından son derece önemlidir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde sağanak şeklinde oluşan yağış, erozyonun oluşmasında etkili olan bir yağış şeklidir.



**Hangi yağış karakteristikleri toprak erozyonunun meydana gelmesinde etkilidir?**

Toprak erozyonunun meydana gelmesinde etkili olan yağış ve karakteristikleri aşağıda verilmiştir.

- Yağışın yoğunluğu
- Yağışın süresi
- Yağışın toplam miktarı
- Damlaların büyüklüğü ve hızı
- Yağışların mevsimlere göre dağılımı

Yağışın Yoğunluğu mm/h	Erozyonla İlişkisi
0 - 6	Hafif
6 - 12	Orta
12 - 50	Şiddetli
50'den fazla	Çok şiddetli

### Yüzey veya Toprak Özellikleri

Herhangi bir ortamda toprak yüzeyine düşen yağış sularından ne kadar fazlası toprağa nüfuz ederse, toprak yüzeyinde akışa geçecek su miktarı da o oranda azalacaktır. Bu durum, yani yağış sularının ne kadarının topraklar tarafından emileceği ve ne kadarının yüzey akışa geçeceği hususu, toprak ve arazi özellikleri ile çok yakından ilişkilidir. Söz konusu bu ilişki, üst toprak katmanlarında toprak oluşturan doğal faktörlerin etkisi sonucunda ortaya çıkan ve herbir toprak çeşidinde de farklılıklar gösteren "toprakların strüktür stabilitesine, gözenekliliğine, gözeneklerin büyüklüklerine ve gözeneklerin toprak profili içerisindeki devamlılığına bağlıdır. Yeterli nitelik ve nicelikte gözenek oluşturamamış topraklarla, mevcut gözenek sistemleri

herhangi bir nedenle (insanlar tarafından bilinçsiz ve aşırı toprak işleme, otlatma zamanının uygun seçilmemesi nedeniyle toprak yüzeyinin hayvanlar tarafından bozulması, erozyonla yüzey topraklarının taşınması vb) bozulmuş olan toprak ortamlarında yağış sularının çok az bir kısmı toprağa infiltre olabilmekte, geriye kalan yağış suları ise arazi yüzeyinde eğimler boyunca yüzey akışa geçerek, özellikleri zaten bozulmuş olan toprakların hızla erozyona uğramasına neden olmaktadır.

İdeal özelliklerine sahip olmaları halinde toprakların erozyona karşı dirençlerinin yüksek olmasına, ideal özelliklerinin bozulması halinde de toprakların erozyona karşı dirençlerini kaybetmelerine neden olan toprak ve yüzey özelliklerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

- Strüktür oluşumu, agregatlaşma
- Agregatların suya dayanıklılığı
- Özgül ağırlık
- Gözenek hacmi, gözenek çapları ve gözeneklerin devamlılığı
- Kil minerallerinin miktarı ve tipi
- Organik madde miktarı
- Değişebilir katyonların cinsi ve miktarı
- Mikroorganizma faaliyetinin düzeyi
- Toprakların potansiyel verimliliği

Yağışlardan önceki toprağın nem içeriği gibi toprak özellikleri toprak erozyonunun oluşmasında ve oluşacak erozyonun şiddet derecesine etkide bulunmaktadır.

### **Topoğrafik Yapı ve Engebelilik**

Özellikle dağlık araziler, yüksek derecede eğime sahip sarp ve geniş yamaçlar erozyonu arttıran yeryüzü şekilleridir. Genel bir yaklaşımla, arazinin bitki örtüsü ve toprak özellikleri ne olursa olsun, herhangi bir arazide eğimin başladığı noktadan itibaren yüzey akışı ve dolayısı ile erozyon da başlamaktadır. Böyle ortamlarda yağışın karakteristikleri ve yüzey-toprak özelliklerinin de olumlu veya olumsuz etkileri ile birlikte toprağın aşınma riskini, eğimin derecesi (diklik), eğimin uzunluğu ve eğimin şekli gibi özellikler belirlemektedir. Söz konusu bu topoğrafik özelliklerin erozyonla olan ilişkileri aşağıda verilen bazı örneklerle ortaya konulabilmektedir.

Herhangi bir arazide, eğimin bir kat artması ile, örneğin arazi eğimi %2 iken, bu eğim oranı %4'e çıktığında, erozyonla taşınan toprak materyali miktarı 2.8 kat artmaktadır. Yapılan bir araştırmaya göre, pamuk ekili topraklarda hektar başına yıllık ortalama toprak kayıpları; eğimi bulunmayan düz bir arazide 9.33 ton, %1 eğime sahip bir arazide 19.9 ton, %2 eğime sahip bir arazide 27.4 ton ve %3 eğime sahip bir arazide ise 28.0 ton olarak bulunmuştur.

Eğim uzunluğu ile erozyon arasında doğrusal bir ilişki vardır ve eğim uzunluğu arttıkça erozyonla oluşan toprak kayıpları da artmaktadır. Eğim uzunluğunun artışına bağlı olarak ortaya çıkan toprak kayıplarının bazan 13 katına kadar artabildiği saptanmıştır.

Arazilerin sahip olduğu eğim derecesi ile erozyonun şiddeti arasındaki ilişkiyi gösteren bir araştırma sonucu ise yine aşağıda verilmiştir.

- % 0-4 eğimli bir arazide erozyon YAVAŞ
- % 4-7 eğimli bir arazide erozyon FAZLA
- % 8- > eğimli bir arazide erozyon ÇOK FAZLA bir şekilde

meydana gelmektedir.

Toprakların tekstürel (bünye= kum, silt, kil oranları) özellikleri ile eğim arasındaki ilişkinin erozyona olan duyarlılık yönünden incelenmesini kapsayan bir araştırma sonucu da aşağıdaki gibidir.

4 dekarlık bir alanda yapılan araştırma sonuçlarına göre;

- Killi bir toprakta : % 2 eğimde yılda erozyonla 7.8 ton toprak kaybı  
% 4 eğimde yılda erozyonla 20.6 ton toprak kaybı
- Tınlı bir toprakta : % 4 eğimde yılda erozyonla 20 ton toprak kaybı  
% 8 eğimde yılda erozyonla 52 ton toprak kaybı

meydana geldiği saptanmıştır.

### **Bitki Örtüsünün Özellikleri**

Bitki örtüsü, erozyonu önleyen ve engelleyen etkin bir doğal faktördür. Toprağın ot, çalı, ağaç vb. çeşitli bitki örtüsü ile kaplı bulunması, erozyonun oluşmasında etkide bulunan iklim, toprak ve topoğrafya faktörlerinin etkisini önemli derecede azaltmaktadır. Arazi yüzeylerinde oluşan yüzey akış miktarını azaltan ve toprakların erozyonla kaybını önemli derecede engelleyen bitki örtüsünün işlevleri, aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Toprağa dik olarak düşen yağmur damlalarının hızını azaltır ve suyun toprak yüzeyine daha yavaş ulaşmasının sağlar. Böylece kinetik enerjilerinin büyük bir kısmını kaybeden yağmur damlalarının, toprak agregatlarını parçalaması ve bu parçaların toprakların gözeneklerini tıkaması engellenir ve yağış sularının önemli bir kısmı toprak tarafından daha kolayca emilirler.
- Bitkilerin toprak üstü aksamaları yüzey akışa geçen suların hızını azaltır ve suyun arazi yüzeyindeki ana akış yollarını bölerek toprakları taşıma enerjilerini azaltır.
- Bitki kökleri vasıtasıyla toprak kohezyonu artırılarak toprakların su etkisi ile dağılıp parçalanmaları engellenir.

Erozyonla oluşacak toprak kayıplarının engellenmesi, bitkilerin sıklığı, çeşidi, ömrü ve yetiştirme dönemi özellikleri ile de doğrudan ilişkilidir. Bu konuda bu kitabın ilerleyen bölümlerinde daha ayrıntılı bilgiler verilecektir.

## İnsanlar

Yeryüzünde görüldükleri andan itibaren canlılar, özellikle insanlar bilerek ve/veya bilmeyerek üzerinde yaşadıkları arazilerin bitki örtüsünü sürekli olarak tahrip etmişler ve etmektedirler. Çağımızda da insanlar yaşamlarını sürdürebilmek için tarım ve hayvancılık yapmak zorundadırlar. Bu husus ise sürekli olarak yeryüzündeki bitki ve toprak varlıklarının tahrip edimesine yol açmaktadır. Doğal denge koşulları içerisinde, en azından doğal güçlerin taşıdığı toprak miktarı kadar yeniden toprak oluşumu esastır. Söz konusu bu denge, insanların doğayı kullanmaya başladıkları döneme kadar devam etmiş ve insanların doğaya ve araziye müdahaleleri ile birlikte ise bu denge toprakların aleyhine olarak tersine dönmüştür. İnsanların sürekli olarak bitki örtüsünü tahrip etmesi ve uygun özelliklere sahip olmayan toprakları tarıma açması, erozyona ortam hazırlamaktadır. Bunların yanısıra arazi ve toprakların oluşurken kazandıkları yeteneklerine uygun olmayan kullanım biçimleri altında işletilmeleri ve hatalı ve yanlış tarım yöntemleri uygulanarak kullanılmaları da erozyon zararının beklenilenden fazla olmasına neden olmaktadır.

İnsanların erozyon üzerindeki etkilerini daha açık bir şekilde ortaya koyabilmek için erozyonu oluşturan bütün faktörler ışığında, Türkiye'deki arazi ve toprak varlığının ne kadar olduğu, bu arazilerin hangi yetenek düzeylerinde bulunduğu ve insanların arazi ve toprakları kullanma biçim ve alışkanlıklarının nasıl veneler olduğu yönünden incelenmesi gerekmektedir.

## Özet

*Hangi kuvvetle veya enerji ile olursa olsun herhangi bir alandaki toprakların bir başka alana taşınması olayı erozyon olarak tanımlanmaktadır. Erozyonla ilk önce toprakların en üretken olan üst katmanları, daha sonra ise alt katmanları taşınmakta ve geriye taşlık kayalık bir ortam kalmaktadır. Toprakların erozyona uğramasında en etkili olan enerjiler, su ve rüzgar enerjisidir. Erozyonun oluşmasında etkili olan faktörler iklim (özellikle yağış suları), toprak özellikleri, topoğrafik yapı ve engebelilik, bitki örtüsünün özellikleri ve insanlardır.*

## Değerlendirme Soruları

1. Bitki örtüsünden yoksun olan eğimli arazilerde yağmur ve kar sularının, toprakların infiltrasyon kapasitesinin aşılması neticesinde yüzey akışına geçerek toprağı aşındırması olayı hangi tip erozyondur?
  - A. Su erozyonu
  - B. Yağmur damlası erozyonu
  - C. Çiğ erozyonu
  - D. Yer çekimi erozyonu
  - E. Dalga erozyonu
2. Aluviyal ovalar aşağıdaki erozyon çeşitlerinden hangisinin oluşması sonucunda meydana gelir?
  - A. Yer çekimi erozyonu
  - B. Su erozyonu
  - C. Doğal erozyon
  - D. Dalga erozyonu
  - E. Yüzey erozyonu
3. Aşağıdaki faktörlerden hangisi toprak erozyonunun oluşumunda rol oynayan doğal etmenlerden değildir?
  - A. İklim özellikleri
  - B. Toprak özellikleri
  - C. Topografik yapı
  - D. Bitki örtüsü
  - E. Yanlış toprak işleme
4. Aşağıdakilerden kaç tanesi oluşacak su erozyonunun şiddeti üzerine etkilidir?
  - Toprağı düşen su miktarı
  - Suyun akış hızı
  - Arazinin sahip olduğu eğim özellikleri
  - Toprağın yapısı
  - Bitki örtüsü
  - A. 1
  - B. 2
  - C. 3
  - D. 4
  - E. 5



5. Toprak erozyonunun oluşumunda aşağıdakilerden kaç tanesi insanlardan kaynaklanan etmenlerdendir?
- Arazilerin yeteneklerine uygun bir şekilde kullanılmaması
  - Yanlış toprak işleme
  - Bitki örtüsünün özellikleri
  - Hatalı nadas uygulaması
  - Uygun bitki münavebesinin uygulanmaması
- A. 1  
B. 2  
C. 3  
D. 4  
E. 5

## Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

Akalan, İ., 1972. **Erozyon ve Toprak Muhafazalı Çiftlik ve Mera Planlaması**. A.Ü. Zir.Fak. Yay. No: 457, Ankara.

Anonim, 1996. **Tarım Alanları ve Çevre**. Çevreyi Öncelikle Etkileyen Bazı Sanayiler ve Temel Sektör Faaliyetleri. T.C. Çevre Bakanlığı, ÇED ve Planlama Gn. Md., Yay. No: 3, s.239, Ankara.

Aydın, M., 1992. **Toprak ve Su Koruma**. Ç.Ü. Zir.Fak. Yay. No: 127, Adana.

Brown, L.R., 1993. **Dünyanın Durumu**. TEMA Çeviri Yay. No:10, ISBN-975-7169-013, ISSN-1330-882-X, İstanbul.

Çelebi, H., 1997. **Ülkemizde Erozyon Sorununu Önlemede Alt Yapısal Sorunlar ve Öneriler**. Çevre Bakanlığı, Yay. Şubat, 1997, s.26, Ankara.

Dinler, Ö., 1997. **Çiftçilerimizin Toprak Erozyonuna Karşı Alacağı Pratik Önlemler Nelerdir?**. Tarım ve Köy İşl. Bak. Bursa İl Md. Yay. No:1, s.21, Bursa.

Çepel, N., 1996. **Erozyon-Orman İlişkileri**. TEMA Eğitim Semineri Ders Notu, İstanbul.

Çevik, B., 1992. **Toprak ve Su Koruma Mühendisliği**. Ç.Ü. Zir.Fak. Yay. No: 28, Adana.

Doğan, O., N.Küçükçakar, 1995. **Orta Anadolu Topraklarının Bazı Fiziksel Özelliklerinin Aşınımaya Duyarlılığı Arasındaki İlişkiler**. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Symp. Cilt.II, s. C-12, Ankara.

- Günay, T., 1996. **Erozyona Karşı Alınacak Teknik, Biyolojik ve Toplumsal Önlemler**. TEMA Eğitim Semineri Ders Notu, İstanbul.
- İlkin, A., E.Alkin, 1991. **Çevre Sorunları**. Ekonomik ve Sosyal Sorunlar-Çözüm Önerileri Dizisi-1, TOBB, ISBN 975-512-090-4, Ankara.
- Lal, R., 1990. **Soil Properties and Erodibility**. Soil Erosion in Topics; Principles and Management, p.60-99.
- Levy, G.J., Levin J., Shainberg I., 1994. **Seal Formation and Interrill Soil Erosion**. Soil Sci.Soc.Am.Jour. 58:203-209.
- Sakarya, M., 1993. **Su ve Rüzgar Erozyonuna Karşı Tarım Topraklarının Korunması**. Köy Hzmt. Yay. Haziran, 1993, Sayı: 45, s.20, Ankara.
- Sanroque, P., Rubio, J.L., Izquierdo, L.A., 1990. **Relationship of Soil Erodibility with Other Soil Pyhsical and Chemical Properties Determined by a Laboratory Simulator in Soil From Valencia, Spain**. Revue-d'Ecologie-etde-Biologie-du-Sol. 27:2, 135-146.
- Sarı, M., 1992. **Toprakların Amaç Dışı Kullanımı ve Bu Kullanımın Çevreye Olan Etkileri**. Antalya'nın Çevre Sorunları Paneli. Antalya Belediyesi Çevre ve Turizm Şefliği Seminerler Dizisi, 17-19 Aralık 1992, Antalya.
- Sarı, M. 1995. **Toprak ve Erozyon**. Çevre Sorunları ve Eğitimi Antalya Büyükşehir Belediyesi Çevre Sağlığı Şub.Md.Seminerler Dizisi, 20-24 Şubat 1995, Antalya.
- Sarı, M., T.Aksoy, 1993. **Tarım Topraklarının Amaç Dışı Kullanımıyla Arazi Kayıpları: Antalya Örneği**. Problemes et Politiques Structurels Dans le Developpement Agricole des Pays Mediterraneans. Akdeniz Ülkelerinin Tarımsal Gelişmesinde Yapısal Sorunlar ve Politikalar. Uluslararası Seminer, 23-25 Eylül 1993, Antalya.
- Taysun, A., 1989. **Toprak ve Su Koruma**. Ege Üniv. Zir.Fak. Toprak Bl., İzmir.
- Wisherek, S., 1993. **Assment of Soil Erodibility: The Relationship between Soil Properties, Erosion Processes and Susceptibility to Erosion**. Farm Land Erosion, P.87-96.