

**KTÜ  
ORMAN FAKÜLTESİ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ  
HAVZA AMENAJMANI ANABİLİM DALI**

**EROZYON VE SEL KONTROLÜ DERSİ**

# EROZYON OLGUSU VE TEMEL NEDENLERİ

Erozyon, toprak kümelerinin parçalanması, su ve rüzgar gibi etmenlerle taşınması ve sonuç olarak, ait oldukları yerlerden farklı ortamlarda birikmesi olayıdır.

Toprak erozyonu, toprak kümelerinin bireysel veya taşınabilir partiküllere **parçalanması** ve bunların su ve hava akımları ile **taşınmasını** içeren iki aşamalı bir işlemdir.

Toprak parçacıklarının taşınması için yeterli enerji kalmadığında, üçüncü aşama **çökme** oluşur.



Yağmur damlası vuruş etkisi ile parçalanma



Yüzeysel akış ile taşınım



Çökme

**Erozyon**, toprak kümelerinin parçalanması, su ve rüzgar gibi etmenlerle taşınması ve sonuç olarak, ait oldukları yerlerden farklı ortamlarda birikmesi olayıdır.

Su Rüzgar

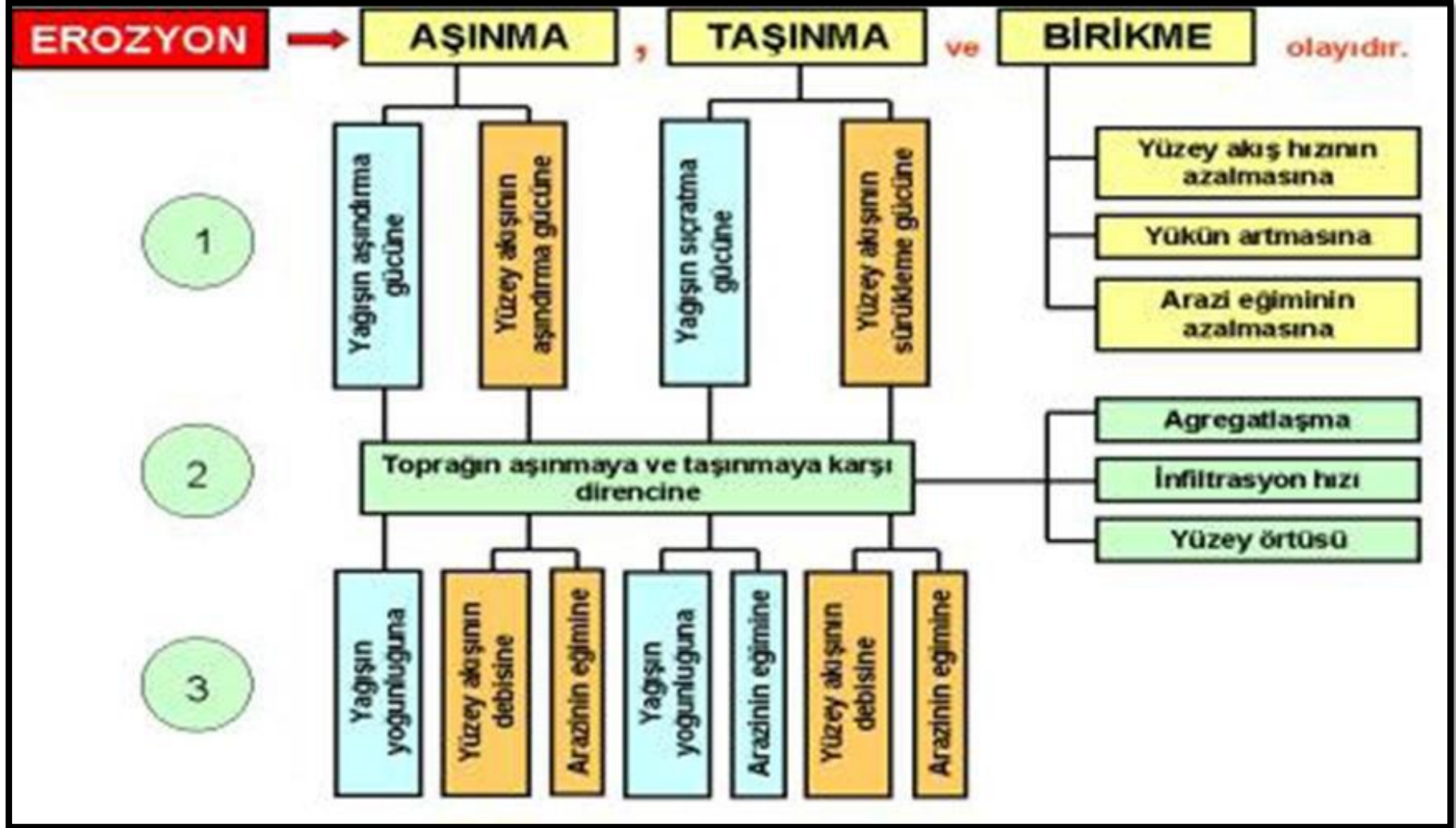
Madagaskar'da Betsiboka nehri önemli miktarda sedimenti Hint okyanusuna ulaştırmaktadır. Adada tropikal ormanlar kesilerek pirinç tarımı yapılmaktadır. Tuğla rengindeki lateritik topraklar nehrin kırmızımsı bir renk almasına yol açmakta.  
NASA 2002.



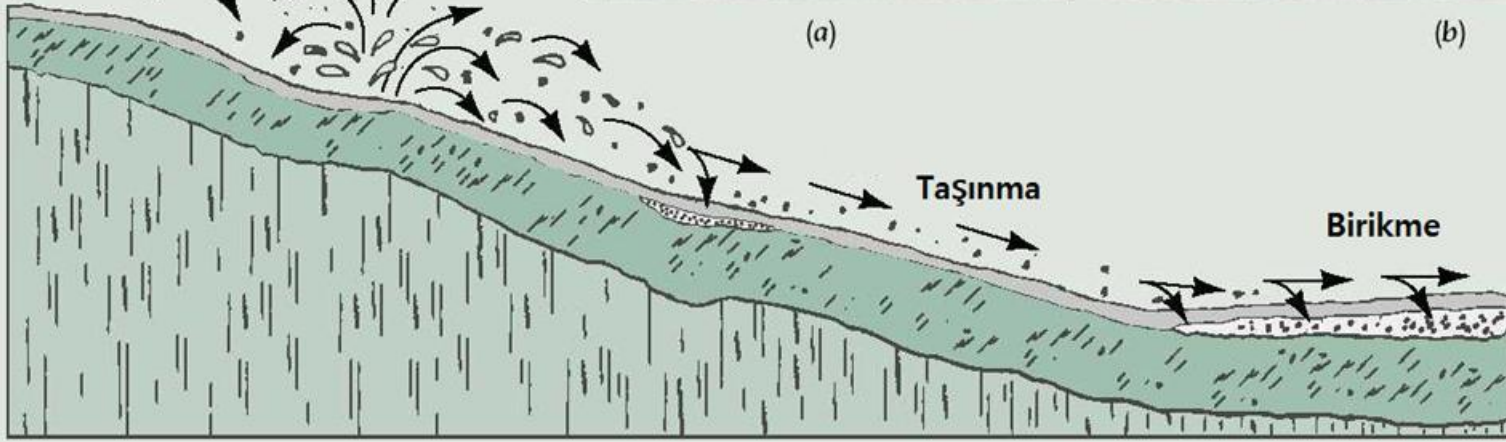
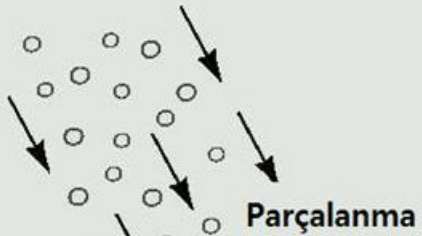
Parçalanma

Taşınma

Birikme



Erozyon ve erozyonu oluşturan etkenler.



Yağmur damlaları ve yüzeysel akışın toprak taneciklerini parçalaması, taşınması ve biriktirmesi.

# 1- Doğal Erozyon (Jeolojik Erozyon veya Normal Erozyon)

**Normal Erozyon**, toprak materyalinin, su ve rüzgar gibi doğal kuvvetlerle aşınma ve taşınmasıdır.



Bu süreç, dünyamızın kuruluşundan beri sürüp gelmektedir.

Bu tip erozyon doğal bitki örtüsü altında çok yavaş seyreden bir süreçtir. O nedenle, dengeli bir şekilde cereyan eden ve bir bakıma yarar sağlayan bu tip erozyona **"Doğal Erozyon"**, **"Normal Erozyon"** veya **"jeolojik erozyon"** denir. En verimli delta ve kıyı ovaları bu yolla oluşmuştur.

**Ihlara Vadisi** Aksaray'a 40km. uzaklıktadır. Ihlara Vadisi, Hasandağı Volkanından püsküren lavların akarsu aşındırması sonucunda oluşan bir vadidir.

**Melendiz çayı**, milyonlarca yıllık bir sürecin sonunda, 14 kilometre uzunluğunda ve yüksekliği yer yer 110 metreye ulaşan kanyon görünümlü bu vadiyi meydana getirmiştir.

**Ihlara  
Vadisi**



# 1- Doğal Erozyon (Jeolojik Erozyon veya Normal Erozyon)



Arazinin insan uğraşları ile bozulmamış doğal evre koşulları altında ađlar boyu devam eden ve vadilerin, kanyonların, ovaların ve deltaların oluşmasına neden olan erozyona **normal erozyon (jeolojik erozyon)** adı verilir.





## 2- Hızlandırılmış Erozyon (Zararlı Erozyon)

YILLAR	DÜNYA NÜFUSU
1000	310 milyon
1700	610 milyon
1900	1.650 milyar
1950	2.520 milyar
1970	3.700 milyar
1990	5.270 milyar
2000	6.000 milyar
2015	7.200 milyar

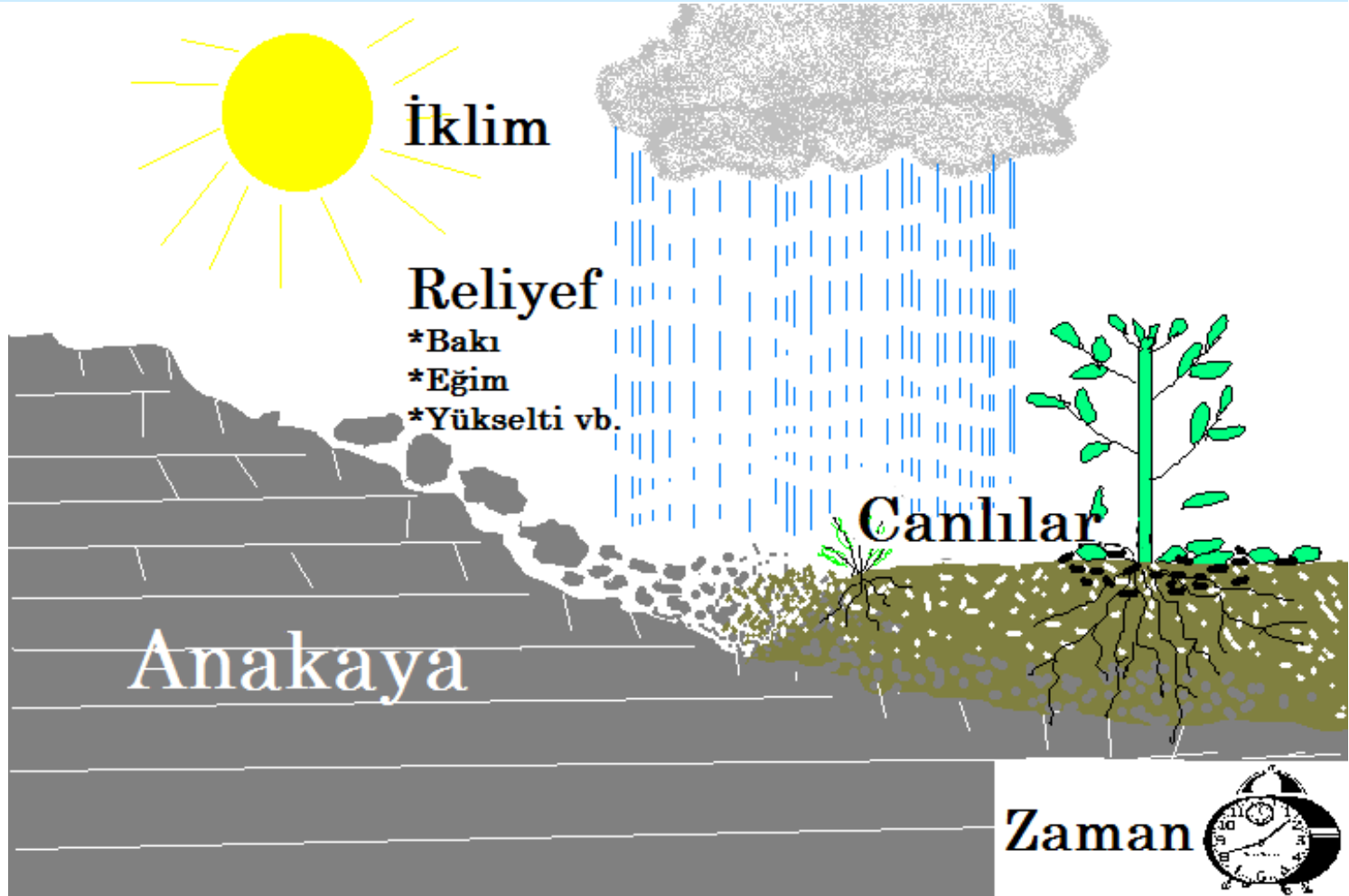
**Bugün nüfusun büyük boyutlarda artması, basit tarımsal toplumlardan gelişmiş endüstri toplumlarına geçiş dünya ölçeğinde meydana gelmektedir. Nüfusun böyle hızlı artmasının çeşitli nedenleri vardır. Bunlardan birincisi ve belki de en önemlisi sağlık ve hijyen koşullarındaki iyileşmedir (Hudson 1985).**

Nüfustaki bu muazzam artış insanların beslenmesi, giyimi ve normal yaşamlarını sürdürebilmeleri için doğal kaynakları daha fazla kullanmalarına neden olmuştur. Ancak doğal kaynaklar sınırsız değildir.

# İnsan Etkisinden Kaynaklanan Erozyon (Hızlandırılmış Erozyon)

İnsanların doğayı tahrip edici ve doğal kaynakları sömürücü müdahaleleri olmazsa, doğal faktörlerin etkisi altında anakayalardan meydana gelen toprak miktarı, aynı birim zamanda erozyonla alınıp götürülen toprak miktarından daima daha çoktur. Bu nedenle toprak kazancı bilançosu, bu durumda pozitifdir.

**Toprak oluşumunda etkili faktörler**



İnsanların aksi davranışları söz konusu olunca, bu bilanço negatif olur. Bu sonuç, erozyonunun cereyan ettiği ekosistemde kurulmuş bütün dengeleri altüst eder. O nedenle, insan etkisinden kaynaklanan erozyon, ekolojik görüş açısından bir "**çevre sorunu**" olarak kabul edilmektedir.

Çünkü çevre sorunu veya çevre kirliliği, canlılara ve çevrelerine zarar veren faktör veya süreçlerin, ekosistemlerde meydana getirdiği olumsuz değişimlerdir. O nedenle, bu tür erozyon "**zararlı erozyon**" olarak nitelenir ve "**hızlandırılmış erozyon**" şeklinde adlandırılır.

Diğer bir ifade ile, iklim, toprak ve bitki örtüsü arasındaki doğal dengenin insan uğraşları (tarımsal uğraşlar) ile bozulması sonucu normal erozyon hızının çok üstünde bir şiddet ve hızla başlayan toprak erozyonuna **hızlandırılmış erozyon** adı verilmektedir.



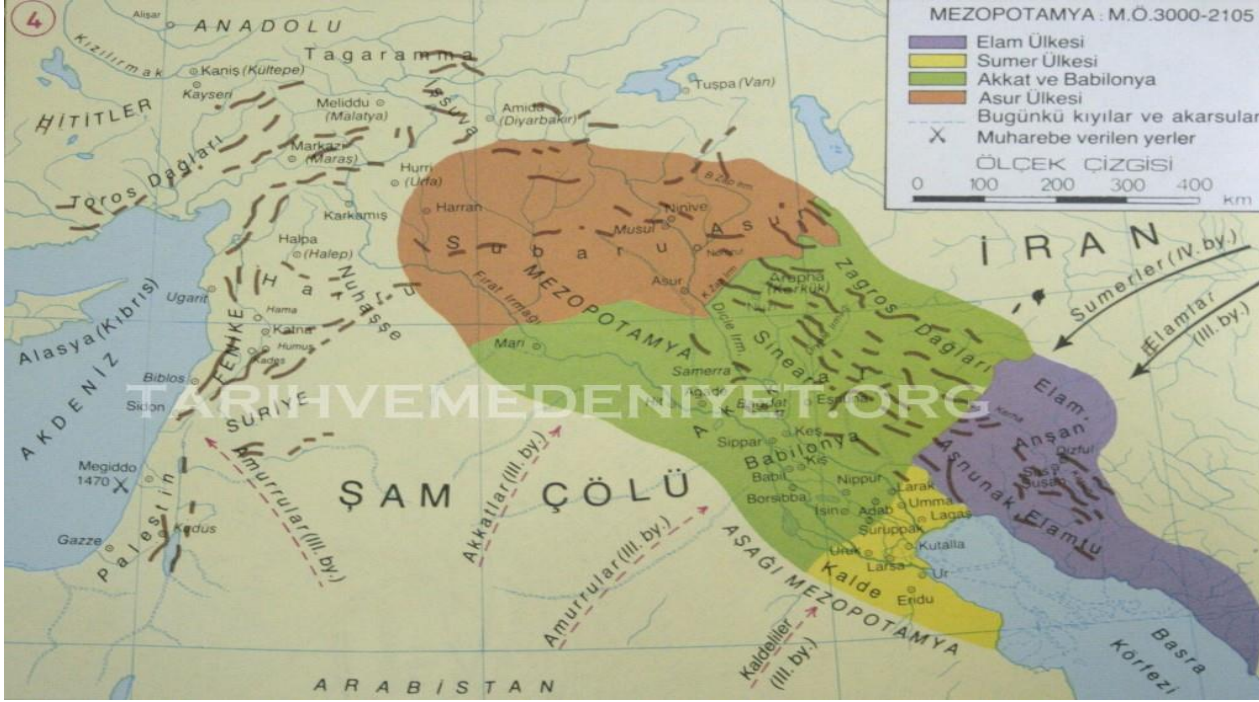
## Çeşitli Ülkelerdeki Yıllık Normal ve Hızlandırılmış Erozyon Miktarları (t/ha)

Ülke	Doğal Erozyon (Normal Erozyon)	Tarım (Hızlandırılmış Erozyon)	Açık Alan
Çin	0,1-2	150-200	280-360
ABD	0,03-3	5-170	4-9
Fildişi Sahilleri	0,03-0,2	0,1-90	10-750
Nijerya	0,5-1	0,1-35	3-150
Hindistan	0,5-5	0,3-40	10-185
Etyopya	1-5	8-42	5-70
Belçika	0,1-0,5	3-30	7-82
İngiltere	0,1-0,5	0,1-20	10-200

**Kaynak:** Morgan R.P.C (2005). Soil erosion and conservation. Blackwell Publishing, 304p. USA

Çeşitli ülkelerde yapılan araştırma sonuçlarına göre; yıllık toprak kaybının Normal erozyonda **0,03 ile 5 t/ha/yıl** arasında hızlandırılmış erozyonda ise **0,1 ile 200 t/ha/yıl** arasında değiştiği bildirilmektedir.

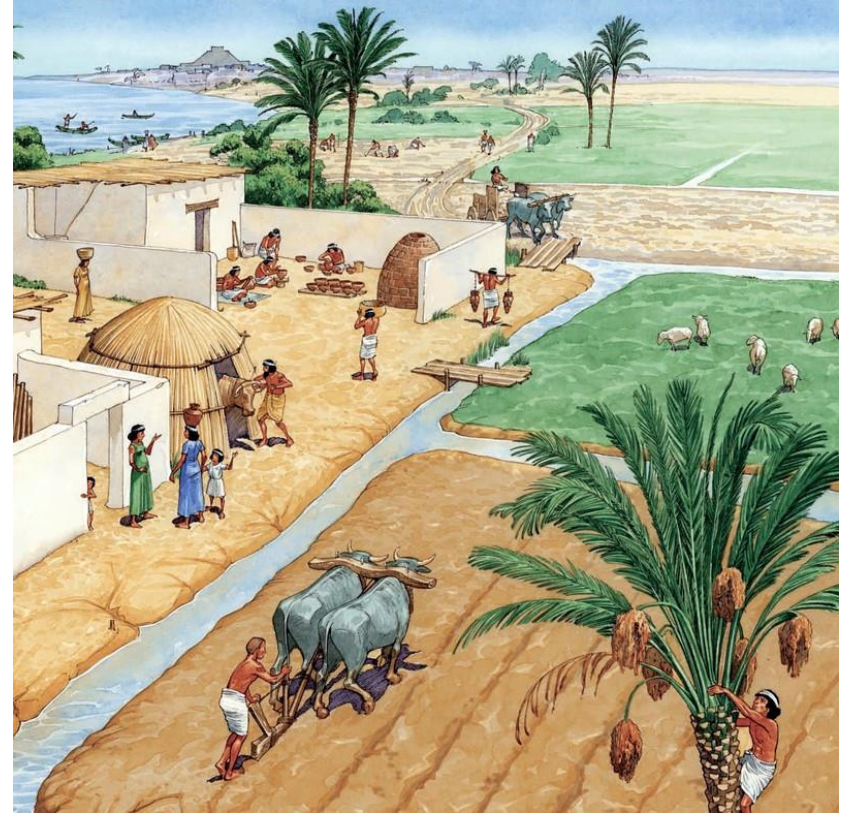
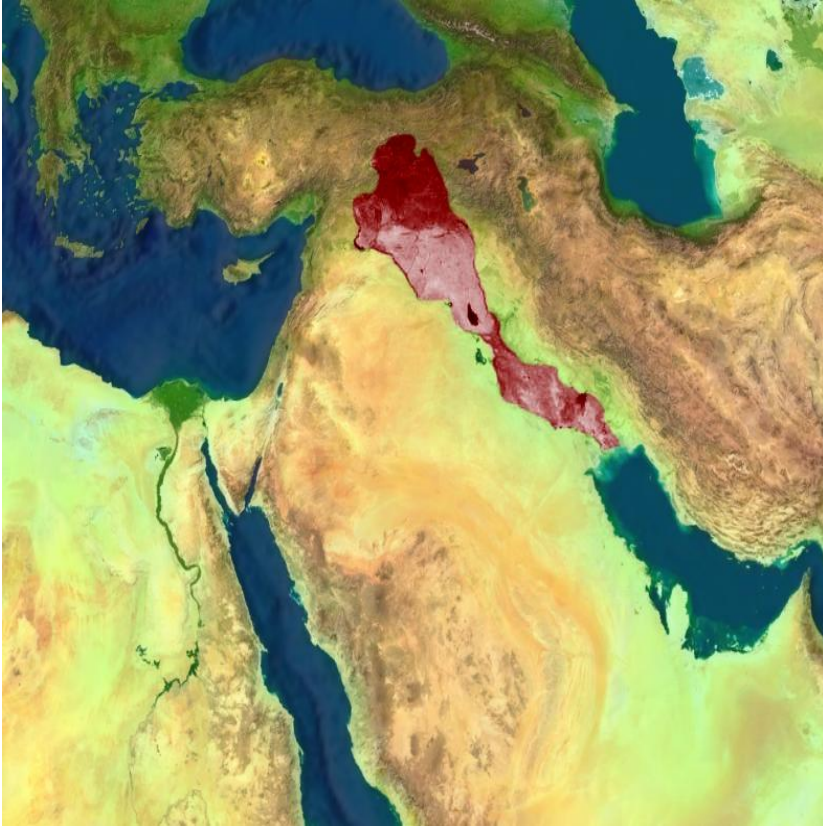
# TARİHTE EROZYON



Tarihin gün ışığına çıkarılması ile dünya üzerinde oluşmuş olan verimli arazilerin büyük kısmının tahrip edildiği görülmüştür.



Bu tahrip büyük ölçüde medeniyetlerin yıkılmasına neden olmuştur.



Bir zamanlar çok verimli arazilere sahip olan Mezopotamya, Dicle ve Fırat nehirlerince sulanıyordu. Milattan 2000 yıl önce büyük şehirlere ve karmaşık bir medeniyete destek veren büyük bir sulama sistemi kurulmuştu. Fakat vadilerin etrafındaki yamaç arazilerde ormanların kesilmesi nehirlerin erozyon döküntüleri nedeniyle taşkın yapmalarına ve sulama kanallarının dolmasına neden olmuştur. Bugün Mezopotamya'nın büyük bir kısmı hareketli kumullardan oluşan bir çöl halindedir.

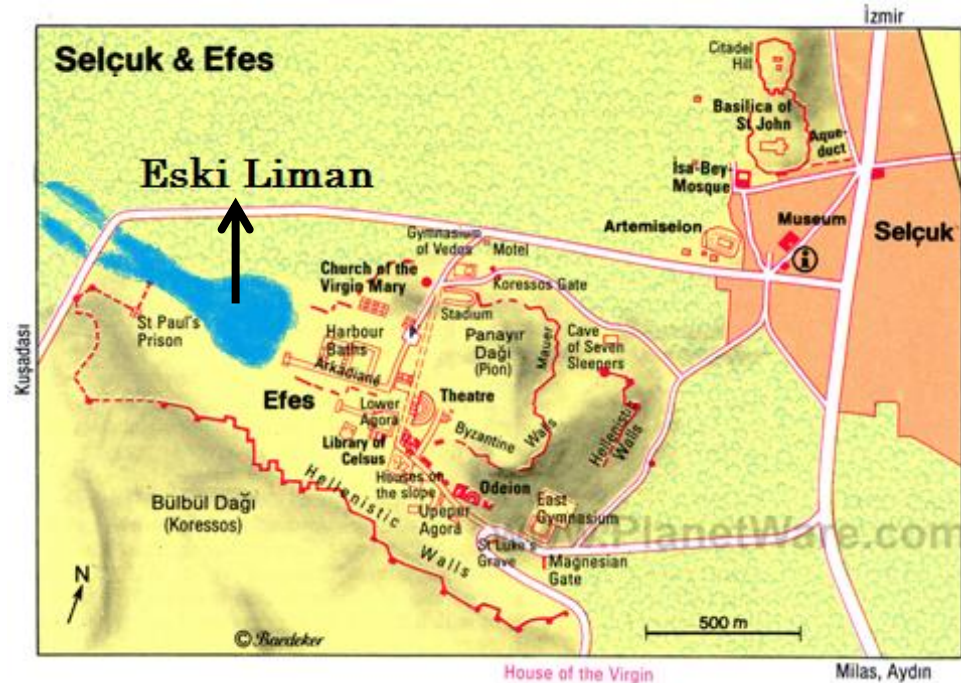
# Türkiye'de Toprak Erozyonunun Tarihsel Süreci

- ✓ Türkiye'de arazi kullanımı ile ilgili kültürün 8-9 bin yıl öncesine kadar gittiği kabul edilmektedir.
- ✓ Türkiye'de doğal dengenin bozulmasına ve yanlış arazi kullanmaların doğurduğu erozyon ve sedimentasyon olaylarının iki önemli devre geçirdiği kabul edilmektedir. Bu devrelerden birincisi M.Ö. 3. yüzyıl ile M.S. 4 yüzyıl arasında kalan 600-700 yıllık dönemdir.
- ✓ Büyük İskenderin Anadolu'ya egemen olmasından sonra Makedonya ve Roma imparatorluğunun ihtiyaçlarını karşılamak için doğal kaynaklar aşırı ve bilinçsizce kullanılmış, ormanlar ve diğer doğal vejetasyon örtüsü tahrip edilmiştir. Bu durumun sonunda birinci erozyon devresine girilmiş ve limanlar, tarım alanları sedimentasyonla dolmuştur.

## Türkiye’de toprak erozyonunun tarihsel süreci

✓ Efes limanının siltasyonu bu devirde başlamış ve bu limanı açık tutmak için yapılmış çabalara karşın 600 yıl sonra, yani M.S. 3. yüzyılda liman terk edilmiştir. Batı ve Güney Anadolu’daki büyük ırmakların denize ulaştıkları yerlerdeki liman kentler zamanla kilometrelerce içeride kalmışlardır. Efes, Milet, Mağaracık ve Soli bu devirlerdeki erozyon ve sedimentasyon olaylarının doğurduğu sonuçların somut örnekleridir.

M.S.4. yüzyılda limanın dolmasıyla Efes'te ticaret geriler. İmparator Hadrian limanı birkaç kez temizletir. Liman kuzeyden gelen Marnas Çayı ve Küçük Menderes nehrinin getirdiği alüvyonlarla dolar. Efes denizden uzaklaşır.





## Türkiye’de toprak erozyonunun tarihsel süreci



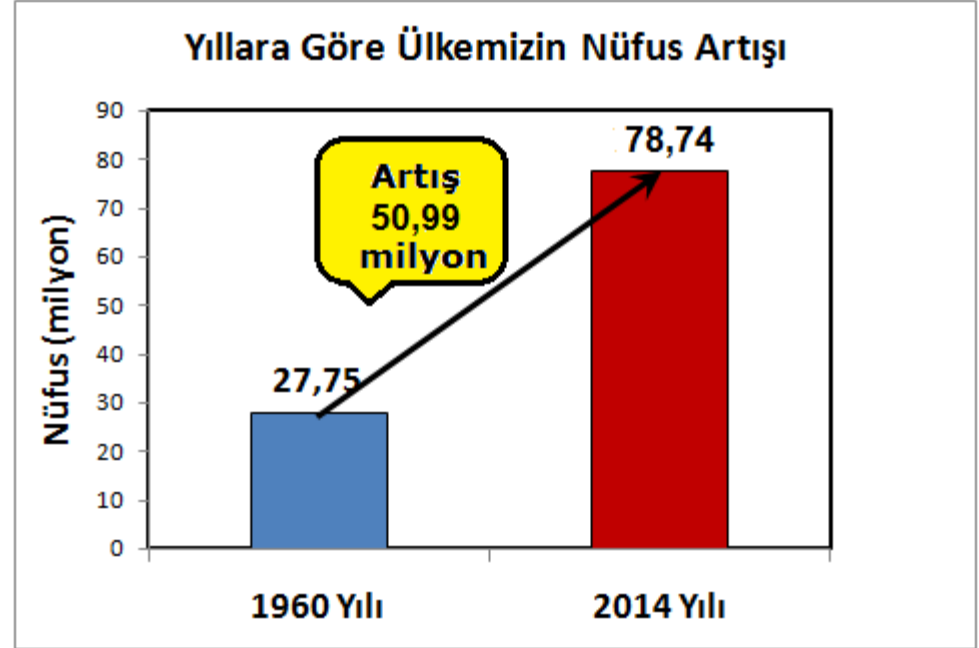
Milet, Aydın ili, Söke ilçesi sınırları içerisinde Söke’ye 30km. uzaklıktadır. M.S. 3. yüzyıldan başlayarak, parlak dönem kötüye gitmeye başladı. Milet Şehrinde, limanlar zamanla alüvyonla doldu ve bunun sonucunda etrafı bataklığa döndü. Bu durum sıtmanın tehlikeli boyuta ulaşmasına ve şehrin terk edilmesine yol açtı.

✓ Anadolu’da nüfusun artması, arazi hukuku ve kullanma durumunda meydana gelen değişim ve ihtiyaçların çoğalması, yeniden doğal kaynaklar üzerinde bir baskının oluşması sonucunu doğurmuş ve böylece ikinci erozyon devresine girilmiştir.

## Türkiye’de toprak erozyonunun tarihsel süreci

✓ Özellikle son 50-60 yıl zarfında ülkemizdeki hızlı nüfus artışı ve teknolojik gelişme tarım alanlarının genişlemesi sonucunu doğurmuş ve yanlış arazi kullanma da bu gelişmeye eklenince toprak erozyonu olayı yaygın ve ciddi bir sorun haline gelmiştir.

Yıl	Toplam Nüfus
2015	78 741 053
2014	77 695 904
2013	76 668 864
2012	75 627 384
2011	74 724 269
2010	73 722 988
2009	72 561 312
2008	71 517 100
2007	70 586 256
2000	67 803 927
1990	56 473 035
1985	50 664 458
1980	44 736 957
1975	40 347 719
1970	35 605 176
1965	31 391 421
1960	27 754 820



**Türkiye’de erozyonun en başta gelen nedeni bilinçsiz ve bilimsel ilkelere dayanmayan yanlış arazi kullanımımızdır.**

# Dünyada Toprak Erozyonu

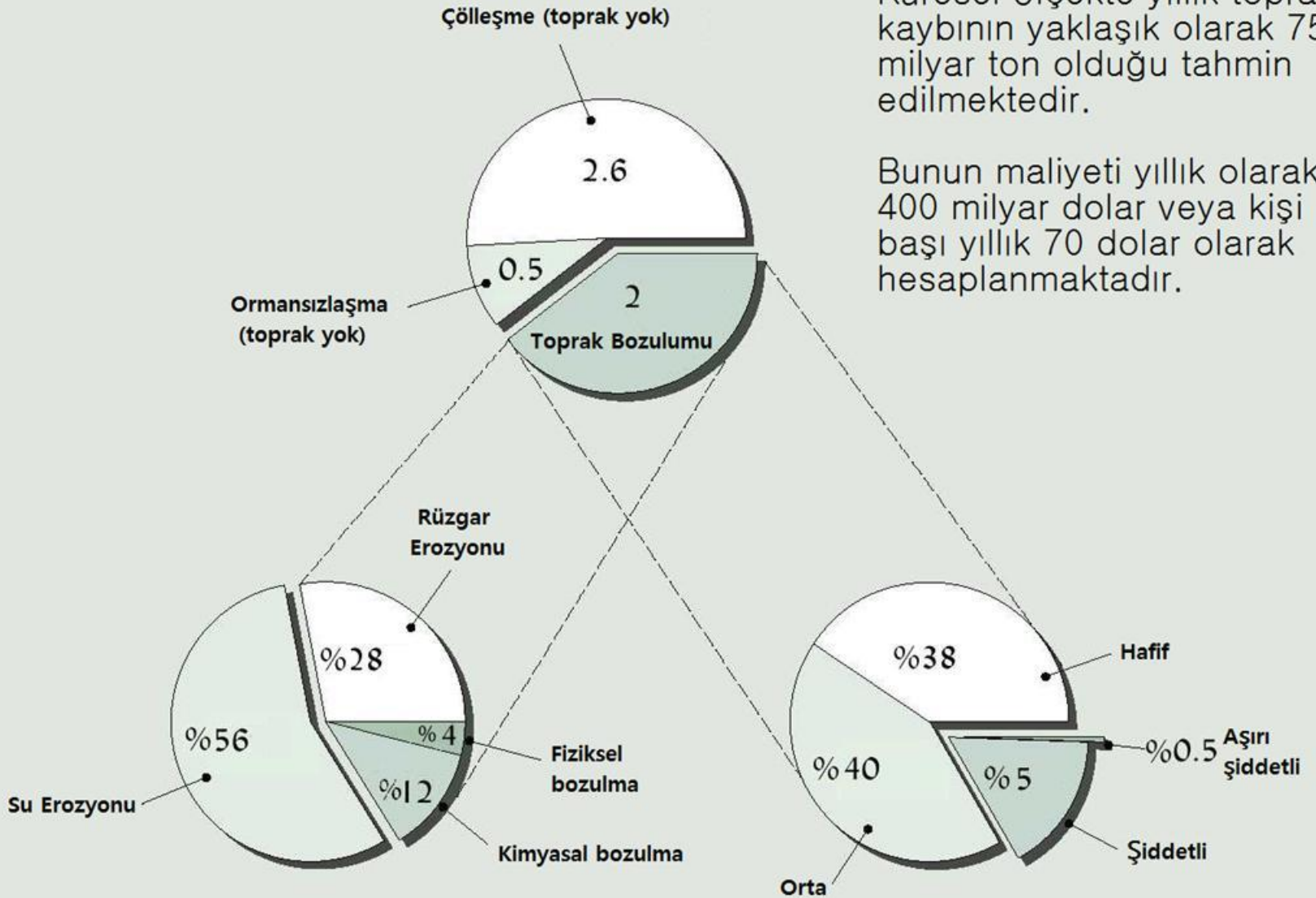
- Judson'un (1981) tahminine göre okyanuslara taşınan akarsu kaynaklı sediment miktarı yoğun tarım, otlatma ve diğer faaliyetler sonrası, 10 milyar tondan 25-50 milyar tona çıkmıştır. Birleşmiş Milletler Çevre Programına göre (1991) erozyon ve erozyonun neden olduğu bozulma nedeniyle her yıl 20 milyon ha arazinin verimliliği sıfıra ulaşmakta veya ekonomik olmayan seviyeye düşmektedir.
- Dünya üzerinde meskun arazilerin % 24'ü insan etkisi sonucu meydana gelen erozyondan etkilenmektedir.

Bölge	Erozyondan etkilenen alan (10 <sup>6</sup> ha)	
	Su erozyonu	Rüzgar erozyonu
Afrika	227	186
Asya	441	222
Güney Amerika	123	42
Orta Amerika	46	5
Kuzey Amerika	60	35
Avrupa	114	42
Okyanusya	83	16
<b>DÜNYA</b>	<b>1094</b>	<b>548</b>

## Küresel Toprak ve Arazi Bozulumu (Milyar Hektar)

Küresel ölçekte yıllık toprak kaybının yaklaşık olarak 75 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir.

Bunun maliyeti yıllık olarak 400 milyar dolar veya kişi başı yıllık 70 dolar olarak hesaplanmaktadır.



## Türkiye'de Erozyonun Durumu

- ✓ Ülkemizde erozyonu önleme konusu, ilk kez 1937 yılında kabul edilen 3116 sayılı Orman Kanunu kapsamında yer almıştır. Ancak konu üzerinde dönemin zor şartlarının gereği olarak önemli bir çalışma yapılamamıştır.
- ✓ Tarım Bakanlığı bünyesinde 1952 yılında kurulan Sulama ve Kurutma Şubesi ve 1960 yılında kurulan Toprak Muhafaza ve Zirai Sulama İşleri ve sonra TOPRAK-SU adını alan Genel Müdürlük tarafından, tarla ve havza bazında çalışmalar yapılmıştır. Bu kuruluş daha sonra 1984 yılında Yol Su Elektrik ve Toprak İskân Genel Müdürlükleri ile birlikte oluşturulan Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü bünyesine katılmıştır.

✓ **4122** sayılı ve **23.7.1995** tarihli **Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanununa** göre orman sahasını ve ağaç servetini çoğaltmak; toprak, su ve bitki arasında bozulan ekolojik dengeyi kurmak, geliştirmek ve çevre değerlerini korumak maksadıyla kamu kurum ve kuruluşları ile gerçek ve tüzel kişiler tarafından yöreye ve ekonomik koşullara uygunluğu kanıtlanmış yerli ve yabancı türlerle yapılacak ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmalarının esas ve usullerini düzenlemektir.



# Türkiye'de Erozyonun Durumu

Son olarak 2005 yılında yılında **5403** sayılı **TOPRAK KORUMA VE ARAZİ KULLANIMI KANUNU** kabul edilmiştir.

**Bu Kanunun amacı;** toprağın korunması, geliştirilmesi, tarım arazilerinin sınıflandırılması, asgari tarımsal arazi ve yeter gelirli tarımsal arazi büyüklüklerinin belirlenmesi ve bölünmelerinin önlenmesi, tarımsal arazi ve yeter gelirli tarımsal arazilerin çevre öncelikli sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak planlı kullanımını sağlayacak usul ve esasları belirlemektir.



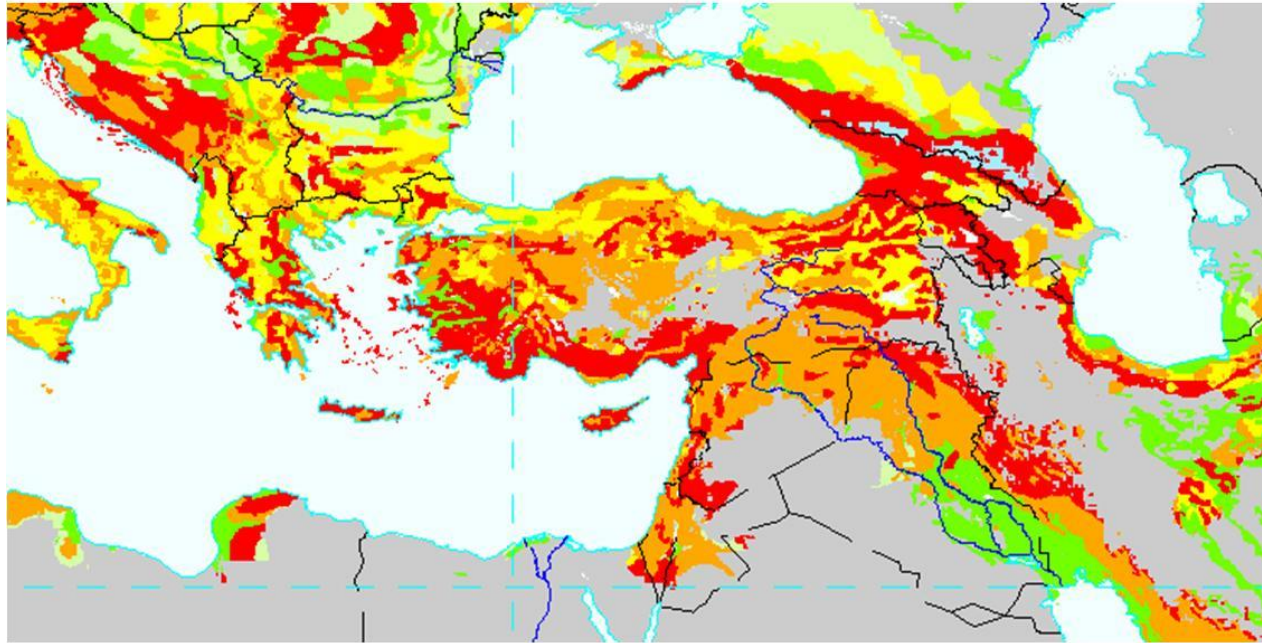
# Türkiye'de Erozyonun Durumu

- ✓ Çevre ve Orman Bakanlığı bünyesinde ana hizmet birimi olarak yer alan **Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü**'nün kapatılması neticesinde, yeniden kurulan 04 Temmuz 2011 tarih ve 27984 sayılı Mükerrer Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Orman ve Su İşleri Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanun Hükmünde Kararname gereğince merkez teşkilatı Hizmet Birimleri içerisinde **Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü** olarak yer almıştır.
- ✓ Genel olarak Ülkemizde toprak koruma ve erozyon çalışmaları ile görevli kuruluşlar yukarı havzalarda Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ve akarsu yatakları ile baraj havzalarında ise Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüdür. Her iki genel müdürlüğünde erozyon kontrolüne yönelik olarak yapmış oldukları çok başarılı çalışmalar vardır.



Ülkemizde toprakların % 86'sı su erozyonundan az veya çok etkilenmiştir. Hızlandırılmış su erozyonu Türkiye'de yaygın bir problemdir ve özellikle, bitki örtüsünün iyice zayıf olduğu kurak bölgelerimizde ve eğimin fazla olduğu yerlerde şiddetlidir.

Su Erozyonu Duyarlılık Haritası



Türkiye’de erozyon önemli bir çevre problemidir. Erozyon açısından sorunsuz arazilerin yüzdesi **13,86** olmasına karşılık, şiddetli ve çok şiddetli erozyonun etkisinin görüldüğü arazilerin oranı **%58,74** dır.

### Türkiye'de erozyon derecelerinin dağılımı

Erozyon derecesi	Genişlik (ha)	(%)
0- Yok	5 166 627	6, 64
1- Hafif	5 611 892	7, 22
2- Orta	15 592 750	20, 04
3- Şiddetli	28 334 933	36, 42
4- Çok şiddetli	17 366 463	22, 32
ÇK- Çıplak kayalık	2 930 933	3, 77
Rüzgar erozyonu	506 309	0, 65

→ %13,86

→ %58,74

## Türkiye'de su erozyonu alanlarının dağılımı (milyon ha)

Erozyon sınıfı	2.3. ve 4. sınıf araziler	5-6-7. sınıf araziler	Toplam
Orta	13.78	1.81	15.59
Şiddetli	2.08	26.26	28.34
Çok şiddetli	0.002	13.22	13.22
TOPLAM	15.86	41.99	57.15

**Türkiye'de 57.15 milyon ha arazi su erozyonuna maruz kalmaktadır.**



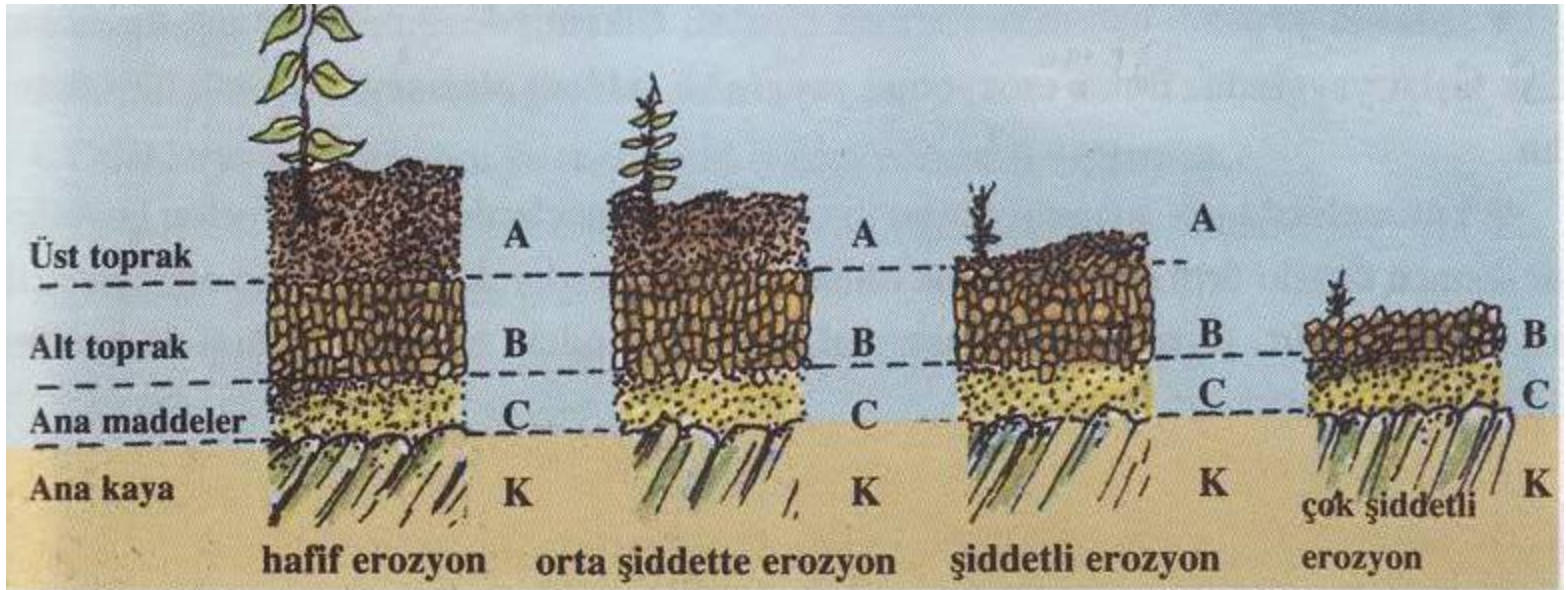
Yurdumuzda haritalama çalışmalarında su erozyonu, ABD Doğal Kaynakları Koruma Servisi (NRCS)' nin kriterleri kullanılarak şu şekilde derecelendirilmektedir:

**Hiç veya hafif aşınmış :** Üst toprağın % 25'inden daha azı aşınmış;

**Orta derecede aşınmış :** Üst toprağın % 25-75'i erozyona uğramış;

**Şiddetli derecede aşınmış:** Üst toprağın % 75'ten fazlası ve alt toprağın % 25'ten daha azı aşınmış. Seyrek, derin ve sık, sığ oyuntular bulunabilir.

**Çok şiddetli derecede aşınmış :** Üst toprağın tamamı ve alt toprağın % 25-75'i aşınmıştır. Seyrek, derin ve sık, sığ oyuntular mevcuttur.



Şekil 58: Erozyonun şiddet derecelerini gösteren toprak kesitleri. Çok şiddetli erozyonda üst toprak tabakasının tamamen yok olduğu ve sadece alt toprağın bir kısmı ile ana maddelerin kaldığı; şiddetli erozyonda ise üst toprak tabakasının kaybolduğu görülmektedir.

<b>Erozyon Sınıfı</b>	<b>İsimlendirme</b>	<b>Kriter</b>
<b>0</b>	<b>Erozyon yok</b>	<b>Erozyon yok, ya da ihmal edilebilir derecede az</b>
<b>1</b>	<b>Çok Hafif Erozyon</b>	<b>Üst Toprağın %0-25 'i taşınmış</b>
<b>2</b>	<b>Hafif Erozyon</b>	<b>Üst toprağın %25-75 'i taşınmış</b>
<b>3</b>	<b>Orta Şiddetli Erozyon</b>	<b>Üst toprağın %75'inden fazlası ve alt toprağın %0-25'i taşınmış</b>
<b>4</b>	<b>Şiddetli Erozyon</b>	<b>Üst toprağın tamamı, alt toprağın % 25-75'i taşınmış</b>
<b>5</b>	<b>Çok şiddetli Erozyon</b>	<b>Üst toprağın tamamı, alt toprağın %75'den fazlası taşınmış</b>

## Su Erozyonu (Taşınma Sınıfları)

Erozyon Sınıfları Sayısal	Tanımsal	Tanımlama
Tabaka Erozyonu		
0	Erozyon görülüyor	
1	Çok hafif erozyon	Üst toprağın % 25'i taşınmış,
2	Hafif erozyon	Üst toprağın % 25-75'i taşınmış.
3	Orta şiddette erozyon	Üst toprağın % 75'inden fazlası ve alt toprağın % 0-25'i taşınmış
4	Şiddetli erozyon	Üst toprağın tamamı ve alt toprağın % 25-75'i taşınmış
5	Çok şiddetli erozyon	Üst toprağın tamamı ve alt toprağın % 75'inden fazlası taşınmış
Arazi kaymaları		
6	Kaymalar, akmlar	Yerel önemi olan arazi kaymaları, akmları ve göçmeler
Oyuntu Erozyonu		
7	Seyrek oyuntular	Oyuntular arası mesafe 30 m. den fazla
8	Sık oyuntular	Oyuntular arası mesafe 30 m. den az ve alanın % 75'inden az bir alanı kaplıyor.
9	Çok sık ve geniş oyuntular	Geniş ve derin oyuntular alanın % 75'inden fazlasını kaplıyor.
7,8 ve 9- nolu oyuntular sık olup sürüm aletleri ile geçilebilir.		
7D,8D ve 9D - Sürüm aletleri ile geçilemeyen derin oyuntular.		
7V, 8V ve 9V - Anamateryale kadar iner ve ağır sürüm aletleri ile geçilemeyen derin oyuntular.		
Birikme sınıfları		
+ - Yeni birikimler		
+ - Zararlı birikimler		



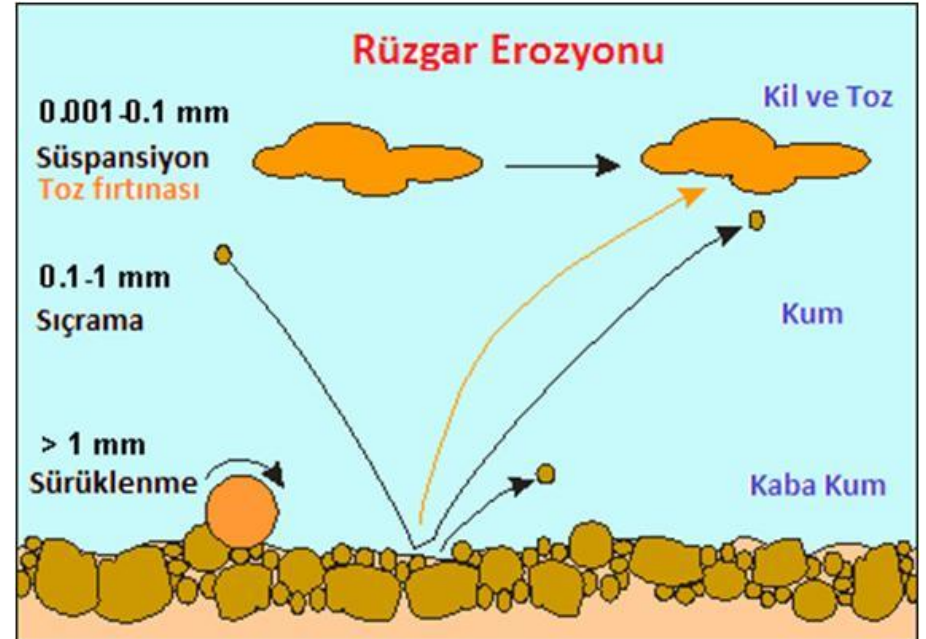




**Rüzgar erozyonu** yağışın az olduğu bölgelerde ve işlenen topraklarda, özellikle kurak periyotlarda görülen ciddi bir problemdir.

- ❖ Yakacak amacıyla bitki örtüsünün tahribi,
- ❖ Anız yakma ve
- ❖ Aşırı otlatma gibi nedenlerle ortaya çıkan bu problem, çoğunlukla Orta Anadolu' da etkilidir.

İlk etüt çalışmalarında **Konya, Niğde, Kayseri, Kars, İçel ve Sakarya** illerinde olmak üzere, yaklaşık 500000 ha arazide rüzgar erozyonu tespit edilmiş olup daha sonra ki etüt çalışmalarında Konya (Karaman dahil) topraklarının % 7'sinin ve Niğde (Aksaray dahil) topraklarının % 7,7'sinin rüzgar erozyonundan etkilenmiş olduğu belirlenmiştir.



# Kumul Alanları

## Sahil Kumulu

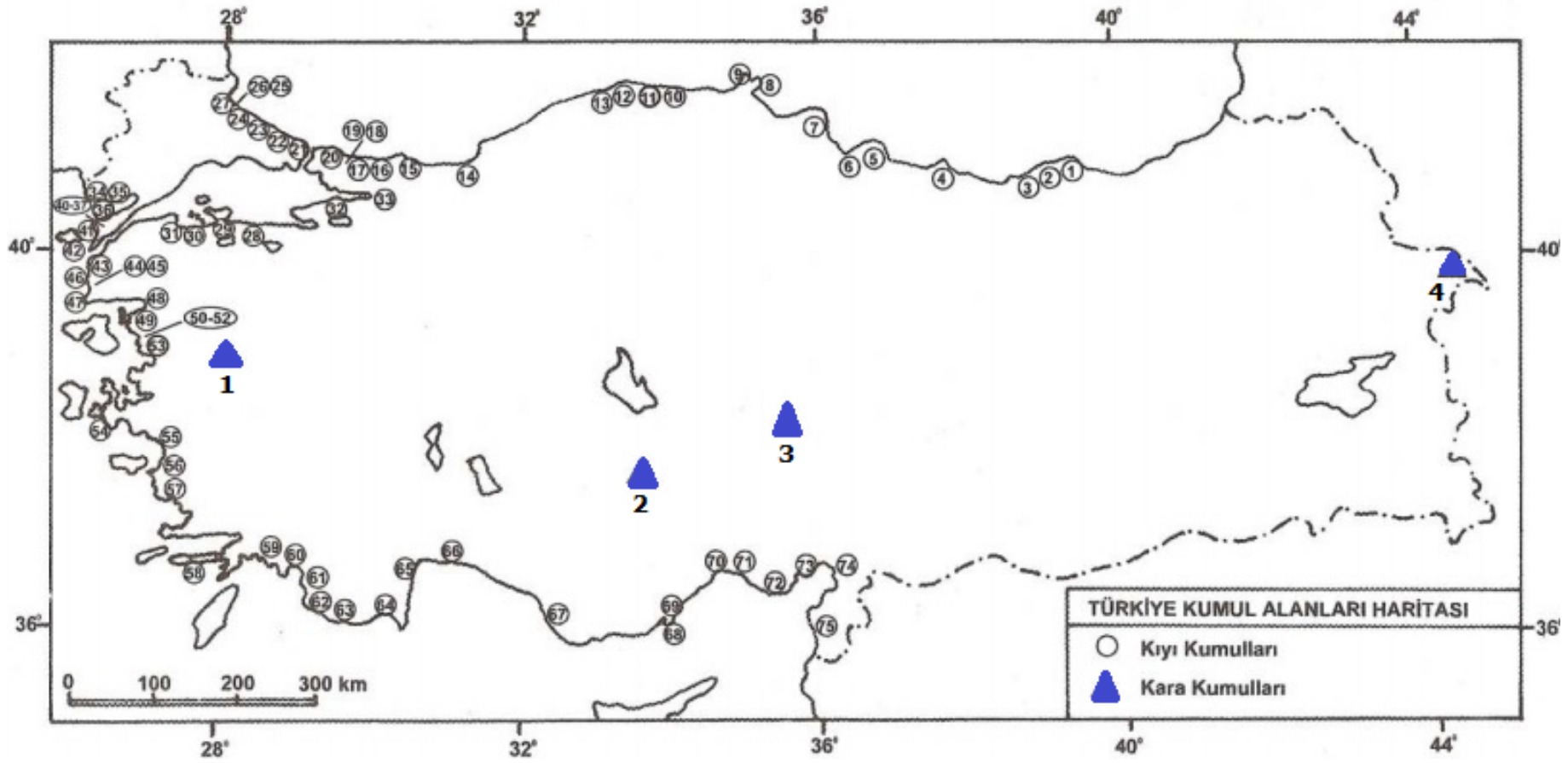
## Karasal Kumul

Deniz kıyısında, genellikle akarsuların döküldüğü alanlarda ince kumların dalga ve rüzgarın etkisiyle karaya taşınması sonucunda oluşan alanlardır.

Akdeniz ve Karadeniz kıyılarında yaklaşık 29 000 ha kumul alanı bulunmaktadır.

Denizden uzak eski göl yada akarsu yataklarında oluşan hareketli kum tepeleridir.

**Konya, Kayseri, Niğde, Iğdır, ve Manisa** illerinde olmak üzere, yaklaşık 500000 ha arazide rüzgar erozyonu tespit edilmiştir.



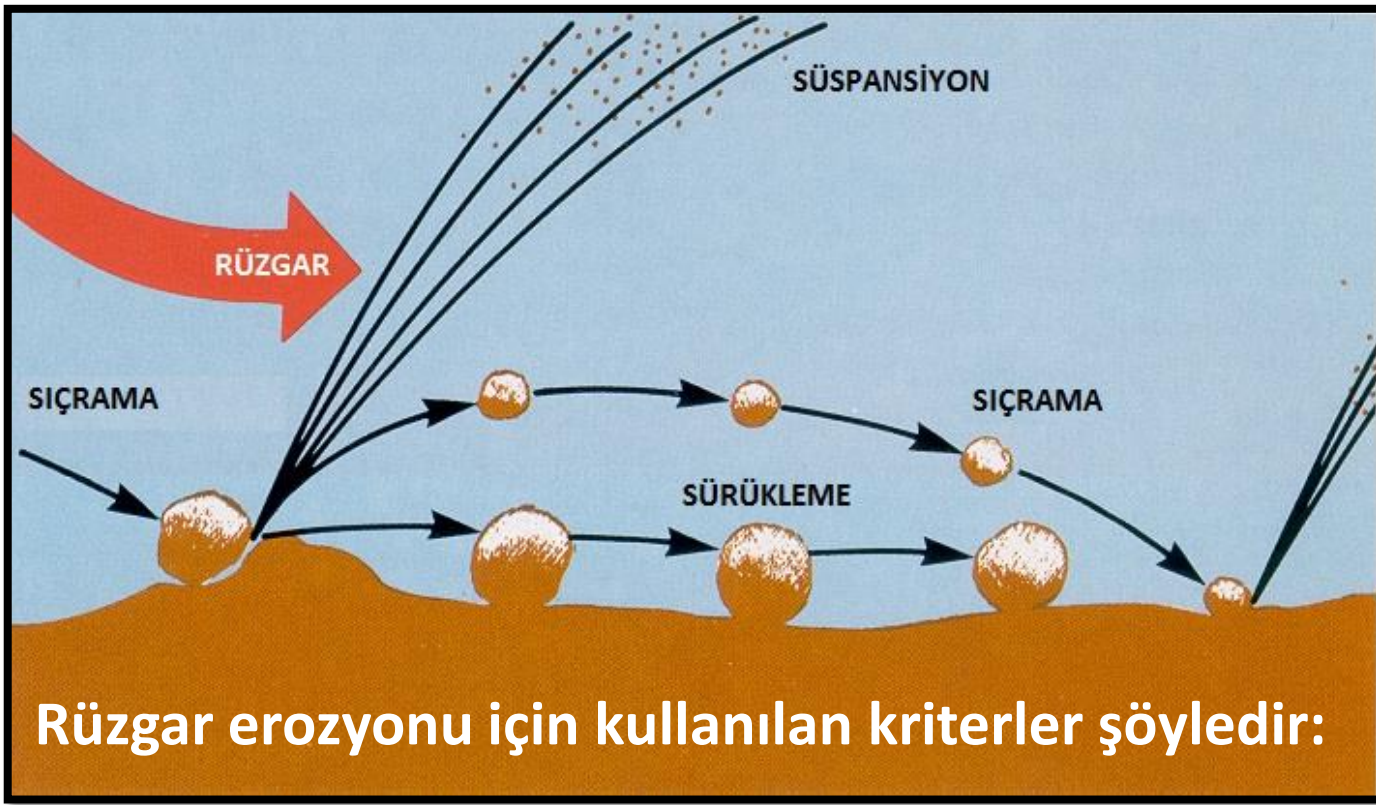
## KIYI KUMULLARI

Deniz kıyılarında genellikle akarsuların denize döküldüğü alanlarda irili ufaklı **75** adet kıyı kumulu bulunmaktadır.

## KARA KUMULLARI

- 1- Manisa-Akhisar (Akselendi Ovası)
- 2- Konya (Karapınar)
- 3- Kayseri-Sultansazlığı-Develibatısı (Çöl Gölü)
- 4- Iğdır (Tuzluca)

**Tene  
Büyüküğü  
ile  
Rüzgarla  
Taşınma  
Şekilleri  
Arasındaki  
İlişki**



**Rüzgar erozyonu için kullanılan kriterler şöyledir:**

**Aşındırma:**

**R1: Üst toprağın %25'ten daha azı rüzgarla aşınmış;**

**R2: Üst toprağın %25-75'i rüzgarla aşınmış;**

**R3: Üst toprağın tamamı ve alt toprağın bir kısmı rüzgarla aşınmış;**

**R4: Üst toprağın tamamı ve alt toprağın büyük bir kısmı rüzgarla aşınmış.**

**Depolama:**

**a1: 60 cm'den daha az yükseklikte depozit yığılmıştır;**

**a2: 60 cm'den daha fazla yükseklikte depozit yığılmıştır;**

**a3: Mevzii kum tepelikleri oluşmuştur.**

Rüzgâr erozyonu Ülkemizde çok yaygın değildir ve toplam 506 309 ha alanda farklı düzeylerde rüzgar erozyonu görülmektedir.



### Türkiye’de rüzgâr erozyonu alanlarının dağılımı.

Rüzgâr erozyonu sınıfı	Alanı (ha)
Hafif	165 664
Orta	231 041
Şiddetli	104 981
Çok şiddetli	4 823
<b>TOPLAM</b>	<b>506 309</b>

# Erozyon sorununun nedenleri

Birbirine bağılı üç ana grupta toplanabilir. Bunlar;

- Doğal etmenler
- Toprak ve arazi yönetimi etmenleri
- Sosyo - ekonomik etmenler

## 1- Doğal etmenler

### ❖ İklim

*Su ve rüzgar erozyonunun oluşmasında en büyük etmen olan iklim, özellikle yağış miktarı ve yağışın yıl içerisindeki dağılımı ile rüzgar hızı ve hızlı rüzgarların esme zamanı bakımından önemlidir. Ülkemizin büyük bir bölümünde kurak ve yarı kurak iklim koşulları hakimdir. Yağışın azlığı nedeniyle nadasa bırakılan veya zayıf bitki örtüsünün olduğu arazilerde, ilkbahar ve erken yazda düşen yüksek yoğunluklu yağışlar veya hızlı esen rüzgârlar toprak erozyonuna neden olmaktadır. Diğer bir deyişle, yıllık yağış dağılımının çok düzensiz olması erozyonu kolaylaştırıcı özelliktedir.*

## YILLIK TOPLAM YAĞIŞ NORMALLERİ (1981-2010)



Yıllık ortalama yağış: **646mm**

Iğdır:**231mm**, Rize:**2269mm**

Yağışlar düzensiz ve şiddetli sağanak şeklindedir. Kurak ve yarı kurak şartlara sahip ülkemizde özellikle ilkbahar ve yaz aylarında yağın ani ve şiddetli yağışlar ve esen hızlı rüzgarlar erozyona sebep olmaktadır.



Şekil 7. Türkiye’de ortalama sıcaklıkların alansal dağılımı (Klimatoloji Şubesi, 2008)

Ortalama sıcaklık: **13.2 °C**

Kars-Ardağan: **3.5-5.3 °C**

Hatay-Adana-İçel-Şanlıurfa: **18.1-19.9 °C**



## ❖ Topografik yapı:

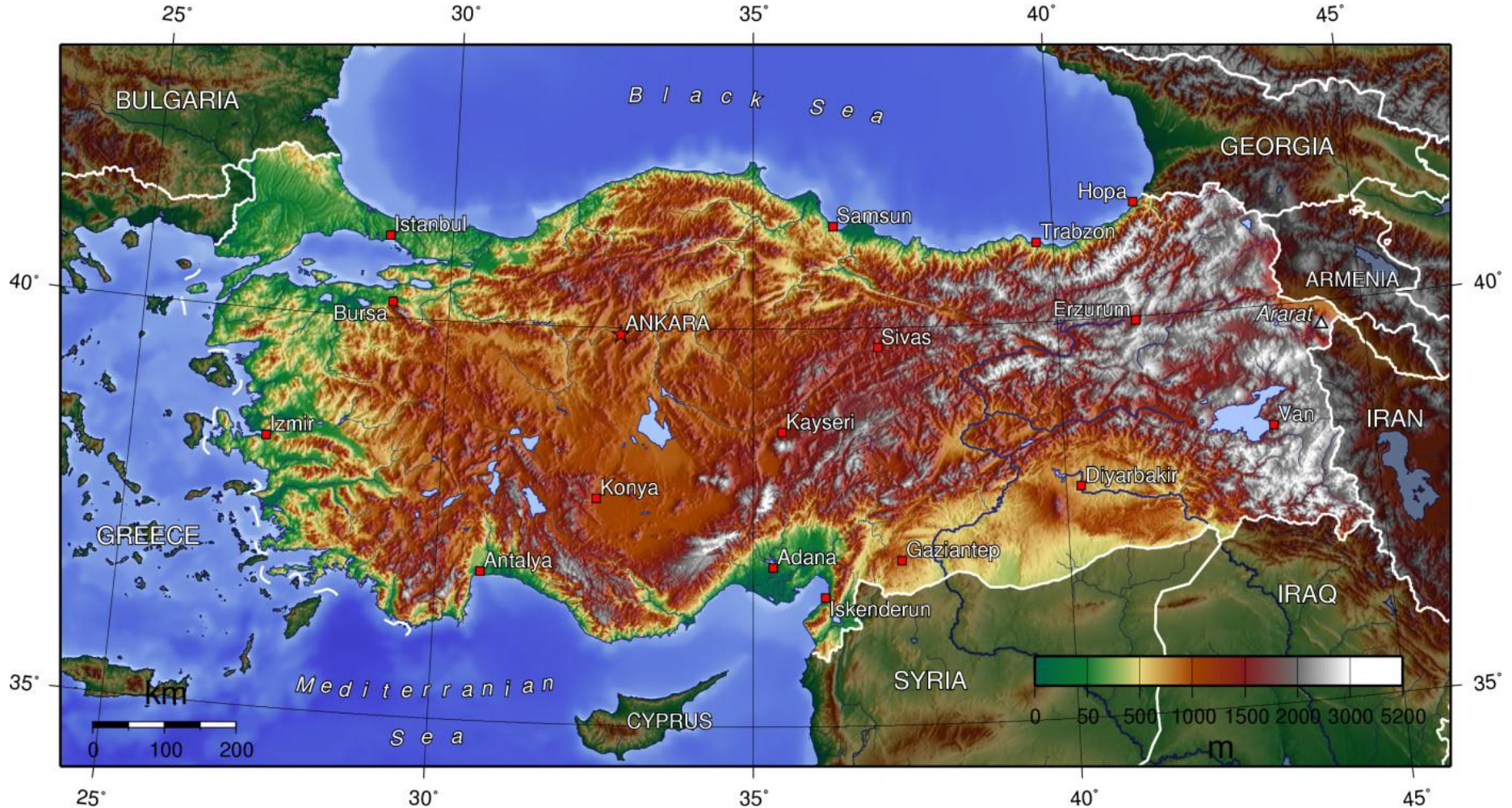
Topografik özelliklerden erozyon bakımından en önemlisi **eğimdir**. Türkiye arazilerinin çeşitli eğim derecelerine göre dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buradan görüldüğü gibi, toplam arazilerimizin %47,98'i çok dik ve sarp (%20'den fazla eğim) arazi sınıfına girmektedir. Bu arazilerin kesinlikle mera veya orman olarak değerlendirilmesi gereklidir. Bunun yanında %2-20 eğimli 29,7 milyon ha arazide, eğer işlemeli tarım yapılması gerekiyorsa toprak ve su koruma önlemlerinin uygulanması zorunludur.

### Türkiye'de arazilerin eğim dağılımı

Eğim		Alan	
Sınıfı	%	Ha	%
Düz - düze yakın	0 – 2	9 705 097	12,78
Hafif	2 – 6	8 476 067	11,17
Orta	6 – 12	10 514 253	13,86
Dik	12 – 20	10 747 597	14,17
Çok dik	20 – 30	13 368 866	17,63
Sarp	30 +	23 015 669	30,35

→ %47,98

Türkiye, Avrupa kıtasındaki en yüksek (Ağrı dağı, 5165 m) yükseltiye sahiptir. Bunun yanında çok sayıda 3000 metrenin üzerinde yükseltiye sahip dağlar mevcuttur. Ülkemizin ortalama yükseltisi yaklaşık **1132m.** dir. Bu kadar büyük yükselti farkı, doğal olarak eğimin de fazla olması sonucunu doğurmaktadır. Ülkemizin % 62,15 ünde eğim %12 den daha fazladır.



## ❖ Toprak özellikleri

Türkiye topraklarının büyük bir kısmı, iklim, topoğrafya ve uygulanan yanlış amenajman yöntemlerinin etkisiyle erozyona çok duyarlı bir hale gelmiştir. Toprakların erozyona duyarlılığını belirleyen en önemli özelliklerinden organik madde kapsamı ve derinlikleri incelendiğinde, durumun hiç de iç açıcı olmadığı görülmektedir.

Toprakların %14'ünün organik madde kapsamı %2'nin üzerinde olmasına karşın, %64'ünde bu düzey %1'in altındadır. Toprak derinliklerine bakıldığında arazilerin %37,2'sinin işlemeli çok sığ (0-20 cm derinlikte) olduğu görülür. Şüphesiz toprak derinliğinin az olması, hem erozyonun nispi zararını artırmakta hem de toprağın su depolama kapasitesini azaltarak, yüzey akışların daha çok olmasını teşvik etmektedir.

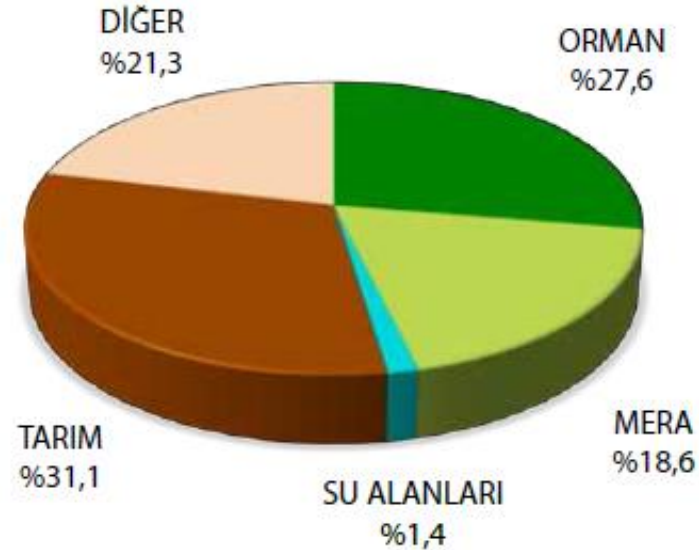
Türkiye arazilerinin toprak derinliği dağılımı

Derinlik		Alan	
Sınıfı	cm	Ha	%
Derin	> 100	11 308 114	14,3
Orta derin	50 - 100	9 299 614	11,9
Sığ	25 - 50	23 696 973	30,5
Çok sığ	< 25	28 908 455	37,2

## 2-Toprak ve arazi amenajmanı etmenleri

Arazinin kullanım çeşidi ve herhangi bir kullanımda uygulanan amenajman yöntemi, erozyonun seviyesini belirleyen en önemli faktördür. Bu bakımdan arazilerin herhangi bir kullanıma uygun olması gereklidir. Bunun yanında bitki ekim nöbeti uygulanması, gübreleme yapılması, meralarda kontrollü otlatma yapılması, nadas alanlarında baklagil ya da buğdaygil yem bitkilerinin yetiştirilmesi ve yönetim planlamasında toprak ve su koruma yöntemlerine dikkat edilmesi gereklidir.

Arazi Kullanımı	Alan (ha)	(%)
Orman	21.678.134	27,6
Mera	14.617.000	18,6
Su Alanları	1.050.854	1,4
Tarım	24.437.000	31,1
Diğer (*)	16.751.482	21,3
<b>Genel Alan</b>	<b>78.534.470</b>	<b>100</b>



(\*) Diğer arazi kullanımları ağaçsız orman toprağı, yayla, bozkır, kayalık-taşlık araziler, kum, bataklık, iskân, mezarlık, ocak, izin verilmiş tesisler vb. alanları kapsar.

Türkiye'de **tarım** alanlarının %59'u, **orman** alanlarının %54'ü, **mera** alanlarının %64'ünde aktif erozyon bulunmaktadır.

### 3- Sosyo-ekonomik etmenler

İnsanlar sosyo-ekonomik nedenlerle çoğu kez erozyonun artmasına neden olmaktadır. Ekonomik güçlükler nedeniyle doğal kaynakların yanlış kullanımı erozyona neden olmaktadır. Örneğin yetersiz geçim kaynağına sahip orman köylüsü veya ahır gübresinden başka yakacak bulma imkanı olmayan insanlar orman alanlarında baskı oluşturmaktadır. Burada en büyük görev, özellikle eğitim alanında olmak üzere, devlet ve yerel yönetimlere düşmektedir.

Ormanların ve meraların tahribi, miras yoluyla arazilerin çok küçük parçalara ayrılması ve dolayısıyla tarım işletmelerinin giderek küçülmesi, arazi toplulaştırmanın istenen hızda ve boyutta yapılamaması, arazilerin kiracılık veya yarıcılık şeklinde işletilmesi, toprak ve su koruma önlemlerinin gereken ölçülerde alınamamasına dolayısıyla erozyonun artmasına yol açmaktadır. Bu gün Türkiye'de tarım işletmelerinin sayısı 4 milyonun üzerinde olup ortalama büyüklükleri 54 da'dır.

# TOPRAK EROZYONUNUN DOĞURDUĞU ZARARLAR

## 1- Toprak ve Arazi Kaybı:

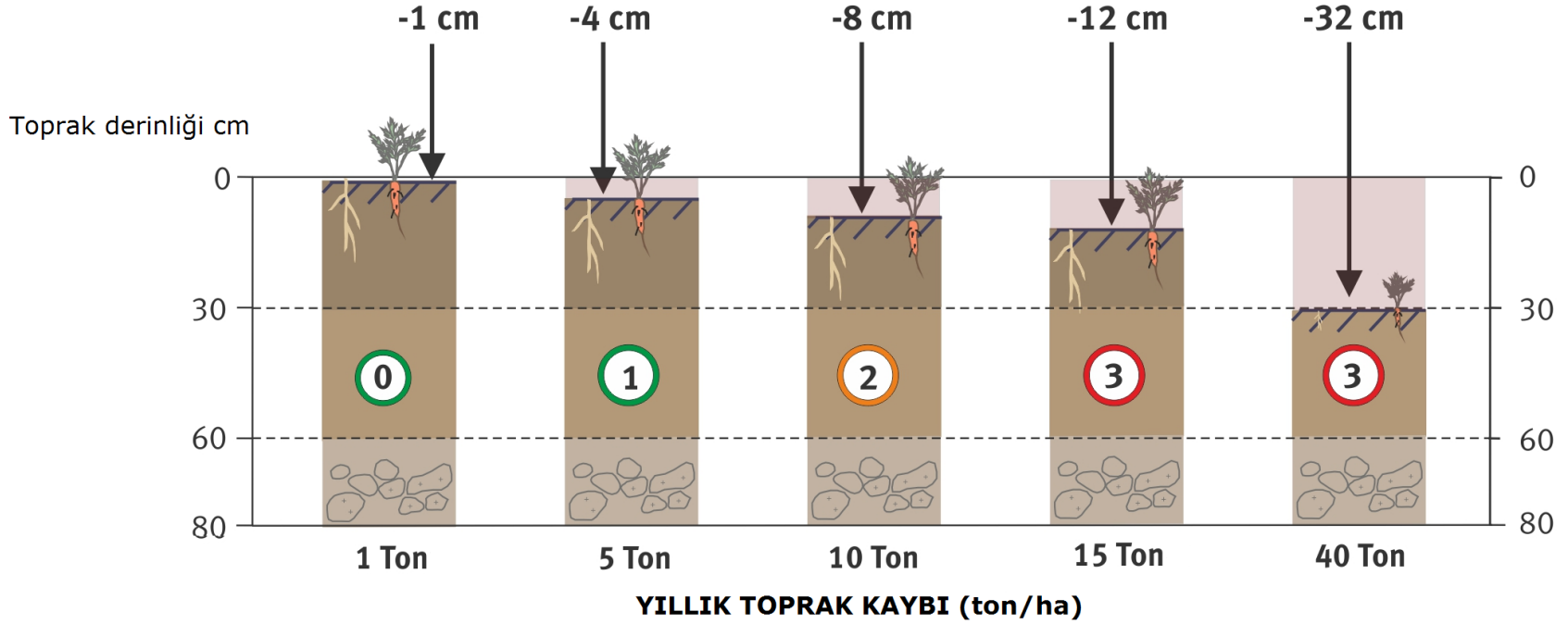
Su erozyonu ile kaybedilen toprakları belirlemek için yürütölen ölçmelere ait bulgulara dayanarak yapılan hesaplara göre, ölkemizden her yıl 500 milyon ton toprağın erozyonla taşındığı tahmin edilmektedir.



Ölkemizde 1km<sup>2</sup> lik alandan yılda ortalama 600 ton materyal taşınmakta ve en fazla taşınım Yeşilirmak havzasında gerçekleşmektedir.

Taşınan bu materyalin bir bölümü ile verimli delta arazileri oluşmakta ise de yapılan hesaplamalara göre 1 m<sup>2</sup> lik bir delta arazisinin oluşmasında yukarı havzadaki 800-1300m<sup>2</sup> lik bir alanın tahribi gerekmektedir.

80 yılda hektarda toprak derinliğinde meydana gelen azalma



0 Erozyon yok yada ihmal edilebilir düzeyde

1 Hafif erozyon

2 Orta şiddetli erozyon

3 Şiddetli veya Çok şiddetli erozyon

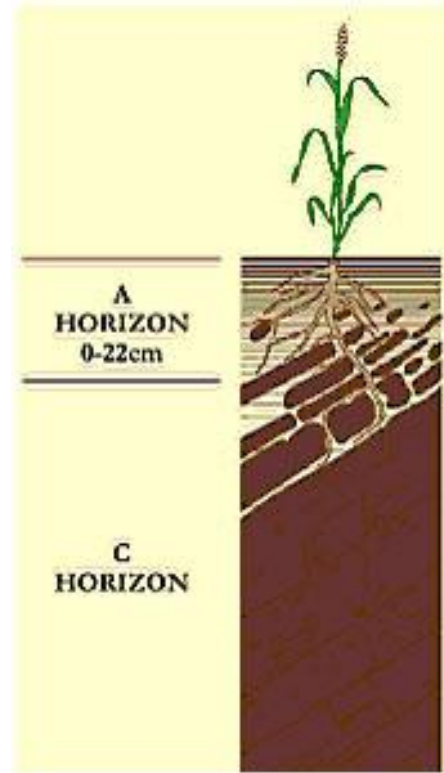
**Yıllık 1mm toprak kaybı olması durumunda hektardan 10 ton toprak kaybı meydana gelmektedir.**

**Bu değer, ortalama insan ömrü (80yıl) boyunca 8cm toprak kaybına karşılık gelmektedir.**

Erozyonla ilgili olarak yukarıda verilen sayısal değerler, erozyonun sadece toprak kaybıyla ilgili fiziksel bir süreç olduğu izlenimini uyandırmaktadır. Oysa, erozyonun ekolojik sonuçları tahmin edilemeyecek kadar kapsamlıdır. Bunların başlıcaları, ayrıntıya girilmeksizin somut sonuçlar halinde aşağıda verilmiştir.

## Erozyon

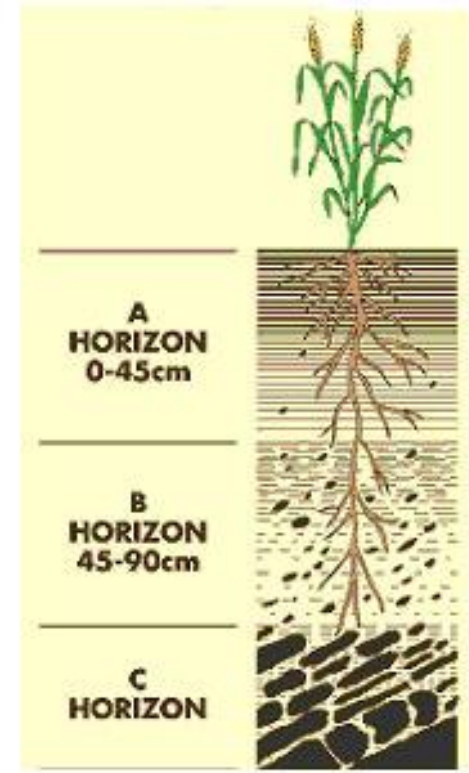
2- Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini kötüleştirerek ürün verimini düşürür.



**Sığ Toprak**

**Sığ Üst Toprak**  
-- Düşük su tuma  
-- Sınırlı kök gelişimi  
-- Düşük besin elementleri

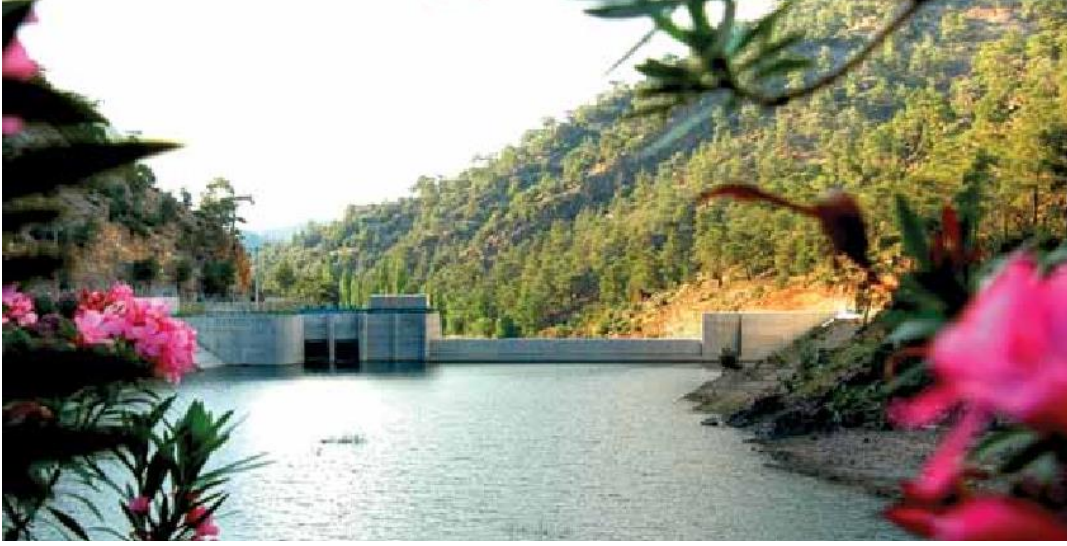
**Anakaya**



**Derin Toprak**



3- Baraj ve gölleri doldurarak, enerji üretimini, kullanma suyu miktarını azaltır, sudaki biyolojik çeşitliliği fakirleştirir.



Erozyonla taşınan sedimentler **ötrofikasyona** neden olur.

**Ötrofikasyon** kelime anlamı olarak zenginleşme/zenginleştirme demektir.

Yerüstü sularının azot ve fosforla kirlenmesi / zenginleşmesi anlamına gelir.

Taşınan sedimentle birlikte yüksek miktarda besin elementi girişi plankton ve alg varlığının aşırı şekilde artmasına yol açar. Bu durum sudaki çözülmüş oksijen miktarını azaltarak uzun vadede su ekosisteminin ölümüne neden olabilir



Missisipi nehri  
yüksek miktarda  
sedimenti Meksika  
Körfezine  
taşmaktadır.

Erozyon taşınan besin elementleri, tarımda kullanılan gübreleler ve evsel atıklar ulaştığı sularda aşırı alg artışı veya diğer bir anlatımla ötrofikasyon olayına neden olmaktadır.



#### 4- Tarımsal işletme bütünlüğünü bozar.



Araziler oyuntu erozyonu ile parçalanmakta ekonomik ve ekolojik bütünlük ortadan kalkmaktadır.

#### Asgari tarımsal arazi büyüklükleri:

Mutlak tarım arazileri, marjinal tarım arazileri ve özel ürün arazilerinde **2 hektar**,  
Dikili tarım arazilerinde **0,5 hektar**,  
Örtü altı tarımı yapılan arazilerde **0,3 hektar**dan küçük belirlenemez.

**5- Mühendislik yapılarını tahrip eder.**



**6- Su kirliliği için büyük bir potansiyel güç oluşturur.**

**7- Sedimentasyonla verimli taban arazilerindeki toprak özelliklerini bozar, tarım yapılmasını güçleştirir.**

**8- Milyonlarca mikroskobik toprak canlılarını yok ederek ekolojik döngülerin dengesini bozar.**

**9-** Toprakları sığlaştırma yoluyla kuraklık olur. Bu yolla meydana getirdiği zararlar, bazı ekolojik koşullarda ölleřmeye neden olur. Dünya üzerinde bunun tipik örnekleri bulunmaktadır.



**10- Toprak işleme güçlüğü:** Üst toprak erozyonla taşındıkça daha sıkı yapıya sahip alt toprak ortaya çıkar. Bu toprağın işlenmesi güçleşir ve daha fazla işgücü harcanır. Böylece üretimde bir maliyet artışı olur.



**11-** Erozyon, organik madde bakımından zengin üst toprak tabakalarını taşımaktadır. Geriye kalan sığ toprak, yağış sularının büyük bir kısmının toprağa girmeden yüzeyden akışa geçmesine, böylece sağanak yağışlarda **sel ve taşkın afetlerinin** meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu yolla tahmin edilemeyecek kadar maddi zarar ve çok sayıda can kaybı meydana gelmektedir.

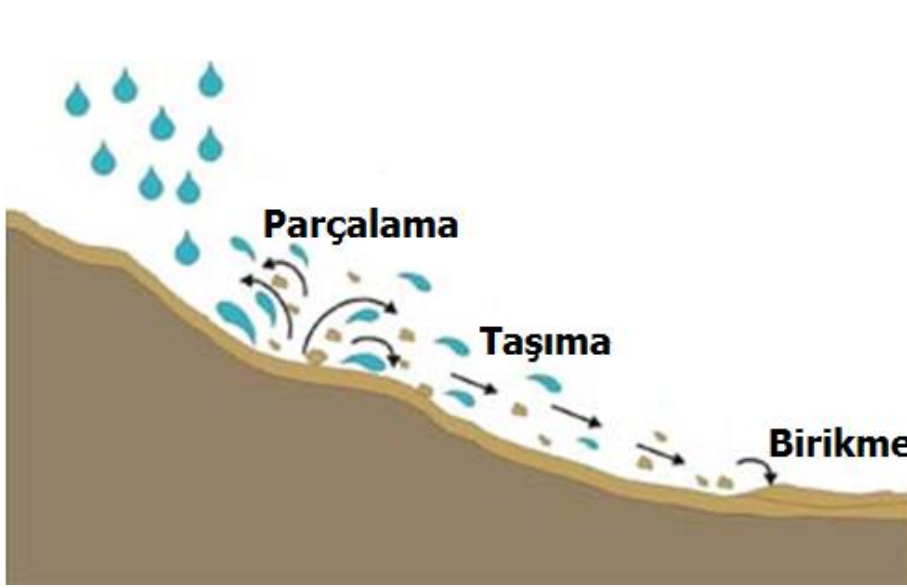


Trabzon-Değirmendere Nemlioğlu Köprüsü,  
22 Haziran, 1990.

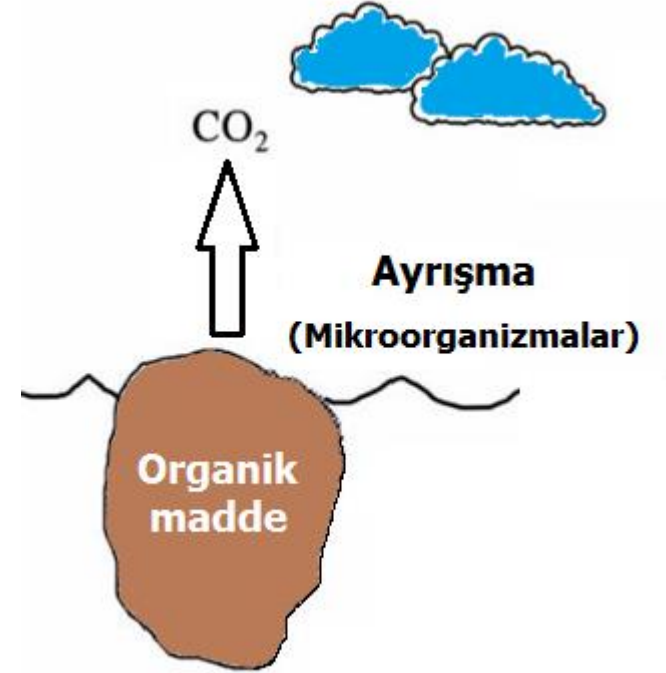


Trabzon- Köprübaşı-Beşk y seli, 7-8 Ađustos  
1998.

**12- Küresel İklim Değişikliği:** Erozyon, toprak agregatlarının (kırıntıların) parçalanmasına ve kil tarafından tutulan organik maddenin açığa çıkmasına neden olur. Organik maddenin ayrışmasını hızlandıran bu süreç atmosfere daha fazla CO<sub>2</sub> salınımına yol açar.

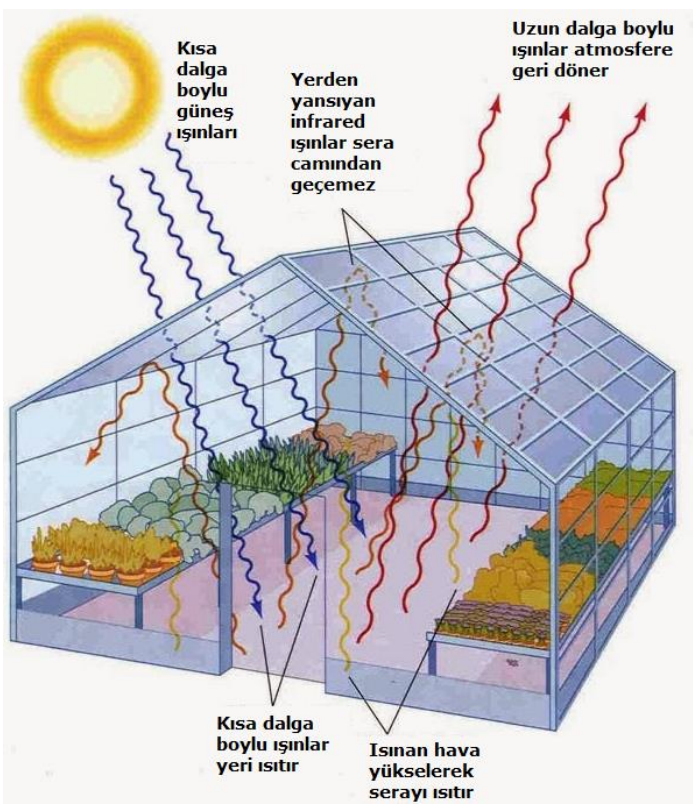


Yağmur damlaları toprak agregatlarını parçalayarak kum, toz ve kil taneciklerinin birbirinden ayrılmasına neden olur.



Parçalanan agregatlardaki organik madde ayrışarak atmosfere daha fazla CO<sub>2</sub> salınımı olmaktadır.





Erozyon, atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarını artırmak suretiyle küresel iklim değişikliğine neden olur.

➤ Erozyonla taşınan topraklar içerdiği karbonun yaklaşık %75-80'lik kısmını atmosfere vermektedir (Morgan, 2005).

➤ Toprak erozyonu ile küresel ölçekte yıllık 1.14 Pg (Propilen glikol (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>)) karbon (C) atmosfere verilmektedir (Lal, 1995).



# EROZYONUN ZARARLARI

## Erozyon Alanında

- Toprak kaybı
- Toprak verim kaybı
- Ürün kaybı
- Toprak işlem güçlüğü
- Gübre kaybı

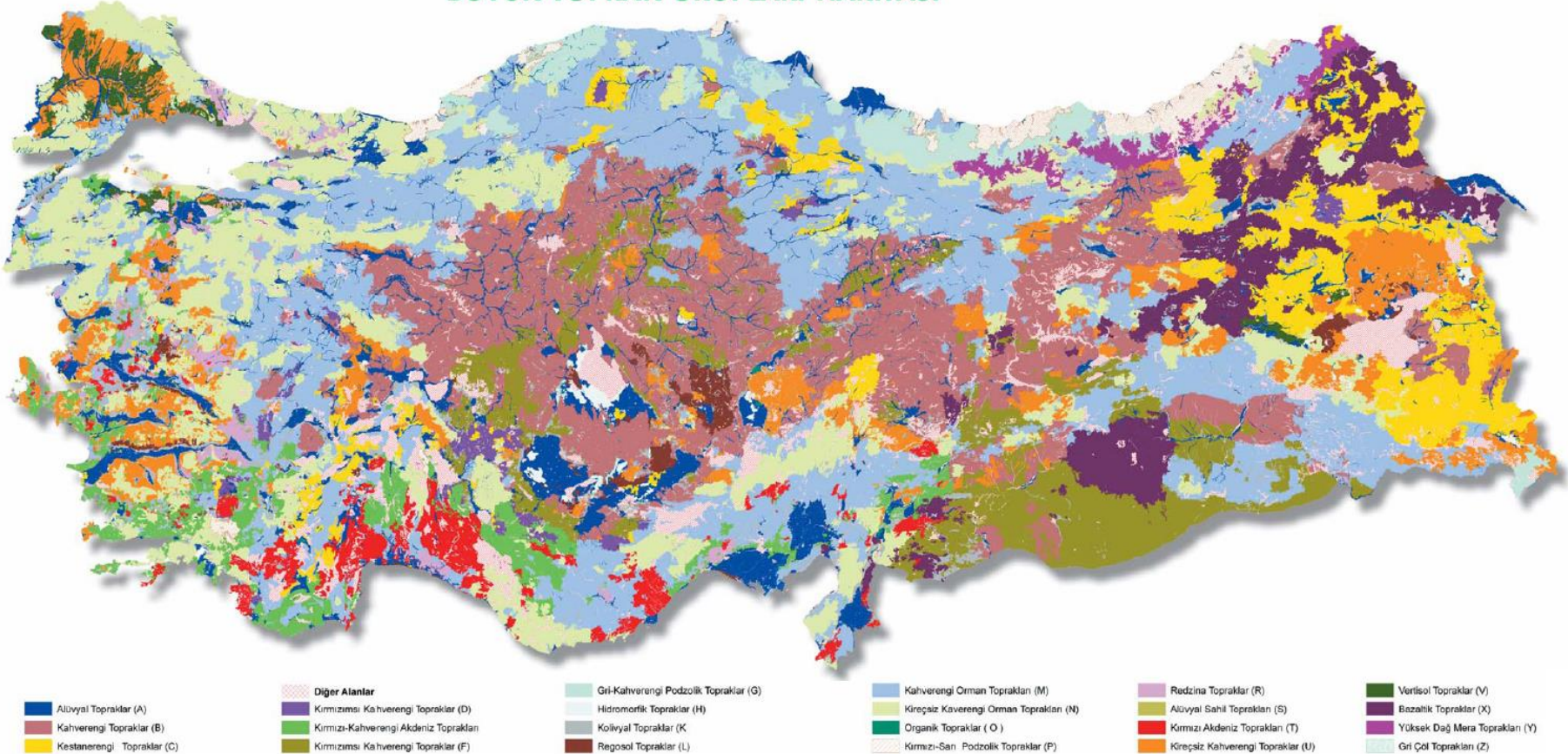
## Taşındığı Yerde

- Sedimentasyon
- Kirlilik
- Yüzeysel akış ve Sel
- İklim değişikliği

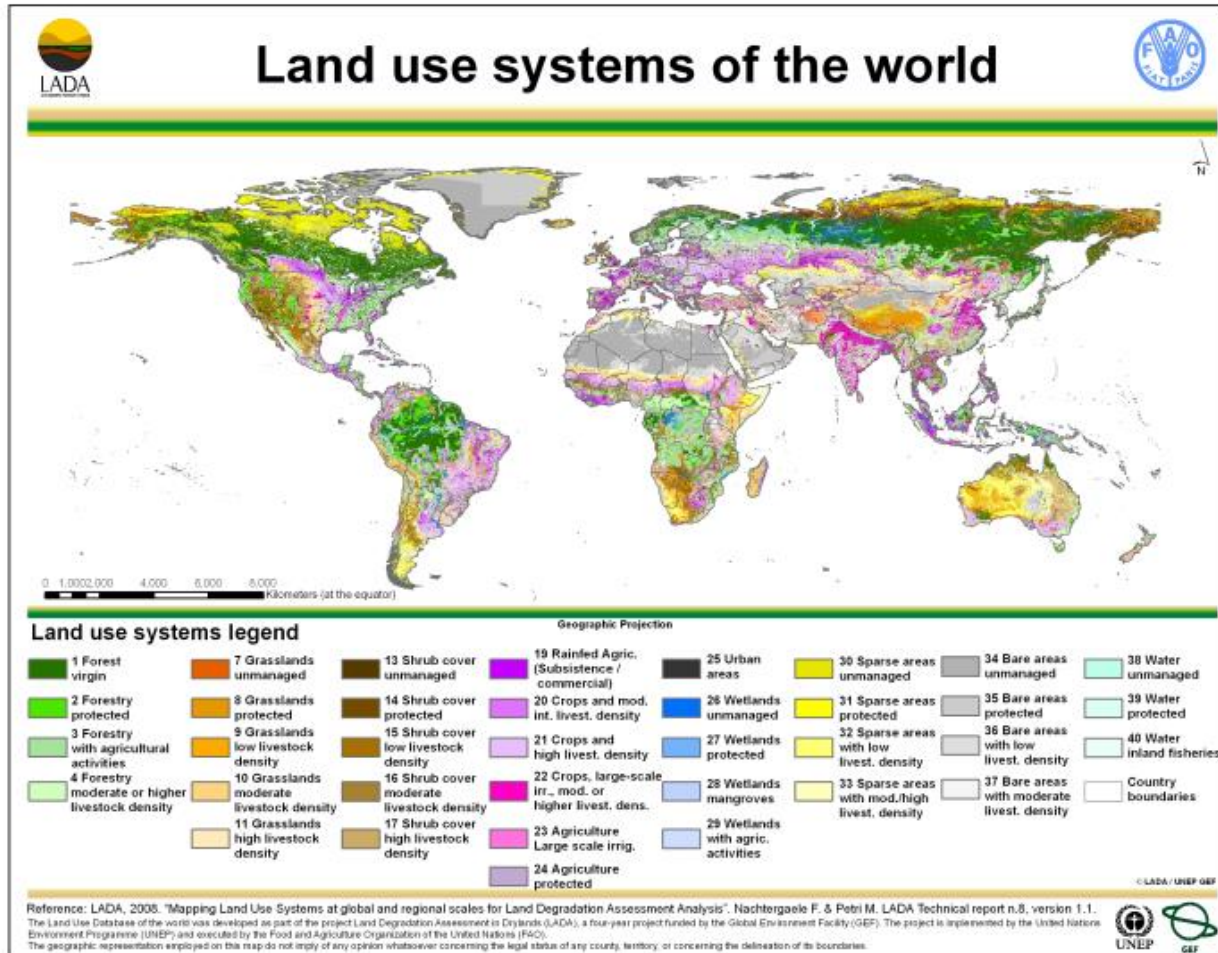
# Erozyonun önlenmesi için alınması gerekli tedbirler

✓ Toprak-Su Genel Müdürlüğünün çalışmaları ile 1970-80'li yıllarda ülkemiz toprak haritası yapılmıştır. Ancak bu haritalar çağın gelişimine uygun olarak yenilenmediği takdirde gerçek anlamda yararlı olmaları mümkün değildir. Bu bakımdan en kısa sürede yeni tekniklere uygun olarak güncellenmelidirler. Ayrıca ülkemize ait erozyon risk haritaları yapılmalıdır

## BÜYÜK TOPRAK GRUPLARI HARİTASI



✓ I-II ve III. sınıf arazilerin tarım dışı kullanımı önlenmeli ve toprak işlemeli tarım yapılmasına uygun olmayan arazilerde işlemeli tarım yapılmasına engel olunmalı, orman ve mer'a alanları ile işlemeli tarım alanları ayrı haritalarda gösterilerek aykırı kullanımlar yasal olarak önlenmelidir. Uygun kullanım sağlanamadığı sürece erozyonda başarı şansı yoktur. Çünkü erozyon kontrolünde anahtar rolü **uygun arazi kullanımı** oynar.



✓ Mer'a kullanımını yöresel koşullara bağlı olarak bir esasa bağlanmalıdır. Hayvanların meraya çıkarılmaları her yıl iklim koşulları göz önünde bulundurularak belirli tarihlerde olması sağlanmalıdır. Yöresel olarak otlatma mevsimi belirlenmelidir. Bunun yanında;

- ✿ Otlatma kapasitesi
- ✿ Üniform otlatma
- ✿ Yem tipine uygun hayvan cinsi ile otlatma

sağlanarak vejetasyon, toprak ve diğer doğal kaynaklara sürekli zarar vermeden, en fazla hayvansal ürünü üretecek şekilde meralar planlanmalıdır.

**BÜYÜME  
BAŞLANGICI**



**OTLATMA  
OLGUNLUĞU**



**OTLATMAYA  
SON  
VERİLMESİ**



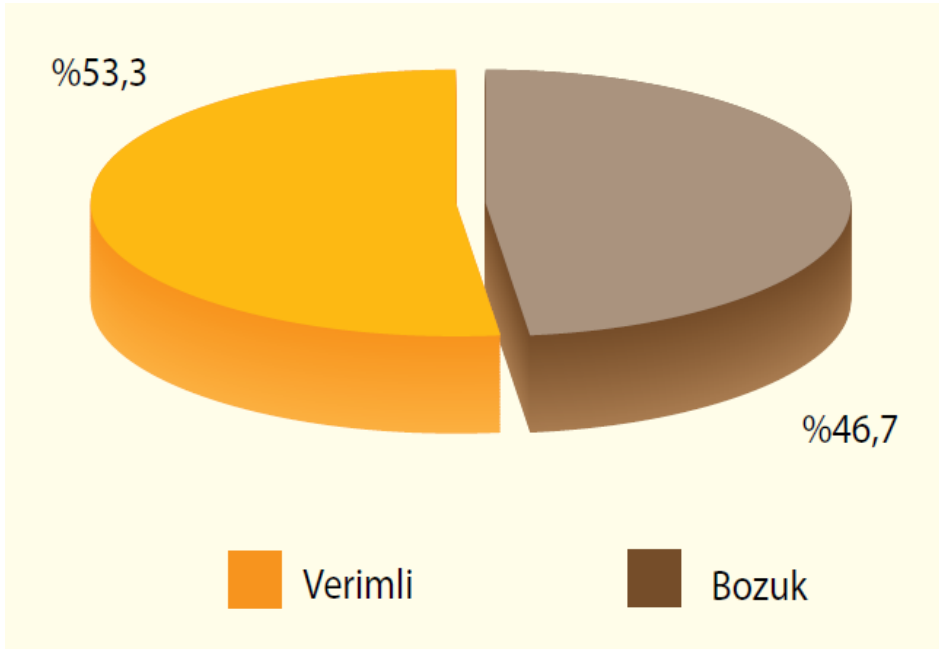
**ÖLDÜRÜCÜ  
DONLAR**

**İLKBAHAR  
KRİTİK  
PERİYODU**

**OTLATMA  
MEVSİMİ**

**SONBAHAR  
KRİTİK  
PERİYODU**

✓ Orman ve orman altı örtüsünün tahribinin önlenmesi için, orman köylüsünün geçimi sağlanmalı ve orman tahribine neden olmayacak, örneğin el sanatları, arıcılık vb., işletmelerinin kurulabilmesi için kredi imkanları artırılmalıdır.

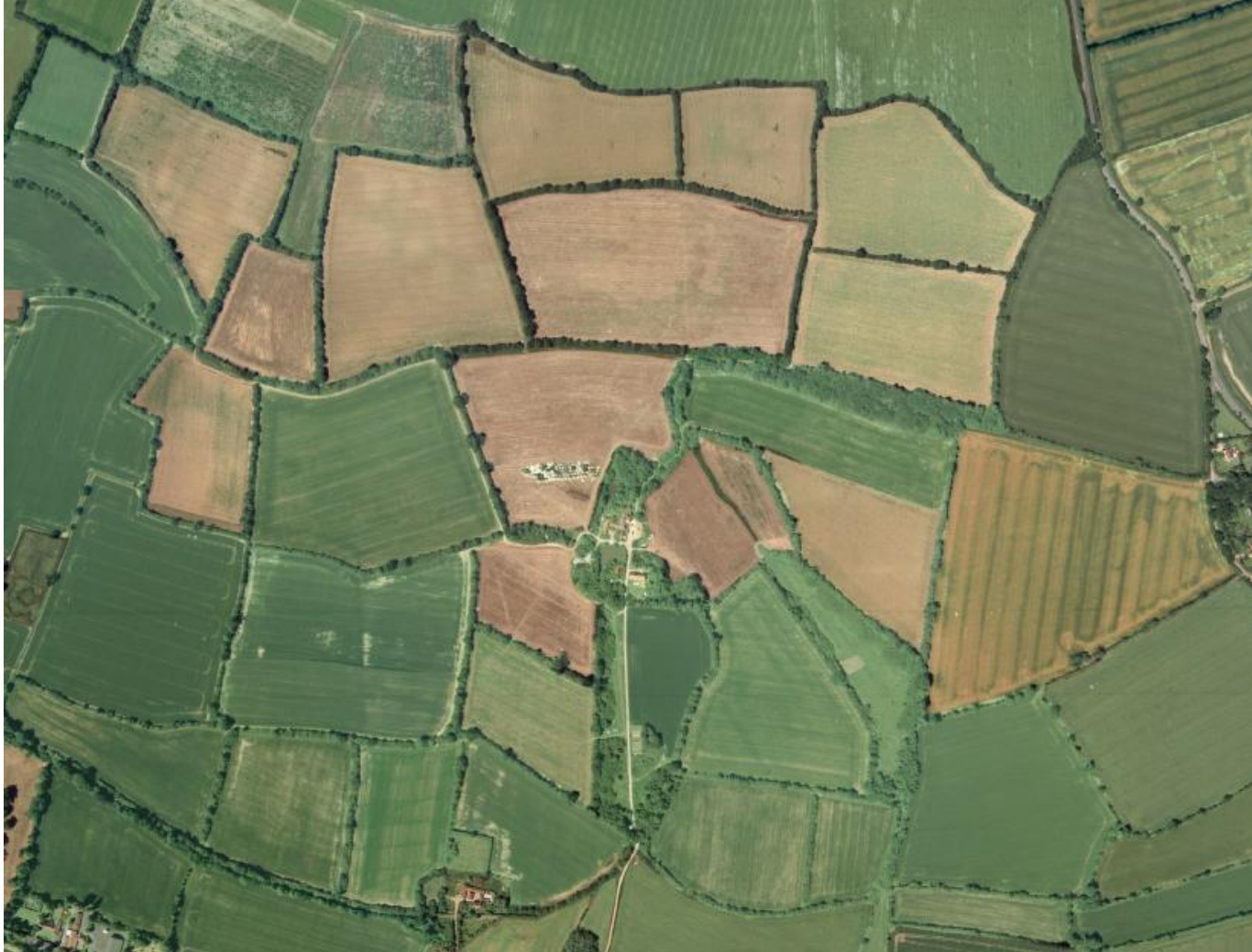


**Türkiye orman varlığı: 21 670 000 ha (%27.6)**

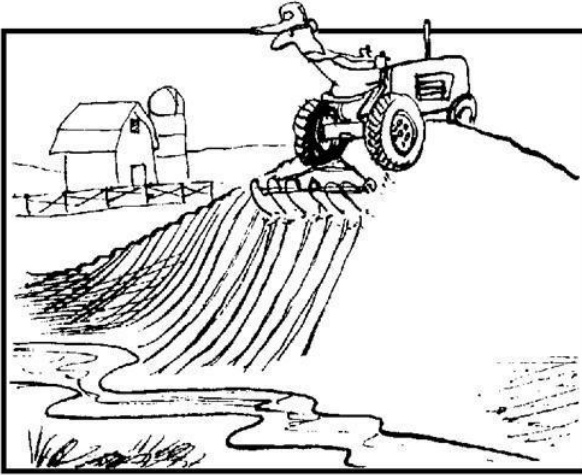
**Verimli: 11 551 570 ha (%53.3)**

**Bozuk : 10 118 430 ha (%46.7)**

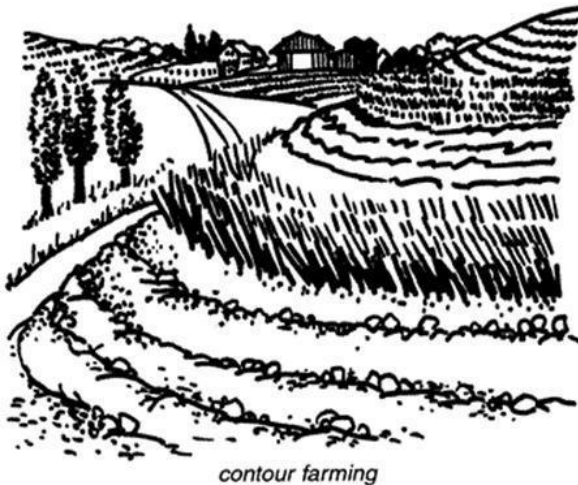
✓ Yöresel koşullara bağı olarak uygun işletme büyüklükleri belirlenmeli ve miras yoluyla işletmelerin bundan daha küçük olması önlenmeli, parçalanmış olanlar toplulaştırılmalıdır.



✓ Üreticilere verilen tarımsal kredilerde işlemeli tarım yapan çiftçilerin toprak ve su koruma yöntemlerine uymaları halinde, bir takım kolaylıklar sağlanmalıdır. En azından hem üretici hem de kontrol edenler için çok kolay olması bakımından, eğime dik yönde tarım şartı aranmalıdır.



**Yanlış toprak işleme**



**Tesviye eğrileri boyunca toprak işleme**





✓ Ortak kullanım alanlarında devlet yardımıyla yapılması planlanan toprak koruma işlemlerinde mutlaka çiftçi katkısı ve sorumluluğunun olması sağlanmalıdır.

✓ Bu konuda çalışan Üniversite ve Araştırma kuruluşları desteklenmeli, araştırma sonuçları üreticiye iletilmeli ve ayrıca Tarım ve Orman ve Su İşleri Bakanlıklarımızın Yayım ve Haberleşme Şubesi teknik elemanları bu konuda eğitilmelidir.

✓ Erozyon konusunda bilinçlenmenin sağlanması için, özellikle kırsal kesimde büyük bir çoğunluğun ilköğretim eğitimi yaptığı düşünülerek, ilköğretimde erozyon ve önlenmesi konusunda yeterli bilgi verilmesi sağlanmalıdır.

