



II.TOPRAK VE ÇEVRE

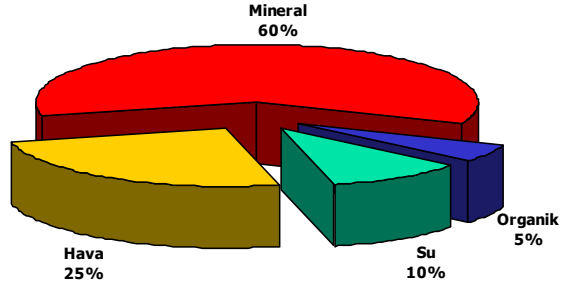
Dr. İrfan Yolcubal
KOU Jeoloji Müh.



Toprağın Tanımı

- Altındaki ana kayadan şekil, fiziki yapı, kimyasal bileşim ve biyolojik karakteristikler bakımından ayrılan değişik kalınlıkta katmanlara bölünmüş mineral ve organik bileşiklerin doğal bir yapısıdır.

TİPİK TOPRAK BİLEŞİMİ



TOPRAK OLUŞUMU

- **Ayrışma:** Kayaçların ve minerallerin fiziksel ve kimyasal yollarla parçalanması olayı. Toprak oluşumun ilk adımı
 - Residual yada Artık Toprak:
 - Taşınmış yada Sekonder Toprak:

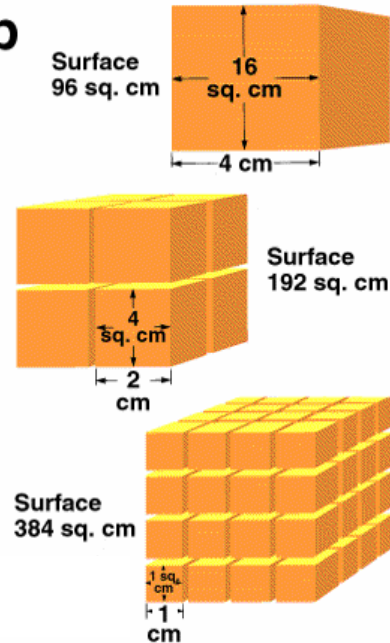
Mekanik Ayrışma

- Toprağın kimyasal bileşiminde bir değişiklik olmaksızın toprağın fiziksel olarak ayrışması
- Mekanizmalar
 - Çatlaklardaki suyun donması
 - Çatlaklarda tuzların kristalizasyonu
 - Gece-gündüz arasında ani ısı değişimleri (Çöller)
 - Yangınlar
 - Çatlaklara yerleşen bitki kökleri

Carla W. Montgomery, Environmental Geology, 5th edition. Copyright © 1998 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Mechanical Breakup Increases Surface Area and Surface-to-Surface Volume Ratio

Volume is equal in all three
cubes: 64 cubic cm



Tree Roots Break Up the Rock Mass

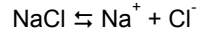


Kimyasal Ayrışma

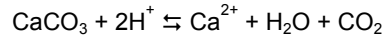
- Minerallerin katı residü oluşturacak yada oluşturmayacak şekilde suda çözünmesi
- Birincil minerallerin ikincil minerallere dönüşümü

Kimyasal Reaksiyonlar

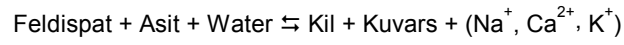
Tuzun çözünmesi



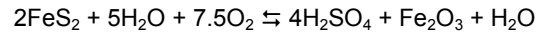
Kalsitin çözünmesi



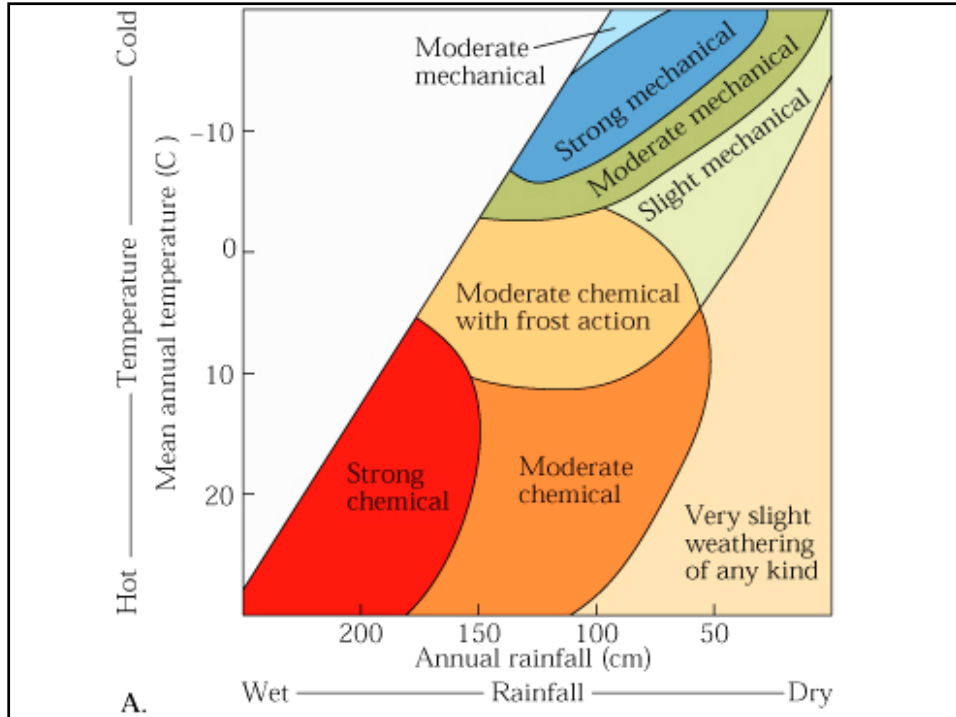
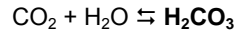
Feldispatların killere ayrışması



Piritin ayrışması sonucu sülfirik asitin oluşumu











Karbonik asitin oluşumu



TOPRAK OLUŞUMUNU KONTROL EDEN FAKTÖRLER

- İklim
- Topoğrafya
- Toprağın oluştuğu ana kaya
- Biyolojik aktivite
- Zaman

	Rate of Weathering		
	Slow	→	Fast
Mineral resistance to chemical weathering 	High (e.g., quartz)	Intermediate (e.g., mica, feldspar)	Low (e.g., calcite, olivine)
Frequency of joints 	Few joints (meters apart)	Intermediate (0.5-1.0 meters apart)	Many (centimeters apart)
Depth of regolith 	Zero	Shallow	Deep
Steepness of slope 	Steep	Moderate	Gentle
Vegetation 	Sparse	Moderate	Dense
Temperature 	Cold (average about 5°C)	Temperate (average about 15°C)	Warm (average about 25°C)
Rainfall 	Low (<40 cm/y)	Intermediate (40-130 cm/y)	High (>130 cm/y)
Burrowing animals 	Rare	Frequent	Abundant

TOPRAK PROFİLİ

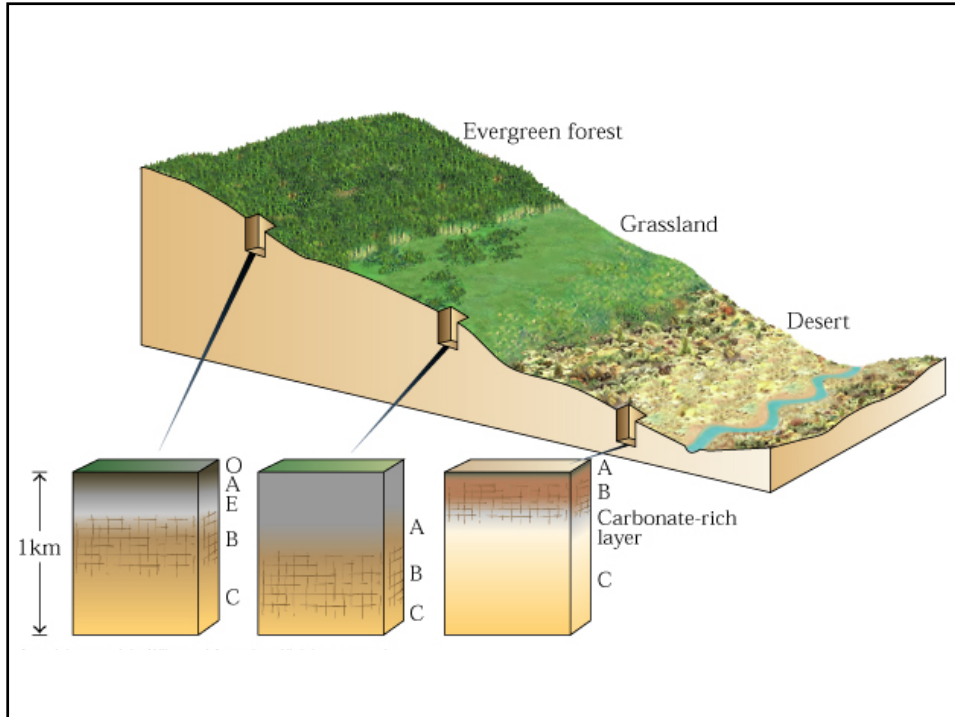
Yüzeiden ana kayaya kadar horizonlar dizisini gösteren toprağın dikey kesiti

Horizon: Toprak oluşumu sırasında meydana gelen, kendine özgü rengi, fiziksel ve kimyasal özellikleri olan toprak katmanları.



O horizon: Organic matter
A horizon: Rich in organic matter
E horizon: Zone of leaching
B horizon: Zone of accumulation
C horizon: Partially altered parent material, often oxidized by weathering
R horizon: Unaltered parent material

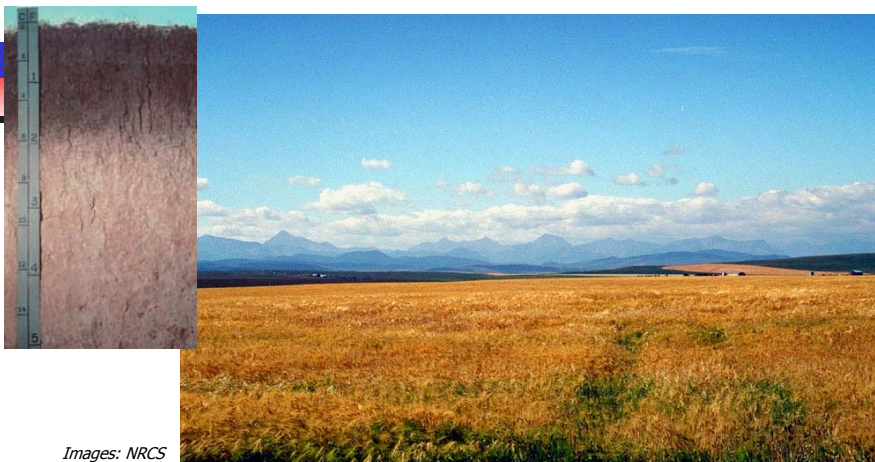
- **O Horizon:** Bitki kalıntıları ve organik madde.
- **A Horizon:** Organik maddece zengin + mineraller.
- **E Horizon:** Mevcut bulunduğu O yada A Horizonunu üzerleyen beyaz renkli, O ve A horizonlarına göre daha az organik madde içermekte.
 - Demir içeren bileşenleri kaybetmiş
- **B Horizon:** Toprak oluşum sırasında aşağıya doğru taşınmış kil minerallerince zengin zon.
 - B_e : % 8 kil
 - B_k : $CaCO_3$
- **C Horizon:** Ayrışma sonucu kısmen altere olmuş ana kaya.
 - C_{ox}
 - C_{Ca}
- **R Horizon:** Konsolide olmuş ana kaya



Caliche (Karbonat içeriği zengin toprak)



Prairie soils have a dark surface layer (horizon), are rich in minerals, and form in grasslands widespread across Earth's middle latitudes.



Images: NRCS

Soils-4-2

Forest soils have a light gray upper horizon, a horizon rich in aluminum and/or iron, and form in warm to cool humid regions where coniferous forests grow.

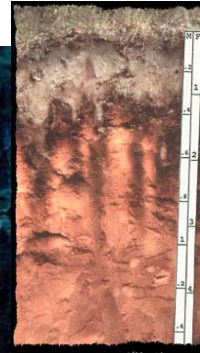


Image: Soil Classifiers of Michigan

Image: Bruce Molnia

Soils-4-3

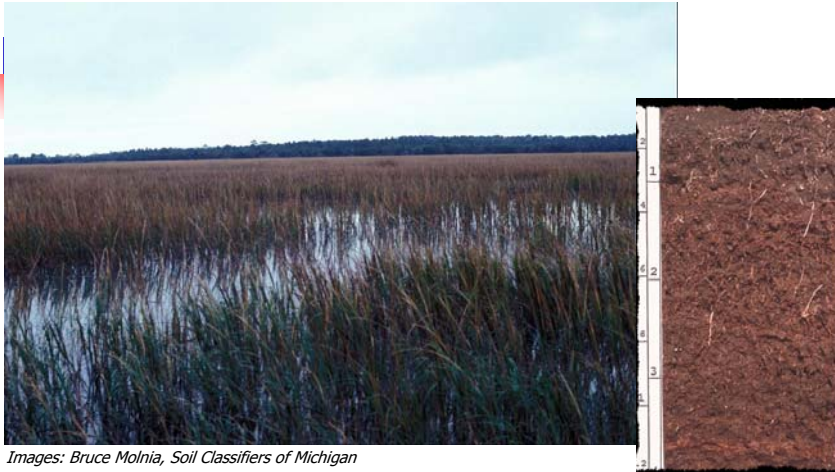
Tropical soils are reddish and iron-oxide rich, depleted in nutrients, and form in humid and warm regions.



Images: National Cooperative Soil Survey, University of Nebraska

Soils-4-4

Organic soils are dark colored, rich in decomposed organic matter, and form in poorly drained lowlands such as swamps and wetlands.



Images: Bruce Molnia, Soil Classifiers of Michigan

Soils-4-5

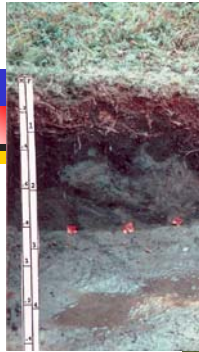
Desert soils form in arid settings and are commonly rich in calcium carbonate.



Images: Martin Miller, NRCS

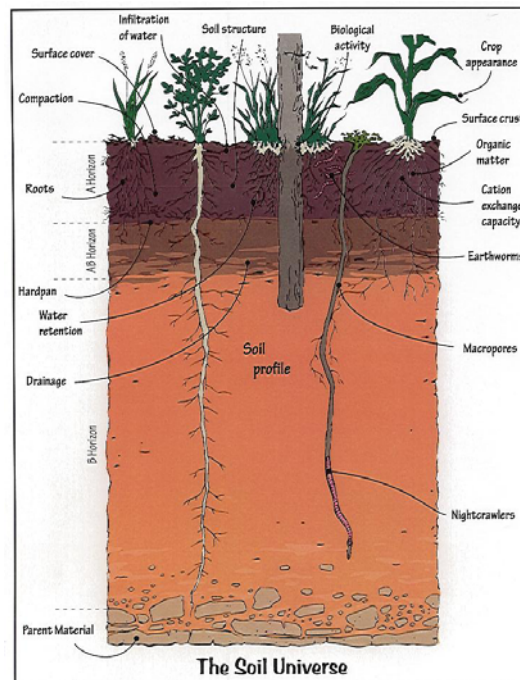
Soils-4-6

Tundra soils form in Arctic environments, have a dark organic-rich upper layer, and a mineral rich layer over frozen ground.



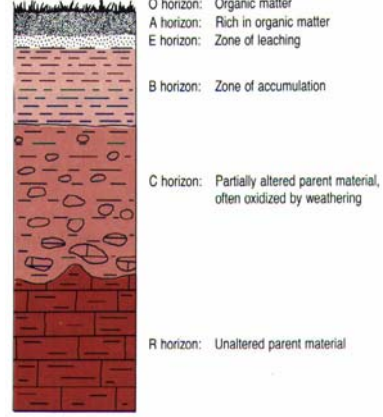
Images: Travis Hudson, Alaska/Yukon Society of Professional Soil Scientists

Soils-4-7



TOPRAĞIN RENGİ

- Toprağın iyi bir şekilde bünyesindeki fazla suyu boşaltma yada dren etme kapasitesine sahip olup olmadığının göstergesi.
- İyi dren olmuş topraklar iyi derecede havalandırılmış topraklardır.
 - Demirin oksitlenmesinden dolayı kırmızı renktedirler.
- Kötü dren olmuş topraklar ıslaktırlar.
 - Demirin indirgenmesinden dolayı sarı renktedirler.
 - Kötü drene olmuş toprakların yamaç duraylılıkları zayıftır. Ayrıca septik tank için uygun ortamlar değildir.



Major Forms of Iron and Effect on Soil Color

<u>Form</u>	<u>Chemical Formula</u>	<u>Color</u>
Ferrous oxide	FeO	Gray
Ferric oxide (Hematite)	Fe ₂ O ₃	Red
Hydrated ferric oxide (Limonite)	2Fe ₂ O ₃ · 3H ₂ O	Yellow

TOPRAĞIN DOKUSU

- Kum (2-0.05 mm), silt(0.002-0.05mm), ve kil (<0.002 mm) oranına bağlı
 - Labaratuvarıda elek analizi
 - Arazide lens vb. kullanarak makroskopik tayin
- Toprak oluşum sürecini belirlemek açısından önemli bir gösterge

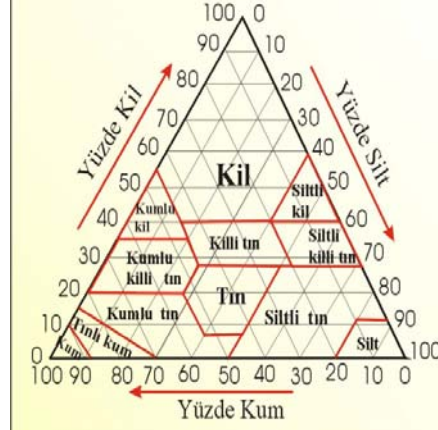
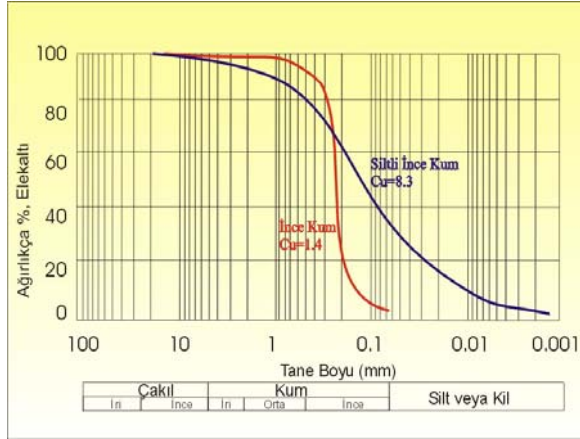


Table 1. USDA dane boyutuna toprağın sınıflandırılması(Soil Survey Staff, 1975).

Malzeme türü	Dane boyutu(mm)
Çakıl	>2
Kum	0.05-2
Çok iri kum	1-2
İri kum	0.5-1
Orta kum	0.25-0.5
İnce kum	0.10-0.25
Çok ince kum	0.05-0.10
Silt	0.002-0.05
Kil	< 0.002

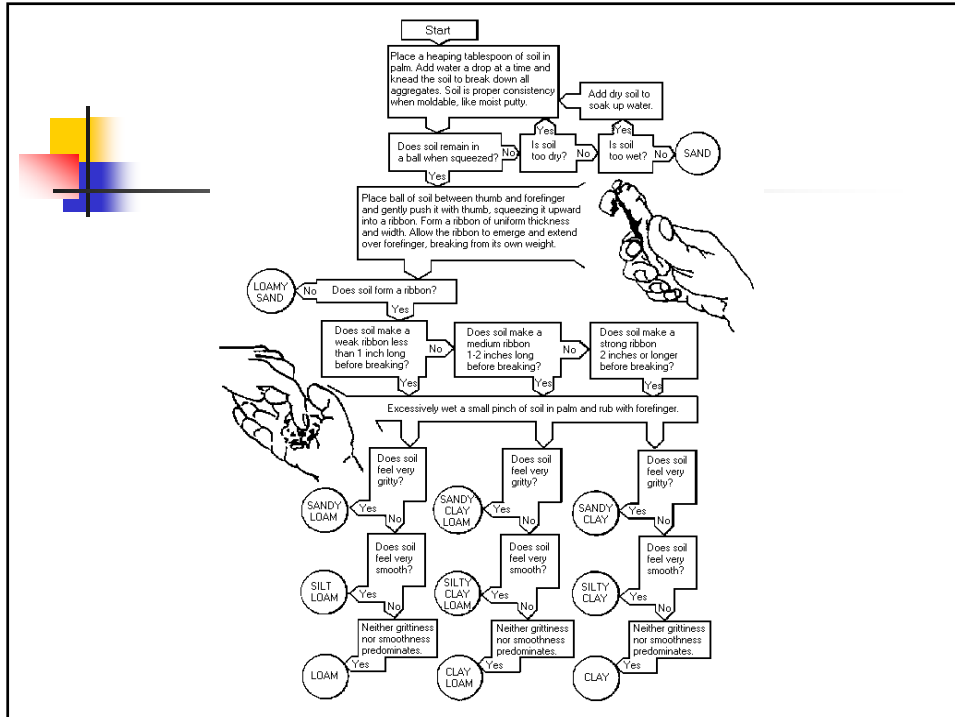
PEKİŞMEMİŞ MALZEMELERDE TANE BOYU DAĞILIM EĞRİSİ



Uniformluk Katsayısı

d_{10} =etkin tane çapı

$$Cu = d_{60} / d_{10}$$

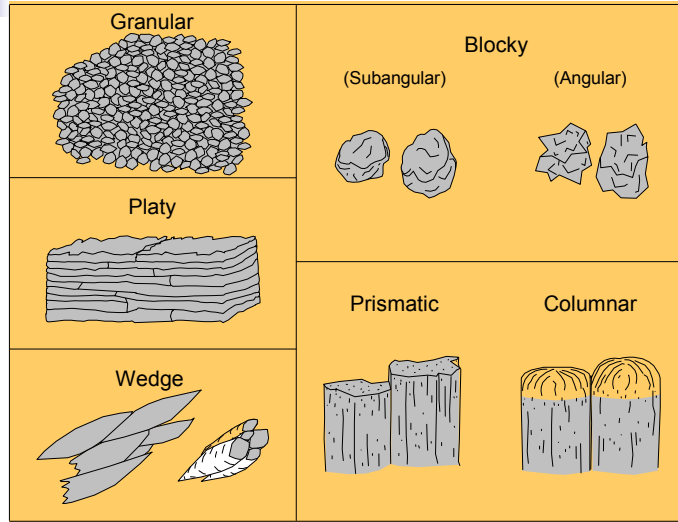


TOPRAĞIN YAPISI

- Toprak taneleri agregalar şeklinde biraraya gelerek **Ped** olarak adlandırılan yapıları oluştururlar ve şekillerine göre sınıflandırılmışlardır.
- Toprağın dokusu toprak profilinin gelişimini değerlendirmek açısından önemli bir indikatör
- Genelde, toprak profili olgunlaştıkça doku daha kompleks bir hal alır.
 - Toprağın B horizon'un kil içeriği arttıkça doku granular'den prizmatığe doğru gidebilir.

Type	Typical Size Range	Horizon Usually Found In	Comments
Granular	1-10 mm	A	Can also be found in B _w and C horizons
Blocky	5-50 mm	B _t	Are usually designated as angular or subangular
Prismatic	10-100 mm	B _t	If columns have rounded tops, structure is called columnar
Platy	1-10 mm	E	May also occur in some B horizons

Toprağın yapısı



Toprağın Kimyasal Özellikleri

- Katyon yerdęiřtirme Kapasitesi(CEC) (Cation Exchange Capacity). Topraktaki kil minerallerin taşıdıkları yükün bir sonucu olarak doğan bir özellik. Kil mineralleri genelde (-) yüklüdürler. Topraktaki toplam (-) yükün konsantrasyonu genelde 1 kg topraktaki toplam (+) yükün mili mol olarak ölçülmesiyle belirlenir ve toprağın katyon yerdęiřtirme kapasitesinin bir ölçüsüdür.
 - CEC:150-200 milimol/kg toprak, toprak için ortalama bir deęerdir.
 - CEC>300 MİLİMOL/kg toprak yüksek bir değerdir:
- Kil mineral yüzeyleri genelde (-) yüke sahiptirler. Bunun nedeni:
- İzomorfik yerdęiřtirme: Kil minerallerin kristal yapısındaki Al(+3) ün +2 değerlikli Mg katyonu ile yerdęiřtirmesi kil yüzeylerinin +1 yük kaybetmesine neden olmaktadır. Buda -1 yük kazanmaya eşdeğerlidir. Farklı izomorfik yerdęiřtirmeler (-) yükün değerinin artmasına neden olabilir.
- İyonizasyon:Kil minerallerin bünyesindeki hidroksil(OH) iyonizasyona uğrayabilir. Bunun sonucunda kil yüzeyleri(-) değer alır.
 - Al-OH \rightarrow Al-O⁻ + H⁺
 - Bu örnekteki olduğu gibi iyonizasyon genelde pH artınca artmaktadır. Dolayısıyla kil minerallerin taşıdıkları yük pH in bir fonksiyonudur.

TABLE 2.1. Contents of Elements in Soils, the Earth's Crust, and Sediments

Element	Soils (mg kg ⁻¹)				Earth's crust (mean) ^f	Sediments (mean) ^f
	Median ^a	Range ^a	Median ^b	Range ^b		
Al	72,000	700-10,000	71,000	10,000-300,000	82,000	72,000
As	7.2	<0.1-97	6	0.10-40	1.5	7.7
B	33	<20-300	20	2-270	10	100
Ba	580	10-5,000	500	100-3,000	500	460
Be	0.92	<1-15	0.30	0.01-40	2.6	2
Br	0.85	<0.5-11	10	1-110	0.37	19
C, total	25,000	600-370,000	20,000	7,000-500,000	480	29,400
Ca	24,000	100-320,000	15,000	700-500,000	41,000	66,000
Cd	—	—	0.35	0.01-2	0.11	0.17
Cl	—	—	100	8-1,800	130	190
Co	9.1	<3-70	8	0.05-65	20	14
Cr	54	1-2,000	70	5-1,500	100	72
Cs	—	—	4	0.3-20	3	4.2
Cu	25	<1-700	30	2-250	50	33
F	430	<10-3,700	200	20-700	950	640
Fe	26,000	100-100,000	40,000	2,000-550,000	41,000	41,000
Ga	17	<5-70	20	2-100	18	18
Ge	1.2	<0.1-2.5	1	0.10-50	1.8	1.7
Hg	0.09	<0.01-4.6	0.06	0.01-0.50	0.05	0.19
I	1.2	<0.5-9.6	5	0.10-25	0.14	16
K	15,000	50-63,000	14,000	80-37,000	21,000	20,000
La	37	<30-200	40	2-180	32	41
Li	24	<5-140	25	3-350	20	56
Mg	9,000	50-100,000	5,000	400-9,000	23,000	14,000
Mn	550	<2-7,000	1,000	20-10,000	950	770
Mo	0.97	<3-15	1.2	0.1-40	1.5	2
N	—	—	2,000	200-5,000	25	470
Na	12,000	<500-100,000	5,000	150-25,000	23,000	5,700
Nb	11	<10-100	10	6-300	20	13
Nd	46	<70-300	35	4-63	38	32
Ni	19	<5-700	50	2-750	80	52
O	—	—	490,000	—	474,000	486,000
P	430	<20-6,800	800	35-5,300	1,000	670
Pb	19	<10-700	35	2-300	14	19
Rb	67	<20-210	150	20-1,000	90	135
S, total	1,600	<800-48,000	700	30-1,600	260	2,200
Sb	0.66	<1-8.8	1	0.20-10	0.2	1.2
Sc	8.9	<5-50	7	0.50-55	16	10
Se	0.39	<0.1-4.3	0.4	0.011	0.05	0.42
Si	310,000	16,000-450,000	330,000	250,000-410,000	277,000	245,000
Sn	1.3	<0.1-10	4	1-200	2.2	4.6
Sr	240	<5-3,000	250	4-2,000	370	320

TABLE 2.2. Common Primary and Secondary Minerals in Soils^a

Name	Chemical formula ^b
<i>Primary Minerals</i>	
Quartz	SiO ₂
Muscovite	KAl ₃ (AlSi ₃ O ₁₀) (OH) ₂
Biorite	K(Mg,Fe) ₃ (AlSi ₃ O ₁₀) (OH) ₂
Feldspars	
Orthoclase	KAlSi ₃ O ₈
Microcline	KAlSi ₃ O ₈
Albite	NaAlSi ₃ O ₈
Amphiboles	
Tremolite	Ca ₂ Mg ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂
Pyroxenes	
Enstatite	MgSiO ₃
Diopside	CaMg(Si ₂ O ₆)
Rhodonite	MnSiO ₃
Olivine	(Mg,Fe) ₂ SiO ₄
Epidote	Ca ₂ (Al,Fe) ₃ Si ₃ O ₁₂ (OH)
Tourmaline	(Na,Ca) (Al,Fe ³⁺ , Li, Mg) ₃ Al ₆ (BO ₃) ₃ (Si ₆ O ₁₈) (OH) ₄
Zircon	ZrSiO ₄
Rutile	TiO ₂
<i>Secondary Minerals</i>	
Clay minerals ^c	
Kaolinite	Si ₂ Al ₂ O ₁₀ (OH) ₂
Montmorillonite	M ₂ (Al, Fe ²⁺ , Mg) ₂ Si ₄ O ₂₀ (OH) ₄ (M = interlayer metal cation)
Vermiculite	(Al, Mg, Fe ²⁺) ₂ (Si, Al) ₄ O ₂₀ (OH) ₄
Chlorite	[M Al (OH) ₂](Al, Mg) ₂ (Si, Al) ₄ O ₂₀ (OH, F) ₄
Allophane	Si ₃ Al ₄ O ₁₂ · nH ₂ O
Imogolite	Si ₂ Al ₄ O ₁₀ · 5H ₂ O
Goethite	α-FeOOH
Hematite	α-Fe ₂ O ₃

TABLE 2.2. Common Primary and Secondary Minerals in Soils^a (contd)

Name	Chemical formula ^b
<i>Secondary Minerals</i>	
Maghemite	γ-Fe ₂ O ₃
Ferrihydrite	Fe ₅ H ₈ O ₈ · 4H ₂ O
Bohemite	γ-AlOOH
Gibbsite	γ-Al (OH) ₃
Pyrolusite	β-MnO ₂
Birnessite	δ-MnO ₂
Dolomite	Ca Mg(CO ₃) ₂
Calcite	CaCO ₃
Gypsum	CaSO ₄ · 2H ₂ O
Jarosite	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆

^a Adapted from "Mineralogy: Concepts, Descriptions, Determinations" by L. G. Berry and B. Mason. Copyright © 1959 by W. H. Freeman and Company. Also adapted from C. S. Hurlbut, Jr., and C. Klein, "Manual of Mineralogy," 19th ed. Copyright © 1977 John Wiley & Sons, Inc. Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc.

^b An explanation for the chemical formula can be found in the text.

^c Formulas are for the full-cell chemical formula unit.

TABLE 2.3. Ionic Radius (IR), Radius Ratio, and Anions in Inorganic Soil Minerals^a

	IR (nm)
O ²⁻	0.140
F	0.133
Cl ⁻	0.181
Si ⁴⁺	0.039
Al ³⁺	0.051
Fe ³⁺	0.064
Mg ²⁺	0.066
Ti ⁴⁺	0.068
Fe ²⁺	0.074
Mn ²⁺	0.080
Na ⁺	0.097
Ca ²⁺	0.099
K ⁺	0.133
Ba ²⁺	0.134
Rb ⁺	0.147

TABLE 2.5. Oxides, Oxyhydroxides, and Hydroxides Found in Soils^a

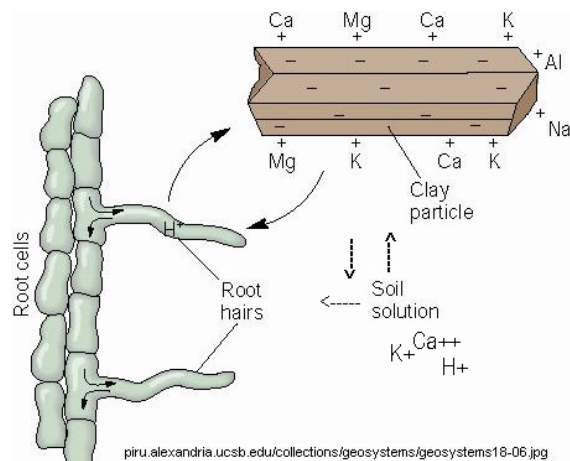
Aluminum oxides	
	Bayerite α -Al(OH) ₃
	Boehmite γ -AlOOH
	Corundum Al ₂ O ₃
	Diaspore α -AlOOH
	Gibbsite γ -Al(OH) ₃
Iron oxides	
	Akaganeite β -FeOOH
	Ferrihydrite Fe ₅ HO ₈ ·4H ₂ O
	Feroxyhyte δ -FeOOH
	Goethite α -FeOOH
	Hematite α -Fe ₂ O ₃
	Lepidocrocite γ -FeOOH
	Maghemite γ -Fe ₂ O ₃
	Magnetite Fe ₃ O ₄
Manganese oxides	
	Birnessite δ -MnO ₂
	Manganite γ -MnOOH
	Pyrolusite β -MnO ₂
Titanium oxides	
	Anatase TiO ₂
	Ilmenite FeTiO ₃
	Rutile TiO ₂

^a Adapted from Taylor (1987), Hsu (1989), McKenzie (1989), Schulze (1989), and Schwertmann and Cornell (1991).

TABLE 2.6. *Specific Surface of Selected Soil Minerals*

Mineral	Specific surface (m ² g ⁻¹)
Kaolinite	7–30
Halloysite	10–45
Pyrophyllite	65–80
Talc	65–80
Montmorillonite	600–800
Dioctahedral vermiculite	50–800
Trioctahedral vermiculite	600–800
Muscovite	60–100
Biotite	40–100
Chlorite	25–150
Allophane	100–800
Aluminum oxides	100–220 ^a
Iron oxides	70–250 ^a
Manganese oxides	5–360 ^a

^a From Kämpf *et al.* (2000).



Katyon Yerdeğiřtirme Kapasitesi

- 1) birim toprak ağırlığındaki katyon tutunma yerlerinin miktarı yada
- 2) toprak yüzeyine tutunabilen yer deęiřtirebilir katyonların toplam konsantrasyonu
3. NH₄ doygunluęu: NH₄, Ca tarafından yerdeęiřtirilir.

* CEC (meq/100 g kuru toprak).

Ekivalent ağırlık = $\frac{\text{moleküler ağırlık (g)}}{\text{elektriksel yük}}$

$$\text{CEC (meq/100 g)} = (\% \text{ OM} \times 200) + (\% \text{ Kil} \times 50)$$

TABLE 2.7. *Cation Exchange Capacity (CEC) of Secondary Soil Minerals*

Mineral	CEC (cmol kg ⁻¹)
Kaolinite	2–15
Halloysite	10–40
Talc	<1
Montmorillonite	80–150
Dioctahedral vermiculite	10–150
Trioctahedral vermiculite	100–200
Muscovite	10–40
Biotite	10–40
Chlorite	10–40
Allophane	5–350

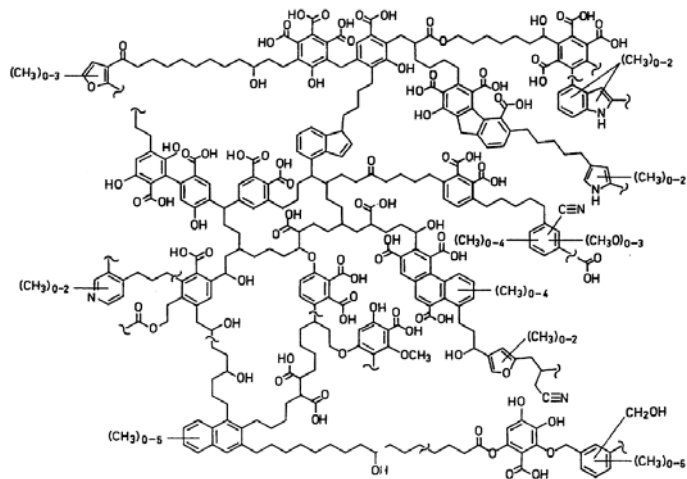


FIGURE 3.7. Two-dimensional HA model structure. From Schulten and Schnitzer (1993), with permission. Copyright 1993 Springer-Verlag GmbH.

TABLE 3.4. Average Values for Elemental Composition of Soil Humic Substances^a

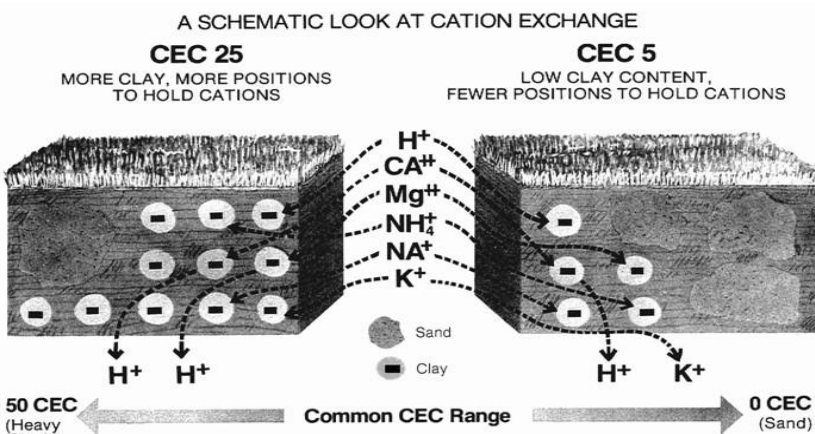
	Humic acids (%)	Fulvic acids (%)
Carbon	53.8–58.7	40.7–50.6
Hydrogen	3.2–6.2	3.8–7.0
Oxygen	32.8–38.3	39.7–49.8
Nitrogen	0.8–4.3	0.9–3.3
Sulfur	0.1–1.5	0.1–3.6

^a From C. Steelink, in "Humic Substances in Soil, Sediments, and Water" (G. R. Aiken, D. M. McKnight, and R. L. Wershaw, Eds.), pp. 457–476. Copyright © 1985 John Wiley & Sons, Inc. Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc.

TABLE 3.13. Contribution of Organic Matter and Clay Fractions to Soil Cation Exchange Capacity as Influenced by pH^a

Buffer pH	Clay fraction (cmol kg ⁻¹ clay)	Organic fraction (cmol kg ⁻¹ SOM)	% of CEC due to SOM
2.5	38	36	19
3.5	45	73	28
5.0	54	127	37
6.0	56	131	36
7.0	60	163	40
8.0	64	215	45

^a Adapted from data of Helling *et al.* (1964), with permission.



SOME PRACTICAL APPLICATIONS	
Soils with CEC 11-50 Range	Soils with CEC 1-10 Range
<ul style="list-style-type: none"> • High clay content • More lime required to correct a given pH • Greater capacity to hold nutrients in a given soil depth • Physical ramifications of a soil with a high clay content • High water-holding capacity 	<ul style="list-style-type: none"> • High sand content • Nitrogen and potassium leaching more likely • Less lime required to correct a given pH • Physical ramifications of a soil with a high sand content • Low water-holding capacity

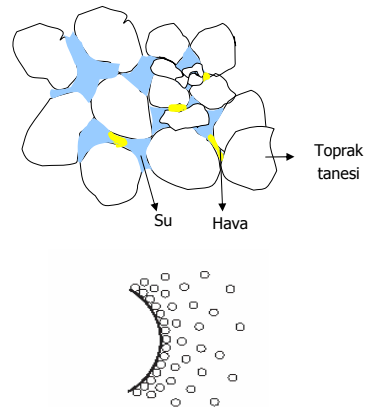
http://www.spectrumanalytic.com/support/library/ff/CEC_BpH_and_percent_sat.htm

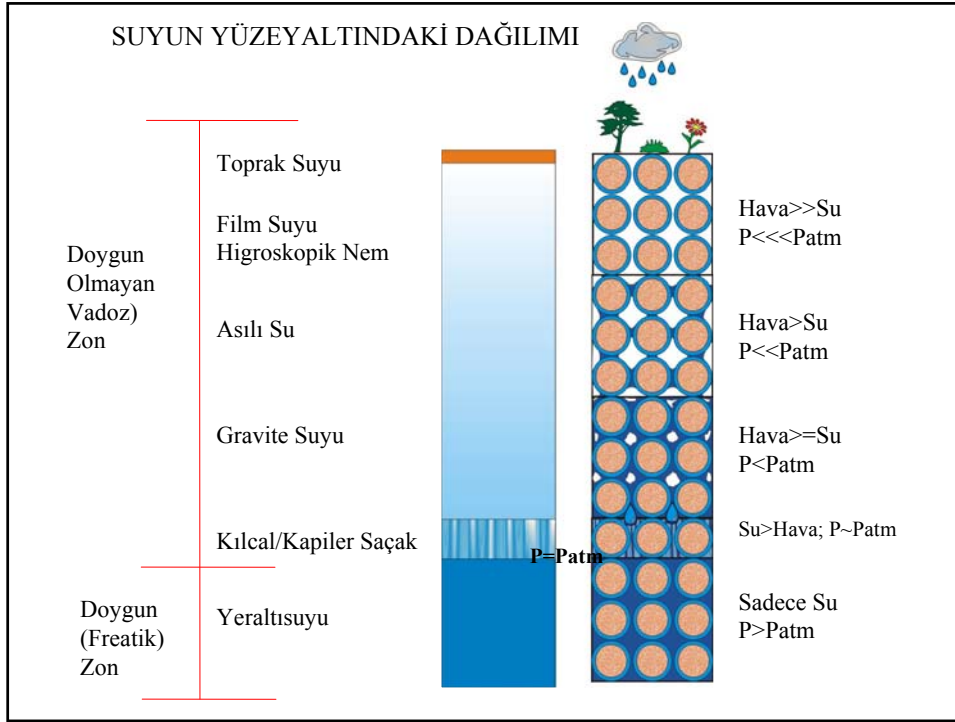
Toprağın Kimyasal Özellikleri

- $pH = -\log[H^+]$
- Topraktaki kimyasal bileşeklerin iyonizasyonunu ve taşıdıkları yükü etkileyerek kimyasalların çözünürlüğünü kontrol eder. Dolayısıyla, toprak ve havalandırma zonu boyuca potansiyel kirleticilerin taşınımını etkileyen önemli bir parametredir.
 - Asidik Toprak : $pH < 5.5$
 - Nötral Toprak: $6 < pH < 8$
 - Bazık Toprak : $pH > 8.5$
- Yüksek miktarlarda yağış alan bölgede, majör katyonlar(Ca, Mg, Na, K) toprak profilinden yıkanma eğilimindedirler. Organik madde içerikleri yüksektir (%1-%5)Bu topraklar genelde asidik karakterdedirler. Kurak Bölgelerdeki topraklar leaching yani elementlerin yıkanması olayına maruz kalmazlar. Organik madde içerikleri düşüktür(<%1). Buna ek olarak, bu gibi bölgelerde buharlaşmanın fazla olması toprak suyundaki tuzların toprak içerisinde birikmesine neden olur. Bu nedenle bu topraklar genelde alkalın (yüksek pH) karakterdedirler.

TOPRAKTAKİ SU

- Doymun vs. Doymun olmayan toprak
- Toprağın nem oranı (θ) toprağın mühendislik parametrelerini belirlemek açısından önemli
- **Yerçekimsel su:** Gravite etkisi altında toprağın gözeneklerinden dren olabilen serbest su
- **Kapiler su:** Kapilar kuvvetler etkisiyle toprağın gözeneklerinde tutulan su
- **Higroskopik su:** İnce taneli toprak parçacıklar üzerine adsorbe eden ve saklı kalan su





Mühendislik açısından toprak(zemin) sınıflandırılması (Unified Soil Classification System, Casagrande, 1952)

- USCS toprağı 2 ana grup altında sınıflandırmakta: İri daneli topraklar ve İnce daneli topraklar
 - İri daneli topraklar dane boyutu dağılımlarına göre sınıflandırılmakta.
 - *İri daneli toprak*: Toprak dane boyutunun %50'den fazlası (kuru ağırlık olarak) > 0.074 mm
 - İnce daneli topraklar plastisite karakterlerine göre sınıflandırılmakta.
 - *İnce daneli toprak*: Toprak dane boyutunun %50'den fazlası (kuru ağırlık olarak) < 0.074 mm
 - Mühendislik amaçlı sınıflandırmalarda İnce daneli topraklar likit limit ve plastik limit özelliklerine göre ayrılmakta.
 - **Likit limit (LL, %)**: Toprağın sıvı gibi davrandığı nem muhtevası.
 - **Plastik limit (PL, %)**: Belli bir nem muhtevasının altında toprak artık plastik bir madde olarak davranmakta. O nem oranına PL denir.
- Plastisite İndex (PI) = LL-PL** : Toprağın plastik bir madde olarak davrandığı su muhtevası aralığı. Düşük plastisite indeksli topraklar (%5) sorunlar yaratabilir çünkü toprağın su muhtevasındaki küçük değişiklikler toprağın katı halden çıkıp sıvı gibi davranmasına neden olabilir.
- Plastisite**: Toprağın belli bir basınç altında kırılmaya yada kopmaya karşı gösterdiği direnç.

Mühendislik açısından toprak(zemin) sınıflandırılması (Unified Soil Classification System, Casagrande, 1952)

Major Divisions		Group Symbols	Soil Group Names
COARSE-GRAINED SOILS (Over half of material larger than 0.075 mm)	Gravels	Clean Gravels Less than 5% fines	GW Well-graded gravel
		Dirty Gravels More than 12% fines	GP Poorly graded gravel
			GM Silty gravel
			GC Clayey gravel
	Sands	Clean Sands Less than 5% fines	SW Well-graded sand
		Dirty Sands More than 12% fines	SP Poorly graded sand
			SM Silty sand
			SC Clayey sand
FINE-GRAINED SOILS (Over half of material smaller than 0.075 mm)	Silt Non-plastic		ML Silt
			MH Micaceous silt
			OL Organic silt
	Clays Plastic		CL Silty clay
			CH High plastic clay
			OH Organic clay
Predominantly Organics		PT	Peat and muck

Birinci harfler:

G:Çakıl (Gravel)
S: Kum (Sand)
M: Silt (Silt)
C: Kil (Clay)
O: Organik (Organic)

İkinci harfler:

W:İyi derecelenmiş (well graded)= Her boyutta daneler içeren iri daneli toprak
P: Kötü derecelenmiş toprak(poorly graded soil) = aynı boyutta daneler içeren iri daneli topraklar
M: Silt boyutunda daneler içeren iri daneli toprak
C: Kil boyutunda daneler içeren iri daneli toprak
L: Düşük plastisiteli ince daneli toprak
H: Yüksek plastisiteli ince daneli toprak
PT: Turba, anaerobik yani oksijensiz ortamlarda gelişmiş koyu renkli, organik maddece zengin toprak)

PLANLAMA AÇISINDAN ÖNEMLİ TOPRAĞIN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

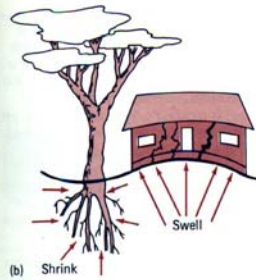
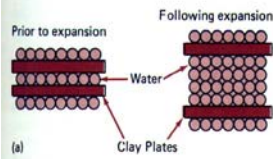
- **Dayanıklılık:** Topraktaki kohezyon ve sürtünme kuvvetlerinin fonksiyonu
- **Hassasiyet:** Vibrasyon ve kazı gibi olaylar sonucu toprağın dayanıklılığındaki değişimi yansıtmakta
 - Kum ve çakıllı toprakların hassasiyeti düşük
 - Killi toprakların hassasiyeti yüksek: > % 75 dayanıklılıkta azalma
- **Sıkıştırılabilirlik:** Toprağın konsolide olma eğilimin ölçümü. Toprak danelerinin elastisitesinin bir fonksiyonu; yapıların oturması ile ilişkili
 - İri daneli (kum ve çakıl) toprakların sıkıştırılabilirliği düşük
 - Killi toprakların sıkıştırılabilirliği yüksek
- **Erezyona karşı hassasiyeti:** Su yada rüzgar vasıtasıyla toprağın uzaklaştırılabilme kolaylığı.
 - Erezyona karşı hassasiyeti yüksek:Gevşek, konsolide olmamış topraklar, korunması olmayan kumlar ve siltler
 - Erezyona karşı hassasiyeti düşük: %20den fazla kil içeren kohesiv topraklar yada çimentolanmış topraklar

PLANLAMA AÇISINDAN ÖNEMLİ TOPRAĞIN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

- **Geçirimsizlik:** Suyun bir malzeme içerisinde hareket etme kolaylığının ölçümü
 - Kum ve çakıllı topraklar: Yüksek geçirimsizlik : birkaç yüz $m^3/gün /m^2$ alan
 - Killi topraklar: Düşük geçirimsizlik: $<1/10 m^3/gün /m^2$ alan
- **Korezyon:** Toprak yüzeyinden zemin içerisine doğru gelişen yavaş kimyasal bozunma.
 - Toprak ve gömülü maddenin kimyasal bileşimi ve toprağın nem oranı herhangi bir maddenin korezyona uğramasını kontrol eden faktörlerdir.
 - Reziyivitesi düşük olan topraklar yani çok kolaylıkla elektrik akımı ileten toprakların korezyon potansiyeli yüksektir. Toprak reziyivitesinin ölçümü toprağın korezyon potansiyelinin ölçümünün bir yoludur.
- **Kazılabilme kolaylığı:**
- **Büzülme-şişme potansiyeli:** Toprağın su alma ve kaybetme potansiyelinin ölçümü

Büzülme- Şişme Potansiyeli

Montmorillonit



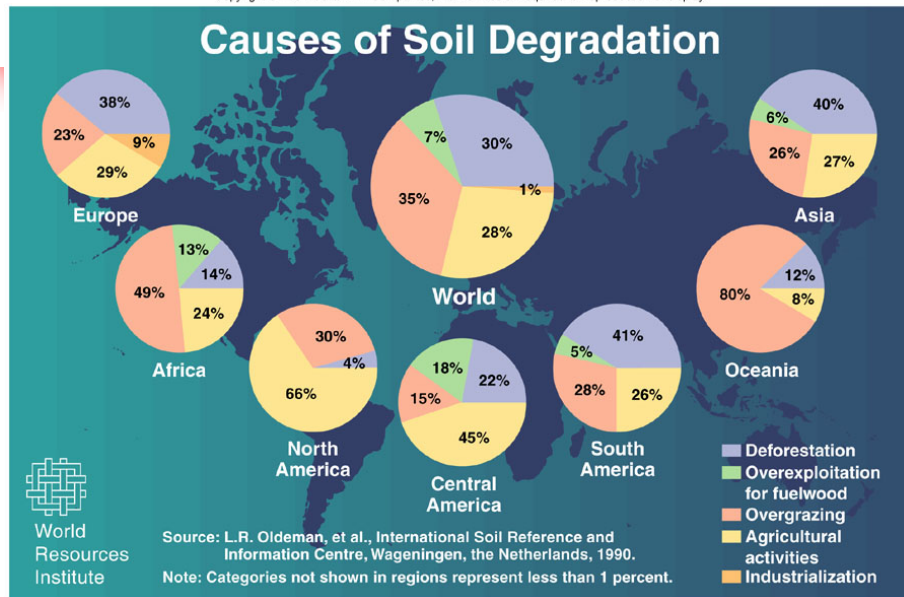


TOPRAK VERİMLİLİĞİ

- Diğer koşullar uygun olduğunda toprağın bitkilerin büyümesi için ihtiyaç duyduğu besinleri(N, K, Fosfat vb) sağlama kapasitesi.
 - Taşkın düzlükleri ve buzul çökelleri üzerinde gelişmiş topraklar verimli (yeterince besin ve organik madde içermekte)
 - Yüksek derecede yıkanmış ana kaya üzerinde gelişmiş topraklar yada organik maddece fakir gevşek topraklar besince fakirdirler ve verimlilikleri düşüktür.
- Erezyon, toprak besinlerinin yıkanması (Leaching), sel gibi doğal olaylar, pestisidlerin sürekli kullanımı gibi etkenler toprak verimliliğini düşürmektedir.

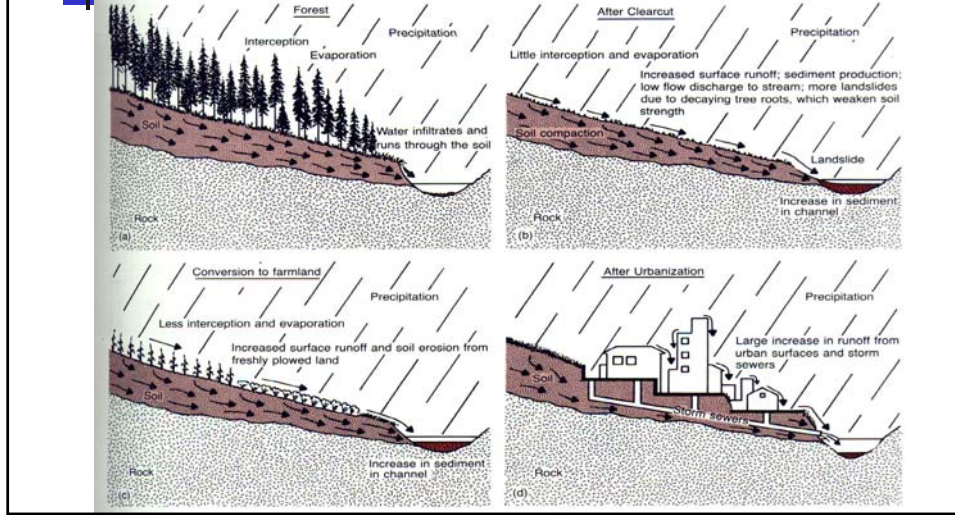
Dünya Çapında Toprak Kalitesindeki Bozulmanın Nedenleri

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Kaynak: World Resources Institute.

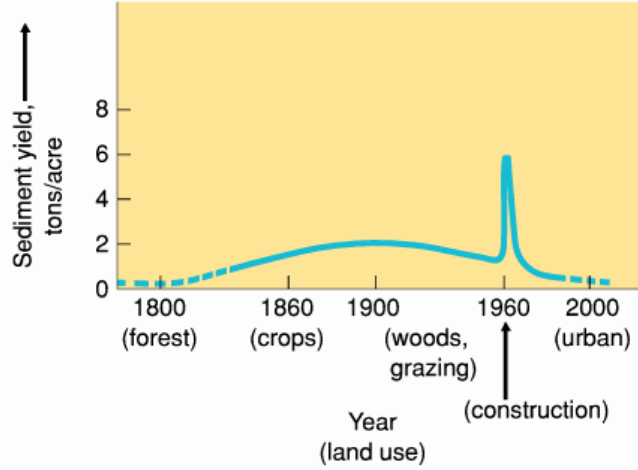
ARAZİ KULLANIMI VE TOPRAK



Şehirleşme

- Şehirleşme toprağı doğrudan bir kaç şekilde etkilemektedir.
 - Toprak kaybı
 - Duraylı toprakların dayanıklılıklarında azalma
 - Dolgu amacıyla dışarıdan getirilen malzemeler ana toprağın karakterini değiştirmekte
 - Toprağı dren etmek yada topraktan aşırı derecede su çekmek toprağın kurummasına, sübsidansa, toprağın mühendislik özelliklerinde değişikliklere neden olmakta
 - Toprak kirliliği

The Impact of Urbanization and Other Human Activities on Soil Erosion Rates



ÇÖLLEŞME

- Arazinin verimli halden daha çöle benzer bir hale dönüşmesi
 - Ormanlık alanların yok edilmesi
 - Aşırı otlatma
 - Toprak erozyonu
 - Sulama alanlarının kötü drenajı
 - Su kaynaklarının aşırı derecede kullanımı
- Çölleşmenin ana belirtileri:
 - yeraltı suyu tablasındaki düşüş, toprağın ve yüzeye yakın toprak suyunun tuzlanması (salinizasyonu), nehirlerdeki yüzey sularının, göllerin dağılımındaki azalma, doğal olmayan yüksek oranlardaki toprak erozyonu, doğal bitkisel örtüye zarar.
 - Bu belirtiler birbirileri ile ilişkili: Örneğin, toprağın tuzlanması ve bitkilerin yok olması.
 - Çölleşmeye maruz kalan kurak bir alan yukarıdaki belirtilerin herhangi birini veya tamamını az yada büyük ölçüde gösterebilir.



TOPRAK KİRLİLİĞİ

- Farklı özelliklerdeki birçok kimyasal madde toprak kirliliğine neden olmaktadır.
 - Ağır metaller (Pb, Hg, As, Cd, Zn) ve diğerleri
 - Tarımda kullanılan kimyasal maddeler (Pestisitler, İnsektisitler, Herbisitler)
 - Endüstriyel organik çözücüler, hidrokarbonlar, PAH, petrol ürünleri, VOCs
 - Sızdıran yeraltı yakıt tankları
 - Septik tanklar
 - Radyoaktif bileşenler
- Bu maddelerin topraktaki kalıcılığı, hem kimyasal maddenin hem de ortamın fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve ortamdaki fizikokimyasal ve biyolojik proseslere bağlıdır.
- Toprak kirliliğinin tespiti, bu gibi alanlardaki yapılaşmada (ev, okul, park, fabrika vb.) sorun teşkil etmekte.
 - Toprak kirliliğinin temizlenmesi maliyeti yüksek olabilir.
 - Potansiyel teşkil eden yerlerin düzenli gözlemlenmesi, kirlilik önemli derecede zararlara neden olmadan önlenmesi açısından önemli.



Toprak Kirliliği

- **Doğal Toprak Kirliliği**
 - Jeolojik kirlilikte herhangi bir bileşik veya madde, toprakta gereğinden fazla bulunarak bitki, hayvan ya da insan sağlığına zarar verir.
 - Türkiye’de tuzlu, sodyumlu ve borlu topraklar İç Anadolu başta olmak üzere, ülke genelinde 1,6 milyon hektar alan kaplarlar ve tarımsal üretimi sınırlandırır.
 - Doğal radyoaktivite, flor, asbest, zeolit, selen, kadmiyum, krom, civa ve arsenik fazlalıkları bu kirliliklerin ülkemizdeki en yaygınlarıdır. Guatr, diş çürüklüğü, ülser, kretinizm, kanser, simetri bozukluğu vb rahatsızlıkların normalden sık görüldüğü yörelerde olayın nedeni çoğu kez çevresel etmenlerdir.

Toprak Kirliliği

■ Yapay Toprak Kirliliği

- İnsanların neden olduğu kirliliğin ülkemizde en yaygın örnekleri; içerdiği tehlikeli ürünler ayrılmadan oluşturulan tüm çöplükler ile arıtılmadan alıcı ortama salınan evsel ve endüstriyel atıklardır.
- Toprak kirliliğinin ülke genelinde yaygın türleri kökenlerine göre beş grupta ifade edilebilir.
 - Kirlenen suyla sulanan topraklarda kalıcı kirlilik oluşmaktadır.
 - Katkı maddelerinde ağır metaller gibi kirlilik öğeleri taşıyan ticari gübrelerin sürekli kullanımı, topraktan yıkanması zor olan zehir yüklerinin birikmesine neden olmaktadır.
 - Ayrışması uzun yıllar alan tarım ilaçları da toprakta kalıcı kirliliğe neden olmaktadır.
 - Karayolu yakınlarında yakıtların içerdiği kurşun vb. ağır metaller gerek bitkilerde, (besinlerde) gerekse toprakta birikmektedir.
 - Filtresiz endüstriyel kuruluşların katı emisyonları toprak kirliliğinin bir diğer nedenidir.

Endüstriyel Kirlilik ve Tarım Arazisi Bozulmalarının Etkileri

- Endüstri faaliyetlerinin sebep olduğu hava ve su kirliliğinin dolaylı olarak tarım arazilerinde meydana getirdiği kirlenme ve bozulmaların toprakların fiziko-kimyasal ve biyolojik niteliklerinin etkilemesi sonucu, tarım topraklarında verim düşüklükleri veya bazı toksik maddelerin tarım ürünlerinde birikmesi ile gıda zincirindeki kirlenme ve sağlık üzerine etkileri önemli toprak sorunlarındandır.
- Şehir ve endüstri atıkları, özellikle nehir ve göl sularını kirletip daha sonra da, kirlenen bu suların tarımsal amaçlı kullanım sırasında toprakları etkilemesi yolu ile olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Kirli suların içinde bulunan ve derişimi artmış bulunan mikro elementler toprakta birikip, zamanla toksik hale gelerek, toprağın iyon dengesini bozmakta, böylelikle yetiştirilen tarımsal ürünlerde kalite ve verim düşüklüğüne sebep olmaktadır. Özellikle Türkiye'nin bazı yörelerinde belirlenen bor kirliliği, atık suların sulamada yaygın şekilde kullanılması sonucu önem kazanan endüstriyel bir kirlenme örneğidir.
- Türkiye'nin çeşitli yörelerinde bulunan değişik endüstriyel kuruluşlar tarafından atmosfere verilen SO₂ ve F emisyonlarının gerek tarım arazilerinde ve gerekse orman alanlarında asit yağışları oluşturarak büyük çapta zararlara sebep olduğu yapılan araştırmalar sonucu belirlenmiştir.



Tarımsal Kökenli Toprak Kirliliği

- Ağır kirlilik yüküyle sulamada kullanılan akarsularımız akış hattı boyunca Sakarya Nehri, Balıkesir ve Susurluk Ovalarında Susurluk Nehri, Trakya'da Ergene Nehri, Gediz Ovası'nda Gediz Nehri, Nazilli Ovası'nda Büyük Menderes, Çukurova'da Seyhan Nehri' dir.
- Bir diğer yanlış uygulama da, Ege Bölgesi'nde tuz ve sodyum oranı yüksek yer altı sularının özellikle kiralanan arazilerde pamuk sulamasında kullanılmasıdır. Pamuğun tuza oldukça dayanıklı bir bitki olması, bu zararın kısa sürede görülmesini engellemektedir.



Tarımsal Kökenli Toprak Kirliliği

- Rize'de çaylıkların sürekli amonyum sülfatla gübrenmesi, aslında pH'sı düşük olan toprakların asitliğinin artmasına neden olmuştur.
- Son yirmibeş yılda Nevşehir'de aşırı ve tek yönlü azotlu gübreleme sonucu patates yetiştirilen toprakların pH'sı 2 birime varan düzeyde düşmüş yani asitliği 100 kat artmıştır.
- Kil ve kireç kapsamları yüksek olan topraklarımızda fosfatlı ve kompoze gübrelerin bitkilere yararlı olması ve çevresel sorunlar doğurmaması için mutlaka bitki kök derinliğine, yani toprağın altına verilmesi gerekirken, en yaygın uygulama serpme ve karıştırmadır. Bu yolla su kaynaklarında hızlandırılan ötrofikasyonun yanısıra, kullanılan gübrenin yaklaşık yarısının kaybolduğu tahmin edilmektedir.



Tarımsal Kökenli Toprak Kirliliği

- Erozyona neden olan suyun toprağa girmeyip yüzey akışına geçmesiyle, çözerek uzaklaştırdığı besin maddesi miktarları da, sırasıyla 190 bin ton/yıl azot, 4 bin ton fosfor/yıl ve 560 bin ton/yıl potasyum değerlerine ulaşmaktadır. Bu yolla yitirilen besin maddelerinin yaklaşık değerleri de;
- Azot : 117,6 milyon ABD Doları
- Fosfor :12,7 milyon ABD Doları
- Potasyum : 441,4 milyon ABD Doları olacaktır.
- Erozyon sonucu katı ve sıvı ortamlarla her yıl yitirdiğimiz bu üç besin maddesinin gübre olarak değeri 36,8 trilyon TL (868 milyon ABD Doları) düzeyindedir.



Tarımsal Kökenli Toprak Kirliliği

- Özellikle batı ve güney bölgelerimizde aşırı sulamalar sonucu toprak özellikleri gerilemiş, tuzlanma, zararlı ve hastalık oranları artmış ve verim düşmeye başlamıştır. Çukurova, Gediz, Söke ve Amik ovaları tipik örneklerdir. Halkın bu konuda eğitimine ve sulama suyu tahsislerine daha fazla özen gösterilmelidir.
- Bitki hastalık ve zararlılarına karşı kullanılan pestisitler yağmur, rüzgar gibi çeşitli abiyotik etkenlerle toprağa dolaylı olarak ulaşabilmektedir. Topraktaki zararlı böceklere, nematodlara ve tohum ilaçlamaları sırasında tohuma uygulanan pestisitler ise direkt olarak toprağa karışmaktadır. Bu şekilde toprakta devamlı birikim halinde pestisitler, tüketilen ürünler aracılığı ile insan, evcil hayvanlar ve yaban hayatına ulaşarak çevre sağlığına olumsuz yönde etkileyebilmektedir.
- Pestisitler toprakta kalıcı yani persistent olması, kullanılan ilacın grubuna, formülasyon şekline, toprak bünyesine, ilacın absorbe edilme durumunda, toprak nemi ve sıcaklığına, ilacın yağmur sulama veya drenaj suları ile yıkanma özelliğine göre değişmektedir.



- İlaç kalıntıları ile bulaşmış topraklarda yetiştirilen ürünlerin, ilaçları topraktan bünyelerine aldıkları belirlenmiştir. Örneğin; Aldrin ile ilaçlanmış tarlalarda yetiştirilen patates ve havuçta Aldrin kalıntısı yoğun uygulanmış topraklarda ise Aldikarbe kalıntısı görülmüştür. Yapılan çeşitli araştırmalar, yıllar önce yasaklanmış olmasına rağmen DDT'nin bazı topraklardaki miktarlarında henüz bariz bir azalmanın olmadığını ortaya koymaktadır. Bu kalıntılar, yarılanma ömrü uzun olan bazı ilaçların toprakta hareketsiz ve depolanmış halde kaldığını göstermektedir.



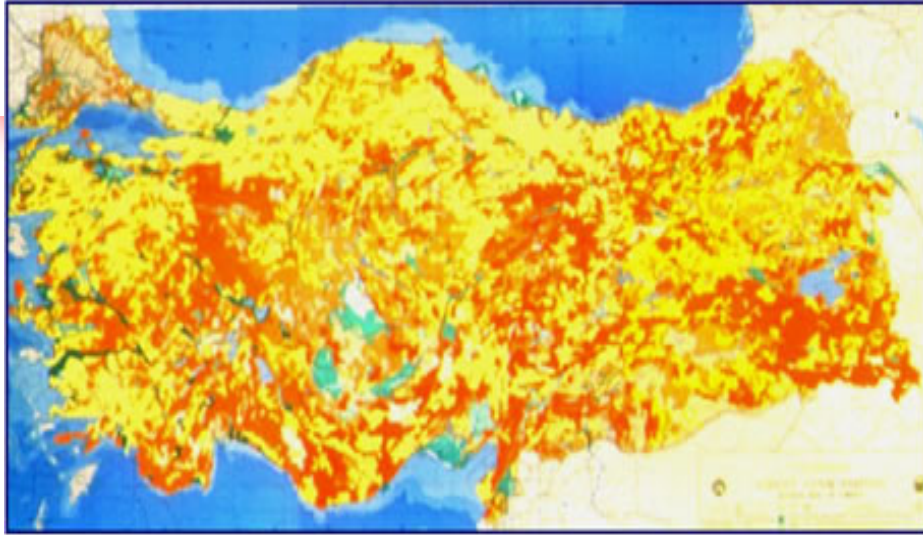
Türkiye'de toprak erozyonu

- Toprak kaynaklarımızın sorunları arasında şüphesiz ülke genelinde yaklaşık 57 milyon hektarda görülen erozyon ilk sırayı korumakta ve her geçen gün çığ gibi büyüyen bir tehdit unsuru olma özelliğini sürdürmektedir.
- Her yıl ortalama kaybolan 500 milyon tona yakın verimli topraklarla birlikte yaklaşık 9 milyon ton bitki besin maddeleri de yitirilmektedir. Bu özelliği ile de erozyon, ekosistemin ve suların kirlenmesinde en büyük etken olmaktadır. Çünkü yüzey akışlar ile taşınan bitki besin maddeleri (gübre dahil) ve tarım ilaçları (pestisitler) akarsuların, göllerin, barajların ve denizlerin kirlenmesine neden olmaktadır.
- Erozyona uğrayan topraklarımızın % 99 u su erozyonundan, geriye kalan % 1 i de rüzgar erozyonundan etkilenmektedir.

Türkiye’de erozyon alanı

Erozyon Derecesi	(Hektar)			%
	İşlemeli Tarıma Uygun II-III-IV. Sınıf Arazi	İşlemeli Tarıma Uygun Olmayan V-VI-VII. Sınıf Arazi	Toplam	
Orta	13.780.260	1.812.215	15.592.475	27,3
Şiddetli	2.077.270	26.257.668	28.334.938	49,6
Çok Şiddetli	1.930	13.219.548	13.221.478	23,1
Toplam	15.859.460	41.289.431	57.148.891	100,0
Rüzgar Erozyonu	330.158	135.755	465.913	

Tüm Batı Avrupa ülkelerinde toplam 25 milyon hektar alan erozyon riski taşırken, ülkemizde yaklaşık 57 milyon hektar alanın aşırı erozyon riski taşıması oldukça düşündürücüdür. En önemli doğal kaynaklarımızdan olan topraklarımızın arzulan düzeyde korunduğunu, akılcı biçimde üretimde kullanıldığını ve çeşitli nedenlerle yaratılan sorunlardan arındırıldığını söylemek mümkün değildir. Bu nedenle doğal kaynaklarımız aşırı düzeyde tahrip edilmekte, kirletilmekte ve ülkemiz giderek stepleşmekte ve yer yer de çölleşmektedir.



%7 Hafif %20 Orta %63 Şiddetli / Çok Şiddetli

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de toprak kaybı sürecinin en önemli etkeni erozyondur. Arazi eğimi, iklim, bitki örtüsü ve toprak özelliklerinin etkileşimi sonucu oluşan doğal erozyonun yanısıra, insanın doğaya müdahalesi temeline dayanan bir dizi yapay etgen, erozyonu bir afet niteliğine dönüştürmektedir.

Türkiye kara yüzeyinin %90'ında çeşitli şiddetlerde erozyon cereyan etmektedir. Arazinin %63'ü çok şiddetli ve şiddetli, %20'si ise orta şiddetli erozyonla karşı karşıyadır. Ülke genelinde yaklaşık 67 milyon hektarlık bir arazide toprak giderek yok olmaktadır. Erozyon büyük ölçüde tarım alanlarında yaşanmaktadır.

İşlenen tarım alanların %75'inde (yaklaşık 20 milyon Ha) yoğun erozyon görülmektedir. Diğer bir anlatımla Türkiye tarım alanlarının ancak 5.0 milyon hektarlık bölümünde erozyon yoktur. Su ve rüzgar erozyonu tüm ülke topraklarının %86.5'inde cereyan etmekte, rüzgar erozyonu 506 bin hektarlık bir yayılımla daha çok kural iklimine sahip olan Konya ve dolaylarında görülmektedir.

Türkiye'de akarsularla birlikte alandan taşınan toprak, ABD'nin 7, Avrupa'nın 17 ve Afrika'nın 22 katı daha fazla düzeydedir. Fırat Nehri, yılda 108 milyon ton, Yeşilirmak 55 milyon ton toprak taşımaktadır. Her yıl Keban barajı'na 32 milyon, Karakaya Barajı'na 31 milyon ton toprak birilmektedir. Erozyonla yılda 90 milyon ton bitki besin maddesi toprak birlikte yitirilmektedir. Her yıl tarım alanlarından 500 milyon ton, tüm ülke yüzeyinden 1,4 milyar ton verimli üst toprak, erozyonla kaybedilmektedir. Kaybedilen bu topraklar, 25 cm kalınlığında, yaklaşık 400 bin hektar genişliğinde bir araziye eşdeğerdir.

Yanlış toprak kullanımı, yanlış tarım uygulamaları, kent, sanayi, ulaşım ve benzeri yatırımların yanlış konumlanması süreci ise erozyonun hızını arttırdı. Afet nitelikli erozyon yetmezmiş gibi, tarım arazileri, özellikle de verimli tarım arazileri, tarım dışı kullanımlarla açık bir saldırı ve talanla karşı karşıya. 1978-1996 yıllarında amaç dışı tarım toprağı %33 artmış ve betonlaşarak elden çıkan verimli tarım toprağı 600 bin hektara, yani verimli alanların yaklaşık onda birine yaklaşmıştır.

Türkiye'de erozyonu oluşturan etkenler

■ İklim Özellikleri ve Topoğrafik Yapı

- Ülkemiz kurak ve yarı-kurak iklim kuşağında yer almaktadır. Bu nedenle yağışlar genelde yetersiz ve dağılımı da çok düzensizdir. Kış yağışları hakimdir. Yıllık yağış dağılımı 250 ile 2.500 mm arasında değişmekte ve aşındırma güçleri 15-481 ton-m/ha arasında bulunmaktadır.
- ülkemiz topoğrafik yönden oldukça dağlık bir yapıya sahiptir ve dik, sarp eğimler yaygındır. Topraklarımızın % 35,7'si %0-12 arasında, geri kalanı ise %12'den daha fazla bir eğime sahiptir. Gerekli önlemlerin alınmaması nedeniyle az eğimli arazilerde yüzeysel erozyon, yamaç alanlarda da oluk ve oyuntu erozyonu mevcuttur.

Türkiye’de erozyonu oluşturan etkenler

■ Etkili Toprak Derinliğinin Yetersizliği

- - 29 milyon hektarının 0-20 cm,
 - - 24 milyon hektarının 20-50 cm,
 - - 9 milyon hektarının 50-90 cm,
 - - 11 milyon hektarının 90 cm. den daha fazla derinliğe sahip olduğu ortaya çıkacaktır.
- Görüldüğü gibi, her türlü bitkisel üretime elverişli toprak derinliğine sahip arazi miktarı yalnızca 11 milyon hektardır.
- Eğimin dik oluşu, erozyon sorununun etkin biçimde çözümlenemeyişi, yanlış arazi kullanımları, yağışların düzensiz dağılımı, erozyon potansiyelinin değişkenliği gibi iklim faktörlerinin etkileri sonucu toprak derinlikleri giderek azalmakta, tarımsal üretim düzeyi de düşmektedir.

Türkiye’de erozyonu oluşturan etkenler

■ Topraklarımızın Organik Madde Yönünden Fakir Oluşu

- Topraklarımızın % 64.ü organik maddece fakir (%1.den az), %22.si orta (%1-2), %14.ü ise yeterli (%2.den fazla) düzeydedir. Organik maddenin azalması toprakların aşınımına duyarlılığını artırmaktadır.

■ Teknik Nedenler

- Arazilerin yeteneklerine göre kullanılmaması,
- Ormanların çeşitli nedenlerle tahrip edilmesi,
- Eğimli tarım arazilerinde erozyona karşı gerekli önlem alınmadan tarım yapılması,
- Meraların düzensiz, kontrolsüz, zamansız ve ağır biçimde otlatılmaları ve gerekli ıslah tedbirlerinin alınmaması
- Gerekli bitkisel, kültürel ve fiziksel toprak muhafaza tedbirlerinin yeterince alınmaması

Türkiye’de erozyonu oluşturan etkenler

■ Sosyo-Ekonomik Nedenler

- Arazi mülkiyet dağılımının düzensizliği,
- Arazi toplulaştırmaya yeterince girilememesi,
- Arazilerin büyük bölümünün kiracılıkla işletilmesi, bu nedenle modern tarım teknolojisine yeterince önem verilmemesi,
- Tarımsal işletmelerin küçülmesi ve çok parçalı hale dönüşmesi,
- Erozyon etkisi altındaki bölgelerde arazi sahiplerinin genelde düşük gelirli olmaları ve araziye yatırım yapabilecek ekonomik güçlerinin olmaması,
- Toprak kaynaklarımızdaki fiziksel sorunların yanısıra, arazi kullanma şekline ve tarım arazilerinin tarım dışı amaçlarla kullanımına ilişkin sorunlar

Erozyonun Zararları

■ Taşkınların ve Heyelanların Artması

- Son 27 yıl içerisinde DSI envanter kaynaklarına göre taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıp yılda ortalama 100 milyon dolar civarındadır.

■ Baraj ve Göletlerin Ekonomik Ömürlerinin Kısalması

- Genelde ekonomik ömrü 50 yıl olarak belirlenen bazı barajların aşırı erozyon etkisiyle planlanmış ölü hacimlerinin 15-20 yılda (Karamanlı 13, Altınapa 10, Kartalkaya 19, Kemer 22 yıl) dolduğu görülmektedir. Fırat üzerinde tesis edilen Türkiye’de akarsularla birlikte alandan taşınan toprak, ABD’nin 7, Avrupa’nın 17 ve Afrika’nın 22 katı daha fazla düzeydedir.
- Fırat Nehri, yılda 108 milyon ton, Yeşilirmak 55 milyon ton toprak taşımaktadır. Her yıl Keban barajı’na 32 milyon, Karakaya Barajı’na 31 milyon ton toprak birikmektedir. Erozyonla yılda 90 milyon ton bitki besin maddesi toprak birlikte yitirilmektedir. Her yıl tarım alanlarından 500 milyon ton, tüm ülke yüzeyinden 1,4 milyar ton verimli üst toprak, erozyonla kaybedilmektedir. Kaybedilen bu topraklar, 25 cm kalınlığında, yaklaşık 400 bin hektar genişliğinde bir araziye eşdeğerdir.

■ Kırsaldan Kente Göçün Hızlanması

■ Meraların ve Ormanların Bitki Örtüsünün Zayıflaması

Tarım Alanı Erozyonunun minimuma indirgenmesi

- Teraslama
 - Teraslama arazi eğimini düşürerek suyun hızını ve aşındırıcı potansiyelini azaltır.
- Kontur nadaslıma
 - Teraslamaya benzer şekilde suyun eğim aşağı hızını yavaşlatır.
- Bitki ekilmesi rüzgarının ve suyun hızını azaltır. Bitkiler kökleri vasıtasıyla toprağa ayrıca ek bir mukavemet katar.
 - Tarım mahsulleri arasına örtü bitkisinin ekilmesi ve tarım sezonları arasında toprakta anız bırakılmış sürül tarımın minimuma indirgenmesi toprak erozyonunu azaltmakta
- Rüzgar siperlerinin dikilmesi rüzgarı yavaşlatır ve rüzgar erozyonunu azaltır.

Carla W. Montgomery, Environmental Geology, 5th edition. Copyright © 1998 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Creating Near-Ground Irregularities Decreased Wind Velocity



B

Contour Plowing/Planting Impedes Water Flow



A

Terracing Creates “Steps” of Shallower Slope



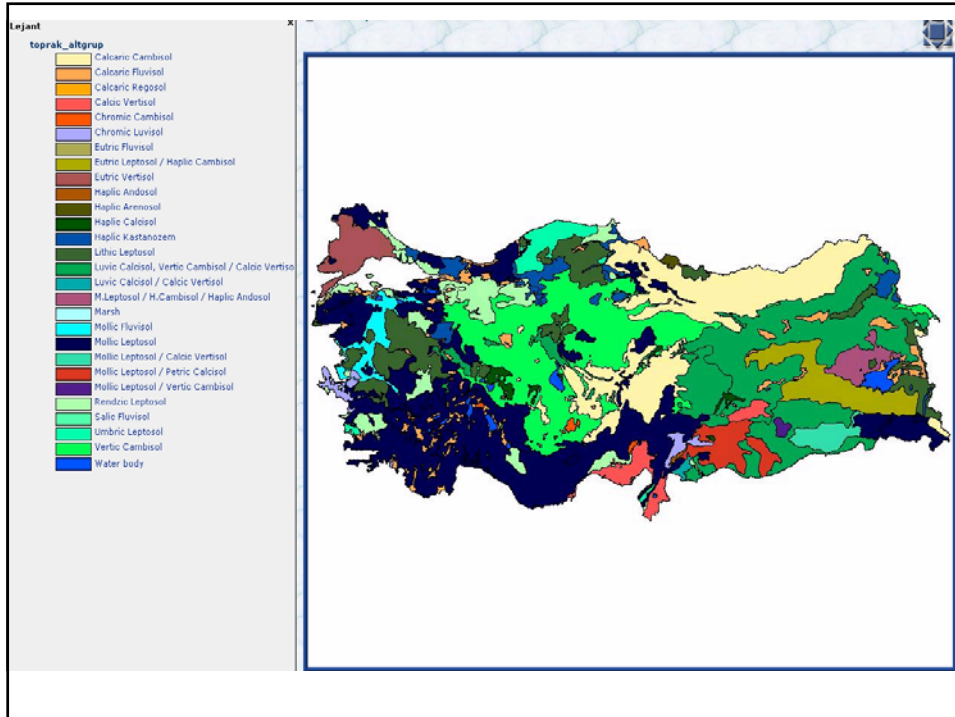
B

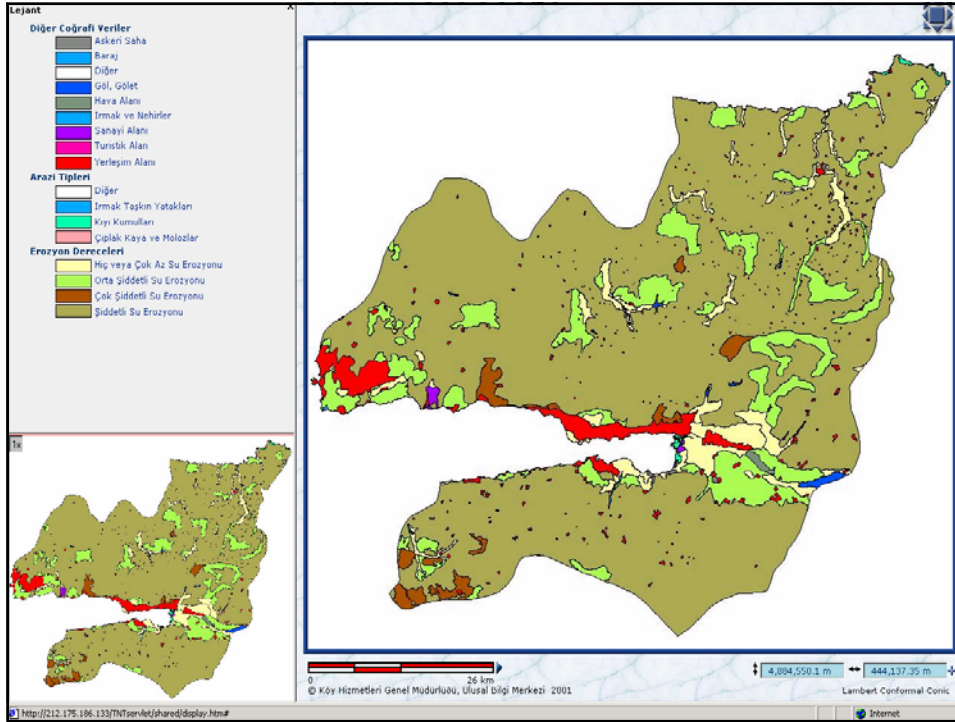
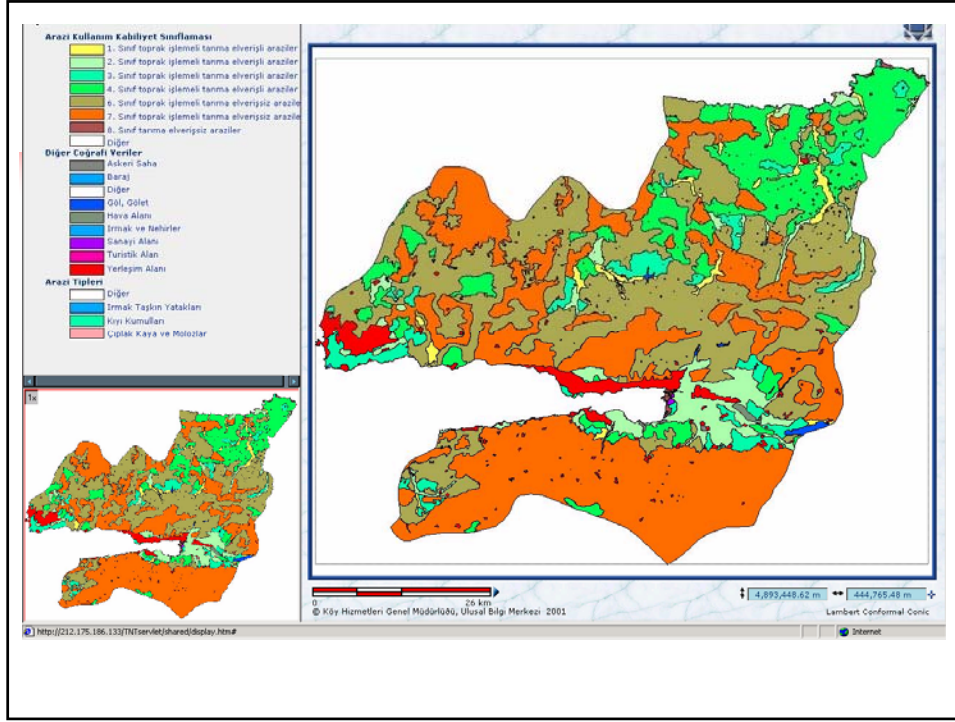
TOPRAK EROZYON ORANLARI

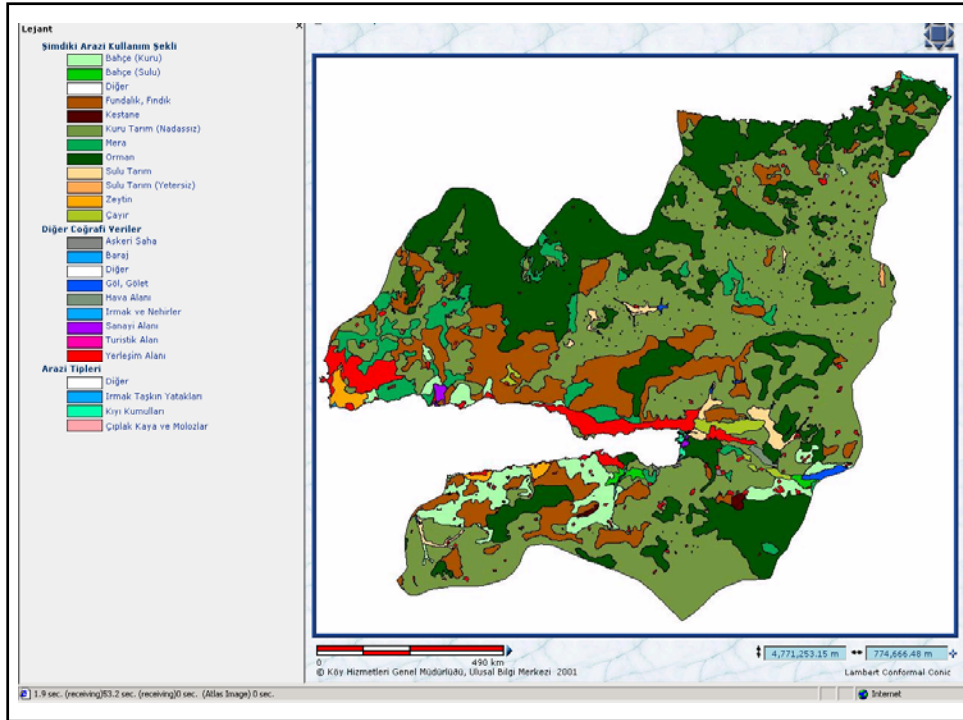
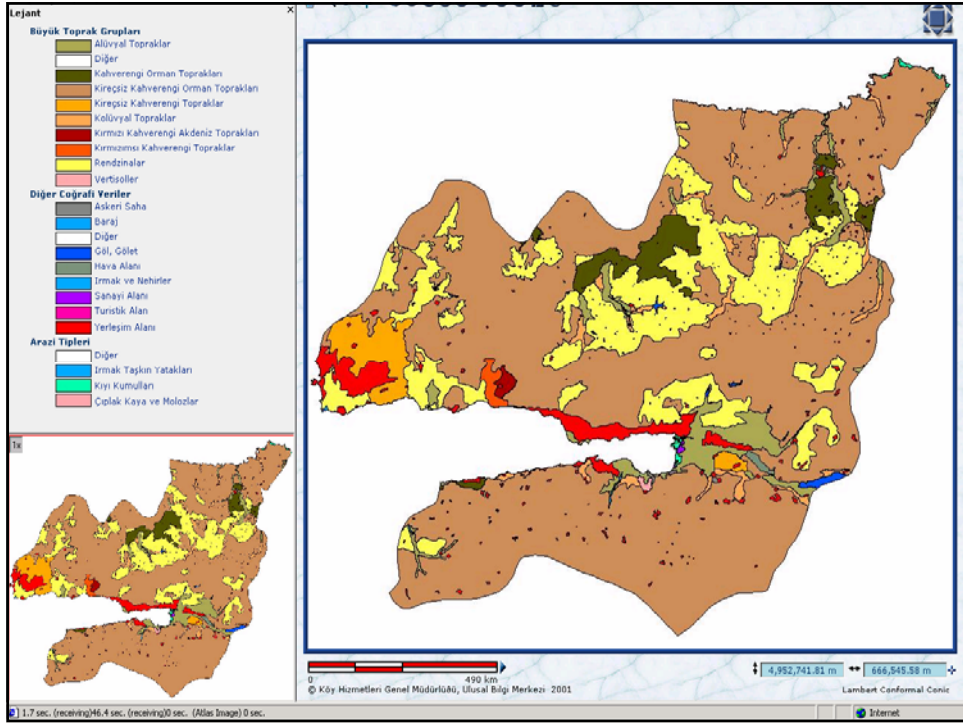
- Musgrave (1947) 40,000 fırtına üzerinde yaptığı toprak kaybı ölçümlerine göre
 - Toprak erozyon kayıpları, toprağın erozyona karşı hassasiyetine, yüzey akışın uzunluğuna ve eğimine, max. 30 dakikalık yağmur yağışına ve örtü faktörüne bağlı olduğunu tespit etmiş
- Evrensel toprak kaybı formülü $A=RKLSCP$
 - A= araştırma alanındaki yıllık ortalama toprak kaybı (tons/ acre)
 - R= yağış erozyon faktörü; $R= 0.01\Sigma EI$; $E=(916+331\log I)$
 - E= kinetik enerji (foot-tons acre-inch)
 - I=yağış miktarı (inches/hr)
 - K=Toprağın erozyona uğrama hassasiyeti indeksi (tons/acre)
 - LS= Yamaç uzunluğu-eğim faktörü
 - C=Toprak örtüsü faktörü
 - P= Erozyon kontrol faktörü

TOPRAK İNCELEMELERİ VE ARAZİ KULLANIMI PLANLAMASI

- Toprak incelemeleri, hemen hemen tüm mühendislik proje planlamalarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. **Amaç:** İnşaat öncesi bir alandaki potansiyel sorunları belirlemek için gerekli bilgiler elde etmek.
- Toprak incelemeleri şunlardan oluşmalı
 - Toprağın tarifi (içeriği, renk, yapı)
 - Toprağın kalınlığını ve yanal yönde dağılımlarını gösteren haritalar
 - Toprağın dayanıklılığını, nem oranını, tane boyu belirlemek için yapılan testler
- Uygun bir şekilde kullanıldığında haritalardan elde edilen bilgiler arazi kullanımı planlamalarında çok faydalı olabilir. Topraklar, konut, fabrika, septik tank sistemleri, yollar, parklar vb. yapılar için uygunluk derecelerine göre sınıflandırılabilirler.
- Arazilerin belli yapılar için uygun derecesini tespit etmek için yardımcı toprak parametreleri: eğim, nem oranı, geçirimsizlik, ana kayaya olan derinlik, erozyona maruz kalabilirliği, taşıma gücü, korozyon potansiyeli, şişme-büzülme potansiyeli.









Toprak ve su kaynakları ulusal merkezi

<http://www.khgm.gov.tr/ubm.htm>

http://www.tema.org.tr/index_exp.html