



**ANKARA ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME BÖLÜMÜ**

Ankara University Faculty of Agriculture

Department of Soil science and Plant Nutrition

*"Tarım, Çevre ve Yaşam Bilimlerinde Öncü"  
"Pioneer in Agriculture, Environment and Life Sciences"*

# ZTO 230 Toprak Bilimi Dersi

## Kayaçlar ve Mineraller

# Haftalık ders akışı

1. Toprak Bilimine Giriş
2. Toprak Ana Maddesi
- 3. Kayaçlar ve Mineraller**
4. Toprak Oluşumu ve Karakter Kazandıran etmenler
5. Toprak Profili ve Horizonlar
6. Toprak Fiziksel Özellikleri
7. Ara Sınav Haftası
8. Toprak Kolloidleri (Toprak Kimyasal Özellikleri)
9. Toprak Reaksiyonu (Toprak Kimyasal Özellikleri)
10. Bitki Besin Maddeleri (Toprak Kimyasal Özellikleri)
11. Toprak Suyu
12. Toprak Biyolojisi
13. Toprak ve Su Koruma
14. Toprak Sınıflandırma Sistemleri

- **Topraklar, yerküresinin en üst bölümünde bulunan kayalar, mineraller ve organik maddelerin çeşitli doğal faktörlerin etkileriyle parçalanması, ayrışması ve ayrışan bir kısım ürünlerin tekrar birleşerek yeni bileşimler oluşturması sonucu oluşan ana materyal üzerinde gelişmektedirler. Oluşan topraklar, özellikle başlangıçta, kendilerini meydana getiren ana materyalin etkisi altında bulunmaktadır. Toprağın verimliliği ana materyalin çeşidi ile çok yakından ilgilidir. Ancak bu ilişki zaman akışı içinde, iklimin etkisi ile yavaş, yavaş zayıflamaktadır.**
- **Topraklar esas itibariyle, 1- Kaya ve mineraller(inorganik materyal) ve 2- Kısmen ayrışmaya uğramış bitkisel dokular(organik materyal) olmak üzere iki ana materyal grubundan oluşmaktadır. Bunlardan birinci grup daha büyük bir yer tutmaktadır.**



# Mineraloji

► Bir mineral, doğal bir inorganik madde olup, kimyasal bileşimi ya belirlidir ya da belirli sınırlar dâhilinde değişiklikler göstermektedir.

- ❖ Kristal şekli
- ❖ Dilinim
- ❖ Sertlik
- ❖ Renk çizgileri
- ❖ Özgül ağırlık
- ❖ Çözünürlük
- ❖ Kırılma
- ❖ Yansıtma



**Kuvars** silisyum dioksit ( $\text{SiO}_2$ ) (oksit minerali)



**Kalsit** kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) (karbonat minerali)

# Mineraloji

- Oksijenin, silisyum ve demir gibi elementler ile birleşmesi sonucu meydana gelen  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  gibi bileşiklere oksit mineralleri adı verilmektedir.
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ve  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  gibi bazı bileşiklerin  $\text{CO}_2$  ile birleşmesi sonucu, toprak oluşumunda büyük önem taşıyan karbonat mineralleri oluşmaktadır.
- En fazla mineral türünü içeren grup silikat grubu olup, bunlar Ca, Mg, Na, K, Fe ve Al'un ortosilisik asit ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ), metasilisik asit ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) ve polisilisik asit ( $\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_8$ ) gibi çeşitli silis asitleri ile bağlanması sonucu meydana gelen bileşikleridir. Bu bileşiklerde alüminyum, alümino silikatları oluşturan negatif kökün bir parçası olarak rol oynamaktadır. Bu bileşiklerin birçoğu veya bunlardan oluşan sekonder bileşikler bünyelerine su alarak hidrate olmaktadır.



# Mineraloji

- Bir mineral, ergimiş magmatik kitlenin soğuyarak sertleşmesi sonucunda meydana gelmiş ise, buna **primer mineral** adı verilmektedir. Eğer bir mineral, primer minerallerin sıcaklık, gaz ve sıvıların etkisi ile değişmesi sonucunda meydana gelmiş ise buna **sekonder mineral** denilmektedir. Kuvars (oksit minerali) ve feldispatlar (silikat minerali) primer, karbonat mineralleri, bazı oksit mineralleri ve kil minerallerinin çoğunluğu sekonder minerallerdir.

# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller

## SİLİKAT GRUBU

- Feldispatlar
- Sodyum, kalsiyum ve potasyumun alumino silikatlarına feldispatlar denilmekte olup, yer kabuğundaki püskürük ve tortul kayalarda yaklaşık %60 oranında bulunan mineral grubunu oluşturmaktadırlar.
- Bunlar genellikle sert olup beyazdan, sarı, pembe ve kırmızıya kadar değişen renklere sahiptirler. Doğal dilinim yüzeyleri çok parlak bir görünümde dir.
- Potasyumlu bir feldispat olan ortoklas topraklarda çok yaygındır ve topraktaki potasyumun büyük bir kısmının kaynağını oluşturmaktadır. Feldispatlar bir çok püskürük kayalarda ve toprakta kolaylıkla teşhis edilebilirler.



**Ortoklaz;**  $KAlSi_3O_8$

## SİLİKAT GRUBU

# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller

- Amfibol ve Piroksenler
- Amfibol ve piroksenler kalsiyum-magnezyum-sodyum-aluminyum silikatlardır. Bunlar çok küçük kristallerden oluşmuşlardır. Cilalı, parlak ve ışıldayan görünümleri vardır. Genellikle koyu yeşil ve siyah renklidirler. Püskürük kayaların yapılarında %17 oranında bulunurlar, fakat kolaylıkla ayrışmaya uğrarlar.
- Topraklarda çoğunlukla bol bulunmamalarına karşın, kalsiyum, magnezyum, sodyum ve demirin çoğunun kaynağını oluşturmaktadırlar. Kil minerallerinin oluşumunda da oldukça önemli rol oynamaktadırlar.





# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller

## SİLİKAT GRUBU

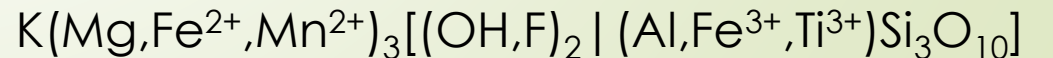
- Mikalar
- Mikalar, kayalarda geniş bir dağılım gösteren, levha şekilli, esnek minerallerdir. Potasyum, magnezyum, sodyum ve lityum'un silikatlarında olduğu gibi, bunlar da çok ince levhacıklardan ibaret kümeler oluşturmaktadırlar. Toprağın bileşiminde oldukça önemli rol alan bazı sekonder kil minerallerinin oluşumunda rol oynamaları dolayısıyla dikkati çekmektedirler.
- İki grup mika mevcuttur. Beyaz renkli mikaya muskovit, siyah renkli mikaya biotit adı verilmektedir. Potasyum-aluminyum silikat yapısına sahip olan muskovit ayrışmaya fazla dayanıklıdır. Demir-magnezyum-aluminyum silikattan ibaret olan biotit, kolayca okside olabilen demiri içermesi nedeni ile kolaylıkla ayrışabilen bir mineraldir.



**Muskovit;**  $KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$



**Biotit;**



# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller

## OKSİT GRUBU

- Kuvars,  $\text{SiO}_2$ ' in kaya ve topraklarda en fazla bulunan bir şeklidir. Çok serttir. Çeliği çizebilir ve hidroflorik asitin dışında bütün asitlere karşı büyük bir dayanıklılık gösterir. Kırıldığı zaman dilinim çizgileri vermez, kavisli kırılma kenarları gösterir. Bir çok topraklarda en fazla yer alan mineraldir. Genellikle kırmızı veya sarı demir oksitlerden ibaret bir manto ile kaplı kum taneleri olarak gözükmektedir.



## OKSİT GRUBU

# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller

- Demir Oksitler
- En fazla rastlanan demir oksitler, magnetit, hematit, göthit ve limonittir. Bunların varoluşu kayalarda ve topraklarda genellikle gözlenen sarı, kahverengi ve kırmızı renklere neden olmaktadır. Magnetit genellikle iri taneler halinde bağımsız bulunmasına karşılık, diğerleri daha iri minerallerin yüzeylerinde ince tanecikler halinde yapışık durumdadırlar. Demir oksitler çok yumuşak ve ağırdırlar. Bünyelerine artan miktarlarda su alarak renklerini kırmızıdan sarıya doğru değiştirirler. Toprak mineralleri arasında önem bakımından en üst düzeylerde bulunan gruplardan biridir.



**Hematit;**  $Fe_2O_3$



**Magnetit;**  $Fe_3O_4$



# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller

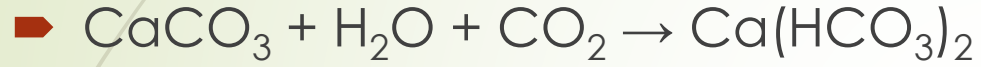
## KARBONAT GRUBU

- Karbonatlar
- Toprakta yer alan belli başlı karbonat mineralleri, kalsiyum, magnezyum ve demir karbonatlardır. Kalsiyum karbonata, **kalsit**, magnezyum karbonata, **magnezit**, kalsiyum-magnezyum karbonata, **dolomit**, demir karbonata, **siderit** adı verilmektedir. Bu mineraller çok yumuşak olup, asitle tepkimeye girdiklerinde kolaylıkla çözünürler ve CO<sub>2</sub> gazını açığa çıkarırlar.
- Kalsit , mermerin, kalsiyum-magnezyum karbonat ise dolomitin ana yapı maddeleridir. Dolomit ve kalsit bütün kireç taşlarının ana yapısını oluştururlar. Bu mineraller kolaylıkla ayrışır ve yağışlı bölgelerde yağmur suları ile yüzey katlarından alt katlara ve taban suyuna doğru yıkanılırlar. Yağışların azaldığı yerlerde, yüzeyden yıkanan minerallerin bir kısmı toprağın alt katlarında tekrar çökerler.



# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller

## KARBONAT GRUBU



- ➔ Kireç taşlarının toprak idaresindeki önemi büyüktür. Bunlar ince öğütülerek, yüksek toprak asitliğini düşürmek ve bitkiler için kalsiyum ve magnezyum sağlamak amacı ile kullanılırlar.
- ➔ Toprakta çok az miktarlarda bakır, manganez ve çinko karbonatlara da rastlanmaktadır. Bütün bu karbonatlar bitki beslenmesinde önem taşımaktadırlar



**Dolomit;**  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller

## FOSFAT GRUBU

- Fosfatlar
- Topraktaki fosfat minerallerinin miktarının az olmasına karşın, fosforun çok önemli bir bitki elementi olması nedeni ile, mevcut miktarlar büyük bir önem taşımaktadır. **Apatit** minerali fosforlu bir mineral olup, bazı püskürük kayalarda ve çok az ayrılmış topraklarda, küçük kristaller halinde yer almaktadır. Özellikle yağışlı bölgelerin asit topraklarında çok az miktarlarda bulunmaktadır. Asit topraklardaki fosforun büyük bir kısmı yararlı olmayan demir, alüminyum ve organik fosfat bileşiklerine dönüşmüştür. Çok küçük miktarlarda bulunan fosforlu mineraller, demir fosfat (**strengit**), **vavellit** ve ara sıra rastlanan **vivianittir**.



**Apatit;**  $\text{Ca}_5[\text{OH} | (\text{PO}_4)_3]$

# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller

## Diğer Mineraller

- Pirit
- Demirli minerallerin topraklarda rastlanılanlarından biri de **pirittir**. Pirit daha çok kayalarda ve ara sıra topraklarda bulunur.
- Parlak sarı rengi dolayısıyla yalancı altın olarak adlandırılır. Ayrışması ile bir yandan demir iyonları, öte yandan da kükürt ve dolayısıyla  $SO_4$  iyonlarının oluşmasına neden olarak, bitki beslenmesine katkıda bulunur.



**Pirit; FeS<sub>2</sub>**



# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller

## Diğer Mineraller

- Jips
- Kurak bölge topraklarında bolca rastlanan **jips** ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), yağışlı bölge topraklarında bulunmaz. Jipsin kaya halinde bulunan susuz şekli anhidrit ( $\text{CaSO}_4$ ) dir. Bu mineral bir yandan toprakların kükürt gereksinimlerini karşılamak üzere verilirken, öte yandan kurak bölgelerdeki alkali toprakların ıslahında kullanılmaktadır.





# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller

## KİL MİNERALLER

- **Kil Mineralleri**
- Kil mineralleri, topraklar ve bitki beslenmesi için çok önemli olan bir mineral grubunu oluşturmaktadırlar. Bunlar, feldispat, mika ve diğer silikatların ayrışmaları ile oluşan hidro alüminyum ve demir silikatlarıdır. Bunların çok büyük bir bölümü sekonder mineraller şeklindedirler. Topraklarda ve bir çok tortul kayalarda bol miktarlarda bulunurlar. Toprakların kolloidal veya ince kil kısmı büyük ölçüde bu minerallerce temsil edilmektedir. Bunlar, potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum gibi bitki besin elementlerini yıkanmaya karşı koruyan ve bitkilerin emrine verilmek üzere saklayan çok önemli mekanizmayı oluşturmaktadırlar.
- Kil mineralleri çok yüksek bir kimyasal aktiviteye ve kuvvetli bir adhezyon ve su tutma kapasitesine sahiptirler. Bunlar toprakların fiziksel özellikleri üzerinde çok etkilidirler ve toprakların yapısı, canlılığı, ve verimi konularında büyük bir rol oynamaktadırlar.

# Toprağın yapısında bulunan önemli mineraller- Killer



## Kayaçların bileşimine giren başlıca mineraller ve özellikleri;

Mineral	Kimyasal Bileşimi	Kristal Sistemi	Dilinimi	Sertliği (Mohs)	Yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )
Kuvars	SiO <sub>2</sub>	Heksagonal	± Yok	7	2,65
Ortoz-Sanidin	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Monoklinal	İyi, çok iyi	6	2,56
Albit	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Trikilinal	Çok iyi	6	2,62
Anortit	CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	Trikilinal	İyi	6	2,72
Nefelin	NaAlSiO <sub>4</sub>	Heksagonal	Zayıf	6	2,60
Lösit	KAlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	Kübik	Zayıf	6	2,47
Biyotit	K(Mg,Fe) <sub>3</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>	Monoklinal	Çok iyi	2,5	2,80
Muskovit	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>	Monoklinal	Çok iyi	2,5	2,90
Klorit	(Mg,Fe,Al) <sub>6</sub> (Al,Si) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>3</sub>	Monoklinal	Çok iyi	2,5	2,60-3,30
Ojit	Ca(Mg,Fe,Al)(Al,Si) <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	Monoklinal	İyi	6	3,25-3,55
Enstatit	MgSiO <sub>3</sub>	Ortorombik	İyi	6	3,20-3,90
Hornblend	NaCa <sub>2</sub> (Mg,Fe,Al) <sub>5</sub> (Si,Al) <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Monoklinal	İyi	6	3,0-3,4
Pirop	Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Kübik	Yok	7-7,5	3,56
Almandin	Fe <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Kübik	Yok	7-7,5	4,32
Olivin	(Mg,Fe) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	Ortorombik	Belirsiz	6,5	3,22
Apatit	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (F,Cl,OH)	Heksagonal	Belirsiz	5	3,20
Zirkon	ZrSiO <sub>4</sub>	Tetragonal	Belirsiz	7,5	4,60-4,70
Andalusit	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	Ortorombik	Orta	7,5	3,15
Kalsit	CaCO <sub>3</sub>	Trigonal	Çok iyi	2,7 (3)	2,71
Jips	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Monoklinal	Çok iyi	2	2,50-2,80



# Toprak ve toprak oluşturan kayalarda en fazla yer alan mineraller

Mineral grupları ve türleri	Kimyasal yapı	Bulunduğu yer	
		Kayalarda	Toprakta
	<b>Meta Silikatlar (<math>H_2SiO_3</math> tuzları)</b>		
<b>Amfiboller</b>			
a) Tremolit	$Ca_2Mg_5H_2(SiO_3)_8$	Bol	Arasıra
b) Aktinolit	$Ca_2(Mg, Fe)_5H_2(SiO_3)_8$	Bol	Arasıra
c) Hornbländ	$Ca_4Na_2(Mg, Fe)_8(Al, Fe, Ti)_6Si_{12}O_{44}OH$	Bol	Arasıra
<b>Piroksenler</b>			
a) Enstatit	$(Mg, Fe)_2(SiO_3)_2$	Bol	Arasıra
b) Diopsit	$Ca, Mg (SiO_3)_2$	Bol	Arasıra
c) Ojit	$Ca Mg (SiO_3)_2 + (Mg, Fe) (Al, Fe)_2 SiO_6$	Bol	Arasıra
	<b>Orta silikatlar (<math>H_4Si_3O_8</math> tuzları)</b>		
<b>Mikalar</b>			
a) Muskovit	$KH_2Al_3(SiO_4)_3$	Bol	Bol
b) Biotit	$KH_2(Mg, Fe)_3Al (SiO_4)_3$	Bol	Arasıra
Epidot	$Ca_2(Al, Fe)_3OH (SiO_4)_3$	Bol	Yaygın
Olivin	$(Mg, Fe)_2SiO_4$	Bol	Nadir
	<b>Poli silikatlar (<math>H_4Si_3O_8</math> tuzları)</b>		
<b>Feldspatlar</b>			
a) Ortoklas	$K Al Si_3O_8$	Bol	Bol



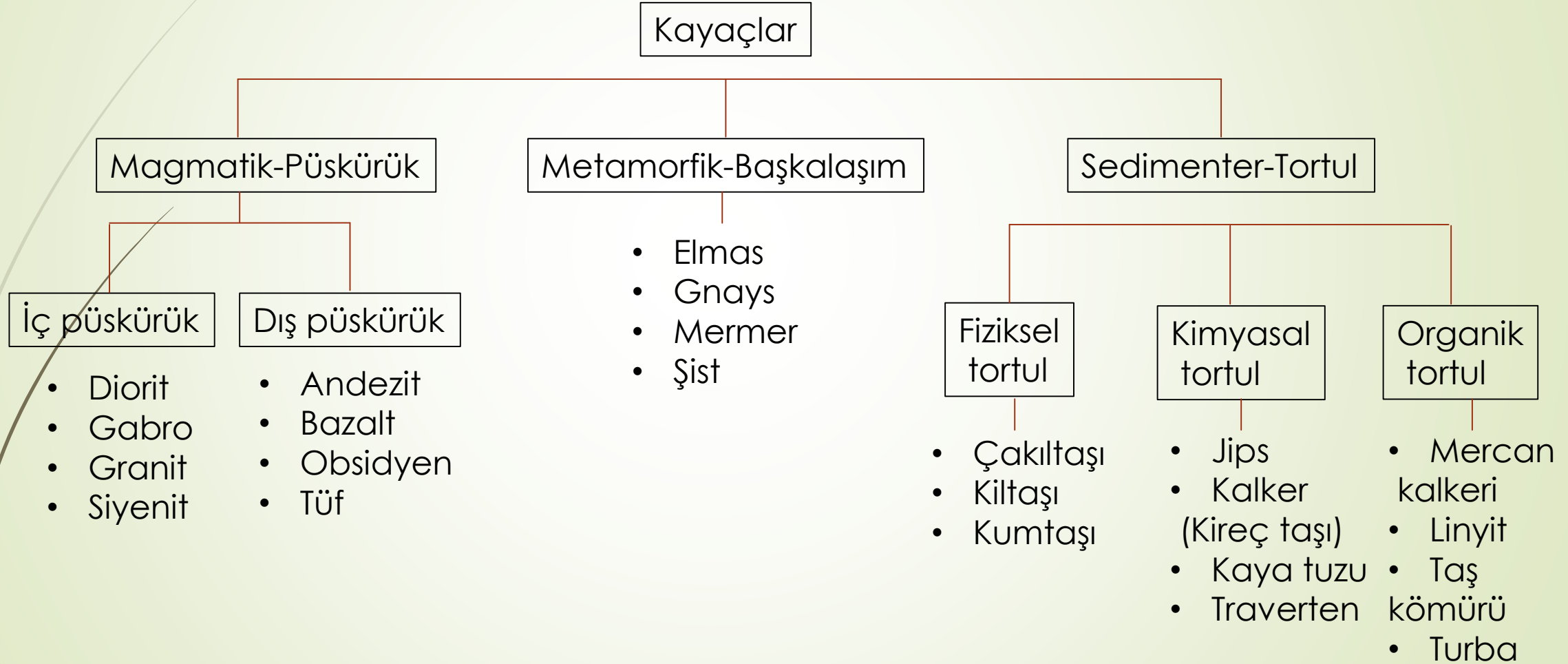
# Toprak ve toprak oluşturan kayalarda en fazla yer alan mineraller

Mineral grupları ve türleri	Kimyasal yapı	Bulunduğu yer	
		Kayalarda	Toprakta
b) Albit	$\text{Na Al Si}_3\text{O}_8$	Bol	Yaygın
c) Anortit	$\text{Ca Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	Arasıra	Nadir
d) Anortoklas	$\text{K Al Si}_3\text{O}_8 + \text{Na Al Si}_3\text{O}_8$	Arasıra	Nadir
e) Plajiolklas	$\text{Na Al Si}_3\text{O}_8 + \text{Ca Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	Arasıra	Nadir
<b>Oksidler</b>			
<b>Silisyum dioksitler</b>			
a) Kuvars	$\text{SiO}_2$	Bol	Bol
b) Kristobalit	$\text{SiO}_2$	Arasıra	Arasıra
c) Kalsedon	$\text{SiO}_2$	Arasıra	Arasıra
<b>Demir oksitler</b>			
a) Hematit	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	Bol	Bol
b) Götüt	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Yaygın	Yaygın
c) Limonit	$2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Yaygın	Bol
d) Ksantosiderit	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	Arasıra	Yaygın
e) Limnit	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	Nispeten az	Yaygın
f) Magnetit	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	Yaygın	Yaygın
<b>Aluminyum oksitler</b>			
a) Korundum	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Yaygın	Nadir
b) Diaspor	$\text{AlO}(\text{OH})$	Yaygın	Nadir
c) Gibsit	$\text{Al}(\text{OH})_3$	Yaygın	Arasıra
<b>Manganez oksitler</b>			
a) Manganit	$\text{MnO}(\text{OH})$	Nispeten az	Nadir
b) Hausmannit	$\text{Mn}_3\text{O}_4$ veya $\text{MnO} \cdot \text{Mn}_2\text{O}_3$	Nadir	Nadir
c) Pirolusit	$\text{MnO}_2$	Yaygın	Yaygın

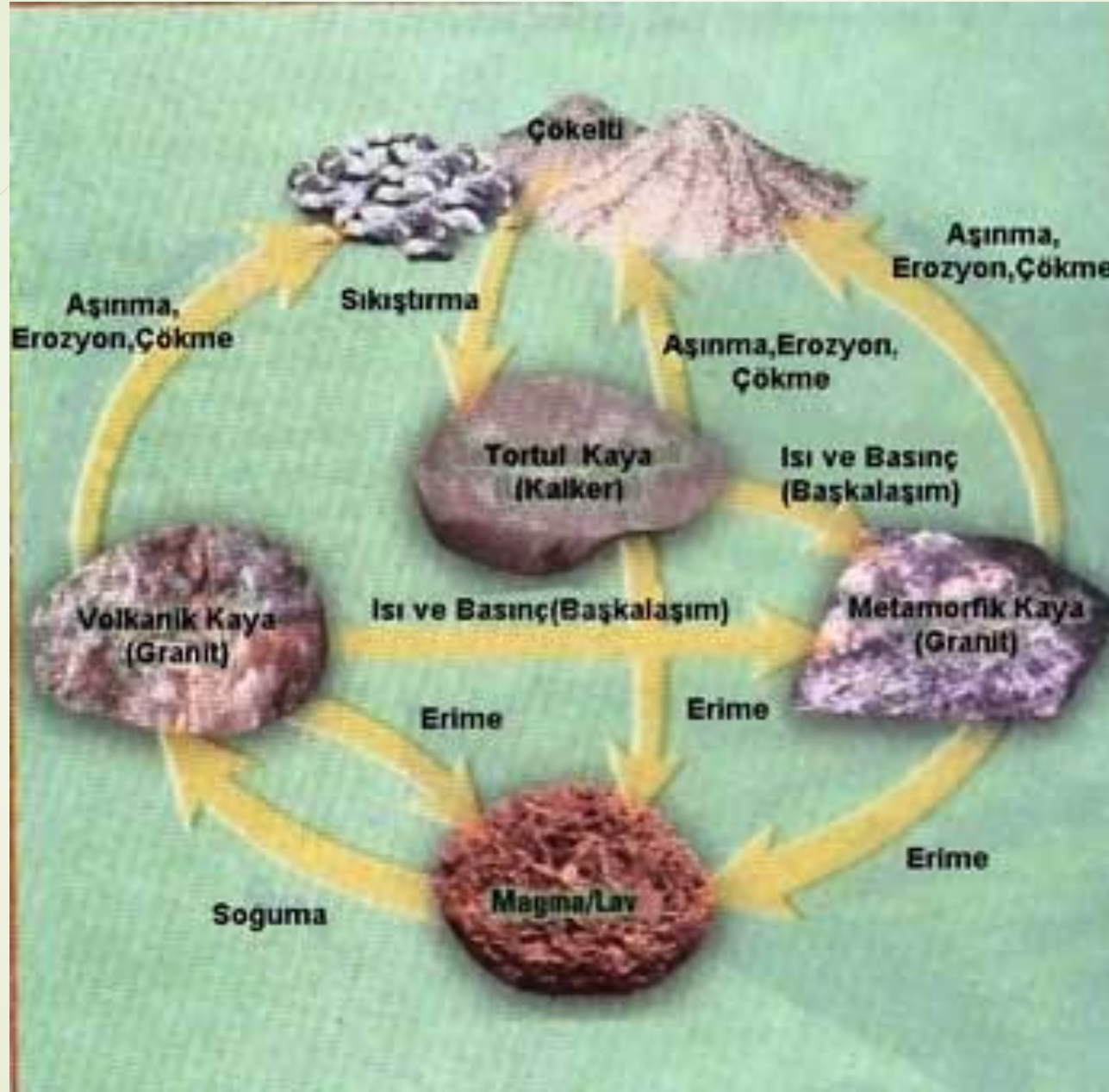
# Toprak ve toprak oluşturan kayalarda en fazla yer alan mineraller

<b>Titan oksidler</b>			
a) Rutil	TiO <sub>2</sub>	Yaygın	Yaygın
b) İlmenit	Fe TiO <sub>3</sub>	Yaygın	Arasıra
	<b>Karbonatlar (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tuzları)</b>		
Kalsit	Ca CO <sub>3</sub>	Bol	Yaygın
Magnesit	Mg CO <sub>3</sub>	Arasıra	Nadir
Dolomit	Ca Mg (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Bol	Arasıra
Siderit	Fe CO <sub>3</sub>	Yaygın	Nadir
	<b>Fosfatlar (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> tuzları)</b>		
Apatit	Ca <sub>5</sub> (F, Cl, OH) (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Yaygın	Arasıra
Strengit	Fe PO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	Arasıra	Nadir
Vavelit	Al <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 5 H <sub>2</sub> O	Arasıra	Nadir
Vivianit	Fe <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 8 H <sub>2</sub> O	Nadir	Nadir
	<b>Diğer Mineraller</b>		
Pirit	Fe S	Yaygın	Arasıra
Turmalin	H <sub>4</sub> Na Mg <sub>3</sub> B <sub>3</sub> Al <sub>6</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>31</sub>	Yaygın	Yaygın
Zirkon	Zr SiO <sub>4</sub>	Yaygın	Yaygın
Jips	Ca SO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	Yaygın	Arasıra
Kaya tuzu	Na Cl	Yaygın	Yaygın
Şili güherçilesi	Na NO <sub>3</sub>	Arasıra	Arasıra
	<b>Kil Mienralleri (Hidros Fe ve Al Sili-</b>		
	<b>katlar</b>		
Kaolinit	Al <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Yaygın	Yaygın
Montmorillonit	Al <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	Yaygın	Yaygın
Nontronit	Fe <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	Nadir	Nadir
Hidros mika	K Al <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> (Al, Si) <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	Yaygın	Yaygın

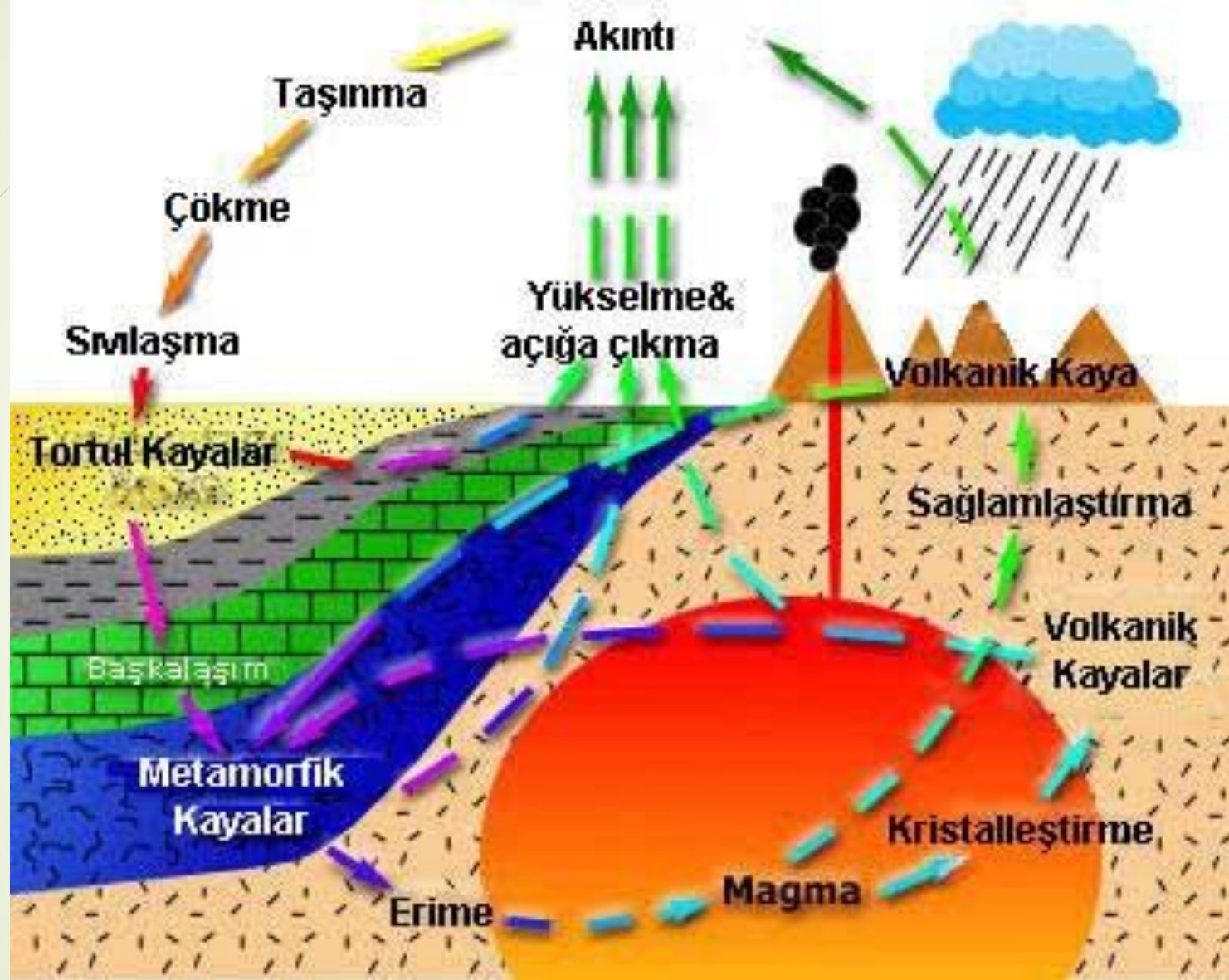
## KAYAÇLARIN SINIFLANDIRILMASI











# Püskürük kayalar

Magmanın arz kabuğunun çeşitli derinliklerinde soğuması sonucunda oluşmuşlardır. Arzın derinliklerinde yavaş yavaş soğuma sonucu iri kristaller oluşturarak oluşan kayalara iç püskürük; arzın yüzeyine yakın kısımlarda çabuk ; soğuduklarından iri kristaller geliştiremeden oluşan püskürük kayalara da dış püskürük kayalar adı verilmektedir.

<b>Püskürük Kayalar</b> Ergimiş magmanın soğuması ile oluşmuşlardır.	<b>Granit</b> — Genellikle açık renklidir. İri ve orta büyüklükteki mineral kristallerinden oluşmuştur. İç Püskürüktür.	Fazla miktarda kuvars ve feldispatlarla, az miktarda mika, amfibol ve demir oksitleri kapsamaktadır.
	<b>Diorit</b> — Gri ve koyu gri renklidir. İri ve orta büyüklükteki mineralerden ibarettir. Dış Püskürüktür.	Kuvars azdır veya hiç yoktur. Fazla miktarda feldispatlar ve anfiboller ile az miktarda mika ve demir oksitleri içermektedir.
	<b>Bazalt</b> — Koyu gri ve siyah renklidir. Yoğun ve ince tanelidir. Dış Püskürüktür.	Hiç kuvars yoktur. Önemli miktarda feldispat ve piroksen, az miktarda demir oksid ve biotit içerir.



GRANİT



DİYORİT



BAZALT





# Tortul kayalar

Mineral materyalleri ile birlikte kum, silt ve kil gibi ayrışma ürünlerinin, genellikle topografyanın en alçak yerlerinde, sulu ortamlarda çökmesi ve sonra büyük basınçlar etkisi ile kaya şeklinde pekişmesi suretiyle oluşmuşlardır.

<b>Tortul Kayalar</b> Ayrışma ürünlerinin pekişmesi suretiyle oluşmuşlardır.	<b>Kum taşları</b> — Griden kırmızıya kadar değişen renge ve genellikle granüler ve poröz strüktüre sahiptirler.	Esas itibariyle kuvars, bir miktar kalsiyum karbonat, demir oksit ve kil gibi çimento maddelerinden oluşmuşlardır.
	<b>Şeyl'ler</b> — Açıktan koyuya kadar değişen çeşitli renklerde, ince levhalı strüktüre sahip tortul kültelerdir.	Kil mineralleri ve bir miktar da organik madde içermektedirler.
	<b>Kireç taşları</b> — Renkler genellikle açık gri ve sarı olup, ince taneli ve sıkı yapıdırlar.	Esas itibariyle kalsit veya kalsit ve dolomit ile, daha az miktarlarda demir oksitler, kil, fosfatlar ve organik maddelerden oluşmuşlardır.

KUMTAŐI



KİLTAŐI



ŞEYL





# Metamorfik (başkalaşım) kayalar

Hem püskürük hem de tortul kayalardan oluşan, fakat büyük basınçlara ve yüksek sıcaklık derecelerine maruz kaldıklarından, mineral kristallerinin diziliş, şekil ve büyüklükleri değişmiş bulunan kayalardır.

<b>Metamorf kayalar</b> Kayalardan sıcaklık ve basınçlar altında değişime uğrayarak oluşmuşlardır.	<b>Gnays</b> — Birbirini izleyen açık ve koyu renkler gösteren çizgili ve yapraklı tekstüre sahip metamorf kayadır.	Granitlerden oluşur, mineral bileşimi granitinki gibidir.
	<b>Şist</b> — Renk, orijinal kayanınkin benzemekte olup, yapraklı strüktür hakimdir.	Bazalt ve şeyl'lerden oluşur, mineral bileşimi orijinal mineralinki gibidir.
	<b>Kuvarsit</b> — Renk açıktan koyuya değişir. Sıkı ve yeknesak tekstüre sahiptir.	Kum taşlardan oluşur. Mineral bileşimi kum taşlarındaki gibidir.
	<b>Sleyt</b> — Renk griden siyaha değişir. Sıkı ve yumuşak tekstürlüdür.	Şeyl'lerden oluşur. Mineral bileşimi şeyl'inki gibidir.
	<b>Mermer</b> — Renk beyazdan kırmızıya, yeşile ve siyaha kadar değişir. Sıkıdır ve inceden kabaya değişen bir tekstür gösterir.	Kireç taşlarından oluşmuştur. Esas itibariyle kalsit ve dolomitten ibaret olup, az miktarda demir oksit gibi renk maddeleri içerir.