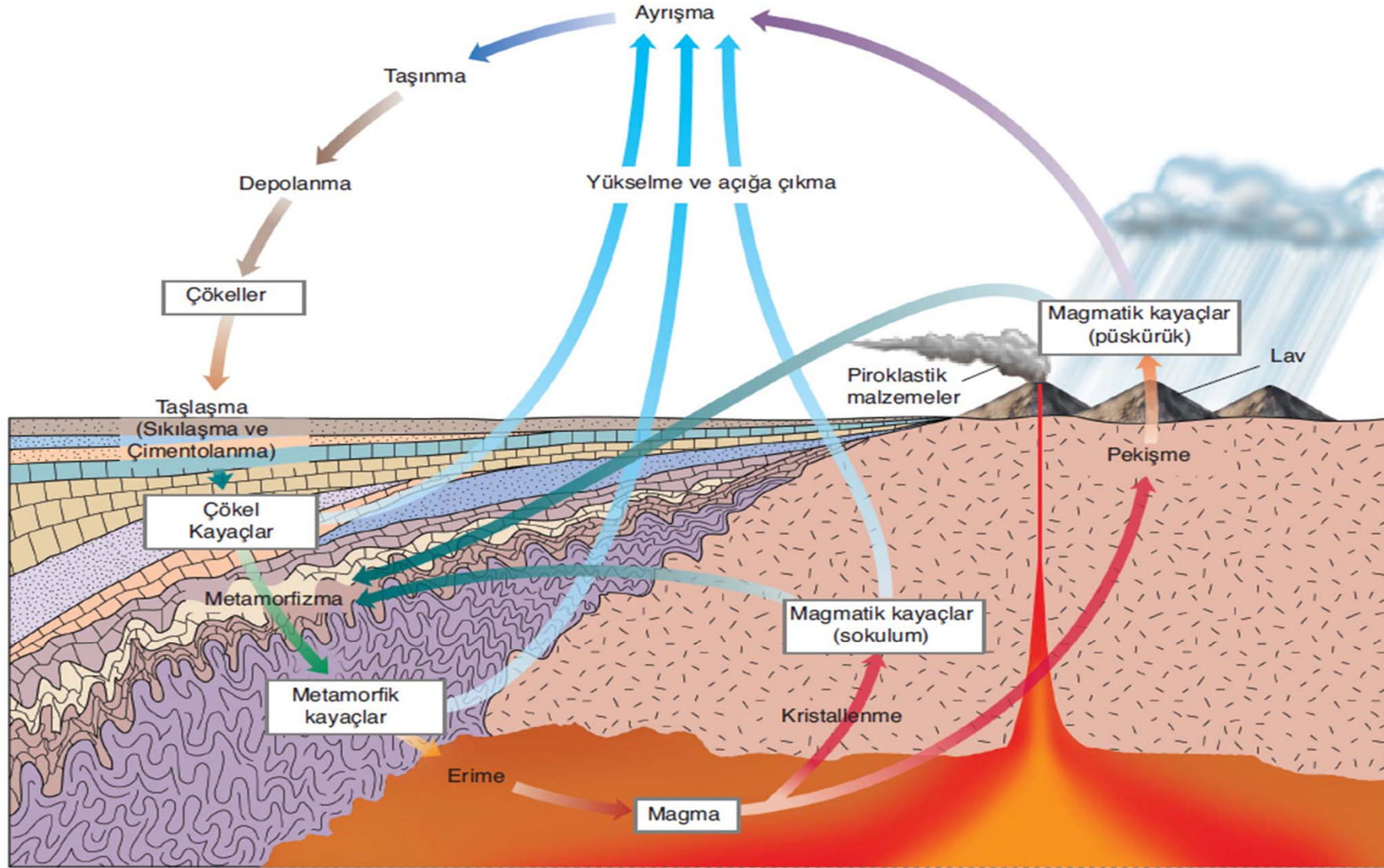


Kayaç, belli fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip doğal olarak oluşan, inorganik, kristal katılar olan minerallerin bir yığışımıdır.



■ Şekil 1.14

(Monroe&Wicander, 2005)

Yeryuvarı'nın iç ve dış süreçleri arasındaki ilişkileri ve üç ana kayaç grubunun birbirleriyle ilişkisini gösteren kayaç döngüsü.

Prof.Dr.Kadir Dirik Ders Notları

Önemli Kayaç Oluşturan Mineraller

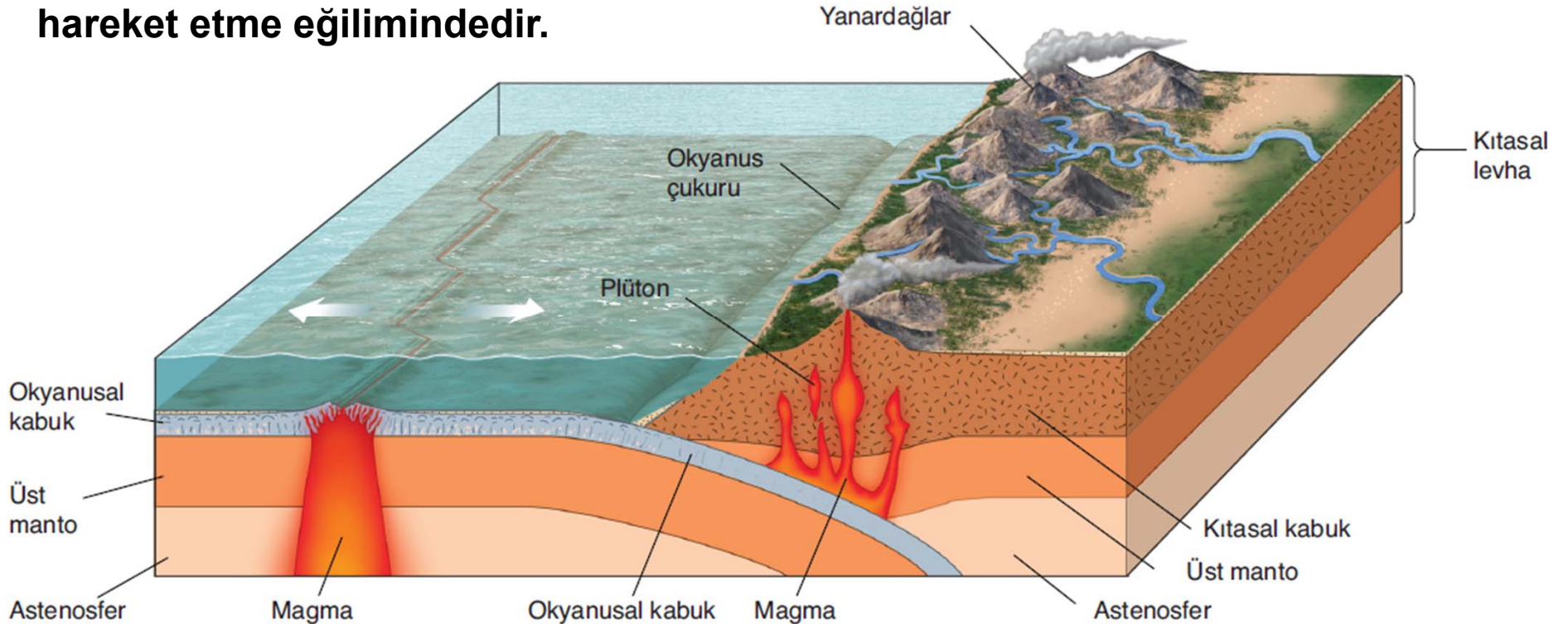
Mineral	Başlıca Bulunduğu Kayaçlar
Ferromagnezyen Silikatlar	
Olivin	Magmatik, metamorfik kayaçlar
Piroksen grubu	
Ojit en yaygın	Magmatik, metamorfik kayaçlar
Amfibol grubu	
Hornblend en yaygın	Magmatik, metamorfik kayaçlar
Biyotit	Bütün kayaç tipleri
Ferromagnezyen Olmayan Silikatlar	
Kuvars	Bütün kayaç tipleri
Potasyum feldispat grubu	
Ortoklaz, mikroklin	Bütün kayaç tipleri
Plajiyoklaz feldispat grubu	Bütün kayaç tipleri
Muskovit	Bütün kayaç tipleri
Kil minerali grubu	Topraklar, çökel kayaçlar, bazı metamorfik kayaçlar
Karbonatlar	
Kalsit	Çökel kayaçlar
Dolomit	Çökel kayaçlar
Sülfatlar	
Anhidrit	Çökel kayaçlar
Jips	Çökel kayaçlar
Halitler	
Halit	Çökel kayaçlar

BÖLÜM 3

Magmatik Kayaçlar ve Plütonik Etkinlik

MAGMA VE LAVIN ÖZELLİKLERİ İLE DAVRANIŞLARI

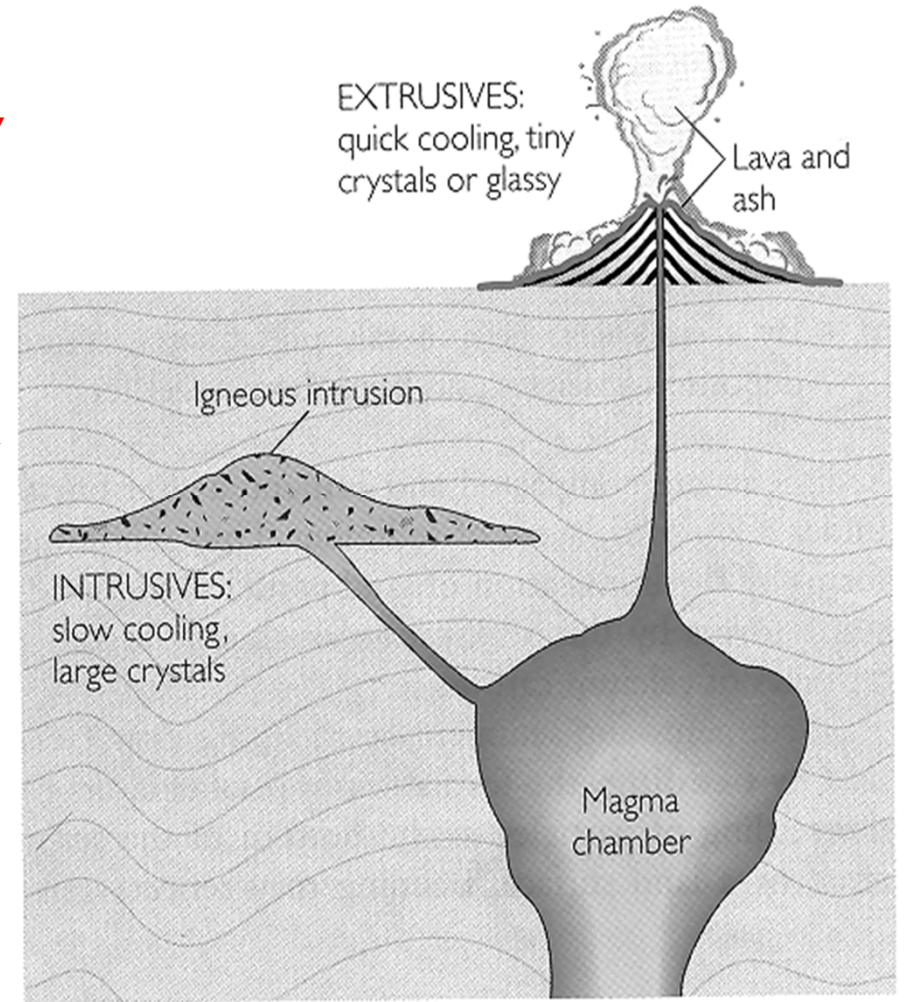
Magma yüzeyin altındaki ergimiş kayadır; yüzeyde aynı malzeme **lav** adını alır. Başka hiçbir ayırım gerekmediğinden iki terim bize sadece ergimiş kayacın yerini gösterir. **Magma, türediği magmadan daha az yoğun olduğunda yüzeye doğru hareket etme eğilimindedir.**



Yüzeye doğru hareket eden magma ya derinliklerde soğuyarak katılaşır ve **derinlik / sokulum / intrusiv** magmatik kayalar oluşturur. Yüzeye ulaşan magma ya **lav akmaları** olarak püskürür ya da atmosfere **piroklastik malzemeler** (Yunanca *pyro*, “ateş” ve *klastos* “kırık, parçalanmış”) olarak bilinen taneler biçiminde kuvvetle dışarı atılır.

Tüm **magmatik kayalar magma kökenli olup** oluşumları iki ayrı süreçle açıklanır.

- (1) Magma ya da lav, mineraller oluşturacak biçimde **soğuyup kristallenir**, ya da
- (2) Volkanik kül gibi piroklastik malzemeler önceleri **gevşek olan partiküllerden pekişerek katı kütleler** oluşturur.



Lav akıntısının soğuması ve piroklastik malzemelerin pekişmesiyle ortaya çıkan magmatik kayalar **volkanik kayalar ya da püskürük magmatik kayalar** olarak nitelenirken magmanın yüzeyin altında soğuyup kristalleştiğinde oluşan kayalar **plütonik kayalar ya da sokulum magmatik kayalar** olarak bilinir.

Magmanın Bileşimi

Yerkabuğunda en bol bulunan mineraller silisyum, oksijen ve diğer elementlerden oluşan silikatlardır. Sonuç olarak kabuktaki kayaların ergimesi büyük ölçüde alüminyum, kalsiyum, sodyum, demir, magnezyum, potasyum ve az miktarlarda başka birkaç elementi içeren çoğunlukla silis bakımından zengin magmalar ortaya çıkarır. Yer'in **üst mantosunda** büyük ölçüde ferromagnezyum silikatlardan oluşan kayaların ergimesi diğer bir magma kaynağıdır. Dolayısıyla bu kaynaktan gelen magma görece daha az silisle daha çok demir ve magnezyum içerir.

Silis çoğu magmanın ilksel bileşenidir ama yine de **silis içeriklerine göre magmalar felsik, ortaç ve mafik olarak çeşitlenir.** % 65 ten çok silisli **felsik magma**, silisçe zengin ve önemli oranda sodyum, potasyum ve alüminyum ile az miktarda kalsiyum, demir ve magnezyum içerir. Tersine **mafik magma** % 52 den az silis içermekle birlikte oransal olarak kalsiyum, demir ve magnezyum içerir. **Ortaç magma** adından anlaşılacağı üzere felsik ve mafik magma arasında bir geçiş bileşimine sahiptir.

Magma Tipi	Silis İçeriği (%)	Sodyum, Potasyum ve Alüminyum	Kalsiyum, Demir ve Magnezyum
Ultramafik	<45	↓ Artar	↑ Artar
Mafik	45–52		
Ortaç	53–65		
Felsik	>65		

Magma ve Lav Ne Kadar Sıcaktır?

Lav akışına tanık olunsun ya da olunmasın lavın çok sıcak olduğu öngörülebilir. Ama ne kadar sıcaktır? Volkanik gazların atmosferle tepkimeye girdiği Hawaii lav gölleri üzerinde **1350 °C** lik bir sıcaklık belirlenmesine karşın püsküren lavların sıcaklığı genelde **1000 °C – 1200 °C** aralığındadır. Magma sıcaklıklarının doğrudan ölçümleri gerçekleştirilemediğinden magma daha sıcak olmak durumundadır. Birçok sıcaklık ölçümü volkanların az etkinlik gösterdiği ya da hiç etkinlik göstermediği yerlerde alınır, dolayısıyla sıcaklıkla ilgili en iyi bilgiler **Hawaii volkanlarından çıkanlar gibi mafik lav akmalarından gelir .**

COMMON MINERALS OF IGNEOUS ROCKS

COMPOSITIONAL GROUP	MINERAL	CHEMICAL COMPOSITION	SILICATE STRUCTURE
FELSIC	Quartz	SiO ₂	Frameworks
	Potassium feldspar	KAlSi ₃ O ₈	
	Plagioclase feldspar	{ NaAlSi ₃ O ₈ CaAl ₂ Si ₂ O ₈	
	Muscovite (mica)	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂	Sheets
MAFIC	Biotite (mica)	{ K Mg Fe Al } Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂	
	Amphibole group	{ Mg Fe Ca Na } Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Double chains
	Pyroxene group	{ Mg Fe Ca Al } SiO ₃	Single chains
	Olivine	(Mg,Fe) ₂ SiO ₄	Isolated tetrahedra

Felsik lav akmalı püskürmeler tersine o kadar yaygın değildir ve gerçekte **silisçe zengin lav püskürten volkanlar patlamalı olma eğiliminde olup** bu yüzden güvenle yaklaşılamaz. Buna rağmen lav domlarındaki bazı felsik lav kütlelerinin sıcaklıkları **optik pirometre** adlı bir aletle uzaktan ölçülmüştür. Kuşkusuz iç kısımları daha sıcak olsa bile bu domların yüzeyleri en fazla 900 °C sıcaklıktadır



(Monroe&Wicander, 2005)

St. Helens Dağı 1980 de püskürdüğü zaman piroklastik akmalarda partikül madde olarak felsik magma çıkarmıştır. İki hafta sonra bu akmalara sıcaklığı hala 300° C ile 420°C arasındaydı. **Magma ve lavın ısıyı bu denli iyi korumasının nedeni kayacın ısıyı çok zayıf iletmesidir.** Bu nedenle kalın lav akmalarının iç kısımları aylar ya da yıllarca sıcak kalabildiği halde büyüklüklerine ve derinliklerine bağlı olarak plütonlar binlerce – milyonlarca yıl boyunca tümüyle soğuyamamaktadır

Ağdalılık – Akmaya Karşı Direnç (viscosity)

Tüm sıvılar **ağdalılık** ya da **akmaya karşı direnç** özelliğine sahiptir. Su gibi birçok sıvının ağdalılığı düşük, dolayısıyla oldukça akışkandır ve kolayca akar. Buna rağmen diğer sıvıların ağdalılığı o denli yüksektir ki çok daha yavaş akarlar. Her ikisi de oldukça ağdalı olan soğuk motor yağı ve şurup güçlkle akarlar. Aynı sıvılar ısıtıldığında ağdalılıkları çok daha düşer ve daha kolaylıkla akarlar. Bir başka deyişle sıcaklığın artmasıyla daha akışkan hale gelirler. Bu nedenle sıcaklığın magmanın ve lavın ağdalılığını denetlediğini tahmin edebilirsiniz ve bu çıkarım kısmen doğrudur. Kızgın magma ya da lavın soğuk magma ya da lava göre daha kolay hareket ettiğini, ancak bu durumu ağdalılığın tek denetleyicisinin sıcaklık olmadığını belirterek genelleleyebiliriz. **Silis içeriği magma ve lavın ağdalılığını önemli ölçüde denetler. Silis içeriğinin artmasıyla birlikte sayısız silis tetraedr örgüsü meydana gelir ve akışın gerçekleşmesi için kuvvetli örgü bağlarının kopması gerektiğinden akış engellenir. % 45 –52 arasında silisli mafik magma ve lavlar daha az sayıda silis tetraedr örgüsüne sahip ve sonuçta felsik magma ve lav akmalarından daha hareketlidir.**

MAGMA NASIL ORTAYA ÇIKAR VE DEĞİŞİR?

Bir katıdaki atomlar sürekli hareket halindedir ve katı olarak kalması için atomları birbirine bağlayan kuvvetlerin hareket enerjisini geçmesi gerekir. Buna rağmen bir katı ısıtıldığında hareket enerjisi bağlanma kuvvetlerini geçer ve katı ergir. Ancak tüm katılar aynı sıcaklıkta ergimez. Magma ilk oluştuğunda eriyik kayaktan daha az yoğun olduğundan yükselme eğilimindedir ve bir kısmı gerçekten de yüzeye çıkar. **Magmanın yukarıya hareketliliği büyük ölçüde ağırlılığın bağıdır; akışkan mafik magma yüzeyde ağırlı felsik magmadan daha yaygındır.**

Magma 100 – 300 km derinliklerden gelse de büyük bölümü üst mantoda ya da alt kabukta çok daha sığ derinliklerde oluşup **magma odaları** olarak bilinen haznelerde birikir. ***Kabuğun ince olduğu yayılma sırtlarının altında magma odaları yalnızca birkaç km derinlikte bulunurken yaklaşan levha sınırları boyunca magma odaları genelde onlarca kilometre derinliktedir.*** Magma odasının hacmi katı litosferin içinde yeralan birkaç ile yüzlerce km³ ergimiş kayacın arasında değişir. Bir kısmı yer kabuğunda soğuyup kristalleşerek çeşitli plütonları ortaya çıkarırken, diğer bir kısmı da yüzeye çıkarak lav akımları ya da piroklastik malzemeler şeklinde püskürmektedir.

Bowen Tepkime Serisi

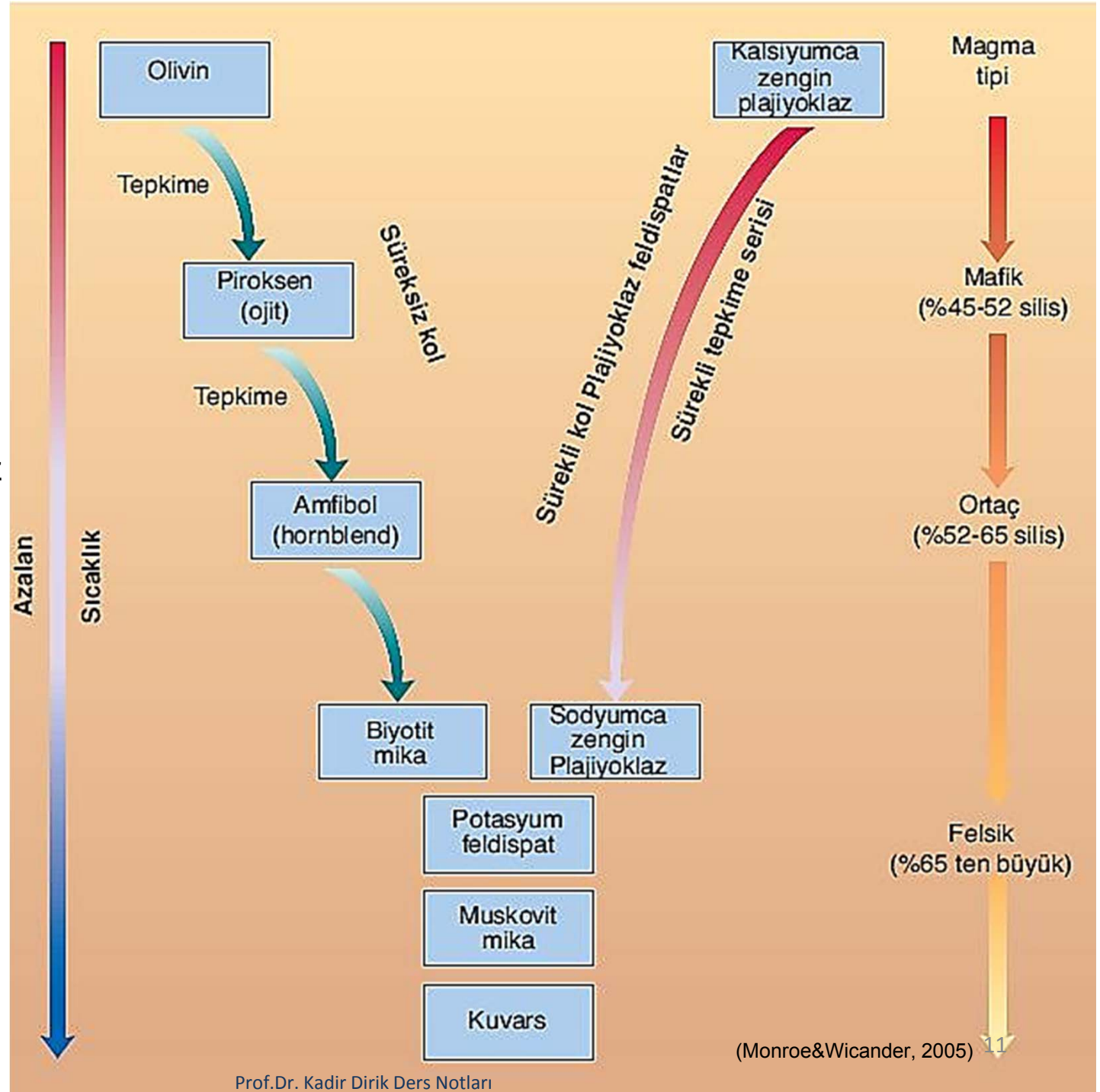
Geçen yüzyılın başlarında N. L. Bowen, mafik, ortaç ve felsik magmaların tümünün ana bir mafik magmadan geldiğini varsaymıştır. Bu bilim adamına göre mineraller soğuyan magmadan eşzamanlı olarak kristalleşmeyip öngörülebilir bir sırada kristalleşir.

Gözlemleri ve laboratuvar deneylerinin ışığında Bowen, ortaç ve felsik magmaların mafik magmadan türediğini açıklamak amacıyla **Bowen tepkime serisi** adı verilen bir mekanizma önermiştir.

Bowen tepkime serisi iki koldan oluşur: **süreksiz ve sürekli kol**. Magma sıcaklığı azaldıkça mineraller her iki kol boyunca eşzamanlı kristallenir.

Ferromagnezyen silikatlardan oluşan süreksiz kolda bir mineral bir diğerine belli sıcaklık aralıklarında dönüşür. Sıcaklık azaldıkça belli bir mineralin kristallenmeye başladığı sıcaklık aralığına erişilir. Önceden oluşmuş olan mineral serideki sonra gelen minerali oluşturacak biçimde geride kalan sıvı magmayla (ergiyik) tepkimeye girer. Örneğin olivin [(Mg, Fe)₂ SiO₄] **ilk kristallenen** ferromagnezyen silikattır. Magma soğumaya devam ettikçe piroksenin duraylı olduğu sıcaklık aralığına erişir; olivin ile geriye kalan eriyik arasında bir tepkime gerçekleşir ve piroksen oluşur. Soğumanın devamında piroksen ve eriyik arasında benzer bir tepkime olur ve piroksen yapısı amfibol oluşturacak şekilde yeniden dizilir. Daha fazla soğuma amfibol ile eriyik arasında bir tepkimeye neden olur ve eriyik yapı ile biyotit mikanın örtü yapısını oluşturarak yeniden dizilir. Anlatılan tepkimeler seride bir minerali diğerine dönüştürme eğiliminde olmasına karşın tepkimeler her zaman tam olmaz. Örneğin olivin tamamlanmayan bir tepkimeyle piroksene geçer. Magma yeterince hızlı soğursa ilk oluşan minerallerin eriyikle tepkimeye girecek zamanı olmayacak ve böylece süreksiz koldaki tüm ferromagnezyen silikatlar tek kayda olabilecektir. Her durumda biyotit minerali kristallendiği anda başlangıç magmasında bulunan tüm magnezyum ve demir tüketilmiştir.

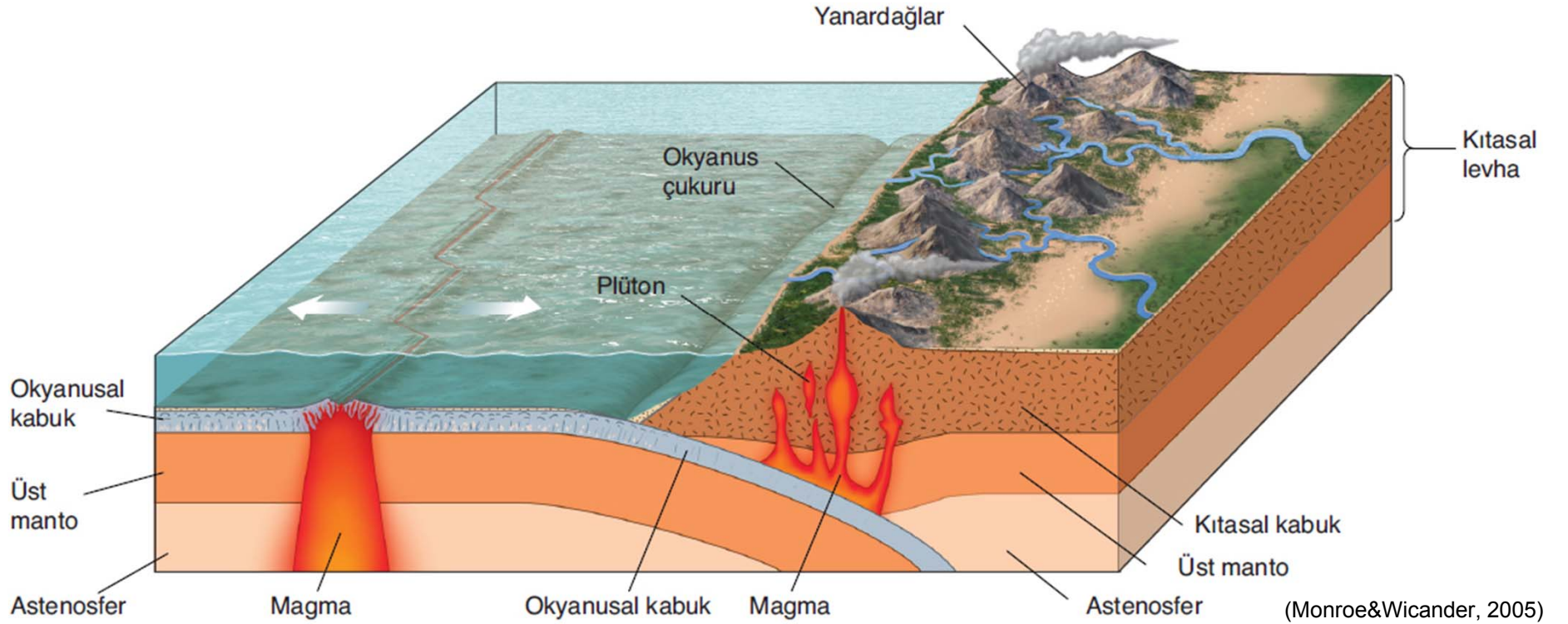
Bowen tepkime serisi, magmanın sıcaklığı azaldıkça ferromagnezyen silikatlar diziliminin kristallendiği **sürek-siz koldan** ve sodyum miktarlarının arttığı plajiyoklaz feldispatların kristallendiği **sürekli koldan** oluşur. İki kol boyunca kristalleme geliştikçe başlangıçtaki mafik Magmanın bileşimi de değişir.



Ferromagnezyen olmayan silikatlardan **plajiyoklaz feldispatlar**, Bowen tepkime serisinin sürekli kolunda yer alırlar. İlk önce **kalsiyumca zengin plajiyoklaz** kristalleşir. Magma soğumaya devam ettikçe kalsiyumca zengin plajiyoklaz ergiyikle tepkimeye girer ve tüm kalsiyum ile sodyum tüketilinceye kadar yüzde olarak daha çok sodyum içeren plajiyoklaz kristalleşir. Birçok durumda soğuma, kalsiyum açısından zengin plajiyoklazın sodyum açısından zengin plajiyoklaza tamamen dönüşemeye kadar çok hızlıdır. Bu koşullar altında oluşan **zonlu plajiyoklaz**, sodyum açısından giderek zenginleşen zonlarla çevrili kalsiyum açısından zengin bir çekirdeğe sahiptir.

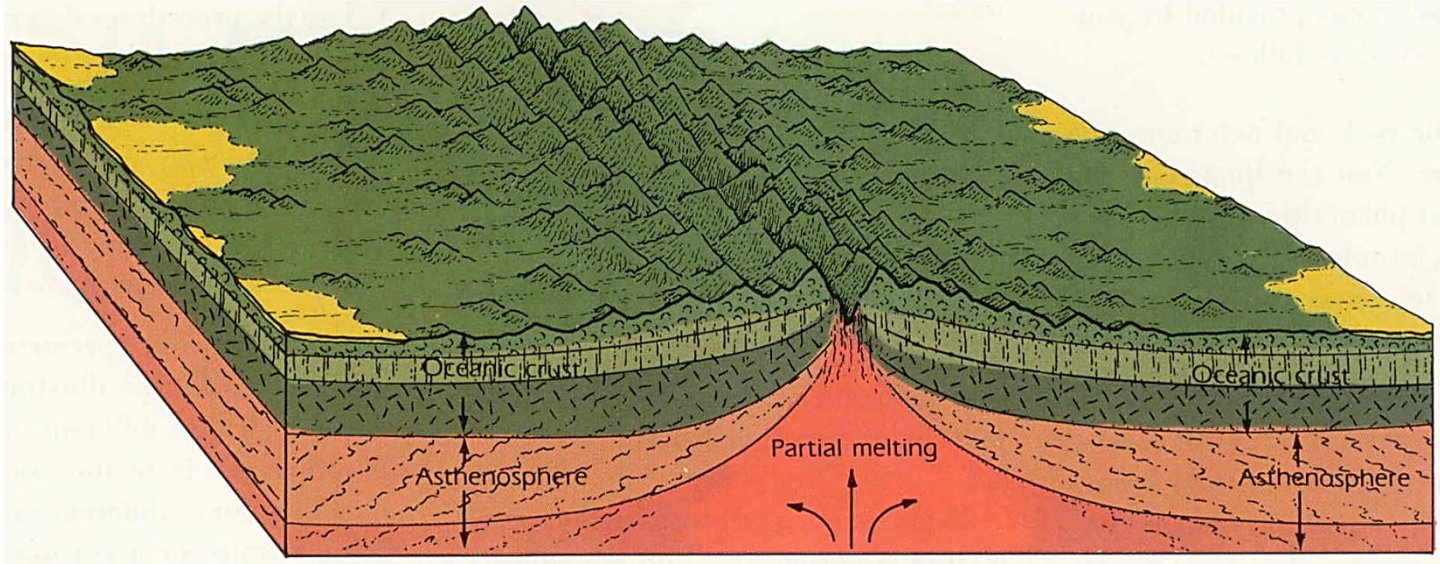
Mineraller Bowen tepkime serisinin iki kolu boyunca eşzamanlı kristallendiğinde, ferromagnezyen silikatlarda kullanıldığından demir ve magnezyum seyrelirken plajiyoklaz feldispatlarda kalsiyum ve sodyum tüketilir. Bu noktada geride kalan magma potasyum, alüminyum ve silisyumca zenginleşerek bir **potasyum feldispat** olan **ortoklazı (KAlSi₃O₈)** meydana getirir. Geriye kalan magma silisyum ve oksijen (silis) açısından zenginleşerek kuvars (SiO₂) mineralini oluşturur. Ortoklaz ve kuvarsın kristallenmesi ortoklazın ergiyikle tepkimesinden ziyade serbest olarak oluştuklarından dolayı ferromagnezyen silikatlar ile plajiyoklaz feldispatların kristallenmesi gibi gerçek bir tepkime serisi değildir.

Magmanın Levha Sınırlarında Oluşması

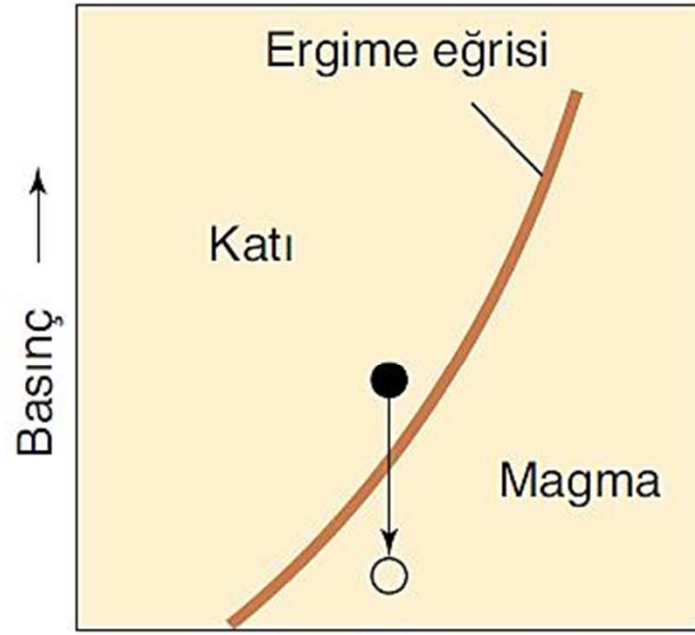


Hem derin hem de yüzeysel magma etkinliği **uzaklaşan levha sınırlarında (yayılma sırtları)** ve levhaların yittiği **yakınlaşan levha sınırlarında** gerçekleşir. **Okyanusal kabuk** büyük ölçüde denizaltı lav akımlarından soğuyan plütonlardaki koyu renkli magmatik kayalardan oluşur. **Magma** okyanusal levhanın bir başka okyanusal levhanın ya da burada gösterildiği gibi bir kıtasal levhanın altına daldığı yerlerde oluşur. Magmanın çoğu plütonları meydana getirirken bir kısmı püsküren volkanları oluşturur

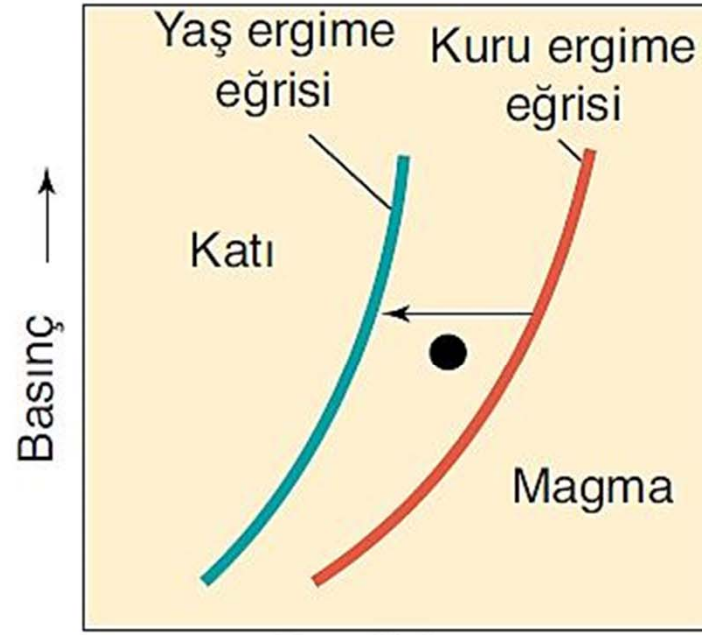
Magmanın Yayılma Sırtlarında Oluşması



Yer'in sıcaklığının derinlikle artması magmanın oluşumuyla ilgili yapabildiğimiz tek temel gözlemdir. **Jeotermal gradyan** adıyla bilinen bu sıcaklık artışı **km. başına yaklaşık 25°C** ortalamaya sahiptir. **Bu nedenle derindeki kayalar kızgın sıcaklıkta olmakla birlikte basınç artışıyla ergime sıcaklıkları yükseldiğinden ötürü katı kalırlar.** Bununla birlikte yayılma sırtlarının altında basınç azaldığından sıcaklık yer yer, en azından kısmen ergime sıcaklığını geçer. Bir başka deyişle sırtlardaki levhaların ayrılması muhtemelen derindeki kızgın kayalarda basıncı azaltıp ergimeyi başlatır. Ayrıca **su**, termal enerjinin minerallerdeki kimyasal bağları koparmasına yardımcı olduğundan suyun bulunması yayılma sırtlarının altında **ergime sıcaklığını azaltır.**



(a)



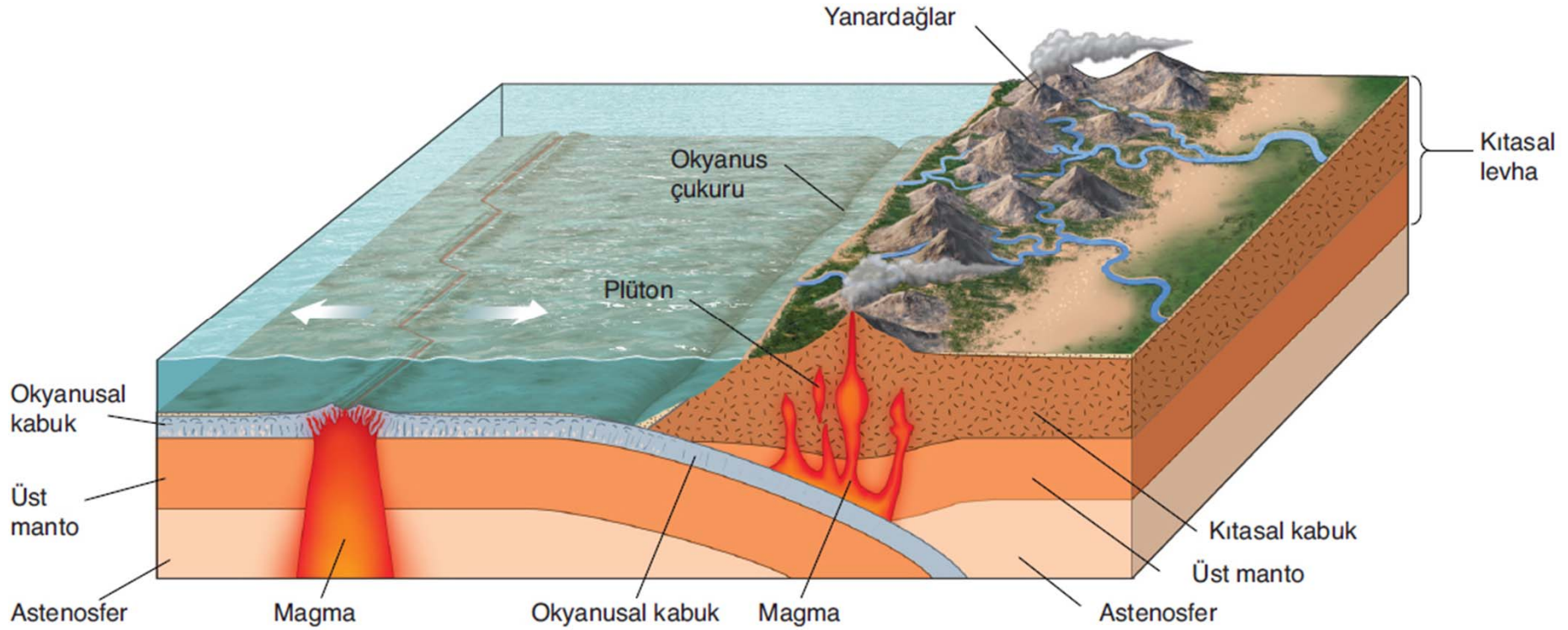
(b)

(Monroe&Wicander, 2005)

Basınç ve suyun ergimeye etkileri. (a) Basınç azaldığında sıcaklık sabit kalsa bile ergime gerçekleşir. Siyah daire yüksek sıcaklıktaki kayacı gösteriyor. Aynı kayaç (açık daireli) daha düşük basınçta ergir. (b) Su olduğunda su kimyasal bağları kopartacak ek bir etken olduğundan ergime eğrisi sola doğru kayar. Bu nedenle su olduğunda kayalar daha düşük bir sıcaklıkta (yeşil ergime eğrisi) ergirler.

Manto sorguları adlı yersel, silindir biçimli sıcak manto malzeme sorguları yayılma sirtlarının altında yükselip tüm yönlerde yayılır. Kabuk ve üst mantodaki **radioaktif mineral** konsantrasyonları bozuşup kayaları eritmek ve böylece magma oluşturmak için gereken ısıyı sağlar. **Yayılma sirtlarının altında oluşan magma hep mafiktir (% 45–52 silis)**. Bununla birlikte bu magmanın türediğı üst manto kayaçları büyük ölçüde ferromagnezyen silikatları ve daha az miktarlarda ferromagnezyen olmayan silikatları içeren ultramafik (% 45 ten az silis) olarak nitelendirilir. Jeologlar mafik magmanın ultramafik kayaçtan nasıl ortaya çıktığını açıklamak için magmanın yalnızca **kısmi eriyen** kaynak kayaçtan oluştuğunu ortaya atmıştır. Bu **kısmi ergime** olgusu kayaçtaki minerallerin tamamı aynı sıcaklıkta erigemediğinden gerçekleşir. **Bowen tepkime serisindeki minerallerin ergime düzeni kristallenme düzeninin tersidir**. Bu nedenle kuvars, potasyum feldispat ve sodyumca zengin plajiyoklazdan oluşan kayaçlar ferromagnezyen silikatlar ve kalsiyumlu plajiyoklazlardan oluşanlardan daha düşük sıcaklıklarda ergimeye başlarlar. Bu yüzden ultramafik kayaç ergimeye başladığında ilk olarak silisçe en zengin mineraller erir, daha sonra bunları daha az silis içeren mineraller izler. Böylece ergime tam olmadığında kaynak kayaçtan oranca daha çok silis içeren mafik magma meydana gelir. Bu mafik magma oluştuğunda bir kısmı lav akmalarını oluşturacağı yüzeye çıkarken bir kısmı da yüzeyin altında soğuyarak çeşitli plütonlar oluştururlar.

Yitim Kuşakları ve Magmanın Oluşumu

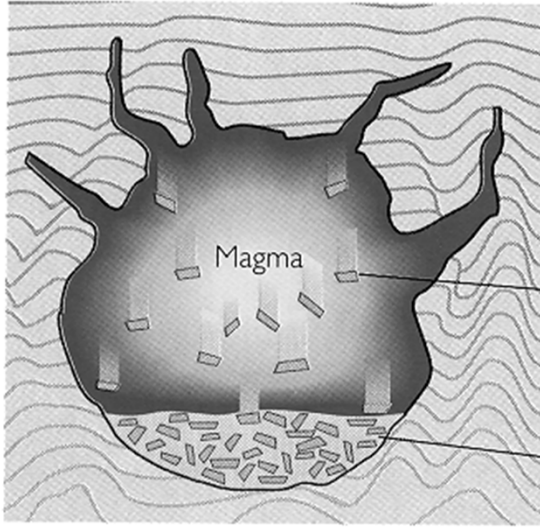


Okyanusal bir levhanın kıtasal bir levhanın altına ya da bir başka okyanusal levhanın altına daldığı yerlerde üstteki levhanın ilerleyen kenarı yakınında volkanlar ve plütonlardan oluşan bir kuşağın bulunuşu bir başka temel gözlemdir. O halde yitim ile magmanın oluşumunun bir şekilde ilişkili olması gerekir. Bunun ötesinde bu yakınlaşan levha sınırlarındaki magma çoğunlukla ortaç (% 53 – 65 silis) ya da felsik (% 65 ten büyük) bileşimlidir.

Bir zamanlar magmanın yitim kuşaklarındaki oluşumunu ve bileşimini açıklamak amacıyla kısmi ergime olgusuna yönelinmiştir. Yitmekte olan levha astenosfere indikçe sonunda sıcaklığın, kısmi ergimeyi başlatacak ölçüde yüksek olduğu derinliğe erişir. Ek olarak, ıslak okyanusal kabuk, suyun olmadığı bir derinliğe iner ve ergime artarak magma oluşur. Yayılma sırtlarındaki ultramafik kayacın kısmi ergimesi mafik magma çıkarmaktadır. Benzer biçimde okyanusal kabuğun mafik kayaların kısmi ergimesi her ikisi de kaynak kayaktan silis bakımından daha zengin olan ortaç (% 53–65 silis) ve felsik (% 65 ten çok silis) magmalar üretir. Ayrıca, silis bakımından zengin çökellerin bir kısmı ve kıta kenarlarının çökel kayaları dahan levhayla aşağıya doğru taşınıp magmaya silislerini getirir, böylece alt kıta kabuğu boyunca yükselen mafik magma, bileşimini değiştiren silis açısından zengin malzemelerle kirlenir.

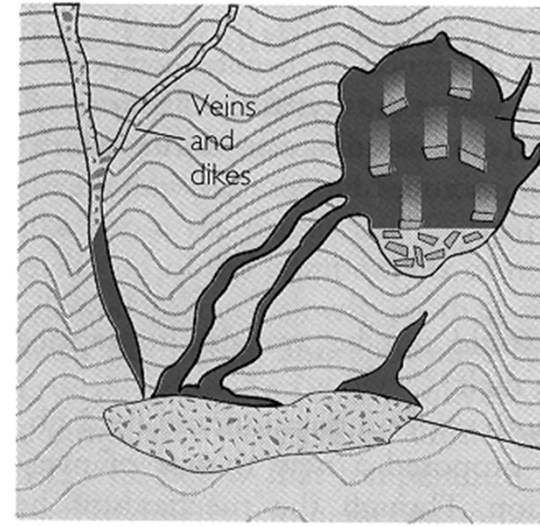
Magma Bileşimini Değiştiren Süreçler

Magma oluştuğundaki bileşimi, minerallerin kristallenmesi ve yerçekimsel oturması ile fiziksel ayrımını kapsayan **kristal çökmesi** ile değişebilir. Bowen tepkime serisinin süreksiz kolunda ilk oluşan ferromagnezyen silikatı olan olivin geriye kalan magmanınkinden daha büyük bir yoğunluğa sahiptir ve bu yüzden ergiyikte çökme eğilimindedir. Bu nedenle geriye kalan ergiyik, demir ve magnezyumu içeren mineraller kristallendiğinde, bu elementler ortadan kalktığından, silis, sodyum ve potasyum açısından görece zenginleşir.



(a) Early crystallization

Crystals form from magma cooling and settle to floor of chamber
Crystals from early cooling accumulate



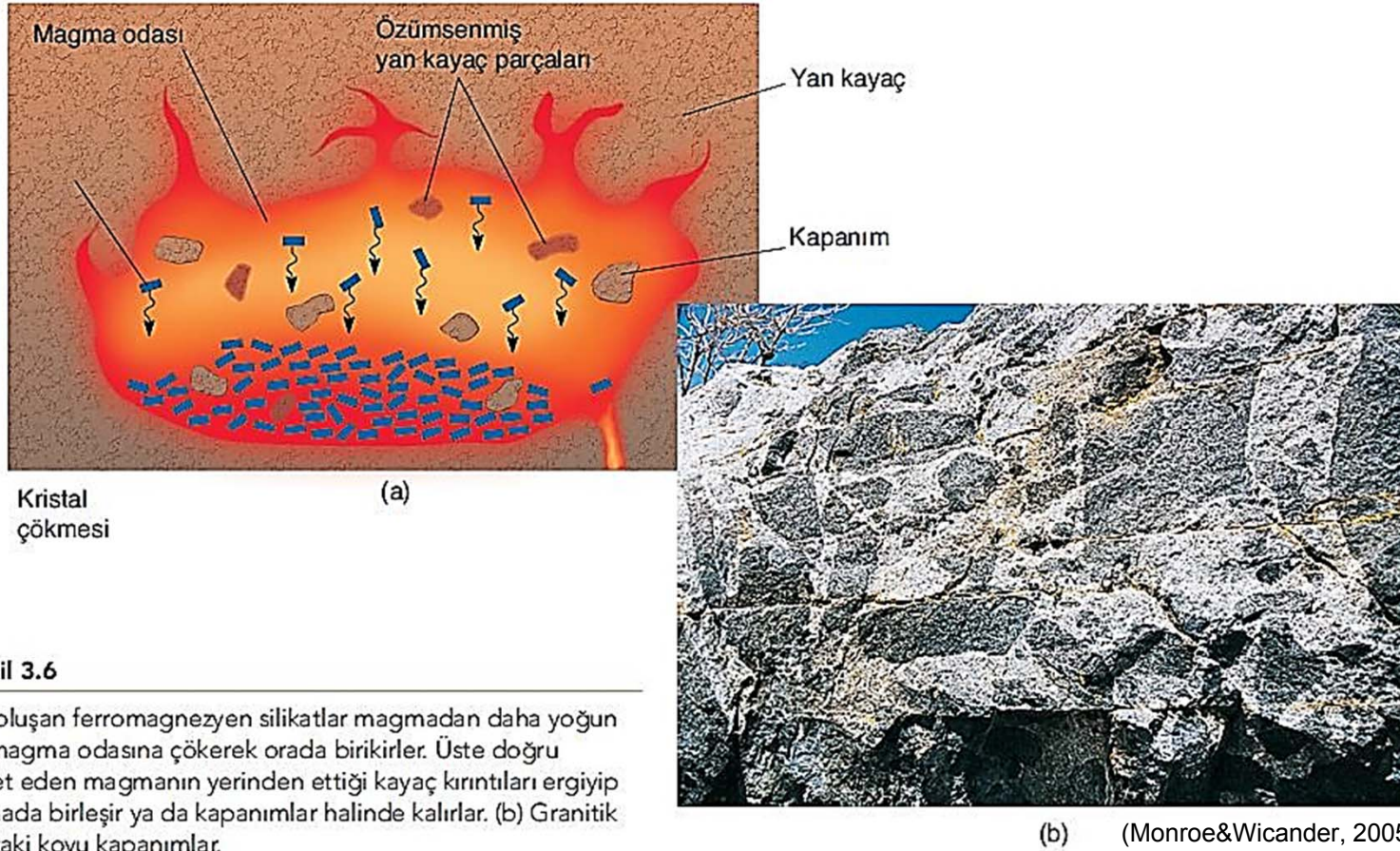
(b) Later deformation squeezes remaining liquid from crystal mush

Magma migrates to secondary chamber, where it continues to crystallize

Mass of crystals formed early are segregated and compressed to form separate intrusive body

Kristal çökmesini gösteren diyagramlar

Magmalarda **kristal çökmesi** gerçekleşmesine karşın bunu çok daha fazla felsik magma ortaya çıkaran bir ölçekte yapamaz. **Sil** (*Kalın, tabakamsı, magmatik sokulum*) gibi bazı magmatik kütlelerde tepkime serisinde ilk oluşan mineraller gerçekte konsantre haldedir. Bu kütlelerin alt kısımları daha az mafik olan üstteki kısımlardan daha çok olivin ve piroksen içerir. **Kristal çökmesi** bu kütlelerde başlangıçtaki mafik magmadan daha az felsik magma çıkarır.



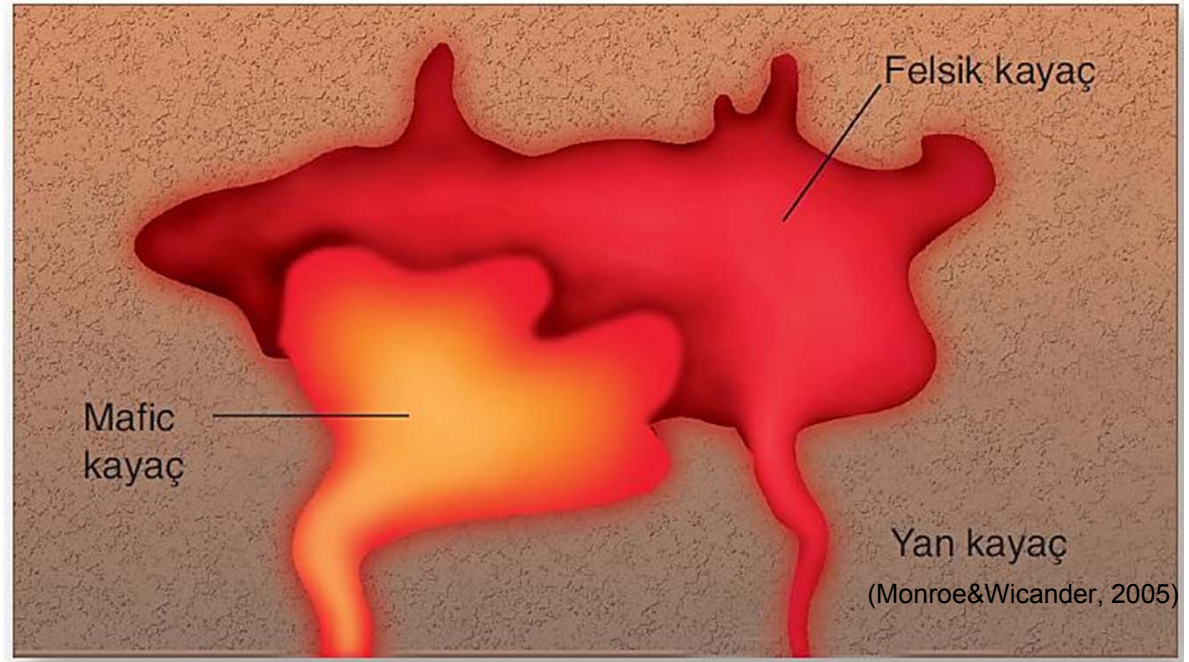
■ Şekil 3.6

(a) İlk oluşan ferromagnezyen silikatlar magmadan daha yoğun olup magma odasına çökerek orada birikirler. Üste doğru hareket eden magmanın yerinden ettiği kayaç kırıntıları ergiyip magmada birleşir ya da kapanımlar halinde kalırlar. (b) Granitik kayadaki koyu kapanımlar.

Mafik okyanus kabuğu ile kıta kenarlarının silis açısından zengin çökellerinin yitim sırasında kısmi ergimesi ile kaynak kayaktan silisçe daha zengin olan magma ortaya çıkar. Bundan başka kıtasal kabuk boyunca yükselen magma bazı felsik malzemeleri içine alarak silisçe zenginleşir. Magmanın bileşimi magmanın önceden var olan yan kayaçla tepkimeye girdiği bir süreç olan **özümseme/asimilasyon** ile de değişir. Volkanik bir kanalın ya da magma odasının duvarları 1300 °C yi aşan sıcaklıklara ulaşan komşu magma tarafından ısıtılır.

Bu şekilde bu kayaların bir kısmı ergime sıcaklıklarının magmanın ergime sıcaklığından daha düşük olması şartıyla kısmen ya da tümüyle ergir. Magmatik kayalarda tümüyle ergimemiş kayaç parçaları olan **kapanımların** bolca bulunması özümsemenin gerçekleştiğini kanıtlar. Magma önceden var olan çatlaklardan geçtikçe yan kayaçtan birçok kapanım da içine kamalanır. Mafik magmadan önemli oranda felsik magma ortaya çıkması tek başına ne kristal çökmesi ne de özümseme ile açıklanamaz.

Her iki süreç aynı zamanda işlerlik gösterdiğinde tek bir sürecin tek başına etkilediğinden daha büyük değişimlere yol açabilir. Bir yanardağın farklı bileşimlerle lav püskürmesi magmaların da farklı bileşimlerde olduğunu gösterir. Yüzeğe çıkan mafik magma yaklaşık aynı hacimde felsik magmayla karışarak daha ortaç bileşimde bir magma oluşur. Bu olaya **Magma Karışması** adı verilir.



Magma karışması. İki magma karışır ve ortaya ana magmaların her ikisinden de farklı bileşimde bir magma çıkarır. Bu durumda yeni magma ortaç bileşimlidir.

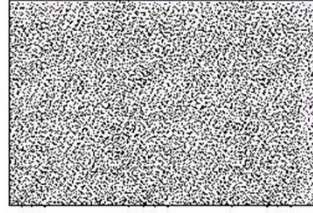
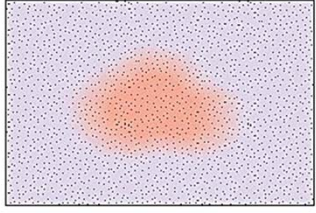
MAGMATİK KAYAÇLAR - ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRMA

Magmatik Kayaç Dokuları

Doku terimi magmatik kayaçları meydana getiren mineral tanelerinin **büyüklüğü, şekli ve dizilimlerini** ele alır. **Büyüklük**, daha doğrusu **mineral kristal büyüklüğü** magma ya da lavın soğuma geçmişine bağlı olduğu ve genelde **magmatik bir kayacın derinlik ya da yüzey kayacı olduğunu göstermesi açısından** en önemli olanıdır. Magma ve lavdaki atomlar sürekli hareket halinde olmakla birlikte soğuma başladığında bazı atomlar bağlanarak küçük çekirdekler oluştururlar. Bu çekirdeklere sıvının diğer atomları da bağlanınca düzenli bir geometrik dizilime kavuşan çekirdekler kristalli mineral tanelerine dönüşür. Sonunda bu taneler bağımsız magmatik kayaçları oluşturacaktır. Lav akımlarında olduğu gibi hızlı soğumada mineral çekirdeklerinin oluşma hızı büyüme hızını aşar ve böylece çok sayıda küçük mineral taneli bir yığılım oluşur. Sonuçta ince taneli ya da minerallerin büyütme olmaksızın görülemeyeceği kadar küçük olduğu **afanitik** doku meydana gelir. Yavaş soğumada büyüme hızı çekirdek oluşum hızını aşarak görece büyük mineral tanelerinin olduğu kaba taneli ya da minerallerin açıkça görülebildiği **faneritik doku** ortaya çıkar. Afanitik dokular çoğunlukla yüzeysel kökeni gösterirken faneritik dokulu kayaçlar genellikle sokulumdur. Aynı kayaçta belirgin biçimde farklı büyüklüklere sahip minerallerin bulunduğu **porfirik doku**, magmatik kayaçlarda yaygın bir başka dokudur. Daha büyük kristaller *fenokristalleri*, daha küçük olanlar (fenokristaller arasındaki taneler) *hamuru* oluşturur .

Hamur afanitik ya da faneritik olabilir; Porfirik doku olabilmesi için kayadaki fenokristallerin hamurdaki minerallerden çok daha büyük olması gerekir. Porfirik dokulu magmatik kayalar bazalt porfirde olduğu gibi **porfir** adını alır. Bu kayaların örneğin magmanın yüzeyde püskürme ve hızlı soğumasıyla izlenen yüzey altında kısmen soğumasını içeren faneritik ya da afanitik dokulu olanlardan daha karmaşık soğuma geçmişleri vardır. Lav o denli hızla soğur ki içindeki atomların minerallerin düzenli, üç boyutlu çatılarda dizilimini gerçekleştirmesi için zamanı kalmaz. Sonuçta **obsidiyen** gibi **doğal cam** oluşur. Jeologlar camsı dokulu obsidiyeni, minerallerden oluşmadığı halde magmatik kayaç olarak sınıflarlar. Bazı magmalar büyük miktarlarda su buharı ve diğer gazları barındırır. Bu gazlar **kabarcık** olarak bilinen sayısız küçük delik ya da boşluk halinde soğuyan lav içinde tutulur; kabarcıklı bazaltda olduğu gibi çok kabarcıklı kayalara *kabarcıklı* denilir. **Piroklastik ya da parçalı doku, patlamalı volkanik** etkinlikle oluşan magmatik kayaları gösterir. Örneğin atmosferde yükseklerle çıkan kül sonuçta birikeceği yüzeye çöker; pekişmiş ise, piroklastik magmatik kayaları oluşturur.

Hızlı soğuma

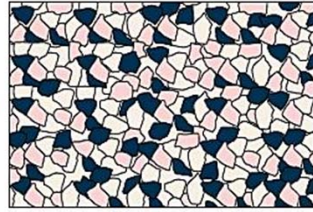
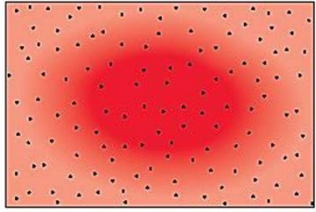


(a)



(b)

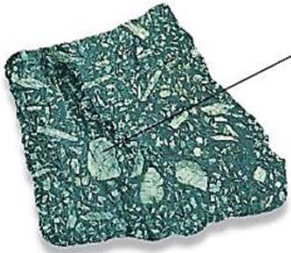
Yavaş soğuma



(c)



(d)



(e)

Fenokristaller



(f)



(g)



(h)



(i)

Sue Monroe (all photos)

Çeşitli magmatik kayaç dokuları. Doku, magmatik kayaçları sınıflandırmada kullanılan bir ölçüttür.

(a, b) Lav akımlarındaki gibi hızlı soğuma sonucunda birçok küçük mineral ve **afanitik** (ince taneli) bir doku meydana gelir.

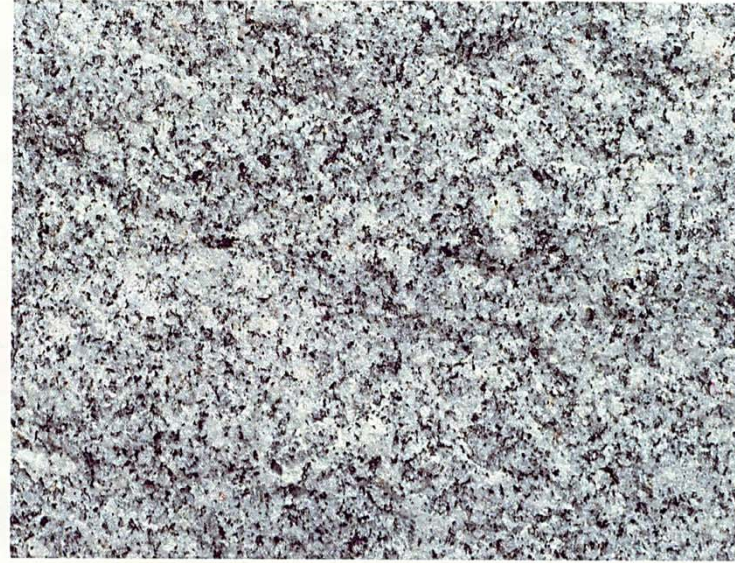
(c, d) Plütonlarda daha yavaş soğuma **faneritik** bir doku ortaya çıkarır. (e, f) Bu **porfirik dokular** karmaşık bir soğuma geçmişini gösterir. (g) Magma mineral kristallerinin oluşamayacağı ölçüde hızla soğuduğunda **Camsı dokulu** obsidiyen oluşur.

(h) Lavdaki gazlar genişleyerek **kabarcıklı** bir doku ortaya çıkarır.

(i) **Parçalı dokulu** bir magmatik kayacın mikroskop görüntüsü. 2 mm.ye kadar çıkan renksiz, köşeli nesnelere volkanik cam parçalarıdır



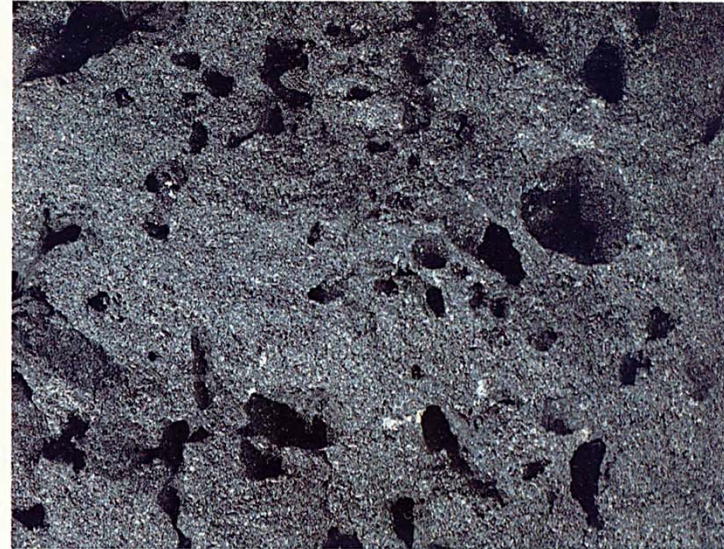
Fanaritik doku



İnce taneli fanaritik doku



Afanitik doku



Kabarcıklı afanitik doku

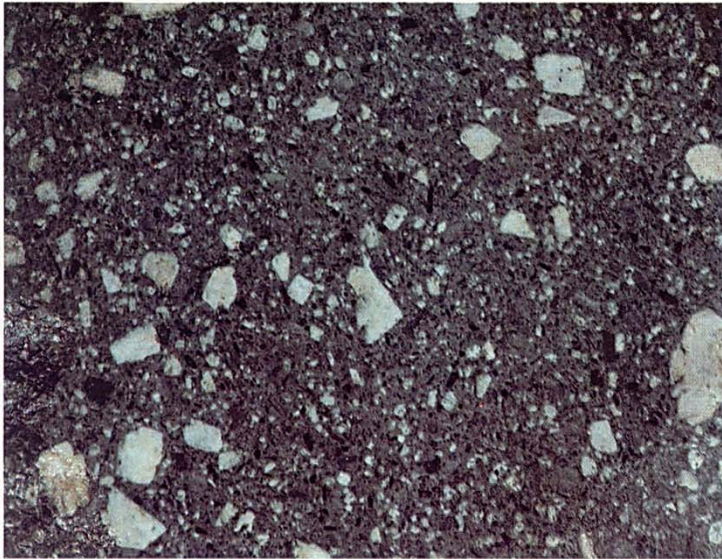
(Humblin&Howard, 1986)



Porfiritik-fanaritik doku



Porfiritik-fanaritik doku



Porfiritik-afanitik doku

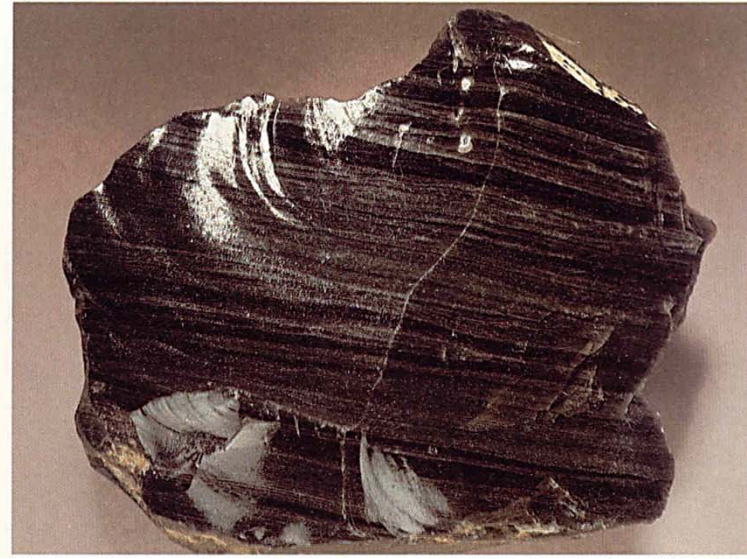


Porfiritik-afanitik doku

(Humblin&Howard, 1986)



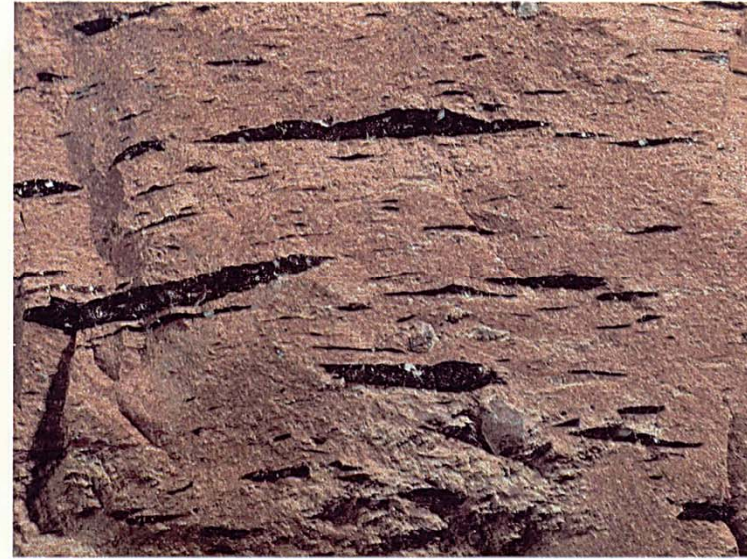
Camsı doku



Obsidiyen



Piroklastik doku



Piroklastik doku

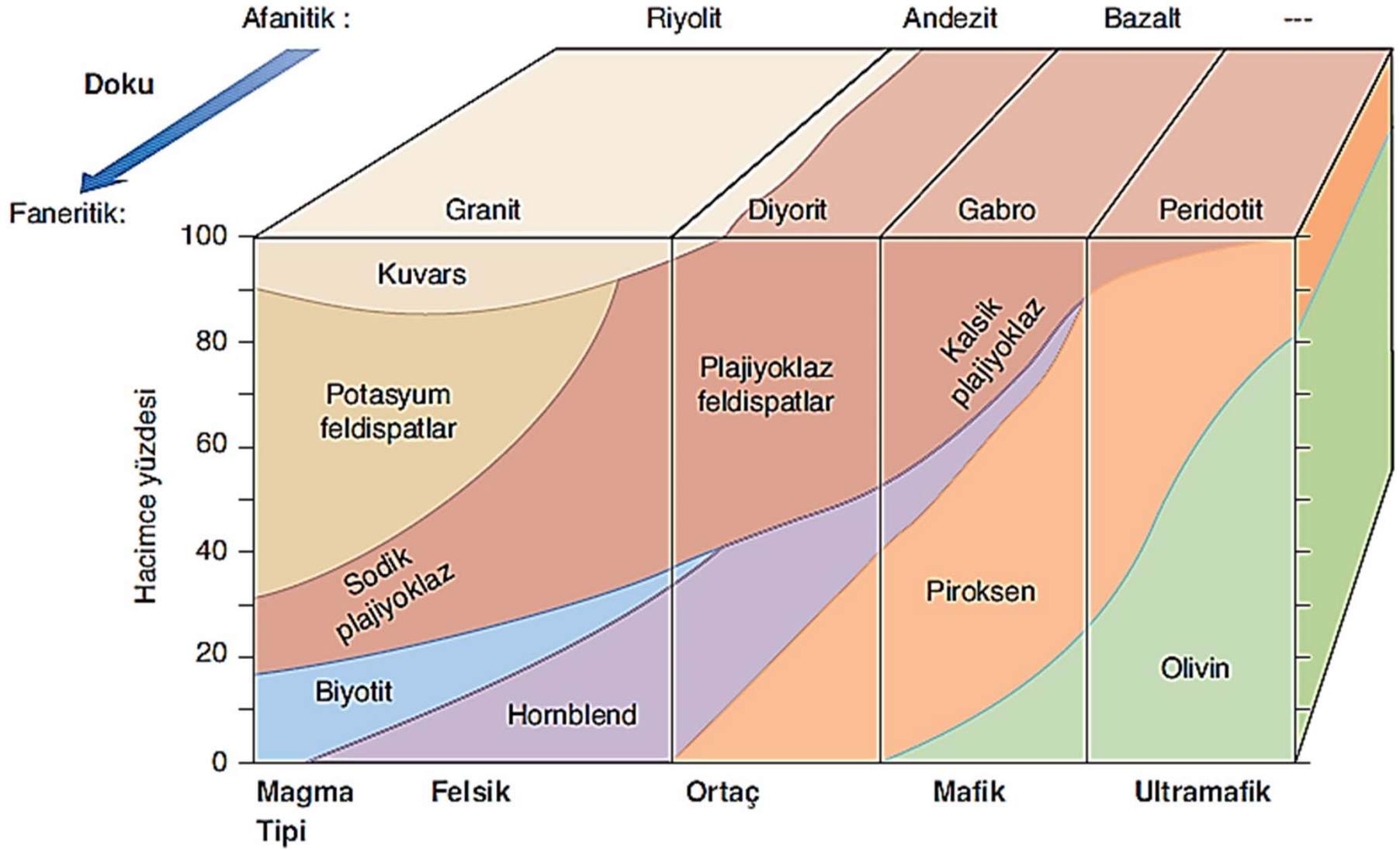
(Humbly&Howard, 1986)

Magmatik Kayaçların Bileşimi

Tıpkı oluştukları magma gibi magmatik kayaçların çoğu **mafik** (% 45 – 52 silis), **ortaç** (% 53 – 65 silis) ya da **felsik** (% 65 ten çok silis) olarak nitelendirilir. **Ultramafik** olarak anılan birkaçı (%45'ten az silis) muhtemelen mafik magmadan türemiştir. Ana magma magmatik kayaçların mineral bileşimini belirlemede önemli bir rol oynamakla birlikte bileşimi kristal çökmesi, özümseme, magma karışması ve minerallerin kristallenme sırası sonucunda değişebilmesinden dolayı, aynı magmanın değişik magmatik kayaçları ortaya çıkarması olasıdır.

Magmatik Kayaçların Sınıflandırılması

Magmatik kayaçların sınıflandırılmasında genelde doku, bileşim ve renkten yararlanır. Bazalt ve gabro, andezit ve diyorit, riyolit ve granitin bileşimleri (mineralojik) eşdeğerdir, oysa bazalt, andezit ve riyolit afanitik ve çok yaygın yüzey kayaçları olduğu halde gabro, diyorit ve granitin derinlik kökenini gösteren faneritik dokuları vardır. Her çiftin yüzey ve derinlik üyeleri genellikle dokuyla ayrılabilirdiği halde birçok sığ sokulum kayacının yüzeysel magmatik kayaçlarıncinden kolayca ayrılamayan dokuları vardır. Bir başka deyişle tümü dokusal bir bütünlükte yer alır.



Koyuluk ve özgül ağırlık artar.

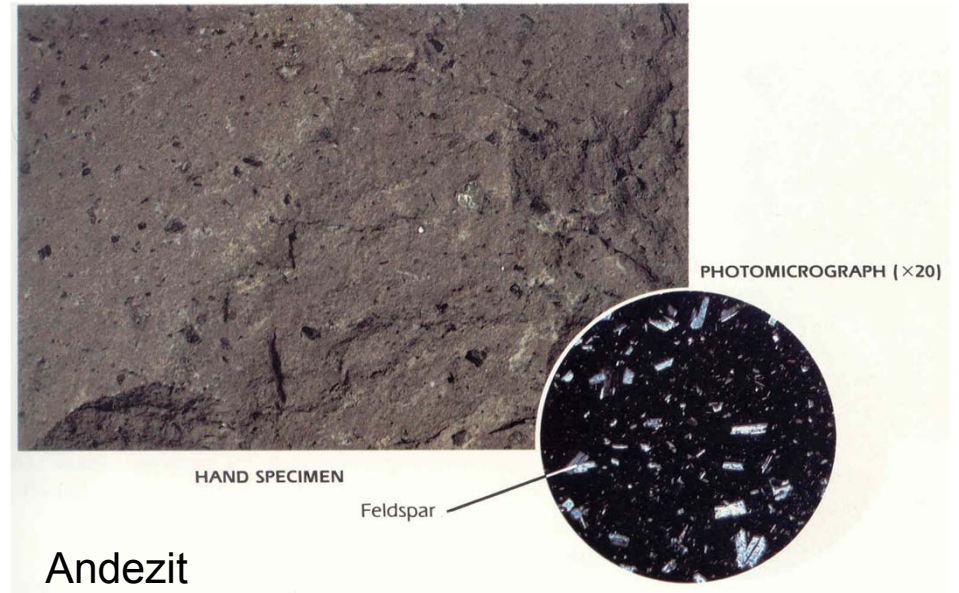
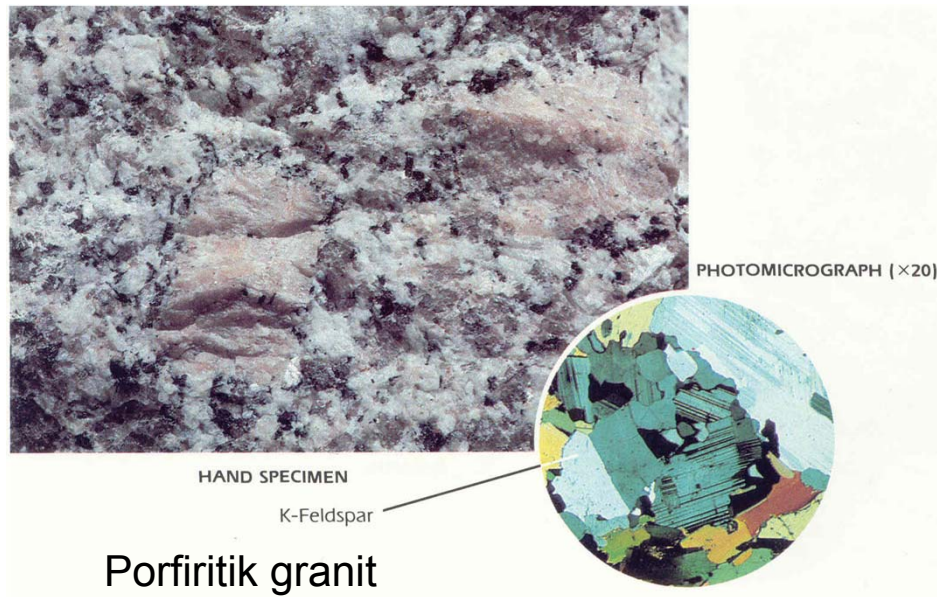
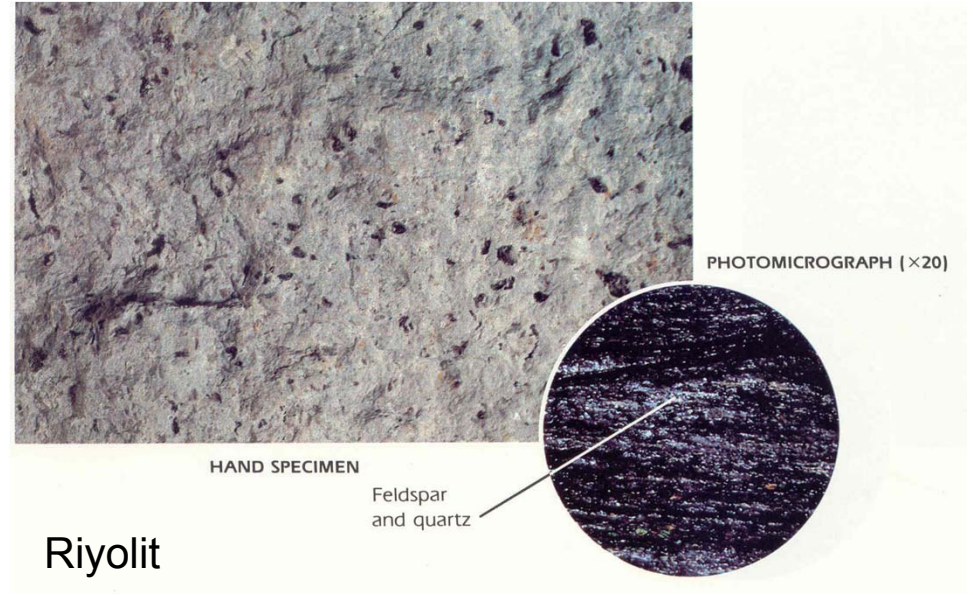
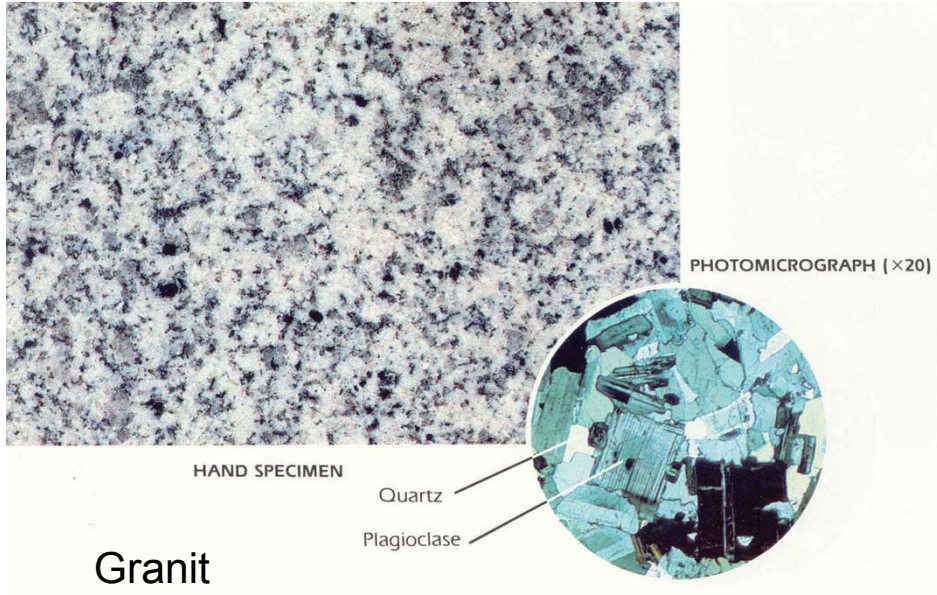


(Monroe&Wicander, 2005)

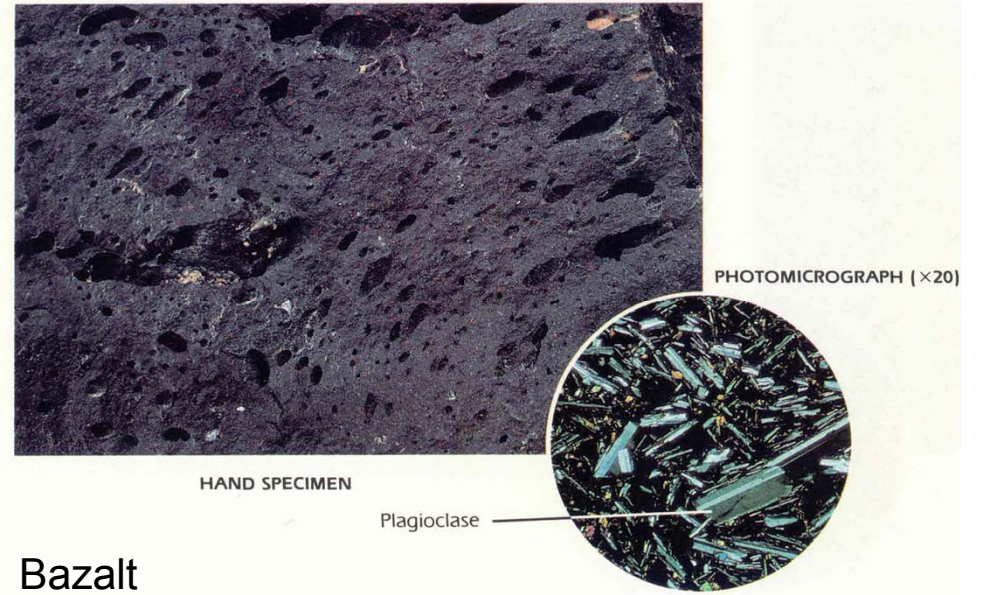
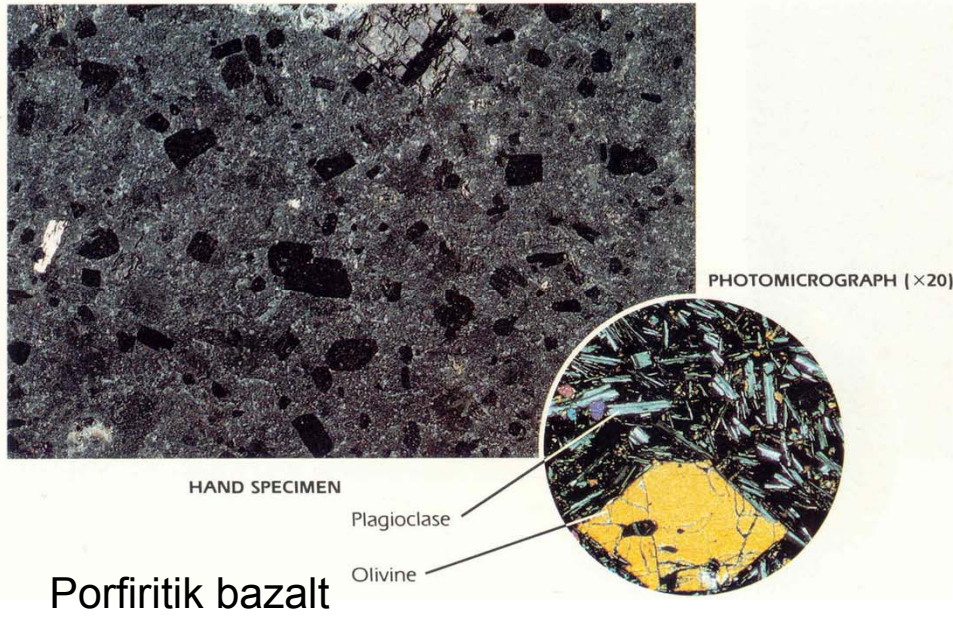
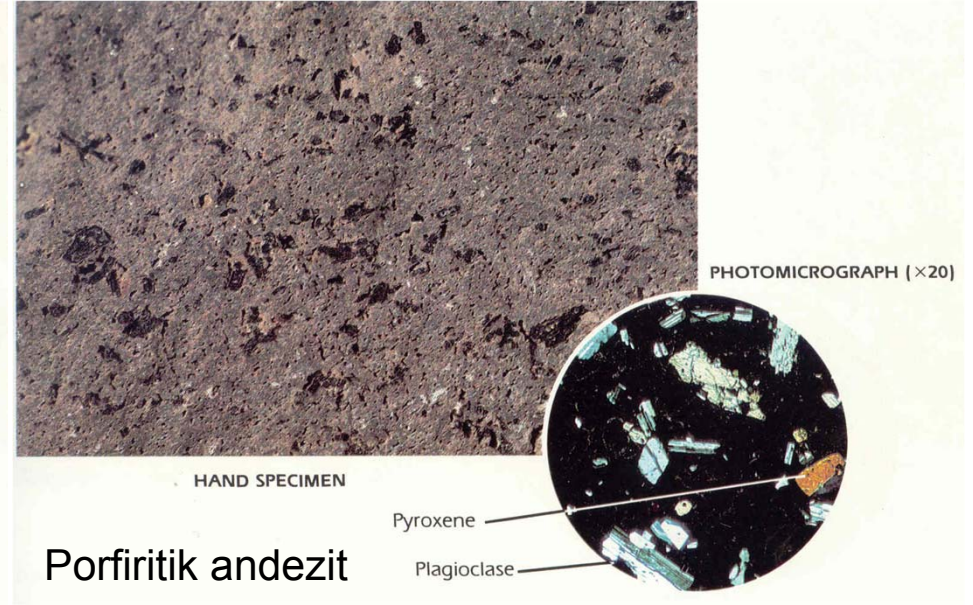
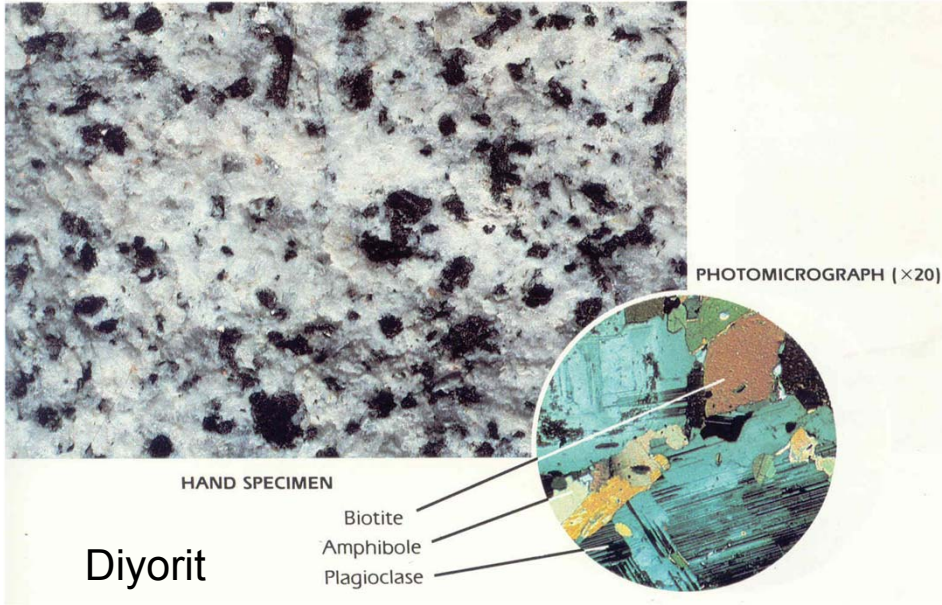


Silis artar

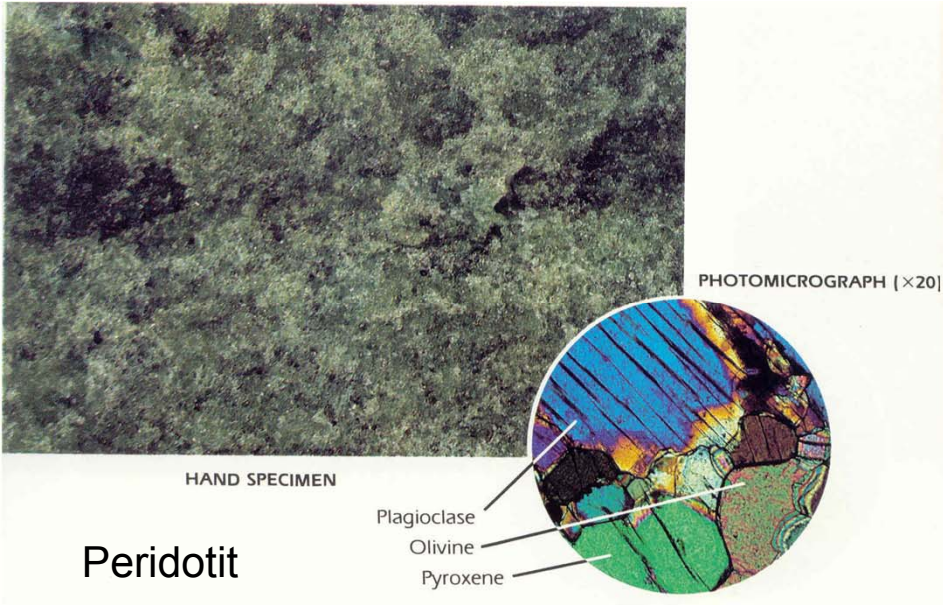
Magmatik kayaçların sınıflandırılması.



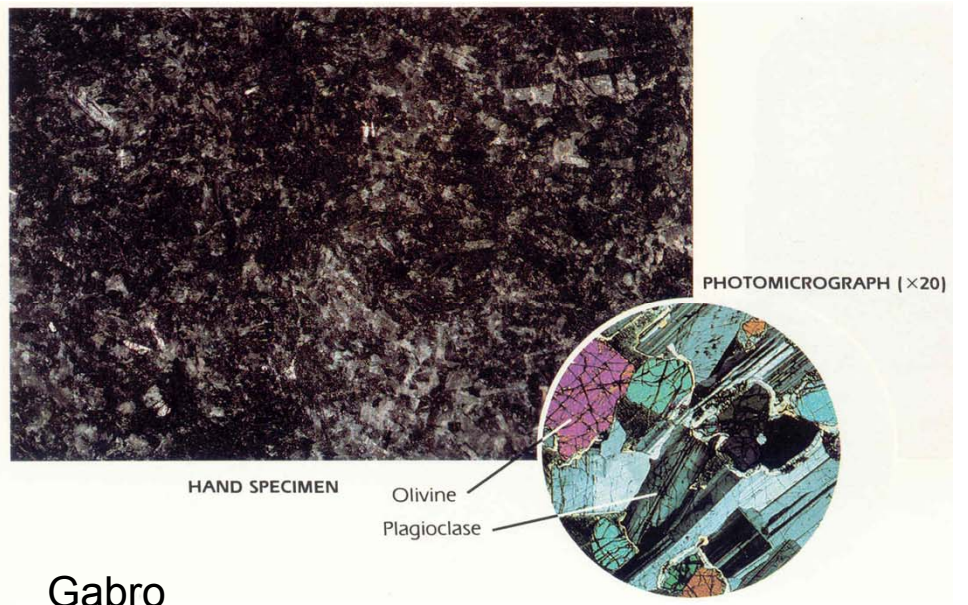
(Humblin&Howard, 1986)



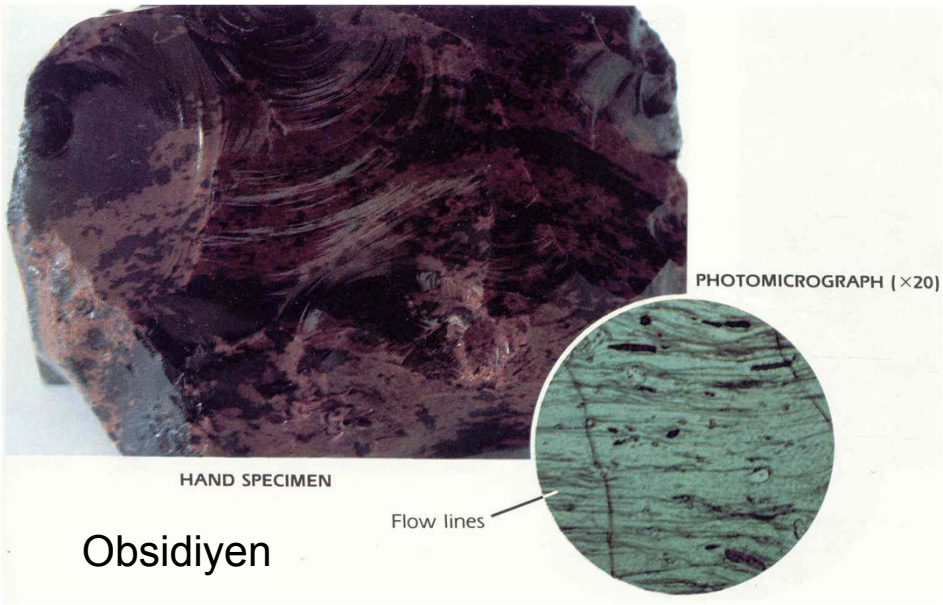
(Humbly&Howard, 1986)



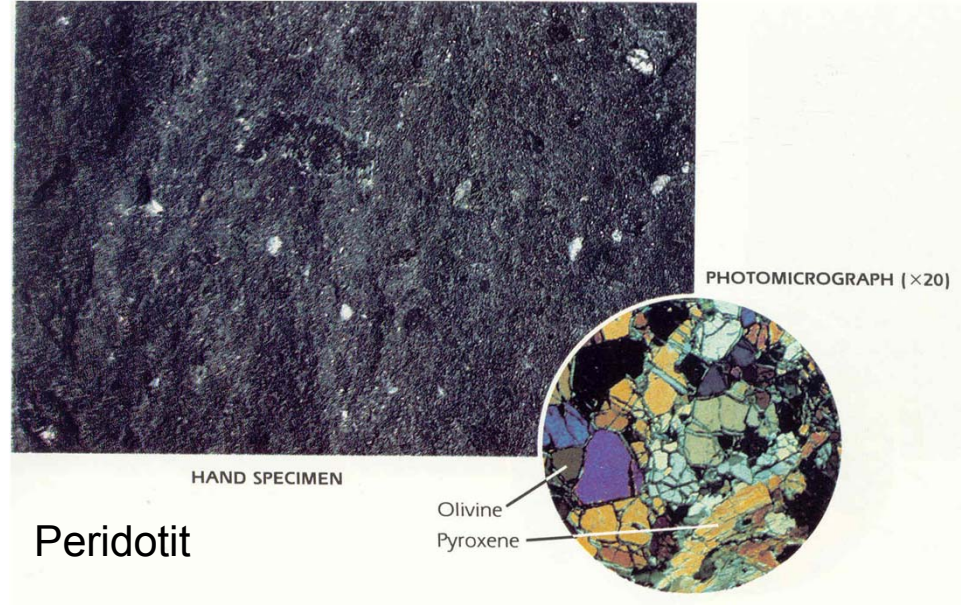
Peridotit



Gabro

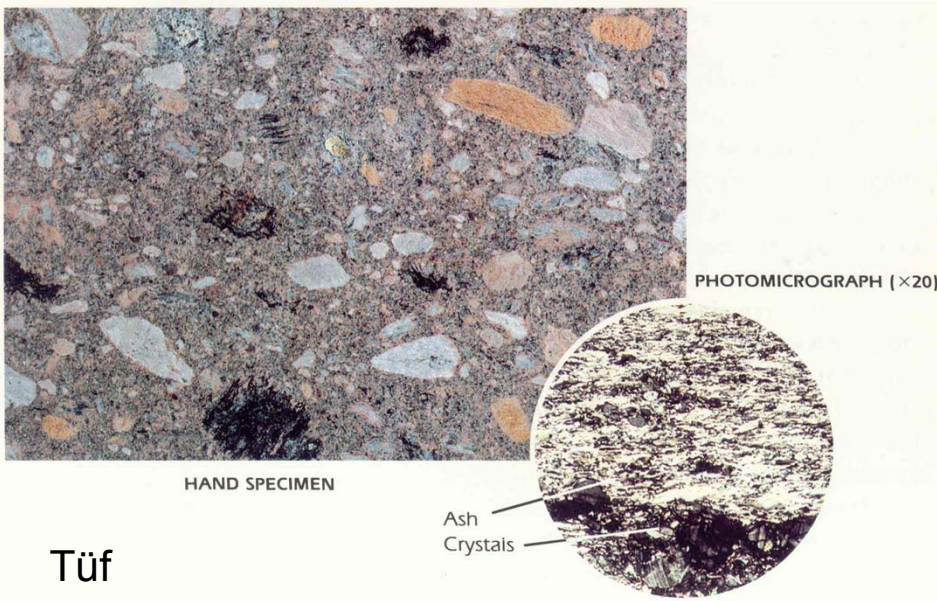
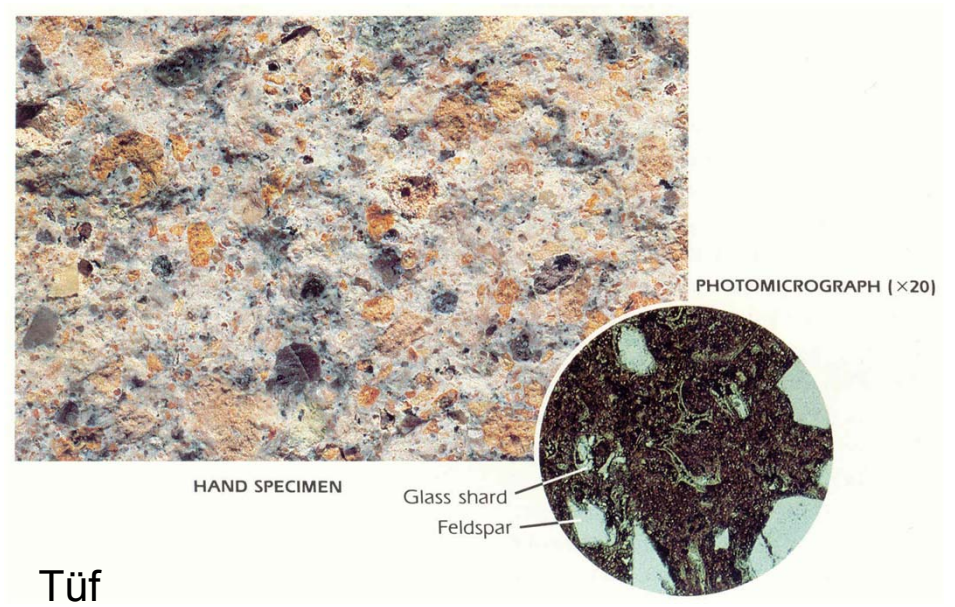
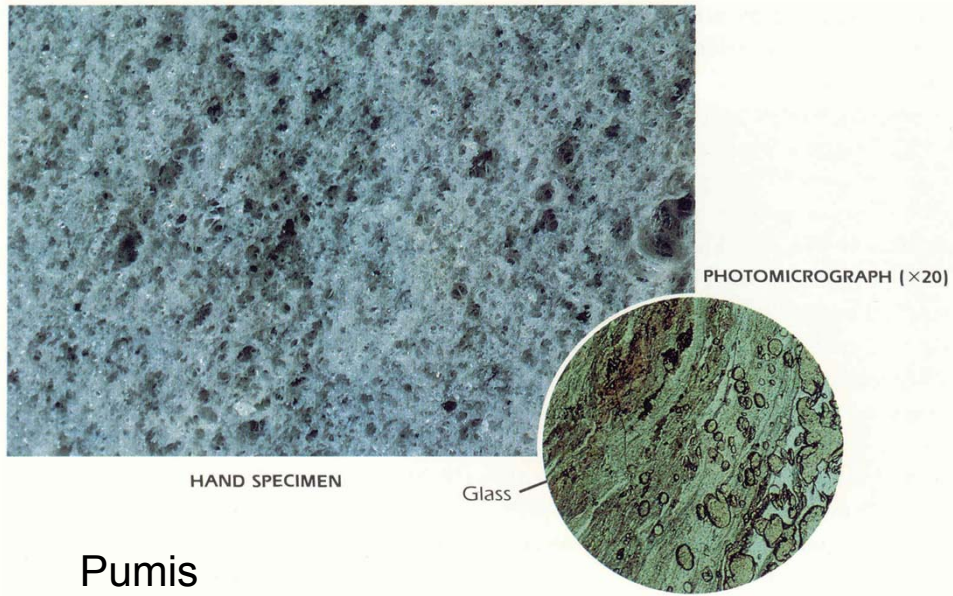


Obsidiyen



Peridotit

(Humblin&Howard, 1986)

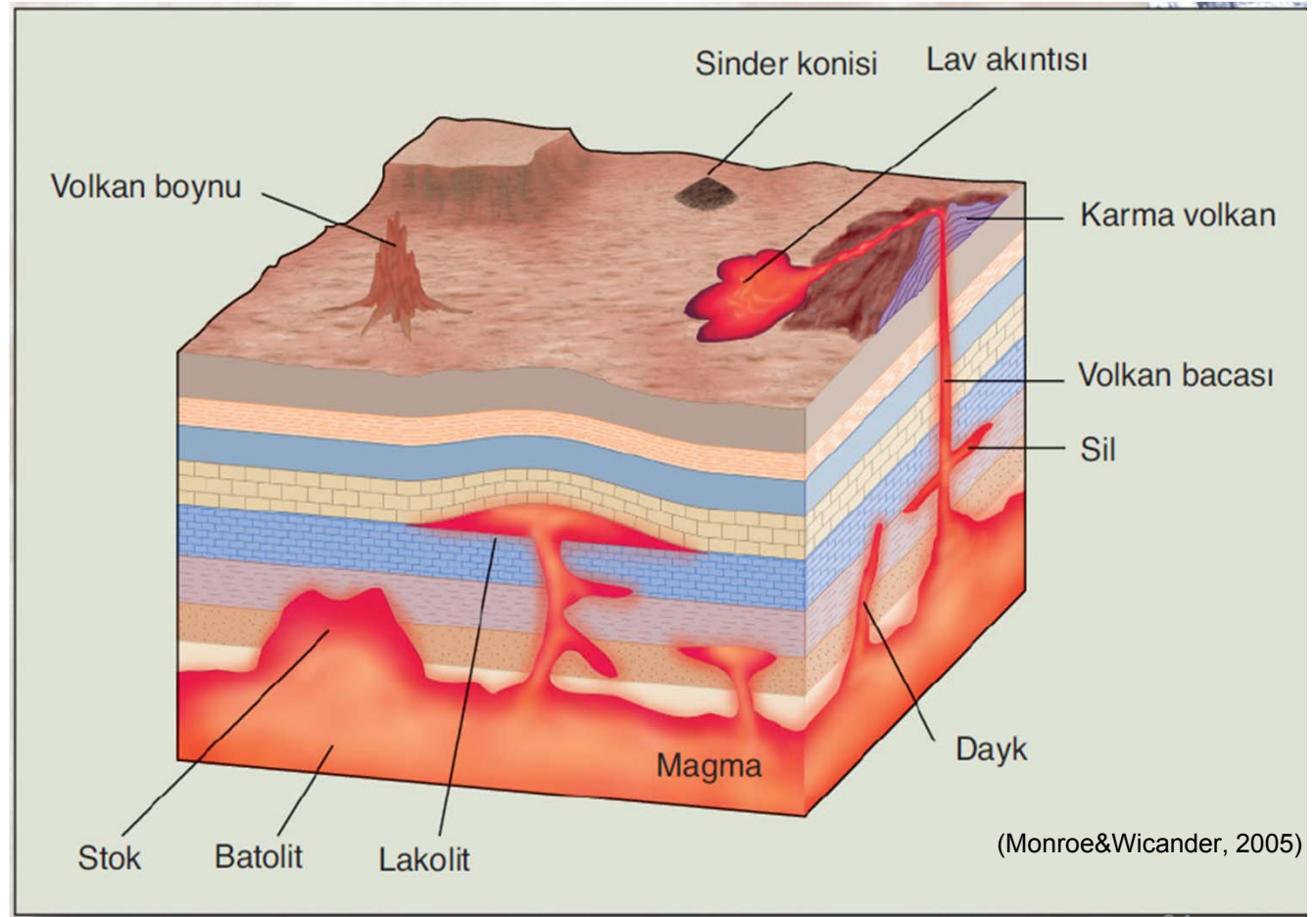


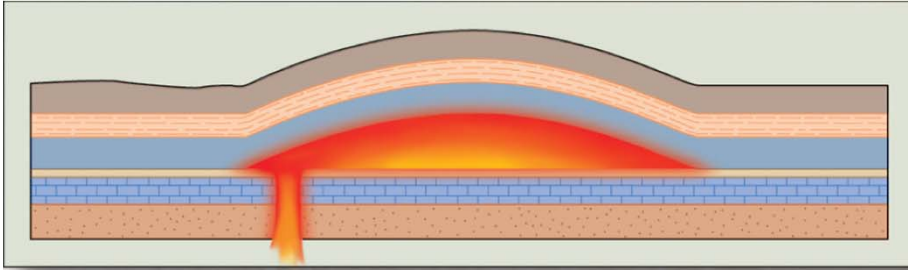
(Humblin&Howard, 1986)

PLÜTONLAR - ÖZELLİKLERİ VE OLUŞUMLARI

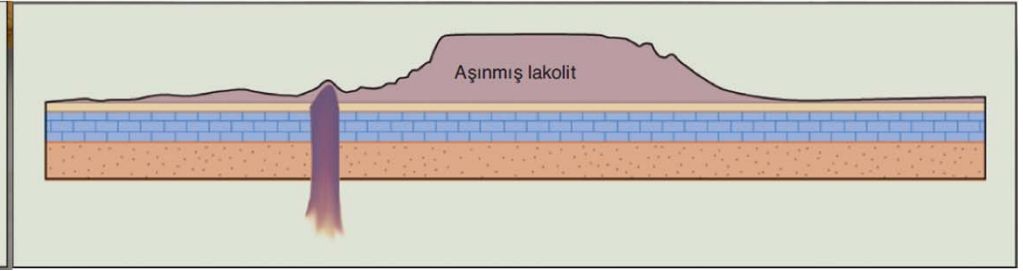
Magma, kabuğun içinde soğuyup kristalleştiğinde **plüton** adıyla bilinen sokulumlu magmatik kütleler oluşur. Bu yüzden plütonlar sadece aşınmayla yüzeye çıktıklarında gözlenebilir. Plütonları oluşturacak biçimde soğuyan magma sıklıkla etkin volkanizma alanları da olan uzaklaşan ve yaklaşan levha sınırlarında yerleşir.

Plütonlar geometrik olarak kütleli (düzensiz), levhasal, silindirik ya da mantar biçimlidir. Plütonlar ya komşu kayacın tabakalanmasına paralellik gösteren sınırlara sahip **konkordan**, ya da komşu kayacın tabakalanmasını boyuna kesen sınırlara sahip **diskordandır**.





Lacolit



Aşınmış lacolit

(Monroe&Wicander, 2005)



Volkan boynu



Dayk ve gerideki volkan boynu

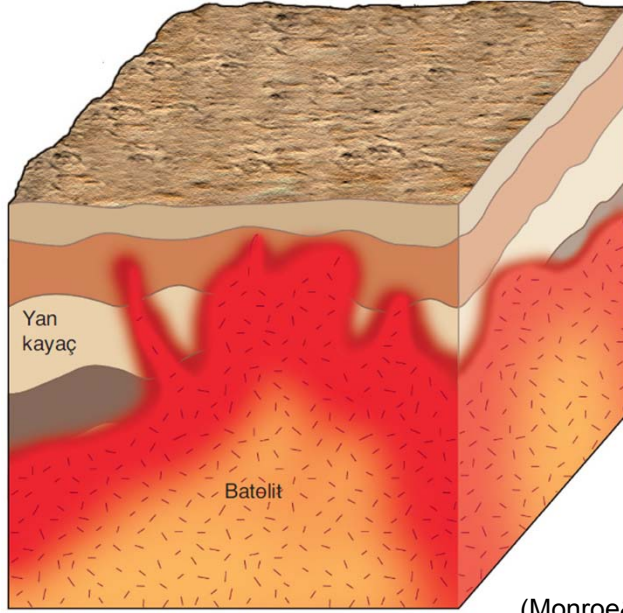


Sütunsal eklemli aşınmış lakolit

Batolitler ve Stoklar

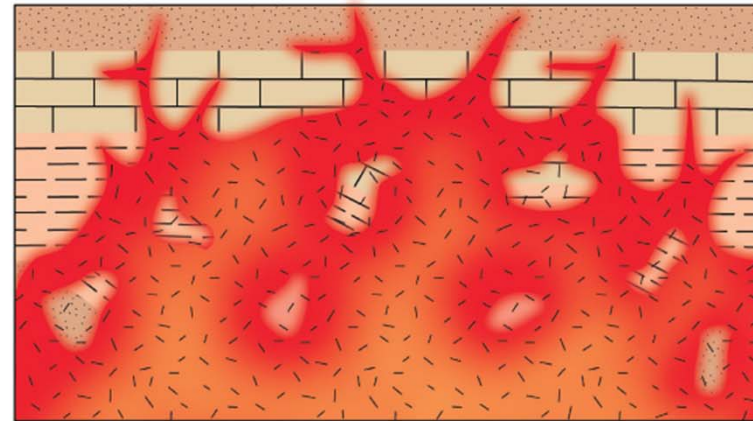
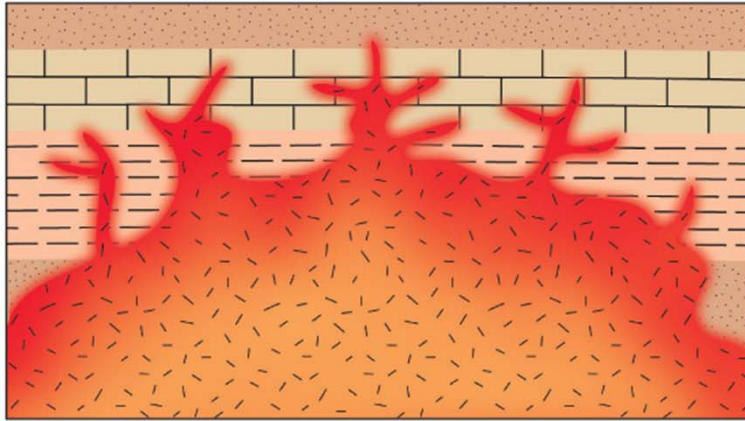
Tüm plütonların en büyüğü olan **batolit** en az 100 km² lik yüzey alanına ve birçoğu çok daha büyük alana sahip sokulum kütleleri olarak tanımlanır. Aksine **stok** benzer olsa da 100 km²'den küçük plutonik kütleleri kapsar.

BATOLİTLER YERKABUĞUNA NASIL SOKULUM YAPAR?



(Monroe&Wicander, 2005)

Batolit yerleşimi. **Güçlü sokulum.**
Magma yükseldikçe yana doğru omuz verir ve yan kayacı deforme eder.



Bir batolitin **stopping** ile yerleşmesi. (a) Magma yan kayaçtaki tabakalar arasında bulunan kırıklara ve düzlemlere sokulur. (b) Yan kayacın blokları koparak magmayla çevrilir ve bu sayede yukarı çıkan magmaya yer açılır. İçte kalan bazı bloklar özümserken, bazıları da kapanım olarak kalırlar.