

1.1. GİRİŞ

Yerbilimi anlamına gelen jeoloji, Yunanca “Geo yer,arz” ve “Logos bilim , bilgi” kelimelerinden türetilmiş olup, yer yuvarlağının katı halde bulunan kabuk kısmı ile uğraşmaktadır. Jeoloji, 35-40 km kadar olduğu tahmin edilen yerkabuğunun oluşumunu , bileşimini, yapısını, hareketlerini, iç ve dış kuvvetlerle meydana gelen değişimlerini, kapladığı her çeşit yeraltı servetlerini ve tarihçesini incelemektedir.

Jeoloji bilim dalı, incelemelerini yaparken; fizik, kimya, matematik, zooloji, botanik, inşaat, maden, ve diğer mühendislik dallarından faydalananır. Ayrıca Jeofizik , Jeokimya, Jeokronoloji gibi bilim dallarıyla da iç içedir.

Jeoloji, Jeolojik Terimler Sözlüğünde (A.G.I., 1980). **“yeryuvarının geçmişini, onun kayaç, toprak ve sudan oluşan bileşimini ve evrimini inceleyen bilim dalı”** olarak tanımlanmaktadır. Daha açık bir ifadeyle jeoloji, **“Yerin yapısal özelliklerini, yer kabuğunun gelişimini ve onun kayaç, toprak ve sudan oluşan bileşimini ve geçmişten günümüze degen ortamsal değişimleri de gözeterek doğal süreçleri, yerin fiziki doğasını ve tarihçesini inceleyen bilim dalı”** olarak da tanımlanabilir.

Mühendislik ise, "**Güvenlik ve ekonomiklik koşulunu gözterek bilimsel verileri uygulamaya yönelik amaçlarla kullanma sanatı**"'dır. Mühendislikte temel amaç, bilimin ilkelerini ve kurumlarını esas alarak güvenli, ekonomik ve uygulanabilir çözümler üretmektir. Yukarıdaki iki tanım birleştirildiği takdirde "**Jeolojik verilerin (yerbilimi verilerinin) uygulamaya dönük mühendislik amaçlarıyla kullanımını sağlayan**" Jeoloji Mühendisliği kavramı ortaya çıkmaktadır. Jeoloji Mühendisliği yerbilimini insanlığın sorunlarına uygulama, güvenli, ekonomik ve pratik çözümler üretme sanatıdır. Jeoloji Mühendislerince üretilen veriler başlıca dört mühendislik dalını ve mimarları doğrudan ilgilendirmektedir (Ulusay, 1999 ve 2001). Bu meslek grupları:

- (a) Yapıların güvenli ve ekonomik, şekilde inşasını üstlenen *İnsaat Mühendisliği*,
- (b) Emniyet ve ekonomi faktörlerini göztererek maden yataklarının işletilmesi ve geliştirilmesi konusundaki tasarıımı üstlenen *Maden Mühendisliği*,
- (c) Petrolün çıkartılması ve petrol ürünlerinin elde edilmesi için ekonomik anlamda gerekli tasarıımı üstlenen *Petrol Mühendisliği*,
- (d) Yapıların projelendirilmesini üstlenen *Mimarlardır*.
- (e) Yer yuvarının fiziksel özelliklerini inceleyen ve bunları mühendislik uygulamalarında kullanan jeofizik Mühendisliğidir.

Jeoloji Mühendisliği, yukarıda belirtilen üç mühendislik dalının yanı sıra, Şehir ve Bölge Planlamacılarına da kent planlamasında yararlanabilecekleri yerbilimi verilerini sağlamaktadır. Jeoloji Mühendisliğinde de her meslekte olduğu gibi belirli bir ihtisaslaşma vardır. Bunlar ana başlıklar halinde,

Genel Jeoloji (tektonik, çökelme ortamları, stratigrafi, paleontoloji, deniz jeolojisi)

Uygulamalı Jeoloji (Mühendislik Jeolojisi ve Hidrojeoloji)

(3) Mineraloji-Petrografi

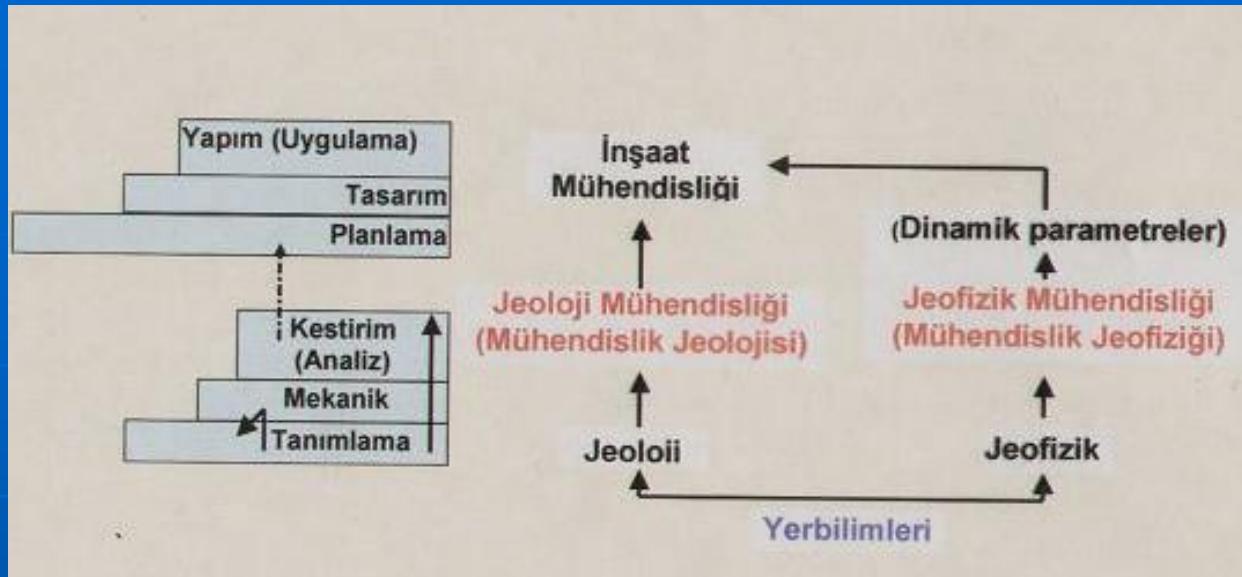
(4) Maden Yatakları (enerji hammaddeleri, metalik madenler ve endüstriyel hammaddeler) ve Jeokimya,

şeklinde sıralanabilir. Bu ihtisaslaşma çerçevesinde Jeoloji Mühendisleri; temel jeolojik sorunların çözümünden, yeraltı kaynakları ile yeraltı sularının aranmasına, jeolojinin mühendislik ve çevre sorunlarına uygulanmasına kadar değişik alanlarda hizmet verirler. Yukarıda belirtilen ihtisas konuları arasında yer alan "Mühendislik Jeolojisi" mühendislik bilimleri ile jeoloji arasındaki köprüyü oluşturan bir bilim dalıdır (Şekil 1.1) (Ulusay,1999).

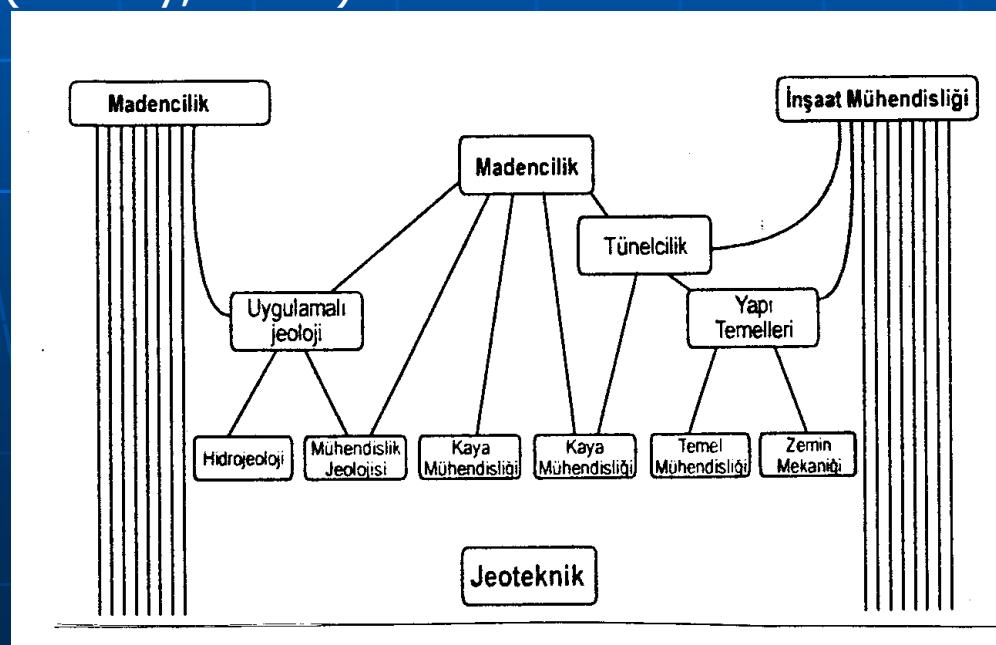
Mühendislik jeolojisi, temel jeolojinin yanı sıra, mühendislik düşüncesi ve yaklaşımı ile geoteknik alanına giren konularda öğreti ve deneyim kazanmaktadır. Jeoteknik bilimlerinin birbirleriyle olan etkileşimi ve ilişkisi Şekil 1.2'de gösterilmiştir. Bu sekilden görüleceği gibi, jeoloji mühendisliği özelinde mühendislik jeolojisi, jeotekniğin bir özel dalı olarak kabul edilmektedir. Bir jeoloji mühendisi önce bir mühendistir,

Ancak gerektiği düzeyde jeoloji bilmek durumundadır. Bunun yanı sıra, jeoloji mühendisi mühendislik düşüncesine ve mühendisliğin gereği olan uygulama becerisine de sahip olmalıdır. Bu çerçevede Jeoloji Mühendisinin en önemli rolü; jeolojik anlamda gerçekleri saptamak, gözlem yapmak, ölçüm almak, amaca uygun şekilde sayısal olarak tanımlayıp, ortamın davranışını belirleyerek, mühendislik girişimi ile doğa arasındaki etkileşimi araştırıp değerlendiren ve bunları mühendislik alanına aktaran iki bakışı bulunmaktadır. Bu yazının ana konusu olan yer seçiminde ve mühendislik yapıları için jeolojik-jeoteknik değerlendirmelerinde jeoloji mühendisliğinin temel işlevi Şekil 1.3'de temsili olarak gösterilmiştir.

Jeoloji Mühendisliğinin, kent planlaması için yer seçimi ve çeşitli mühendislik yapılarının inşaasına yönelik amaçlarla jeolojik-jeoteknik değerlendirme süresince yerine getireceği işlevler Çizelge 1'de, ayrıntıya girilmeksızın, ana hatlarıyla sunulmuştur (Ulusay,1999).

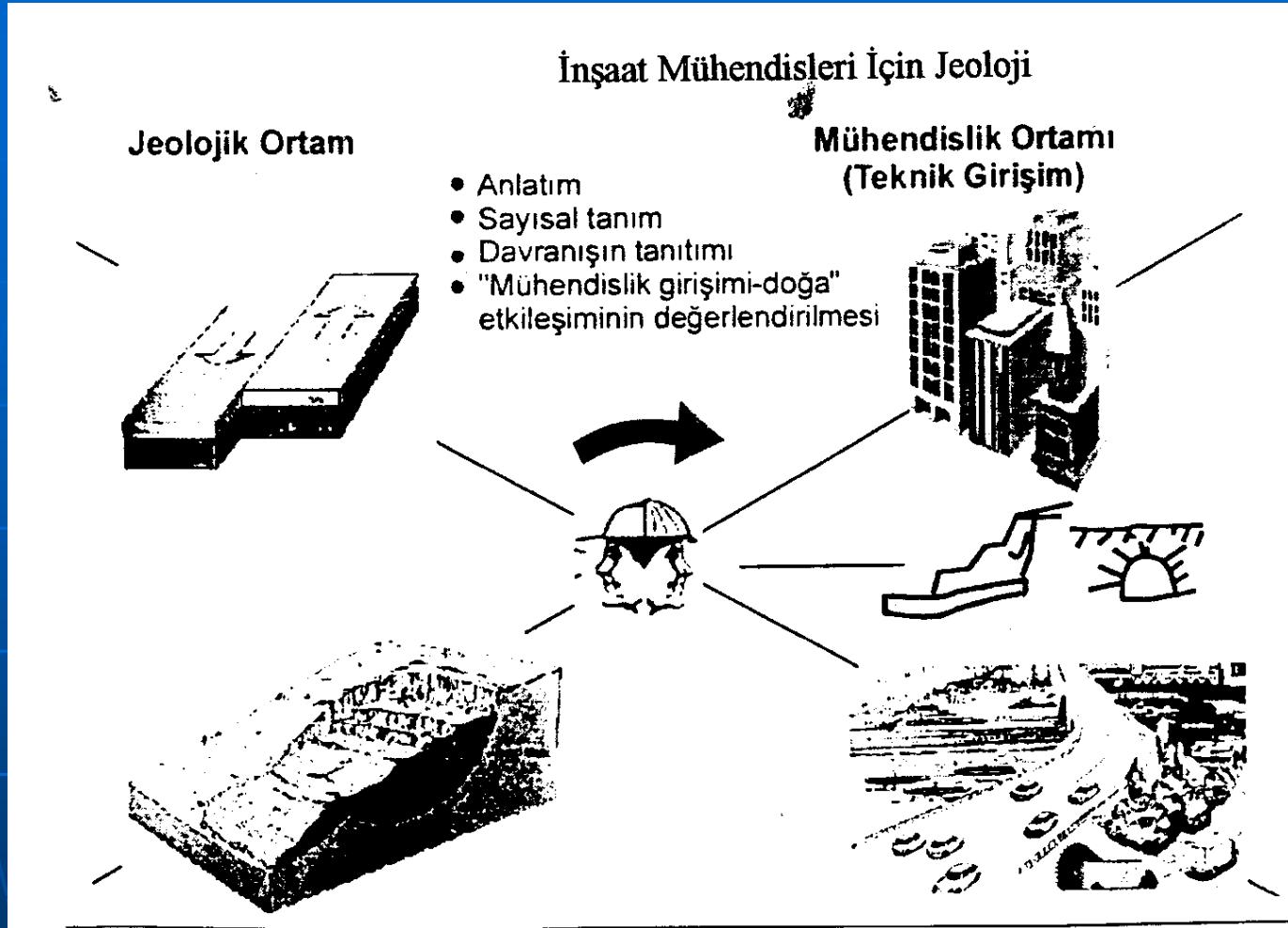


Şekil 1.1. Jeoloji, Jeoloji Mühendisliği ve Mühendislik uygulamaları arasındaki ilişki (Ulusay, 2001).



Şekil 1.2. Jeoteknik bilimleri arasındaki etkileşim (Magar, 1998).

İnşaat Mühendisleri İçin Jeoloji



Şekil 1.3. Jeoloji mühendisliğinin mühendislik jeolojisi-jeoteknik amaçlı uygulamalardaki temel işlevi/bakış açısı (Ulusay,2001).

1.2. JEOLOJİNİN UĞRAŞI DALLARI

Yeryüzünde görülen olaylar, püsküren volkanlar, ovaları ve dağları sarsan ve parçalayan depremler, fışkıran sıcak sular, dağlardan kaynayan gür kaynaklar, yerkabuğunda bulunan değişik renk ve biçimli mineraller, düzgün ve geometrik şekilli kristaller, çeşitli görünümdeki kayalar, taşlar, tabakalar, kıvrımlar ve kırıklar, taşların içinde taşlaşmış bitki ve hayvan kabukları, çeşitli renk ve görünüşteki madenler, tuzlar, rengarenk parlayan mineraller insanoğlunun ilgisini çekmiş ve bunlarla ilgilenmeye başlamıştır. İnsanlardaki bu içgüdüsel ilgi ve sevgi yerbilimlerinin çeşitli uğraşı dallarında gelişmesine neden olmuştur. Bu uğraşı dalları aşağıda kısaca özetlenecektir.

Jeoloji Mühendisliği Bilim dalı aşağıdaki anabilim dallarına ayrılmıştır.

1-GENEL JEOLOJİ

- 1.1.Yapısal Jeoloji**
- 1.2.Sedimentoloji-Sedimanter petrografi**
- 1.3.Stratigrafi**
- 1.4.Paleontoloji**

2.MİNERALOJİ-PETROGRAFİ

- 2.1.Mineraloji**
- 2.2.Petrografi**

3.MADEN YATAKLARI-JEOKİMYA

3.1.Maden yatakları

3.2.Jeokimya

3.3.Petrol jeolojisi

4.UYGULAMALI JEOLOJİ

4.1.Mühendislik Jeolojisi

4.2.Hidrojeoloji

4.3.Matematiksel Jeoloji

Önemli olan bilim dalları aşağıda kısaca tarif edilecektir.

1.2.1.GENEL JEOLOJİ

Yeriçi ve yerdışı kuvvetlerin etkisiyle yerkabuğu ve yüzünde görülen olaylardan ve bunları oluşturan sebepleri de kapsayan geniş bir alandır. 4.5 milyar yıldan beri değişime uğrayan yeryüzündeki dağlar aşınımı, ovalar yükselme, mevcut kayalar da değişime uğrarlar. Yerin içinden gelen tesirlerle de (ısı, yerçekimi, radyoaktivite) madde değişimi, volkanlar , depremler ve sıradaglar meydana gelir. Gerek yeriçi gerekse yerdışı kuvvetlerin altında meydana gelen değişikler genel jeolojinin başlıca konularını kapsarlar.

1.1.2 MİNERALOJİ – PETROGRAFİ

Yerkabığının çeşitli kayaç ve madenlerden meydana geldiğini söylemişik. İşte mineraloji ve petrografi yerkabığını meydana getiren çeşitli kayaç ve minerallerin oluşumundan, sınıflandırımlarından, taş haline gelişlerinden , ayrışmalarından ve diğer özelliklerinden bahsederler.

1.2.3.TEKTONK (YAPISAL JEOLOJİ)

Yerkabığının hareketlerinden, deformasyonlarından, faylardan, kıvrımlardan, çatlaklardan, kütlelerin geometrisinden, birincil ve ikincil oluşumlu yapılarından bahseder.

1.2.4.STRATİGRAFİ (TARIHSEL JEOLOJİ)

Yerkabığının geçmiş devirlerindeki gelişmeleri günümüzdeki olaylarla açıklanmak istenmiştir. Genellikle sedimanter kütleleri oluşum zamanlarını dikkate alarak inceleyen bir bilim dalıdır. Eski zamanlarda yaşamış bitki ve hayvan fosilleri özellik gösteren sedimantasyon şekilleri ve içerisindeki elemanların radyo-aktiveleri bu bilimde kullanılan elemanlardır.

1.2.5. PALEONTOLOJİ

Jeolojik devirlerde yaşamış hayvanların ve bitkilerin hayat ve gelişimlerini inceleyen ve tortul tabakalar arasında dağılışını anlatan bir bilim dalıdır. Tortul kütleler arasında yer alan fosillerin evrimini ve ortamsal gelişimlerini araştırır. Değişik yerlerde yaşayan canlıların karşılaşmasını yaparak paleografik dağılımlarını inceler.

1.2.6. MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ

İnşaat Jeolojisi (Baraj Jeolojisi, Tünel, Temel ve Heyelan Jeolojisi),
Yer altı suları Jeolojisi (Hidrojeoloji),
Doğal Malzeme Jeolojisi (Taş-Toprak Jeolojisi),
Çevre Jeolojisi,
Şehir ve Bölge Planlama jeolojisi,
Kaya Mekanığı,
gibi yeni ve önemli uğraşı dallarını içermektedir (Erguvanlı, 1983).

a) **MÜHENDİSLİK (İNŞAAT) JEOLOJİSİ:**

Karşılaştırma olarak ele alındığında, jeolojinin alt dalı olan; münferiden objektif ve daha dar bir alana sahip olan Mühendislik Jeolojisinin amacı, kayaların nitelik ve şekillerini mühendislik çalışmalarıyla bağlantılı olarak tanımlayarak, mühendislik bilimine ve sanatına yardımcı olmaktadır.

Mühendislik Jeolojisi herhangi bir projeyle ilgili malzemenin karakterize edilmesiyle, haritalanmasıyla ve planlanmasıyla da ilgilidir. Heyelan ve deprem gibi mühendislik projesinin başarısını etkileyebilecek doğal tehlikelerin tesbiti ve değerlendirilmesi de Mühendislik Jeolojisini bir bölümündür. Mühendislik Jeolojisi, suyun; kayalar ve zeminler arasındaki gözeneklerde depolanması ve suyun hareketleri sonucu, mühendislik projesi ve doğal rejimde oluşan farklılıklarla ilgilenmektedir.

Mühendislik Jeolojisi genellikle, geleneksel jeolojik veriler ve bilgilerin mühendisler tarafından kullanımı sırasında bir süzgeç görevi görmektedir. Kaya mostrallarıyla ilgili gözlemler, hidroloji ve hidrojeolojik yorumlama, bu alandaki jeofizik ve jeokimya ölçümleri optiksel, kimyasal ve fizyokimyasal diğer örneklerin laboratuvar ölçümleri, Mühendislik Jeolojisini geleneksel araçlarıdır.

Mühendislik Jeolojisi; jeolojik bilgilerin izahını ve her kaya biriminin Mühendislik Jeolojisi açısından sınıflandırılmasını ve morfolojisini temsil eden kavramsal modellerinin teminini vazife edinmişlerdir. Elde edilen bu bilgilerin değerleri aynı zamanda mühendislik koşullarıyla orantılanarak değerlendirilmektedir. Fakat mühendisler, tasarım hakkındaki en son sorumluluğu ellsinde bulundurmaktır ve genellikle mühendislik değerlendirmelerini kendileri yapmaktadır. Kaya ve zeminlerin dayanımlarının ve deformasyonlarının hesabı, proje içindeki sonuç v.b gibi konular, Jeoteknik Mühendisliğinin yetki alanına girmekte ve zemin ve kaya mekaniğinin ihtisası olarak adlandırılmalıdır

b) **HİDROJEOLOJİ (YER ALTı SULARı JEOLOJİSİ)**

Suların yerkabuğundaki kayaçlar içerisinde bulunuşunu, dağılışını, hareketini, fiziksel ve kimyasal özelliklerini ve bunlara etkiyen faktörleri; yer altı sularının araştırılmasını, yer altı sularından yararlanmayı, yer altı sularının korunmasını ve geliştirilmesini inceleyen bir bilim dalıdır.

Hidrojeoloji, uygulamalı bir bilim dalıdır.

Yer altı suları, değişik mühendislik dallarında uğraşan mühendisleri çeşitli yönlerden ilgilendirir. Örneğin ziraatçılar sulama, çorak arazinin yararlı hale getirilmesi yönünden yer altı suları ile ilgilenirler, İnşaat Mühendisleri, temellerdeki deformasyonlar, yeraltı suyunun düşürülmesi (drenajı), şev, tünel, yol kazılarındaki stabilité, betona zararlı etkileri açısından yer altı suları ile uğraşırlar. Madenciler, verimi azaltma açık ve kapalı işletmelerde su birikimleri, su baskınları ve yolaçtığı kazalar açısından yer altı suları ile uğraşmak ve yol açtıkları zararları önlemek için önlem almak zorundadır.

Yer altı sularının incelenmesi, hidrojelogların ve yukarıda belirtilen mesleklerin yanı sıra hidrolog, toprak bilimci, ormancı, coğrafyacı, ekolojist, çevre mühendisi ve petrol mühendislerini de ilgilendirmektedir. Tarihin başlangıcından beri insanlar yer altı sularının aranıp bulunması ve kullanılması ile ilgilenmişlerdir. Tarihe göz attığımızda, eski uygarlıkların yerleşim alanlarının akarsular veya su kaynakları civarında oldukları görülür.

c) DOĞAL MALZEME JEOLOJİSİ:

hammaddeleri, yol agregaları, baraj v.b alanlarda kullanılacak malzemeler, bunların yerleri, miktarı ve özellikleri ile, dış ve iç kaplamalarda kullanılacak mermer, yapıtaşları v.b kayaçların özellikleri bu bilim dalının kapsamı içinde yer almaktadır.

d) ÇEVRE JEOLOJİSİ:

Çevre jeolojisi uygulamalı jeolojinin dallarından birini oluşturur. Çevre jeolojisi, arazinin kullanılmasında ve çevresel sorunların en aza indirilmesinde , doğal veya değişken çevreden azami ölçüde faydalananmada, yaşadığımız çevreyi daha iyi anlamada ve daha iyi kullanmada jeolojik bilgilerin değerlendirilmesinden ibarettir.

Günümüzde çevresel sorumlara neden olan önemli faktörler; aşırı nüfus artışı, şehirleşme ve endüstrileşme olarak gösterilebilmektedir. Çevre jeolojisi kapsamına giren bazı konular sırası ile;

- a) Jeolojik afetler, depremler, heyelanlar, su baskınları, volkanizma, tsunami, subsidans,
- b) Yapılaşma ve jeolojik problemler,
- c) Çevre sağlığı,
- d) İnsan ve çevre ilişkisi,
- e) Doğal kaynaklar ve azalımı,
- f) Arazi kullanımı ve planlanması.

e) **ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA JEOLOJİSİ:**

Şehir ve bölge planlamasında, yeni yerleşim yerlerinin planlanması, örneğin kentleşmeye müsait olmayan alanlar, heyelan tehlikesi ve taşkına maruz kalabilecek yerler, tarımsal potansiyele sahip alanlar, deprem risk bölgeleri v.b konular bu bilim dalının kapsamındadır.

Baraj, tünel, otoyol vb. gibi mühendislik yapılarının tasarıımında olduğu gibi, kentsel gelişmede de yapıların üzerinde inşa edileceği zeminlerin jeolojik ve yapısal özelliklerinin, mühendislik girişimi öncesinde, sırasında ve sonrasında davranışlarının, jeoteknik özelliklerinin, yeraltı suyu koşullarının ve jeolojik çevrenin yapılar ve kentin gelişimi üzerindeki etkilerinin kentsel planlama sürecinde ve inşaat öncesinde ayrıntılı şekilde değerlendirilmesi ve tasarımda dikkate alınması gerekmektedir

Arazi-kullanımı planlaması gerekli bilgilerin toplanması, değerlendirilmesi ve planların formüle edilmesini gerektirir. Bu bağlamda yeterli jeolojik bilgilerin toplanması, doğayla uyumlu bir çevrenin oluşturulabilmesi açısından önemlidir. Planlama; jeolojinin arazi ve doğal kaynakların en iyi şekilde kullanımı açısından çok önemlidir. Yer yüzeyi katmanlarının daha iyi tanınması bize yeri daha iyi kullanım imkanı verecektir. Jeoloji tüm planlamacıların başlangıç noktası olmalıdır.

Jeolojik verilerin planlamacılar açısından anlaşılmaması çok önemli bir konudur. Ne yazıkki klasik jeolojik haritalar bu bakımdan çok yetersiz kalmaktadır. Planlamanın jeoloji ile ilgili kısmı jeolojik olayların ve afetlerin tesirini azaltma ve insan yaşamını düzenlemektir.

Bu planlama politikalarının geliştirilmesinde, belirli bir afetle ilgili olarak bu afetin tahrip gücü, tesir alanı ve oluş aralıkları araştırılıp buradan risk derecesinin tahminine gidilmektedir.

F)**KAYA MEKANIĞI:**

Madde ve kütle olarak kayaların davranışlarını teorik ve uygulamalı olarak inceleyen bir bilimdir. Kaya Mekanığı, genel mekanığın bir dalı olup, kayaların fiziksel ortamdaki kuvvet alanlarına olan tepkisini inceler. Kaya Mekanığı Mühendisliği'nin çok geniş bir uygulama sahası ve dikkate değer bir geleceği vardır(Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1 Kaya Mekanığı'nın İnşaat Mühendisliği'ndeki Bazı Uygulamaları (Paşamehmetoğlu, G. 1986).

Uygulama Alanı Yapı Türü ve Tasarım Alanı

Tünelcilik

- a) Karayolu, Demiryolu tünelleri
- b) Metro tünel ve istasyonları
- c) Su ve kanalizasyon tünelleri
- a) Yeraltı güç santralları (Hidroelektrik ve

Enerji nükleer)

- b) Petrol ve gazın yeraltıda depolanması
- c) Basınçlı havanın depolanması
- d) Nükleer artıkların yeraltıda

depolanması

Askeri

sığınakları

Konut Yapımı

- a) Yeraltıda ev, çarşı, depo ve bürolar

Ortaya Çıkan Yeni

- a) Uzay Keşfi ve Yıldız Savaşları

Uygulamalar

- b) Denizaltı tünelciliği

- c) Hızlı tünelcilik

- e) Korunma projeleri için çok büyük (100
yeraltı açıklıkları

m açıklık)

1.3. JEOLOJİNİN İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİNDEKİ ANLAMI

Bütün inşaat mühendisliği işleri ya yerin üzerinde ya da yerin içinde gerçekleştirilir. Bu yüzden onun özellikleri ve yöntemleri – hem kayaların ve zeminin dayanıklılığı hem de bunların değişimine sebep olan erozyonsal ve jeolojik yöntemler açısından önem taşır.

Bazı zeminler toprak değildir ve duraysız temellere öncülük edebilirler. Arazi araştırmalarının çoğu inşaat mühendisinin jeoloji ile karşılaşacağı noktadır. Bu, zemin koşullarının yorumunu (çoğu kez en ufak kanıttan yola çıkarak), biraz 3-Boyutlu düşünmeyi ve zor zemin ve potansiyel tehlike olan alanların tanınmasını içerir.

Daha önce görülmemiş zemin koşulları ile, zemin jeolojisi sürekli değişken olabileceğinden karşılaşılabilir. Fakat bunlar çoğu kez yetersiz saha incelemelerine bağlı olan önceden görülmemiş koşullardır. İnşaat mühendisliği, doğru yorumlanmış ve anlaşılmış hemen her zemin koşuluna model oluşturabilir.

Jeolojik zaman önemli bir kavramdır. Dünya 4 milyar yaşındadır ve şu anki biçimine doğru sürekli olarak gelişmiştir. Mühendislerin karşılaşduğu pek çok kaya veya zemin 10-500 milyon yaşındadır. Bu kayalar zaman içinde yer değiştirmiş ve deform olmuşlar, bazıları devamlı erozyon sayesinde en sonunda yüzeye çıkmışlardır.Yer altı yapıları ve yer yüzeyi jeolojik süreçten geçerek durmadan gelişmiştir. Bugün görülebilen çoğu yüzey kara oluşumları son birkaç milyon yıl içerisinde erozyon yoluyla aşınmış ve bu sırada da diğer eski kara oluşumları yok olmuştur.

Bu zaman farkı önemlidir; yüzeydeki kayaların kökeni günümüzdeki çevre ile hiçbir ilişkiye sahip olmayı bilir. Klasik bir örnek olan ve zirvesi kireç taşından oluşan Everest, 300 milyon yıl önce denizin içinde oluşmuş bir dağdır. Jeolojik zaman anlaşılması zor bir kavramdır fakat zemin koşullarındaki pek çok zıtlıkları tasvir etmek için onu zaman boşlukları olarak kabul etmek gereklidir.

Jeolojide ölçü kavramları

- a) Bir ülkeyi bir uçtan diğer uca kuşatan yüzlerce km uzunluğundaki kaya formasyonu.
- b) Yer hareketleri sonucunda binlerce metre yukarı taşılmış kayalar.
- c) Yer yüzeyinin 1000 m altına kadar ulaşan kaya yapıları.
- d) Levha tektoniğine bağlı olarak kıvrılmış sağlam kayaçlar.
- e) 100 milyon tondan fazla kayanın düşmesiyle oluşan toprak kaymaları.
- f) Bir atom bombasından bir milyon kere daha güçlü depremler.
- g) ve jeolojik zamanın milyonlarca yılı.

JEOLOJİK Yapı	MÜHENDİSLERİN CEVABI
Yumuşak zemin ve oturma	Yükü azaltmak veya dağıtmak için gerekli temel tasarımlı
Zayıf zemin ve potansiyel yenilmeler	Zeminin ıslahı(iyileştirilmesi) veya boşlukların doldurulması; veya tehlikeli bölgelerin tanımlanması ve bunlardan kaçınılması
Duraysız şevler ve potansiyel kayma	Şevleri stabil hale getirmek ya da desteklemek; veya tehlikeli bölgelerden kaçınmak
Şiddetli nehir ve sahil erozyonu	Süreci, kaya veya beton kullanarak yavaşlatmak (sınırlı alan)
Potansiyel deprem tehlikesi	•Depreme dayanıklı yapı tasarımlı; duraysız zeminden kaçınmak
Potansiyel volkanik tehlikeler	Tehlikeli bölgelerden kaçınmak; püskürmeleri önceden tahmin etmeye çalışmak
Malzeme olarak kullanılacak kayalar	Malzemenin rezervinin değerlendirmesi ve kaya testleri

7.YAPILARDA KULLANILAN JEOLOJİK MALZEMELER

7.1.YAPITAŞLARI

Taş binlerce yıldır yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bunun başlıca sebebi onun kolay olarak bulunabilmesidir. Yapı malzemesi olarak kullanılacak taş ideal olarak masif olmalıdır ve bünyesinde gizlenmiş kırık, çatlak veya diğer bir süreksizlik bulundurmamalıdır.

Bina köprü, baraj, yol parkesi, blokaj, bordür taşı, otoyol, balast, çatı arduvazı gibi çeşitli inşaat işlerinde kullanılan doğal agrega ve kırmataşların seçimi ve değerlendirilmesinde, bunların jeolojik özelliklerinin yanı sıra bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin de saptanması gerekmektedir.

Basamaklar veya kaldırımlar gibi bir kayanın doğrudan aşınmaya maruz kaldığı yerler haricinde sertlik bir taşın seçilmesinde yardımcı bir faktördür. Taşın dokusu ve porozitesi onun rahat şekillendirilmesini, çözünme ve donma ile bozunmasını etkiler. İnce taneli kayalar, kendi çeşitleri içinde iri taneli olanlardan daha kolay şekillendirilirler.

Aynı zamanda küçük gözenekli kayaçlardaki su birikimi, daha iri gözenekli olanlara göre daha fazladır ve daha geri planda olmak üzere don etkisinde daha çok deform olur

Donma bir yapı taşının kalitesinin düşmesinde önde gelen bir faktördür. Bu faktör kendini bazen küçük parçaların taş yüzeyinden kopmasıyla belli ederken, daha büyük ölçekteki zararı, taşın tamamını etkilemesiyle verir. Don olayı, yağmur suyu ve karın birikmeye daha eğilimli olduğu basamak, köşe vb yerlerde daha çok görülür. Bu sebepten dolayı dış etkilerden korunmuş yerlerde don mukavemeti düşük taşların kullanılması, oluşabilecek zararları azaltır. Birçok mağmatik kayaç ile iyi kalite kireçtaşısı ve kumtaşı ise dondan az etkilenir.

Yapı taşı içерdiği zararlı tuzları, genel olarak toprak ve atmosferden alabildiği gibi, taşın gözeneklerinde de çözünebilen tuzlar bulunabilir. Tuzun taştaki varlığı, taşta değişik etkilere yol açar. Tuzlar, taş yüzeyinde kristalleşerek büyümeye ve hemen taş yüzeyinin altında da kristalleşerek küçülme olayları sonucunda, taşta yüzey kabuklaşması oluştururlar. Küçük gözeneklerdeki tuzun kristalleşmesi sonucunda oluşan basınç gözardı edilemez. Örneğin, halit tuzu (NaCl) 200 MPa, jips[1] ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 100 MPa, anhidrit (CaSO_4) 120 MPa ; kieserit[2] ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 100 MPa'lık basınç oluşturabilir ve bazen bu bile parçalanma için yeterli olabilir. NaCl (Sodyum klorit), NaSO_4 (Sodyum Sulfat) veya NaH_2SO_4 (Sodyum hidroksit) gibi serbestçe çözünebilen tuzlar tarafından oluşturulan kristalizasyon, taşın yüzeyinde parçalanmaya ya da taş yüzeyinin toz haline gelmesine sebep olur. Magnezyum sulfatın, magnezyumlu kireçtaşıyla (Dolomit) reaksiyona girmesiyle taş yüzeyinde derin oyuklar (kovucuklar) oluşur.

Bazı kumtaşları ve gözenekli kireçtaşlarında tuz, taşın yüzeyini tipki balpeteğinin yüzeyi gibi delik deşik yapabilir. Aksine, yüzeyinde tuzun birikmesi, taşta koruyucu sert bir tabaka oluşturarak taşın yüzey direncini de artırır ki biz buna dış sertleşme (*case hardening*) diyoruz. Eğer taş adı geçen bu tuzların doğal kaynağı durumunda ise iç yapısı orantılı olarak zayıf olacaktır.

Silikatlı taşlarda ayrışma yavaştır, fakat ilk ayrışma belirtileri taşta görüldüğü andan itibaren taşın ayrışması hızlanır. Belirli mağmatik kayaçlar ayrıştıkları zaman renk değiştirirler, örneğin birkaç hafta içerisinde açık gri granitlerin üzerinde pembe, kırmızı, kahverengi, veya sarı renkte benekler demir oksitlerin hidrasyonu sonucunda oluşur.

Sedimanter kayalardan elde edilerek inşaat alanında kullanılan kayalar kentsel atmosfer etkisiyle karşılaşınca değişik oranlarda ayrılmaya uğrayabilirler. Bu ayrışma bir takım yabancı maddelerce hızlandırılır. Bu yabancı maddeler : SO₂ , SO₃ , NO₃, Cl₂ ve CO₂ dir. Bunlar aşındırıcı asitler üretirler. Kireçtaşlarında bu durum çok görülür. Örneğin: kireçtaşlarının kalsiyum karbonatı ile zayıf sülfirik asitin tepkimesinden kalsiyum sülfat oluşur. Bu durum, genellikle kaya yüzeyinin altında oluşur, genişleme meydana gelir ve kristalizasyon hafif bir bozulmaya sebep olur. Eğer bu durum devam ederse kireçtaşının yüzeyi pul pul olur.

Kumtaşının dayanıklılığı onun mineralojik bileşimine, yapısına, porozitesine, çimento veya matrisin cinsine ve miktarına bağlıdır. Bu nedenle dış yüzey inşaatı amacıyla kullanılan kumtaşlarına en iyi örnek kuvars arenittir. Silisli çimento ile iyice bağlanmış olan kuvars arenit düşük poroziteye bağlı olup görülen yapraklanması bu malzeme için geçerli değildir.

Bu taşlar süsleme amacıyla kullanılırsa daha pahalıya mal olur. Kumtaşları ayırmaya karşı dirençli olan kuvars tanelerinden oluşmuşlardır. Ama içinde daha az bulunan minerallerin böyle bir direnç göstermeleri tartışma konusudur. Mesela feldispatlarda kaolinleşme olayı görülebilir. Kalkerli çimento, zayıf asitlerle kentsel atmosferde tepkimeye girmesinden demir oksitler oluşur. Bu demir oksitler, oksitli yüzey lekeleri oluştururlar. Asitlerin etkisiyle gerçekleştirilen bu etkiler bir taşın yüzeyinin düzensiz şekilde pul pulmasına veya nadir hallerde ufalanmasına neden olurlar. Yapraklımiş kumtaşı binaların teşhir edilen yüzeylerinde kullanıldığı zaman hava değişikliklerinden kötü etkilenirler ve derzlerde yıkılmalara neden olurlar.

Binanın dış yüzeyi şiddetli ışıya maruz kalırsa mineral bileşenleri genleşirken yüzeyinde de tahribatlar göze çarpar. Bu durum, daha çok içinde yüksek oranda kuvars ve alkali feldispat bulunduran kayaçlarda görülür (kumtaşı ve granit gibi).

Taş ocağından taş çıkarıldığı zaman gözeneklerinde bir miktar su ilave edilir ki buna taşın özsuyu denir (*quarry sap*). Bu su kurudukça taş sertleşir. Bu sebepten dolayı, taşın ocaktan çıkar çıkmaz şekillendirilmesi akıllıcadır.

Granit, mühendislik ve anıtsal kullanımlar için idealdir. Granitin burulma mukavemeti 160~240 MPa arasında değişir. Granit bazı özel bozunma özellikleri gösterir ve bir çok granit gözle görülebilir şekilde normal iklim şartlarında bozunmaz. 100 yıldan daha uzun bir süre önce cilalanmış ve halen bozunmamış örnekler mevcuttur. Fakat, aşırı kirli atmosfer şartlarında, cilalanmış bir granitte herhangi bir bozunma belirtisi olabilir. Granitin maliyeti diğer malzeme giderleriyle karşılaşıldığı zaman çok düşük kalmaktadır ve birçok durumda granit maliyet giderini kısa bir süre sonra amorti eder.

Kireçtaşları, renk, yüzey şekilleri ve porozite bakımından çeşitlilik gösterir. Ayrıca bünyesinde fosil bulunduranları diğerlerine göre, kesilip cilalandığı zaman, daha çekicidirler. Ama asitli su etkisinde bu taşlar bozunurlar, bunun sonucunda cilanın matlaşması, yüzey renginin solması ve yapısal zayıflama meydana gelir.

Üzerindeki oymalar ve şekiller aşınabilir ve hatta yok olabilir. Ayrıca doğal özellikleri olan tanecikler, fosiller vb meydana çıkabilir.

Kumtaşının rengi ve mukavemeti tane bileşenlerini bağlayan çimentonun cinsine ve miktarına bağlıdır. Çimento muhtevası poroziteyi ve suyun emilmesini etkiler.

Kayaçların kullanıldığı çeşitli alanlar için tane boyu talepleri farklıdır. Ebatlandırılmış taşlar için > 1 m , yapı, dekorasyon ve kaplama taşları için> 30 cm , beton agregası, asfalt, demiryolu çakılları ve sıva için 1-20 cm olabilir.

7.1.1.MERMERLER

Mermerciliğin tarihçesi Cılalı Taş Devri'ne kadar inmektedir. Cılalı Taş Devri'ne adını veren mermerin işleme ve kullanımı her çağ'a ve uygarlığa ayrı bir nitelik getirmiştir. İlk çağlardan beri insanlar yapı, konut ve özellikle tapınaklarını güzel görünüşlü mermerlerden yapmaya özen göstermişlerdir. İnsanların bu zevki halen değişmemiştir. Gelişen endüstri ve teknolojiye paralel olarak mermer kullanımının artması da bunu göstermektedir.

Mermer, kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarının ısı ve basınç altında metamorfizmaya uğrayarak kristalleşmesi ile oluşan bir metamorfik kayaçtır. Ticari anlamda ise parlatıldığı zaman iyi cila kabul ederek göze hoş görünen her türlü kayaç mermer kabul edilmektedir.

Mermer olarak kullanılan kayaç oluşumlarında, yataklanma durumuna ve jeolojik yapılarına göre açılan üretim ocaklarından, düzgün geometrik şekillerde bloklar çıkarılır. Bu şekilde yarı işlenmiş hale gelen mermer blokları fabrika ve kesme-işleme tesislerinde kesilerek plaka haline getirilir. Silme ve cila (polisaj) işlemi ile silinip parlatılarak pürüzsüz bir yüzey meydana getirilir. İstenilen ölçülerde kenar ve köşeleri kesilerek piyasaya arz edilir.

7.1.1.1. Sınıflandırılması *Mineralojik Sınıflandırma:*

Bu sınıflandırma petrografik açıdan uygulanan bir sınıflandırma olup, mermercilik alanında da zaman zaman kullanılmaktadır. Mermer olarak kullanılan kayacın yapısal özellikleri sınıflandırmada esas olup, oluşumlarındaki ayrılıklar da yapıya yansımaktadır. Buna göre;

a) Sedimanter Kökenli Mermerler:

Kalker çimentolu Konglomeralar, Kalker çimentolu kumtaşları, bres, puding, Sert (kili az veya kilsiz) kireçtaşları, travertenler ve oniks mermerleri

b) Mağmatik Kökenli Mermerler:

Granit, granodiorit, kuvarsdiorit, siyenit, diyorit, gabro, monzonit, norit, peridotit, dunit, verlit, harzburjirt, lerpzolit, liparit, riyolit, dasit, bazalt, andezit, trakit, diyabaz, serpentinitler ve volkanik tüfler (Şekil 7.1, Şekil 7.2, Şekil 7.3 ve Şekil 7.4).

c) Metamorfik Kökenli Mermerler:

Mermer (kristalin kireçtaşı) (Şekil 7.5 ve Şekil 7.6) (, gnays, amfibolit, serpentinit, fillit, kristalin sist, eklojıt.

Ekonominik Sınıflandırma :

Mermer olarak kullanılan kayacın mineralojik yapısı ve oluşuma bakılmaksızın bilimsel tanımlar dışında yapılır. Bu sınıflandırmada renk, desen ve albenisi yanında sertlik gibi fiziksel özelliklerde aranmaktadır. Uluslar arası saptanmış bir kural ve bağlantısı olmadan mermer satıcıları ve mermer işleyicileri arasında kullanılır.

Bu sınıflandırmada en büyük ölçü mermerin fiziksel yapısı ve cila alma niteliğidir.

Buna göre;

- a) Normal Mermerler (mermer, kireçtaşı, dolomit, konglomera) (Şekil 7.5 ve Şekil 7.6)
- b) Sert mermerler (granit, siyenit, serpentin, diyabaz.) (Şekil 7.1, Şekil 7.2, Şekil 7.3 ve Şekil 7.4).
- c) Traverten (Şekil 7.7) ve Oniks Mermerleri.

Mermer olarak kullanılabilecek niteliklerdeki kireçtaşı, dolomitik kireçtaşları ve kalkbreşler ise genellikle alp kuşağı içerisinde ve bu kuşağın çevresindeki Mesozoik ve Tersiyer oluşumları içerisinde yer alır. Kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarının bulunduğu yerler çok değişik jeolojik yapı gösterirler.

Granit, diorit, siyenit vb. gibi mermer olarak kullanılabilecek niteliklerdeki mağmatik kökenli kayaçlar eski kristalin masiflerle ilgili olarak bulunur. Bazı kıtalarda örneğin; Kuzey Avrupa'da : İsveç, Finlandiya ve Güney Afrika'da olduğu gibi çok geniş alanlarda granit oluşumlarının bulunduğu jeolojik olarak bilinmektedir. Siyenit adı ise Mısır'daki Siena'dan gelmekte olup piramitler eski Mısırlılar tarafından siyenitlerden inşa edilmişlerdir.

Oniks mermer ve traverten oluşumları genç tektonik evrim ve kalsiyum karbonatlı su çıkışları ile ilgili olduğu için genellikle genç fay hatlarının bulunduğu alanlar ile karstik arazilerde görünürlər.

Mermerin tüketim alanlarında kullanılması teknik özellikleri ve albenisi olmasındanandır. Bina içinde kullanılan mermerler daha çok renk bakımından ve dış kısımlarda kullanılanlar ise dış etkenlere dayanıklı olmasından tercih edilir.

Mermer tozlarının kimyasal bileşimi kalsiyum karbonat olduğu için kimya, yem ve gübre alanlarında, karayolu, beton asfalt ve son kat dolgu malzemesi olarak da kullanılır. Parça kırıntılarından mozaik ile suni mermer yapılmaktadır.

Mermer yerine kullanılabilecek niteliklerde yerine bir ürün bugüne kadar bulunmamıştır. Ancak, seramik ve yer karoları mermer yerine kullanılsa da mermer kadar avantajlı değildir. Ayrıca seramik ürünlerinin üretimi pahalı olup mermerin yerini alması zordur.

Mermer olarak kullanılabilen kayaç oluşumları Türkiye'nin pek çok yerinde bulunmaktadır. Bilhassa kristalin kireçtaşları (mermer) eski kristalin masiflerin litolojik birlikleri içerisinde yer almaktadır. Bu doğal yapı Türkiye'de mermer ve mermer olarak kullanılan mesozoik kireçtaşları oldukça sarp morfolojik yapıda ve tepelik kısımlarda yermasına yol açmıştır. Bu durum işletme açısından; yol, su ve enerji temini gibi güçlüklerle karşılaşmasına sebep olmaktadır. Büylesi durumlarda ocak açılması büyük yatırım harcamalarını getirmektedir. Marmara Adası ve Afyon

(İscehisar) gibi yol ve ulaşım durumu kolay olan sahalarda ise çok sayıda mermer işletmesi kurulmuş ve gelişmiştir. Halbuki Türkiye'de ulaşımı güç olan pek çok yerde daha kaliteli mermer oluşumları bulunmaktadır.

Türkiye'de çeşitli renk ve desenlerde olmak üzere mermer olarak değerlendirilebilecek niteliklerde kristalin kireçtaşı (mermer), kireçtaşı, traverten, traverten oluşumlu kireçtaşı (oniks mermeri), konglomera, breş ve mağmatik kökenli kayaçlar (granit, siyenit, diyabaz, diyorit, serpentin, vb) bulunmaktadır. Bunlar genellikle dünya pazarlarında üstün kalite ve beğeni kazanabilecek mermer tipleri oluşturmaktadır. Mermer açısından bu zenginlik Türkiye'nin jeolojik yapısında yer alan eski kristalin masiflerin varlığı ile izah edilir. Bugün bilinen ve işletilen başlıca mermer sahaları Batı Anadolu Bölgesinde geniş alanlar kaplayan ve litolojik birliğini kristalin metamorfik şistler, gnayslar ve mermerleri oluşturan Menderes kristalin masifinde İzmir-Torbalı, Selçuk civarındaki mermer sahaları, Afyon, İscehisar, Eskişehir, Uşak mermer sahaları, Muğla ilindeki Milas, Yatağan Kavaklıdere çevresindeki mermer sahalarıdır.

Trakya Bölgesinde yer alan Istranca masifinde; Kırklareli gnaysları ve granitleri, Dereköy, Kofçaz Mermerleri, Biga Yarımadası ile Balıkesir çevresinden Uludağ yükseltisine kadar devam eden alandaki Kaz Dağı Masifinde, Ezine-Bayramiç, Edremit civarları, Balıkesir, Manyas, Biga, Marmara Adası ve Bursa çevresindeki mermerlerin de önemli olduğu görülür.

Orta Anadolu'da yer alan Kırşehir (Orta Anadolu) kristalin masifinde Yozgat, Kırşehir, Niğde, Kayseri illerinde değişik desenli mermerler bulunmakta, çok az bir kısmı da işletilmektedir. Kuzey Anadolu'da yer alan Ilgaz kristalin masifinde Çankırı, Çorum ve Kastamonu da mermer sahaları bulunmakta ve çok az bir kısmında işletme yapılmaktadır.

Kuzey Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Artvin çevresindeki eski kristalin masifte de değişik renk ve desenlerde kaliteli mermer bulunmaktadır.

Doğu Anadolu Bölgesinin Güney kesiminde Bitlis Masifinde de metamorfik kristalin seri içerisinde işletilebilecek niteliklerde çok iyi kalitede mermerler bulunmaktadır. Bunların dışında traverten ve traverten oluşumlu kireçtaşları ise daha çok genç tektonik ana ve tali hatlar ile ilgili olarak bunların içerisinde veya yakın çevresinde kalsiyum karbonatlı suların çıkışları ile oluşmuştur. Örneğin; Kuzey Anadolu Fay hattı boyunca Erzurum (Oltu, Narman, Aşkale), Erzincan, Tunceli, Bingöl, Sivas, Tokat, Çankırı ve Bolu traverten ve traverten oluşumlu kireçtaşları (oniks mermeri) Batı Anadolu'daki Fay hatları boyunca İzmir, Aydın, Denizli, Afyon, Kütahya, Eskişehir ve Manisa illerindeki zuhurlar oluşmuştur.

7. 1. 2. YONTMA TAŞLAR (DEKORATİF TAŞLAR)

Bazı kaya kitleleri mermerlerde olduğu gibi büyük bloklar verebilseler bile geniş yüzeyde üretilmeye ve parlatılmaya elverişli degillerdir. Killi ve oolitik kireç taşları, travertenler, kumtaşları gibi sedimanter ve andezitler ve çeşitli tüfler ve tufitler gibi volkanitlerdir.

Bu taşlar;

Yumuşak ve homojen bir yapıdadır. Kolaylıkla kesilebilir ve işlenebilir.

Genellikle hafiftirler.

Ucuz ve çok bulunurlar.

Bir çoğu tüfler ve killi kireçtaşları göz alıcı renklere sahiptirler.

Bina balkonlarında, dış cepheerde ve bazı sanat yapılarında kullanırlar.

Günümüzde bunlara dekoratif taşlar bazen de kesme taşlar denilmektedir.

Osmanlı'da çok yaygın olarak kullanılmışlardır. Günümüzde de Ankara'da binalarda ve bordürler de andezitler çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bazen Ankara Taşı terimi kullanılmaktadır.

Tüf, Tüfit ve tatlısu kireçtaşlarını içine alan dekoratif taşların Türkiye de bulunduğu yerler (Önem, 1997).

Taşın Piyasadaki Adı	Bulunduğu Yer
Keşan Yeşili	Tekirdağ/Keşan
Çanakkale Bal sarısı	Çanakkale/Çan
Biga Yeşili	Çanakkale/Biga
Mudurnu Yeşili	Bolu/Mudurnu,Karababas köyü
Göynük Kırmızısı	Bolu/Göynük,Köstek köyü
Bolu Yeşili	Bolu/Saçcılar
Kandıra Taşı	İzmit/Kandıra,Çerçili köyü
Antalya Beyazı	Antalya/Korkuteli ve Antalya çevresi
Manavgat Beji	Antalya/Manavgat
Kayseri Sarısı	Kayseri çevresi
Kayseri Grisi	Kayseri çevresi
Bulancak Sarısı	Giresun/Bulancak
Bulancak Gül Kurusu	Giresun/Bulancak

7. 1. 3. ÇATI VE KAPLAMA MALZEMELERİ

Çatı örtme amacıyla kullanılan kayaçlar dayanıklı ve geçirimsiz olan ince levhalara ayrılabilen kadar yarılabileme özelliğine sahip olmalıdır. Sonuç olarak Arduvaz hem kullanışlı hem de en çok kullanılan çatı malzemelerinden birisidir. Bununla beraber artık kesme ve elde etme bakımından taştan daha ucuz mal olan kiremitler çatı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Arduvazlar, killi kayaçların düşük seviye de metamorfizmaya bağlı olarak tabakalı yapının bozularak etki eden kuvvette dik yönde dilinimler ve yapraklanması ile oluşması ile teşekkürül eder. Gal arduvazları farklı renklerdir. Bunlar gri, mavi, mor, kırmızı veya benekli olabilirler. İngiltere'deki District Gölünün yeşil renkli arduvazları Borrowdale Volkan türlerinden elde edilmişlerdir. Bunlar Gal arduvazlarından biraz daha iri taneli olmalarına rağmen daha çekicidirler. Arduvazların renkleri değişebilir. Siyah, koyumavi veya gri renkliler karbonlu ve/veya demir sülfürlüdürler. Sülfürler basınçla ezilip dağılmış ince kristal tanecikleri halindedir. Kırmızı ve mor renkliler hematitlidir. Yeşilimtrak mika mineralli klorit ihtiva edenler, yeşil ve yeşilimsi gridir.

Bir arduvazın özgül ağırlığı 2,7 ve 2. 9 arasında değerler almaktır; yoğunluğu da yaklaşık olarak 2,59 t/m³ 'tür. Bir arduvazın makbul olan max. Su emmesi % 0. 37' dir. İçerisinde kalsiyum karbonat bulunan bir takım alt kalitedeki arduvazlar pul pul olurlar ve en sonunda ayırmayla birlikte ufalanıp toz haline gelirler. Bu nedenle arduvazlar kalitelerinin tesbit edilmesi için sülfirik asit testine tutulurlar.

Ocaklılardan arduvaz çıkarmak için patlayıcı kullanıldığından çok büyük zayıflar verilmektedir. Bu nedenle arduvazlar tel testereler kullanılarak çıkarılmalıdır. Arduvaz, testerelerle bloklara ayrılır ve daha sonra 75 mm' lik kalınlığa sahip olan levhalara ayrılır. Bu levhalar elle arduvaz kiremitlere ayrırlar.

Günümüzde artık taş, binaların dış görünüşünü güzelleştirmek için kaplama alanında da kullanılmaktadır. Taş kaplaması koruyucu bir yüzey sağlar. Granit, mermer ve arduvaz toprak zemin seviyesinde kullanıldığında kalınlıkları 40 mm iken ; zemin kat ve daha üst seviyelerde 20 mm kalınlıkta kullanılırlar . Kaplama alanında kullanılan granit veya siyenitler tamamen kurutulmamalıdır ; içerlerinde biraz özsü bulundurmaları gereklidir. Aksi taktirde çok sert olurlar ve işlenmeleri güçleşir. Kireçtaşları ve kumtaşları levhalarının kalınlıkları 50 ile 100 mm arasında değişir.

100 mm incelik farklarından dolayı kaplama taşları rijit olarak yerleştirilmemelidirler. Aksi taktirde sıcaklık değişimi gibi etkilerle yapılarında çatlaklık olabilir. Kaplama amacıyla kullanılan kayalar çatlaklara karşı yüksek dirençlidirler. Yüksek direnç, aynı zamanda termal değişikliklerin, geniş kütlelerde büyük bir etki yaratamayacağının teminatıdır.

Arduvazlara, halk diliyle, damlataşı, kayağantaşı veya en yaygın olarak kayraktaşı denir. Türkiye de Bodrum yakınında çıkarılan siyah renkli, ince tabakalı kireçtaşları, o yörede veya birçok çevre de kayraktaşı olarak adlandırılmasında ve öyle bilinmektedir. Türkiye de gerçek kayraktaşları teşekkürleri Nevşehir çevresinde bulunmaktadır. Dünyada ABD'de Pensilvanya ve Vermont eyaletlerinde; İngiltere'de ise büyük ölçüde Galler'de bulunur.

7.2. KIRMATAŞ

Kırmataş olarak kullanılabilecek mağmatik, metamorfik ve sedimanter kayaçların inşaat sektöründeki kullanılabilirliği değişkenlik sunmaktadır. Bir taşın yapı malzemesi olarak işlenip işlenemeyeceği konusunda kayanın dayanıklılığı önemli bir faktördür. Taşın dayanıklılığının ölçütü, onun ayrılmaya karşı olan dayanıklılığı ve ayrıca kendi orijinal boyu, şekli, mukavemeti ve görünümünü uzun bir zaman boyunca koruyabilmesidir (Sims. 1991; Bell, 1993a). Kayanın yeryüzüne çıktığı veya taşocağında gözlemlenebilen kısımlarının bozunma miktarı taşın dayanım kalitesinin bir göstergesidir.

Kırmataşlar (agregalar) için kullanım alanları ve bölgelere göre kalite talepleri farklılıklar göstermektedir. Kırmataşlar için genellikle aşınma(aggregate abrasion value =AAV), kırılma (aggregate crushing value=ACV), ince taneli malzeme için % 10 sınırı , sıkıştırma (aggregate impact value=AIV), düzgünlük (polished stone value =PSV) oranları, %10 ince malzeme değeri (%10 FV) ile yassılık indeksi ve özgül ağırlık testlerini (dökme ve görünür yoğunluk) yapmak zorunludur. Sürtünmeye karşı direnç aranılan önemli bir özelliktir. Yol yapımında kullanılacak malzemelerin aşınma direnci olabildiğince yüksek olmalıdır. Yataklar kuvars, kuvarsit, taze granitik kayaçlar, kireçtaşı ve dolomit gibi kilsiz, sert kayaclardan itibaren oluşturuklarında ekonomik öneme sahip olmaktadır. Sert olmasına rağmen çört, çimentoda kimyasal reaksiyon oluşturma eğilimi nedeniyle istenmez. Malzemenin dayanımında çok önemlidir.

Donma, çözünme, ıslanma ve kurumaya karşı yüksek direnç arzu edilir.

Parçalanmış ve poröz malzeme betonda çatlamaya yol açacağından kullanılmamalıdır. Tane boyu dağılımı ve tanelerin şekli yol ve inşaat malzemelerinde aranılan özelliklerdir. Eşit boyutlu ve yuvarlak taneler sert beton yapımına daha uygundur.

7.2.1. MAĞMATİK KAYAÇLAR

7.2.1.1. Derinlik Kayaçları

Bu kayaçlar, genellikle çatlaklıdırlar. Ancak taze, ayırmamış oldukları zaman kırılmaya ve basınca karşı yüksek direnç gösterirler. Bu nedenle her türlü mühendislik işlerinde kullanılabilirler. Beton ve diğer yapı malzemeleri için iyi bir kaynaktır (Erguvanlı, 1975).

Granitlerin çatlaklı yapısı, ocak açılması ve büyük boyutlu blokların çıkarılmasında önem kazanır. Sağlam, aşınmaya, basınca, ayırmaya karşı dayanıklı ve cilalanabilir olmaları nedeniyle kapalı ve masif olarak inşaat işlerinde ve parke taşı yapımında kullanılabilirler. Granitlerin sağlamlığı içerisindeki minerallerin ayırtma derecesine kuvars miktarına, tanelerin büyüklüğüne ve kristalleme derecelerine bağlıdır. Granit yapıcı mineraller arasında ayırmaya en elverişli olanları feldispatlardır. Ani ve büyük sıcaklık değişimleri ve yüzeysel etkiler nedeniyle değişime uğrayan granitler, bloklar halinde parçalanırlar. Ancak diğer kayaçlarla mukayese edildiğinde, doğada en dayanıklı olan kayaçlardır. Su emmeleri azdır, mineraller arasındaki mikroskopik boşluklar %0. 1-0,5 arasındadır.

İnşaat malzemesi olarak temellerde, tahkimat işlerinde kırmataş olarak rıhtım, iskele, dalgakıran, köprülerde, parke taşı ve mozaik, bordür taşı ve balast şeklinde yol inşaatlarında kullanılırlar. Ayrıca mimari inşatlarda da çeşitli şekillerde kullanılan bir malzemedenir. Parke taşı olarak kullanılacaksa, homojen renkte, basınç mukavemeti 1200 kg/cm^2 den büyük, yoğunlukları en az $2,4 \text{ gr/cm}^3$, aşınma miktarları 4 mm, su emme miktarları en fazla % 3, dondan sonraki basınç dayanımının % 10 dan fazla azalmaması gibi özellikler aranmaktadır. (Erguvanlı 1975) İnşaat işlerinde kullanılacak granitlerde ise basınç direncinin 400 kg/cm^2 den az olmaması gerekmektedir.

Siyenitler, granitlere oranla hem az alan kaplarlar hem de ufak kütleler halinde bulunurlar. Granite oranla daha az mika içerdiklerinden daha iyi cilalanırlar. Daha az olarak yol inşaatında ve özellikle de kaldırım taşı olarak kullanılır. Özellikle içinde %65 albit ve %35 ortoklaz içeren ojitli siyenit olan larvikit mavi yeşil renkli, hoş ve menevişli görünümü ile mimaride süs malzemesi olarak kullanılır. Gabrolar Türkiye de geniş alanlar kaplayan ve inşaat sektöründe kullanılan taşlardır. Kırmataş olarak kullanılabilirliğinin yanısıra temel inşatlarda kullanılırlar. Ayrıca dolgu maddesi olarak ta kullanılmaktadır.

7.2.1.2. Volkanik Kayaçlar

Bu kayaçlar oluşum ortamlarına bağlı olarak değişik fiziko-kimyasal şartlarda meydana gelmişlerdir. Bu nedenle, yapı ve temel inşaat malzemesi olarak kullanılmadan önce çok iyi bir petrografik inceleme yapılması gerekmektedir.

Obsidiyen son yıllarda inşaat sektöründe kullanılmaya başlanmış riyolit bileşimli saydam, doğal camdır. Yalıtkan yapı malzemeleri yapımında kullanılmaktadır. Volkanik faaliyetler sonucunda bazalt, andezit gibi taşlar yerine çok gözenekli, hafif, taşa benzer bir birim oluşur. Buna ponza (sünger) taşı denir. Ponzanın yoğunluğu 0,5 - 1 olduğundan kumdan ve çakıldan çok hafiftir. Harcına ponza katılarak elde edilen beton, kum ve çakıl ile üretilenlerden hafif olduklarından çok büyük üstünlük sağlar. % 17 oranında daha az demir sarfına olanak verir. Ponzanın ısı geçirgenlik indeksi bol gözenekli olduğu için normal betondan 6 defa daha küçüktür. İsi yalıtımı ponzasız duvarda sağlanan 6 kat daha yüksektir.

Hafif yapı malzemelerinden bir diğeri ise perlittir. Özellikle inşaat alanında perlit sıvaları, perlit agregalı hafif yapı elemanları, ısı ve ses yalıtım panoları ve özel amaçlı perlit betonları yapımında kullanılır. Oluşumu derinde ağır bir tempoyla soğuyarak kristallenip mağmanın bir kısmı gazlı bir yapıya sahipse, bunların uçması sonucu perlit oluşur.

İri sanidinli Trakitler Türkiye'de özellikle İç Anadolu, Erzurum, İsparta, Afyon ve Kütahya dolaylarında mostra vermekte ve yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Andezitlerde camsı yapı hakim olduğu için parlatılamaz ancak çok önemli bir yapı taşıdır. Sert olanları kaplama, bordür ve parke yapımında kullanılmaktadır. Masif olarak yapılarda ve kırımtaş olarak yol inşaatlarında kullanılan volkanik bir kayaçtır. Ankara taşı olarak bilinmektedir.

Bazaltlar çok sert ve çok dayanıklıdır. İnşaatlarda parke ve balast olarak kullanılır ve ayrıca bu özelliğinden dolayı, büyük basınç altında kalacak zeminlerdeki beton dökümlerinde bazalt mıcırları kullanılır. Blok verdikleri yerlerde (Diyarbakır) kaldırım için kullanılabilir. Yüksek mukavemetlerine rağmen yüzeyleri çok çabuk kayganlaşır. Bu yüzden yol inşaatlarında daha az dayanıklı olan granit, gabro ve diyabaz gibi kayaçlar kullanılır. Gevşek ve gevrek olan bazalt tüfleri poröz özelliklerinden dolayı hafif yapı malzemelerinin yapımında da kullanılır.

Riyolit , andezit , dasit, trakit bileşiminde olan lav, tuf ve aglomeralar, ocaktan çıkarılması ve işlenmesinin kolay olması nedeniyle yapı taşı olarak , traslı çimento yapımında ve son yıllarda Karadeniz sahillerinde liman inşaatlarında kullanılan kayaçlardır.

7.2.2. SEDİMANTER KAYAÇLAR

Sedimanter kayaçların kırılmaya ve basınca karşı gösterdikleri direnç konsolidasyon derecesine ve içlerinde bulunan minerallerin suya karşı olan hassasiyetine bağlıdır. Buna göre kil, marn , jips ve kalker çimentolu kumtaşısı ve konglomeralar, özellikle, sulu ortamlarda basınca karşı az direnç gösterirlerken, silis çimentolu kuvarsitler daha dayanıklıdır. Ayrık veya az çimentolu konglomera ve breş, kumtaşları ve kilittaşlarının basınca karşı direncileri az, poroziteleri fazladır.

Çimentolu olmayan, ancak tane çapları 20 cm den büyük olan konglomeraların taşınmaları ve aşınmaları zordur. Bu malzemeler kırılarak yapı işlerinde kullanılırlar. Özellikle yuvarlak taneler, dejme alanları dar olduğundan temel ve duvar inşaatlarında kullanılmamalıdır. Yuvarlak taneli olan malzemelerin kırılarak kullanılması dirençlerini artıracagından genellikle, kırmataş olarak tüm inşaat işlerinde kullanılırlar. Ayrıca çok iri bloklar, kesilip cilalandıktan sonra kaplama taşı olarak ta kullanılmaktadır. Tane çapları 20-0. 2 mm arasında olan ve balast, beton agregası, yol ve beton malzemesi için kullanılacak olan çakıllarda opal ve kaledon miktarlarının belli sınırlar içinde olmasına dikkat edilmelidir. Tane çapları 2-0. 2 mm arasında olan kumların kullanımında da bazı kriterlerin gözönüne alınması gerekmektedir. İnşaat işlerinde kullanılacak olan kumların kil ve silt oranlarının %5 ten az olması istenmektedir (Erguvanlı, 1975). Özellikle inşaatta harç ve sıvada, betonda , hafif beton yapımında, filtrasyonda ve yol inşaatlarında kuvars kumları tercih edilmektedir.

Kumtaşlarının kullanımında, hakim olan elemanların mineralojik bileşimi, şekli ve çimentosunun kimyasal bileşimi gözönünde tutulmalıdır. Çimentosunun bileşimi silisli ise, çimentonunun tanelerin arasını doldurma derecesine bağlı olarak yoğun veya yumuşak olabilirler. Türkiye de özellikle inşaatlarda işlenme kolaylığı açısından çimentosu kalkerli olan kumtaşları kullanılmakla birlikte, silisli çimentoya sahip olanlar, dış etkilere dayanıklı olmaları nedeniyle tercih edilmekte ve daha çok liman, dalgakıran inşaatlarında kullanılmaktadır. Killi olanlar ise harçta tanelerin iyice yapışmasını engellediğinden özellikle inşaatlarda tercih edilmezler .

Silttaşı, kultaşı ve şeyller içlerindeki kil minerallerinin cinsine göre, az veya çok miktarlarda su emdiklerinden kolaylıkla ayrışarak direnç ve taşıma güçlerini kaybederler. Bu nedenle tuğla, kiremit, refrakter tuğla yapımında, çimento ve sanayide kullanılmalıdır.

Kireçtaşları, içlerinde bululan boşluklara ve kum tanelerine bağlı olarak % 0-15 arasında poroziteye sahip, fazla sert olmayan, kolay işlenebilen ve hemen hemen her yerde bulunabilen kayaçlar olmaları nedeniyle, inşaat sektöründe önemli bir yer tutarlar. Masif veya kesmetaş olarak yapılarda kullanılabileceği gibi, kaplama taşı, yollarda blokaj, mıcıç ve agregat kırmaşa olarakta kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılacak kalkerlerin porozitelerinin, su emmelerinin (%3 ten fazla olmaması) ve aşınmalarının az, basınca karşı dirençlerinin 200 kg/cm² den fazla olması istenir, kırık ve çatlaksız yoğun kalkerler temel inşatlarda kullanılırlar (Esenli, 1996). Kireçtaşları ve dolomit ile bunların metamorfizması sonucu oluşmuş mermerlerin ana kullanım alanlarından biri olan inşaat sektöründe, özellikle beton, sıva ve yol yapımı için kırmaşa üretimi önemlidir. Sözkonusu bu malzeme bazı jeolojik ortamlarda doğal olarak oluşmuştur ve aynı amaçlarla kullanılmak üzere işletilmektedir.

7.2.3. METAMORFİK KAYAÇLAR

Metamorfik kayaclardan gnays, mikaşist ve diğer kristalin sistler ülkemizde inşaat bakımından önemli rol oynamazlar. Gnayslar sert ve ayırtma ugramamışlarsa yol inşaatlarında kullanılırlar.

Mermerler, en önemli inşaat ve kaplama taşlarından olup, çeşitli alanlarda kullanılırlar. Kalsit kristallerinden oluşan mermerler, kalsit tanelerinin büyüklüklerine bağlı olarak değerlendirilirler. Tane çapları büyük olanların dış etkilere karşı dirençleri azdır. Tane çapları küçüldükçe ve kenetlenme arttıkça direnç fazlalaşır. Homojen bir yapıya sahip olmaları, bünyelerinde boşluk bulunmaması, kolayca işlenebilme özellikleri ve bileşimlerinde silis, silikat, feldispat, demir oksit, mangan oksit, pirit, mika, fluorit gibi minerallerin bulunması nedeniyle süs taşı olarak kullanılırlar Dolomitik mermerler daha sert ve işlenmesi, şekil verilmesi çok kolay olmadığından kırmataş olarak mozaik yapımında kullanılırlar.

Taneleri ve cimentosu silis olan kuvarstitler, sert ve sağlam olduğundan balast, inşaat taşı olarak kullanılan kayaçlardır. Aşınmaya karşı dirençleri fazla ve poroziteleri çok azdır. Kırılan yüzeyleri düz ve camsıdır. Bu nedenle, kaplama taşı olarak birçok yapıda kullanılırlar. Bunun dışında saf ve silisçe zengin olmaları nedeniyle hafif inşaat malzemesi, cam ve refrakter malzemesi olarak ta aranılan kayaçlardır.

Temel inşaatlarında kırık ve çatlaksız, yoğun karbonatlı, ayrışma uğramamış sistli ve mağmatik kayaçların bulunduğu bölgeler seçilir. Yol ve demiryolu inşaatlarında killi ve marnlı araziler tercih edilmemelidir. Granit , andezit, bazalt v. s. gibi mağmatik kayaçlar kırmataş olarak , parke ve bordür taşı olarak kullanılır. Kapıdağ yarımadası Andezitleri, Horeke pudingleri, Armutlu granitleri , Edremit ve Kazdağ gradiyortitleri, İzmir Afyon-Çığlıtepe andezitleri, Niğde Urfâ ve Diyarbakır daki bazaltlar çeşitli inşaat işlerinde kırmataş olarak kullanılırlar. İstanbul civarı ve Kocaeli yarımadasındaki Devoniyen kireçtaşları, Yalova-Gemlik civarındaki kristalize kireçtaşları, Ankara civarındaki Paleozoyik ve Triyas kireçtaşları, çeşitli bölgelerde yüzeylemiş bazalt ve andezitler blokaj taşı ve mıcırlar olarak kullanılırlar.

7.3. BETON AGREGASI

Kırma taş, bir çok amaç için üretilir. Özellikle beton ve yol agregası için. Beton hacminin yaklaşık % 75' i agregadan oluşur. Bu yüzden onun özellikleri betonun mühendislik davranışlarında önemli bir etkiye sahiptir. Agrega kaba ve ince özelliklere sahiptir. 200 nolu elekten geçen ince taneler agreganın ağırlığının %10' unu geçmemelidir.

Granit ve bazalt gibi birçok kayaçın esas minerali olan feldispatlar daha önce belirtildiği gibi ayrışma ile kile dönüşür.

Bu olayın gerçekleşmesi bazı durumlarda çok yavaş bazen de hızlı olabilir. Ayışma sonucunda agrega tanelerinin yüzeyinde oluşan kil taneleri ile çimento hamuru arasındaki aderansın azalmasına yol açtılarından, beton mukavemetinin azalmasına neden olur. Bundan dolayı stokda fazla bir süre bekletilmiş feldispat içeren aggregaların beton üretiminde kullanılması doğru değildir. Bozulma ve ayışma olayları agrega kullanıldıktan sonra beton içinde de olabilir. (Postacioğlu, 1987). Esas minerallerden kuvars, çimentonun içinde bulunan alkali ile bir reaksiyon yaparak bir hacim genişlemesi ile birlikte bir silis jelinin teşekkülüne neden olabilir. Sekonder minerallerden ve esası magnezyum silikat hidrate olan serpentiniti fazla miktarda bulunduran aggregaları da kullanmak sakıncalıdır. Bu mineralin önemli özelliği su emdiği vakit şişmesi ve suyunu kaybedince de hacminin azalmasıdır. Agreganın hacminde bu değişiklikler önemli mertebede olması halinde betonun çatlaması veya mukavemetini kaybetmesi mümkündür. Ayrıca kökeni killi şist olan aggregaları da kullanmak doğru değildir. Özellikle bu tür şist hacim değişikliği oluşturan kilden ibarettir. Marn esaslı aggregalar beton üretiminde kullanılmaya elverişli değildir.

Agrega için kullanılan kayacın kırılmaya dayanımı genel olarak 70 ve 300 MPa arasındadır. Fiziksel olarak ayırmış olan aggregalar betonda bozulmaya çatlamaya sebep olurlar. Kuruma sırasında çimento bükülür. Eğer agrega güçlü ise bükülme minimuma indirilir ve çimento agrega arasındaki bağ güçlenir.

Agrega parçalarının şekli , önemli bir özelliklektir ve kayaç kütlesindeki kırık malzemelerle yönlendirilir. Bazalt, dolerit, andezit, granit, kuvarsit ve kireçtaşı gibi kayaçlar parçalanınca açısal dilinim ortaya çıkarırlar. Buna rağmen; killi kireçtaşları parçalandığında çok fazla ince parça çıkarır. Kumtaşının parçalanma karakteristiği, yapısındaki parçacıkların dokusuna ve çimentonun türüne bağlıdır. Köşeli parçalar çalışılması güç karışımlar meydana getirir. Buna rağmen; açısal parçacıkların kalın beton yapımında kullanıldığı bilinir. Yuvarlak ve düz parçacıklar kullanılabilir karışımlar oluştururlar. Az işlenebilen karışım daha fazla kum, su ve çimento eklenerek tatmin edici bir beton elde edilir. Fissürlü kayaçların, kırlımk için özel bir eğilimi vardır. Uygun boyalı gelmeden önce düzlemsel hale getirilir. Düzlemsel parçacıklar, sadece betonu kullanılması zor bir malzeme haline getirmeyip aynı zamanda dayanma gücünü azaltır. Ayrıca; çimento içinde yatay olarak bulunarak suyun kendisini beslemesine izin verirler.

Agrega parçacıklarının dokusu, çimento ve kendilerinin arasındaki bağın mukavemetini belirler (French, 1991). Pürüzlü yüzey, pürüzsüz yüzeye göre güçlü bağ oluşturur.

Beton; hidrasyona girerek alkalileri serbest bırakır (Na₂O ve K₂O). Bunlar silisli malzemelerle birlikte reaksiyon gösterirler. Çizelge 7. 2 bazı reaktif kaya tiplerini listeler. Eğer bu türdeki kayalar betondaki aggrega içinde kullanılırsa yüksek alkali çimento oluştururlar. Beton genişlemeye ve kırılmaya elverişlidir (Fig 6. 8).

Grovak, agrega niyetine kullanıldığında, şişme (genişleme), alkali agrega reaksiyonuna bağlı olarak meydana gelir. Beton ıslak olduğunda, serbest bırakılan alkaliler, betonun sıvı içeriği yardımıyla erirler ve su, hidrasyon sırasında kullanılır, böylece alkaliler oluşan sıvıda konsantre edilir. Bu solüsyon reaktif agregayı etkileyerek alkali-silika jel 'i oluşturur. Osmotik basınçlar bu jeller yardımıyla gelişerek daha çok su吸収 edip çimentonun agrega parçacıklarının etrafında kırılmasını sağlar. Eğer alkali reaksiyonu şiddetli ise, kırılmanın poligonal kalıbı, yüzey üzerinde gelişir. Bu zorluklar petrolojik araştırmalar yardımıyla üstesinden gelinebilir. Bu; % 0. 25 opal içeren malzeme ile , %5 'in üzerinde kalsedon veya kripto kristalin asitik ve orta volkanik kayaçlar ile veya %3'ü üzerinde cam ile , düşük alkali çimento kullanılmadıkça, yeterli derecede alkali reaksiyon meydana getirir.

Eğer agrega inert maddeyle karıştırılmış olan ve inert maddeyle çevrilmiş olan reaktif materyal içerirse ; tepkimenin meydana gelmesi önlenebilir. Eğer alkalilerle reaksiyon vermesi için karışımı puzzolan eklenirse alkali agrega reaksiyonunun kötü etkisi de önlenebilir.

Reaktiflik tamamıyla bir kayacın içeriği süzülmüş kuvarsın birleşimiyle ilgili olmayıp onun yüzdesine de bağlıdır. Kayaç aggregaları % 40 veya daha fazla dalgalanmalı ya da çok taneli kuvarsa sahip olursa son derece reaktif olurlar. (Gogte 1973).

Fakat bu oran % 30 ~ 35 dolaylarında olduğu zaman bu agrelerarın reaktiflikleri orta şiddette olur. Aynı zamanda, % 5 veya daha fazla ikincil kalsedon veya daha opal'a, % 15 dolaylarında palagonite sahip bazaltik kayaçlar yüksek alkali cimentolarla fena tepkimeler verirler. % 5 veya daha fazla kuvarslı kayaçlara sahip kumtaşları ve kuvarsitler aynı özelliklerini gösterirler.

Çizelge 7.2.Yüksek alkali cimentolarla zararlı reaksiyona giren kayalar (After Mc Connell *et al.* . 1950.)

Reaktif Kaya	Reaktif Bileşen
<i>Silisli Kayalar</i>	
Opalli Çört	Opal
Kalsedon Çört	Kalsedon
Silisli Kireçtaşı	Kalsedon ve/ve ya Opal
<i>Volkanik Kayalar</i>	
Riyolit ^[1] ve riyolitik tüfler	Tridimit
Dasit ve dasitik tüfler	
Andezitler	
<i>Metamorfik Kayalar</i>	
Fillitler	Hidromika (illit)
<i>Diğer Kaya Türleri</i>	
Opal, kalsedon veya tridimit	ihtiva eden kayalar.

Killi dolomitler yüksek alkali çimentoda genişlemeyi sağlayacak agregat olarak kullanılırsa betonda bozulmaya neden olur.

Bu olay karbon kayaç tepkimesi adıyla anılır ve bunun açıklama çalışmaları Gillott ve Swenson(1969) tarafından denenmiştir . Onlar yüksek alkali çimentodaki killi dolomitlerin genişlemesinin sebebinin, kil minerallerindeki rutubet olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu rutubetin geçmesine izin veren dedolomitizasyon tarafından mümkün kılınır. Buna ilave olarak, Gillott ve Swenson; genişleme, dolomit kristallerinin 75 mikrometre' den aşağı olduğunda meydana oluşmaktadır.

Genellikle betondaki rötrenin, çimentoda meydana gelen büzülme % 0. 045' lik rötreyi geçmeyeceği varsayılar. Buna rağmen, bazalt, gabro, dolerit, çamurtaşısı ve grovak'ın betonun toplam rötresini etkileyebilecek kadar rötre yapabilecekleri, yani betondan bağımsız olarak oluşumları esnasında büyük ıslanma ve kuruma hareketleri yaptıkları ortaya çıkarılmıştır. Kil ve şeyl betonla birlikte işlendiklerinde su emerler ve şiserler ve kuruduklarında çimentoya zarar verecek şekilde büzülürler. Bu nedenle ince agregatdaki kil oranı % 3' ü geçmemelidir. Bu durum, granit, kireçtaşı, kuvarsit ve felsit gibi kayaçları etkilemez.

Beton agregaları kil, mika, kavaklı gibi levha şekilli veya laminalı bileşenler ile organik maddeler içermemelidir. Düşük amorf silis içeriği ile % 0,04- 0,06 klor bileşenleri oranı tercih sebebidir.

YOL AGREGASI

Agregalar yol inşaatının büyük bir kısmını oluşturur ve yol yüzeyine şeklini verir. Bu yüzden trafik ve diğer nedenlerle oluşan gerilmeleri aggregalar taşırlar. Dolayısıyla kullanılan aggregalar temiz ve yüksek dayanımlı olmalıdır. Ayrıca yol malzemeleri olarak kullanılan aggregalar sıkıştırma, aşınma, kayma ve don tesirine karşı dirençli olmalıdır. Ve tabi ki kimyasal yönden geçirmsiz ve genleşme katsayısı da küçük olmalıdır. Kullanılacak aggregaların değerini tayin etmek için dört ana test uygulanır.

- 1-Areganın kırılma deneyi
- 2-Agrega sıkıştırma (çarpma) (Impact) deneyi
- 3-Agrega aşınma deneyi
- 4-Agrega düzgünlük (cila alma) deneyi

Uygulanan diğer testler; su emme, özgül ağırlık, yoğunluk, şekil testi vb bazı tipik örnek değerleri Çizelge 7.3. verilmiştir.

Areganın özellikleri çıkarılmış olduğu kayanın yapı ve mineralojik kompozisyonuna bağlıdır. Çoğunlukla mağmatik ve kontak metamorfik kayalar tercih edilir. Fakat birçok bölgesel metamorfik kayalar klivaj veya şistozite içerdikleri için yol agregası yapımında kullanılmazlar Çünkü kırıldıklarında pulpul tanecikler halinde ayrılırlar. Bu gibi maddeler iyi kenetlenmezler. Tortul kayalarda daneleri biraraya getiren çimento ve matriks elemanın miktarı yoltaşının performansını etkiler.

Kayanın yapısındaki değişiklikler yoltaşının dayanıklığını etkiler. Ayışma tesiri malzemenin bağ dayanımını azaltabilir. Kimyasal değişiklikler her zaman mekanik özelliklere zararlı değildir. Küçük bir değişiklik kayanın cilalanmaya karşı direncini artırır. Diğer yonden malzemenin aşınmaya karşı direnci, içindeki minerallerin çoğalmasıyla azalır. Kayadaki minerallerin sertliği, kayanın aşınmasını etkiler. Kırılma mukavemeti gözenekliliğe ve dane büyülüğüne bağlıdır. Agrega ne kadar gözenekli ve büyük daneli olursa sıkıştırma (çarpma değeri) dayanımı o kadar az olur.

Çizelge 7.3. Yol agregalarının genel özelliklerı

Kaya Tipi	Su Emme	Özgül Ağırlık	Kırılma Değeri (Ezilme) (ACV)	Sıkıştırma Değeri (AIV)	Aşınma Değeri (AAV)	Düzgünlük Değeri (Cila alma)(PSV)
Bazalt	0. 9	2. 91	14	13	14	58
Dolerit	0. 4	2. 95	10	9	6	55
Granit	0. 8	2. 64	17	20	15	56
Mikro granit	0. 5	2. 65	12	14	13	57
Hornfel	0. 5	2. 81	13	11	4	59
Çakmaktaşısı	1. 8	2. 63	20	18	15	63
Kireçtaşısı	0. 5	2. 69	14	20	16	54
Grevak	0. 5	2. 72	10	12	7	62

Aynı büyük petrolojik gruplarından alınmış kayalar farklı düzgünlük (cilalanma) değerini alabilir. Cilalanmaya'e karşı en iyi direnç kaya içinde küçük oranda yumuşak malzeme değişikliğiyle oluşur. Kaba dane ölçüsü ve danede çatlak bulunması cilalanmaya karşı direnci artırır. Tortul kayalar ise sert danenin bulunması cilalanmaya karşı direnci artırır. Kumtaş ,grovak ve daneli kireç taşı cilalanmaya karşı iyi bir direnç gösterir; fakat hepsi ezilmeye ve aşınmaya karşı yeterli mukavemeti gösteremezler. Saf kireç taşı cilalanmaya karşı esaslı bir direnç gösterir. Mağmatik ve kontak metamorfik kayalar mineral yapılarındaki sertlik nedeniyle cilalanmaya karşı iyi bir direnç gösterir.

Mağmatik kayalar yoltaşı olarak kullanılır. Dolerit'in (uzun bir dönem kulanıldı) yüksek gerilme,aşınma,sarsıntı mukavemeti vardır. Anayollar için uygun olmasına rağmen Britanya'nın özel değerine ulaşamamıştır. Felzit, bazalt, andezitte arananlardandır. Kaba daneli mağmatik kayalar - granit gibi- ince daneli olanlar kadar kullanışlı değildir. Çünkü kaba daneli mağmatik kayalar kolay ezilirler. Diğer yandan çok ince daneli ve camlı mağmatiklerde kullanıssızdır. Çünkü bunlar ezildiklerinde keskin köşeli yongalar halinde kırılırlar.

Yüksek silika içerikli mağmatik kayalar aşınmaya karşı içinde yüksek oranda ferromagnezyum içerenlere göre daha dirençlidir. Termal metamorfizma ürünü olan hornfels ve kuvarzitler aşınmaya karşı dirençli , yüksek mukavemetli ve iyi yol agregası olan malzemelerdir. İri daneli gnays granitlerle aynıdır. Tortul kayalar , kireçtaşı ve grovak sık sık yoltaşı olarak kullanılır. Özellikle grovak yüksek gerilimli ve aşınmaya mukavemetine sahip olduğundan kaymaya karşı direnç gösterir. Bazı kuvarsitler çakıl olarak kullanılır. Son yıllarda çakıl agregalarının kullanımı artmaktadır.

Mıcırlar olarak en çok kullanılan dayanıklı kireçtaşları, dolomitler veya dolomitik kireçtaşlarıdır. Sert kayaç grubuna giren bazatlardan daha az yararlanılmakla beraber kullanıldığı yerler bakımından önemlidirler. Şehir içleri dahil her türlü raylı ulaşım yapılarının zeminlerinde bazalt, diyabaz, riyolit gibi sağlam mağmatik kayaçlar kullanılır. Çok ağır yükler alacak önemli zeminlerin betonlarında da bu taşların mıcırları kullanılır

Türkiye'de yol agregası olarak en fazla kullanılan kayaçlar sırası ile Kireçtaşı, Bazalt, Dolomit, Granit, Kuvarsit, Grovak'tır.

7.4. ÇIMENTO HAMMADDELERİ:

Çimentonun ana hammaddeleri ; kireçtaşı, kil ve marndır. Katkı maddeleri ise tras, jips ve kaolinittir.

7.5.1.KİREÇTAŞI

Kireçtaşı çok yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. Kireçtaşının önemli dört özelliği sırasıyla ;

Kirecin ana maddesi,

Mermeri oluşturan yapı taşı,

İlk insandan bugüne kadar bütün evlerde, yollarda çok yoğun bir şekilde kullanılması, çimentonun ve asfaltın keşfinden beri çimento üretiminde %60 oranında ana ham madde olarak, beton dökümünde ve asfaltlı yol yapımında ise çimento harcına ve asfaltla karıştırılan mıçır olarak çok yoğun bir şekilde kullanılmasıdır.

Kireçtaşından üretilen maddelere göre şu kalite değerlendirmeleri yapılabilir:

Magnezyumlu ve %5'den daha fazla killi kireç taşları kireç üretimi için elverişli değildir. İdeal olanı %100 kalsiyumkarbonat içerdür. Ancak %1-%4 killi, az kalsiyumlu, demirli ve aliminyumlu malzemelerde kireç için kullanılır.

Çimento üretiminde %5 daha az kuvars, magnezyumoksit ve prit içermelidir. Mıçır, blok taş veya levha olarak kullanılacaklar ise sertlik ve rijitlik önemli olduğundan killi kapsam istenmez. Çünkü killi kireç taşı düşük sertlikte ve dağılgandır.

7.5.2.MARN:

Çimentonun ana hammaddesi olarak kireç taşı ve kilden sonra gelir. Bileşimi de onların karışımıdır.

Öğütülen kireç taşı ve kil birbirlerine karıştırılarak marn elde edilir.

Ancak sert olan kireç taşının sahadan çıkartılması, taşınması ve öğütülmesi ayrı ayrı masraflar gerektirdiğinden doğal marn her zaman tercih edilir.

Çimentoda; %60'a yakın kireç taşı

%15. 61 marn

%11. 16 kil

%10. 35 tras

%1. 9 alçı taşı

%0. 91 demir

%0. 18 kaolinit'dir.

7.5.3. TRAS (PUZOLONİK MADDE):

Çimento üretiminde kullanılmaya elverişli trakti-andezitik bir türdür.

Avrupa'da bu türe tras denildiği için bizde de bu isim kullanılmaktadır. Doğal halde birleştirici olmayan bu madde, çok ince öğütülüp kireçle sulu ortamda karıştırıldığında büyük bir hidrolik özellik gösterir. Tras, puzolonik özellik gösteren volkanik tüfler için kullanılacak bir jeolojik terimidir. Puzolonik madde içine yapay bazı maddeler girebilmektedir. Uçucu küller ve yüksek fırın cürüfları gibi.

Puzolanların doğal olarak bulunan ve elde edilenleri tras diye adlandırılır.

Trasın yapısında yoğun olarak SiO₂ ve Al₂O₃ bulunur. Fakat içerisinde SiO₂ bulunan her toprak tras değildir.

Ülkemiz doğal puzolanlar açısından oldukça zengin bir bölgedir, (Çizelge 7. 4.) Her bölgede kalite olarak birbirinden oldukça farklı puzolanlar mevcuttur. Puzolanik aktivite açısından farklı değerlere sahip bu puzolanların kullanıldığı çimentoların dayanım değerleri de elbette farklı olacaktır. Bu nedenle çimentoda kullanılmadan önce trasın kalitesi tayin edilerek puzolanik aktivitesi yüksek olanlar tercih edilmelidir. Doğal puzolanlar:

- Volkanik küller
- Volkanik tüfler
- Ponza taşları
- Opalin çeşitleri
- Volkanik camlar
- Killi şist
- Diatomit, vs.

Yukarıdaki tasniften de anlaşılacağı üzere, doğal puzolanlar karakter itibarı ile çimentoya yakın bir oksit bileşimi gösterdiğinde dolayı pişirilmeden sadece öğütülerek doğrudan çimentoya katılır. Böylece enerjiden büyük bir tasarruf sağlanmış olur. Dünyanın en önemli doğal puzolan yatağı Almanya'da Ren vadisindedir. Buradan çıkarılan puzolan tras diye isimlendirilir.

Türkiye doğal puzolanlar açısından oldukça zengin bir bölgdedir. Türkiye jeoloji haritasına bakıldığından 155000 km² lik bir alanın volkanik kayaç oluşumlarına sahip olduğu görülür. Bununla birlikte bu alan üzerinde büyük litolojik farklılıklar tespit edilmiştir.

Vulkanizmanın Türkiye'deki durumu kesin araştırılmamakla birlikte puzolanik aktivite bakımından reaktif alanlar oldukça fazladır. Özellikle Çorum civarı bu açıdan epey verimlidir. Çizelge 7.4.'den de görüleceği üzere geniş bir coğrafyaya yayılmış olan puzolanların kalitesi de doğal olarak bölgeden bölgeye farklılık gösterecektir.

Çizelge 7.4. Ülkemizdeki Puzolanların Dağılımı

Marmara Bölgesi			
Balıkesir	Ayvalık, Balya, Bigadiç, Dursunbey, Edremit, Gönen, Havran, İvrindi, Kepsut, Manyas, Savaştepe, Sındırğı, Susurluk	Çanakkale	Ayvacık, Bayramiç, Biga, Çan, Ezine, Gelibolu, İmroz(Gökçeada), Lapseki, Yenice
Bursa	Gemlik, İznik, Mudanya, Mustafa Kemal Paşa, Orhangazi	İstanbul	Beykoz, Çatalca, Sarıyer, Silivri, Şile, Yalova
Edirne	Enez, İpsela, Keşan, Meriç	Kocaeli	Gölcük, Kandıra, Karamürsel
Tekirdağ	Merkez, Şarköy	Kırklareli	Demirköy, Pınarhisar
Bilecik	Bozöyük, Söğüt	Sakarya	Adapazarı, Akyazı, Gevye, Hendek
Ege Bölgesi			
Afyon	Merkez Çay, Dazkırı, Dinar, İhsaniye, Şuhut	Manisa	Akhisar, Demirci, Gördes, Kırkağaç, Kula, Salihli, Saruhanlı, Selendi, Soma
Aydın	Gemencik, Karacasu, Koçarlı, Kuşadası, Sultanhisar	İzmir	Bergama, Çeşme, Dikili, Foça, Kınık, Menemen, Seferhisar, Urfa
Denizli	Denizli'ye yakın bölgelerde	Kütahya	Altıntaş, Emet, Gediz, Simav
Muğla	Bodrum, Datça, Fethiye, Köyceğiz, Milas		
Akdeniz Bölgesi			
Adana	Ceyhan, Osmaniye, Pozanlı	Isparta	Keçiborlu, Senirkent, Uluborlu
Burdur	Ağlasun	K. Maraş	Merkez, Pazarcık

Hatay	Hassa, İskenderun, Kırıkhan, Reyhanlı		
İç Anadolu Bölgesi			
Ankara	Ayaş, Beypazarı, Çamlıdere, Çubuk, Güdül, Haymana, Kızılıcahamam, Nallıhan, Polatlı	Nevşehir	Merkez, Avanos, Derinkuyu, Gülşehir, Hacıbektaş, Kozaklı, Ürgüp
Eskişehir	Merkez, Sarıcakaya, Seyitgazi, Sivrihisar	Aksaray	Merkez
Kayseri	Merkez, Bünyan, Develi, Felahiye, İncesu, Sarıoğlu, Tomarza, Yenişehir	Sivas	Divriği, İmranlı, Koyuluhisar, Suşehri, Şarkışla, Yıldızeli
Kırşehir	Çiçekdağı, Mucur	Niğde	Merkez, Bor, Ortaköy, Ulukışla
Karadeniz Bölgesi			
Amasya	Merkez, Göynük, Gümüşhacıköy, Merzifon, Suluova	Giresun	Merkez, Alucura, Bulancak, Espiye, Eynesil, Keşap, Şebinkarahisar, Tirebolu
Artvin	Merkez, Arhavi, Borçka, Hopa	Çorum	Alaca, İskilip, Mecitözü, Ortaköy, Osmancık
Bolu	Merkez, Düzce, Gerede, Kıbrıscık, Mengen, Seben	Gümüşhane	Merkez, Şiran, Torul
Çankırı	Çerkeş, Kurşunlu, Orta, Şabonözü	Kastamonu	Araç, Daday
Doğu Anadolu Bölgesi			
Ağrı	Merkez, Diyadin, Doğubeyazıt, Eleşkirt, Hamur, Patnos, Tutak	Kars	Merkez, Aralık, Ardahan, Arpaçay, Çıldır, Göle, Kağızman, Tuzluca, İğdır
Bingöl	Genç, Karlıova, Kıgı, Solhan	Malatya	Merkez, Akçadağ, Arapkir, Arguan
Bitlis	Merkez, Adilcevaz, Ahlat, Tatvan	Muş	Malazgirt, Varto

Elazığ	Merkez, Ağın, Karakoçan, Palu	Tunceli	Merkez, Çemişgezek, Nazmiye, Ovacık, Pülümür
Erzurum	Merkez, Aşkale, Çat, Hınıs, Horasan, İspir, Narman, Oltu, Pasinler, Şenkaya, Tortum	Van	Merkez, Başkale, Çatak, Erciş, Gürpınar, Muradiye, Özalp
Erzincan	Merkez, Refahiye, Tercan		
Güney Doğu Anadolu Bölgesi			
Adıyaman	Besni, Çelikhan	Siirt	Baykan, Beşiri, Sason
Gaziantep	Araban, İslahiye, Oğuzeli	Batman	Merkez
Diyarbakır	Merkez, Bismil, Çermik, Hazro, Kulp, Lice, Silvan	Mardin	Merkez, Cizre, İdil, Nusaybin, Savur, Silopi
Ş. Urfa	Akçakale, Hilvan, Siverek, Suruç		

Çizelge 7.5. Puzolanın (Trasın) Kimyasal Özellikleri

SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	,	en az	% 70. 0
MgO	,	en çok	% 5. 0
SO ₃	,	en çok	% 3. 0
Rutubet	,	en çok	% 10. 0

Türkiye'deki bazı puzolanların diğer ülkelerde çıkarılan puzolanlar ile karşılaştırılmalı kimyasal özellikleri Çizelge 7.5. ve Çizelge 7.6' da verilmiştir. Görüleceği üzere buradaki tras yataklarından elde edilen puzolanların kimyasal özellikleri arasında oldukça fark vardır. Doğal olarak bu fark çimentonun davranışına da yansıyacaktır.

Çizelge 7.6.Çeşitli Puzolanların Kimyasal Bileşenleri, (%)

	Ren	Santroin	İtalya	Kayseri	Niğde	Tatvan	Ayvacık	Uşak	Bitlis	M. özü
SiO ₂	54. 2	63. 2	55. 7	64	86. 11	64. 72	63. 79	64. 48	67. 8	64. 47
Fe ₂ O ₃	3. 8	4. 9	4. 6	1. 99	7. 18	3. 21	6. 06	5. 20	1. 5	
Al ₂ O ₃	16. 4	13. 2	19. 0	15. 13	1. 45	16. 52	17. 44	17. 07	17. 7	14. 38
CaO	3. 8	4. 0	5. 0	5. 65	2. 13	2. 20	1. 47	3. 44	-	4. 73
MgO	1. 9	2. 1	1. 3	0. 96	0. 49	0. 80	0. 85	1. 84	1. 15	1. 38
Diger	12. 5	12. 6	14. 46	9. 41	5. 83	6. 58	13. 24	7. 11	7. 15	13. 54

7.5. TUĞLA VE KİREMİT KİLLERİ

Kil adı verilen ince taneli birikimlerin en önemli ayırcı unsuru Al₂O₃'tür. Bünyelerinde % 2 daha fazla bu maddeleri taşıyanlara boksit denir. % 25- % 30 dan başlayıp daha yüksek oranda Al₂O₃ içerenler sanayi killeri olarak adlandırılırlar. Herhangi bir kil mineralinin etkinliğini taşımayan ve % 30 dan daha az Al₂O₃ kapsayan ince taneli sedimanter kayaçlar ise tuğla ve kiremitlerin üretiminde kullanılan adı killerdır.

Tuğla veya kiremit üretiminde kullanılacak killerdeki özellikler:

- a)Kum kapsamı düşük olmalıdır.
- b)Kile plastik özelliği veren suyun miktarı %25 – 35 sını�ında kalmalıdır.
- c)Jips kapsamamalıdır.
- d)Kalsiyumkarbonat miktarı % 35 in altında olmalıdır.
- e)1000 derecede pişirildiğinde sertlik derecesi 2' nin üzerine çıkmalıdır.
- f)Kurumadan sonra küçülme miktarı % 10 u geçmemelidir.
- g)Tuğla kilinde su emme miktarı % 8 den fazla kiremit kilinde % 18 den az olmalıdır.
- h)Patlama veya çatlama göstermeksızın 1100 derecede pişirilmeli kiremit kızılı denilen kendi rengini almalıdır.

7.6. İNŞAAT KUMLARI VE ÇAKILLAR

En iyi kumlar sakin göl ve deniz şartlarında ve uzun süre içinde ayıklanarak oluşanlardır. Denizden çıkarılan malzemelerde genellikle organik maddelere, deniz kabuklarına ve tuz çeşitlerine rastlanır ve bunlar betona zarar verebilir. Özellikle tuzun varlığı çelik donatıyı paslandırdığından zararlıdır. Bunun yanında, tuz rutubeti çektiğinden, tuzlu kum kullanılan yapıların nemli olmasına yol açar. Midye ve istiridye kabukları agreganın yerleşmesini güçleştirir, düşük dayanım oluşturur ve aynı zamanda dona karşı dayanıksızdır. Ayrıca dane boyları değişik ve içlerinde en çok değişik malzemeler içeren karışık malzemeli kumlar ise hızla akan nehir yataklarında meydana gelenlerdir. Hızlı akış olmadığından en iyi aggrega elde edilir, bunlar özellikle temiz ve düzgün tanelerden oluşur. Ocaklardan elde edilen malzemelerde kil(mil) oranı yüksektir. Kum denince hemen akla kuvars gelmektedir. Bunun nedenlerinden birincisi, fiziksel ve kimyasal olarak dayanıklı olması, ikincisi ise kuvarsın çok fazla bulunmasıdır. İnşaat kumlarının kuvars, feldispat, mika ve bazı dayanıklı mineral parçaları dışında başka eleman içermemesi istenir. Örneğin kıyılardan uzak birçok bölgelerde derelerden sağlanan kumların kireçtaşçı parçacıkları organik kııntılar ve bazı bölgelerde ise fosil parçaları içeriği bilinmektedir. Çöl ve ova kumları ise temiz olmalarına ve tuz içermemelerine rağmen yalnızca ince tanelerden oluştugundan beton yapımı için genellikle uygun değildir. Ticari alanda ise 0,3 mm tane boyutundakilere sıva kumu, 0,7 mm boyutundakilere silika kumu denir.

Çakıllar bileşenleri açısından heterojendir. Hakim bileşenleri minerallerden ziyade kayaç parçalarıdır. Dayanıklı olduklarından nehir yataklarında, göl, deniz sahillerinde bol olarak bulunur. Şeyl ve mikaşit gibi yumuşak parçalardan, granit ve kuvarsit gibi çok sert olanlara kadar değişik kayaç parçaları içerirler. Bunları sert kireç taşları, çakıllar takip eder. Kum taşı ve konglemeralardan pratik şekilde çakıl olmaz. Jips, anhidrit gibi mineraller ile marn ve kil türü kayaçlar suda eridiklerinden veya parçalanıp çok ufak taneler haline geldiklerinden çakılları meydana getirmezler. Çakıl ve mıcırların iyi kalitede olmayanları, yani çok değişik boyutlu ve dayanıksız olanları yolların asfalt altı zeminlerinin yapımında kullanılır. Dayanıklı, değişik boyutlu çakıllar tek boyutlu mıcırlar her çeşit betonun ve asfalt zeminin malzemeleridir. Çakıl ve kum,çimento ile karıştırılmadan, dolgu maddesi olarak yol ve hava alanlarının taban inşaatlarında kullanılmaktadır. Yüksek hacim ve hızla sahip akarsular ticari çakıl yataklarının oluşumunda önemli rol oynarlar. Ekonomik öneme sahip büyük yataklar Pleystosen buzullarının erimesi sonucu ortaya çıkışmış akarsular tarafından oluşturulmuştur. Kum ve çakılın günlük kullanımı gözönüne alındığında ekonomik yatakların bulunmasının kolay olduğu düşünülebilir. Ancak inşaat sektörünün hızlı gelişimi karşısında gerçek talebi karşılayacak büyülüklükte yatakların bulunması, sistemli aramaları gerektirir. Bunun için uygun topografiya , hidrojeoloji ve jeoloji haritaları gereklidir. Akarsu rejimleri ve buzul hareketleri de dikkatle incelenmelidir. Açık işletmelerde üretilirler. Üretilen malzeme yıkama, eleme ve iri boyutluların kırılması ile istenmeyen maddelerin uzaklaştırılması işlemlerine tabi tutulur.

Kum ve çakıl (doğal agregalar) kayaçlardan cimentolanmamış olmaları ve çok çeşitli bileşenlerden oluşmaları ile ayrırlırlar. Yatakları toz ve organik malzemeden arınmış olmalıdır. Kil oranının yüksek olması kullanımı kısıtlayabilir. Mercek veya tabaka halinde olduğunda temizlenebilir. Yatakların silt içeriği en çok %5 olmalıdır. Kil karbonat ve demir oksit gibi bileşenler cimento yapımında kimyasal bağı zayıflatıp, dayanımı azaltıklarından, kum ve çakılın bünyesinde istenmezler.

3. KAYAÇ OLUŞTURAN BAŞLICA MİNERALLER

Yer kabuğunu oluşturan kayaçların bünyesinde, biraraya gelerek büyük kayaçları oluşturan mineraller mevcuttur. Yer kabuğunu oluşturan kayaçlar üzerinde yapılan incelemeler sonucu, 2000' den fazla mineralin bulunduğu düşünülmektedir. Kayaçları oluşturan, yaklaşık 20-30 kadar olan ve bunların adlandırılmamasında rol oynayan minerallere Esas Mineraller, diğerlerine İkincil (Tali) Mineraller (Tourmalin, Manyetit, Zirkon gibi) denir. Esas minerallerin ayrışması, metamorfizma ve çeşitli eriyiklerin etkisi ile bileşimlerini, şekillerini değiştirmeleri sonucunda Sekonder Mineraller oluşur (Kaolen, Serpantin, Klorit, Zeolitler gibi).

Esas mineraller yerkabuğunda çok miktarda bulunan ve kayaçların sınıflandırılmasında rol oynayan minerallerdir. En önemlileri şunlardır:

Mağmatik kayaçlardaki esas mineraller:

- a)Kuvars grubu mineraller
- b)Feldispat grubu mineraller: Ortoklaz, Plajiolaz
- c)Feldispatoid grubu mineraller: Lösit, Nefelin
- d)Piroksen grubu mineraller: Hipersten, Ojit, Diyalaj
- e)Amfibol grubu mineraller: Hornblend
- f)Mika grubu mineraller: Biyotit, Muskovit
- g)Peridodit grubu mineraller: Olivin

Sedimanter kayaçlardaki esas mineraller:

- a)Kuvars grubu mineraller
- b)Feldispat grubu mineraller: Ortoklaz, Plajiolaz
- c) Kil mineralleri: Kaolinit, İllit ve Montmorillonit
- d)Karbonat grubu mineraller: Kalsit, Dolomit

Metamorfik kayaçlardaki esas mineraller:

- a)Kuvars grubu mineraller
- b)Feldispat grubu mineraller: Ortoklaz, Plajiolklaz
- c)Mika grubu mineraller: Biyotit, Muskovit
- d)Epidot, Granat, Sillimanit, Andalusit, Kalsit, Serpantin, Talk, Klorit gibi mineraller.

Tali mineraller: En önemlileri: Turmalin, Manyetit, İlmenit, Rutil, Apatit, Zirkon, Topaz.

KUVARS GRUBU MİNERALLER

Silis bileşimli mineraller sulu ve susuz durumlarına göre ikiye ayrılır.

a)Susuz silis (SiO_2)

- Kuvars
- Tridimit
- Kristobalit
- Kalsedon (Lifli silis)

b)Sulu Silis ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

- Opal

Kuvars minerali, mağmatik, metamorfik ve sedimanter kayaç gruplarının her üçünde de görülür. Kimyasal bileşimi : SiO_2 , Sertliği 7; Özgül ağırlığı 2,65; kristal sistemi hekzagonalıdır. Kuvars minerali, genellikle renksiz, saf durumda saydam, belirgin kristaller halinde, bazen de diğer renklerde ve şekillerde bulunur. Renkleri bileşimine giren yabancı maddeye göre değişir ve ayrı ayrı isim alır.

Örneğin: siyahımsı renge sahip kuvarsa *Dumanlı kuvars*, siyah ve saydam olmayanlarına *Morion*, pembe renkli olanlara *Pembe kuvars*, sarı renge sahip olanlara *Sitrin*, mor olanlara *Ametist*, şekilsiz ve saydam kuvarslara *Hiyalin*, süt beyaz renklilere *Süt kuvars*, demirli olanlara *Demirli kuvars* adı verilir (Şekil 3.1.a,b,c).

Kuvars mineralinin genel olarak dilinimi yoktur. Nadir durumlarda düzensiz ve eğik çatlaklar kapsadığı görülür. Kendine has gırık ikizler vardır. Bozunmaya en dayanıklı mineraldir. Sadece Florür (HF) asitte erir; diğer asitlerde ermez. Genellikle hekzagonal sistemde kristallenir ve doğada iki ucu altıgen piramitlerle çevrili prizma şeklinde bulunur. Aynı bileşimli Tridimit ve Kristobalit' den sistemleri ve optik özellikleriyle ayırt edilir. Yer kabuğunda feldispatlardan sonra en çok bulunan mineraldir. Birçok kayacın bileşimine esas, tali veya sekonder mineral olarak katılır. Güzel kuvars kristalleri bilhassa mağmatik ve metamorfik kayaçlar içindeki boşluklarda bulunur.

Kuvars pekçok sahada kullanılır. Metalurjide, optik ve kimya sanayinde, cam ve seramik endüstrisinde, ateşe ve asite dayanıklı alet yapımında yararlanılır. Parlak ve renkli çeşitleri süs eşyası, yüzük, kolye, iğne yapımında kullanılır.

3.1.1. KUVARS ÇESİTLERİ:

Pekçok kuvars çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri şunlardır:

3.1.1.1.Kalsedon(Kalseduvan)

Kristalleri çok küçük olup, ancak mikroskopla görülebilir. Fiziksel olarak kuvarsa benzer ise optik özelliklerce farklılık gösterir. Rengi genellikle gri- açık olup, renklerine göre isimleri vardır: kırmızı renkli olanına *Korniol*, koyu yeşil olanına *Plazma*, gök mavisi olanına *Mekketaşı* adı verilir. Ülkemizde Karadeniz sahil şeritinde, Ankara (Mamak), Sivas, Eskişehir civarında Andezit ve Bazalt'ların boşluklarında çeşitli türlerine rastlanır.

Birer kalsedon çeşidi olan Agat ve Çakmaktaşı çok bulunan türleridir. Agat(akik), değişik kimyasal bileşimli silisli suların boşluklara girip dışardan içeriye doğru konsantrik çökelmesiyle oluşmuştur. Renklerine göre, *Yosunlu Agat* (îçerisinde yosuna benzeyen dantritler olan), Oniks (beyaz, siyah ve kırmızı renkli ve düzgün daireler halinde olan) türündür. Bunlar süs eşyası yapımında kullanılır (Şekil 3.1.f). Çakmaktaşısı ise, kuvars mineralinin şekilsiz, çok ince kristalli bir türündür. Genellikle gri, siyah renkli, sıkı, yoğun, gevrek ve serttir (Şekil 3.1.e). Konkoidal ve düzgün yüzler halinde kırılır; kırılma yüzleri parlaktır. Kırılan kenarları saydamdır. Özellikle karbonatlı kayaçlar içinde (Kireçtaşı ve dolomit) görülen çakmaktaşlarına Çört adı verilir (Şekil 3.1.d). Jasp ise bileşiminde kil bulunan bir silis çeşididir. Siyah, sarı, mor, yeşil, kahverengi vb olanları vardır. Siyah renklisine *Mihenktaşısı* denir ve kuyumcular tarafından altın ayarının saptanmasında kullanılır. Jasp özellikle inşaatta mozaik işlerinde kullanılır. Pirinç adıyla inşaat işlerinde mozaik ve sıvada çeşitli renk ve desen yapmada çimento içine konularak kullanılır (Şekil 3.1.g).

3.1.1.2.Opal: (SiO₂ + nH₂O, n= % 3-13)

Bileşimi sulu silistir. Beyaz, gri, sarı, yeşil, mor, kırmızı renklerde, kırılma yüzeyleri konkoidal (sedefimsi) ve parlaktır. İzotrop olması ile kuvarstan ayırt edilir. Sertliği ve özgül ağırlığı içerisindeki su oranına göre değişir ve daima kuvarstan azdır

Opallerin orijini hidrotermaldir. Bunlar sularda, bilhassa alkalin sularda diğer silis türlerinden daha fazla erir (Şekil 3.1.h).

Türkiye'de Kütahya Köprüören ve Yoncalı kaplıcaları yakınında, değişik renkli opaller vardır. Ocaklardan büyük parçalar halinde çıkarılan opaller çeşitli renklidir. Kırıcı (konkasör) dan geçirilir; elenir ve mozaik işlerinde kullanılır.

Kuvars kumları ve çakılları agrega olarak kullanılacaksa üzerinde biraz durmak gereklidir. Çünkü yüksek alkalili çimento ile karışan agrega, sertleşmeye başlayınca hidrasyon olayı meydana gelir ve alkaliler (Na, K vb.) aşağı çıkar. Bütün silisli mineraller (bilhassa Opal, Kalseduvan, Agat türleri) bunlara etki yapar ve dolayısıyla malzeme genişler, çatlar, parçalanır ve düşer, betonun sağlamlığı bozulur (%9'dan fazla olmamalı). Son yıllarda bu konuda yani " Çimento Agrega Reaksiyonu " üzerine pek çok labaratuvar çalışması ve araştırması yapılmıştır.

FELDİSPATLAR

Mağmatik kayaçların bileşimine giren, onların isimlendirilmesinde sınıflandırılmasında rol oynayan minerallerden biri de Feldispatlar'dır. Feldispatlar yerkabığında en çok bulunan mineral grubudur.

Bileşimlerini esas olarak potasyum, sodyum, kalsiyum, alüminyum silikatları veya bunların ortaklaşa karışımıları oluştururlar. Kimyasal bileşimlerine göre ortoklaz ($KAlSi_3O_8$), albit ($NaAlSi_3O_8$), anortit'e ($CaAl_2Si_2O_8$) ayrılırlar. Kristal sistemleri monoklinik veya trikliniktir. İki yönde dilinimleri vardır ve bu iki dilinim yüzeyinin meydana getirdiği açıya göre iki gruba ayrılır.

3.1.2. ORTAKLAZ

Monoklinik sisteminde kristallenirler. İki yönde dilinirler. Dilinim düzlemleri arasındaki açı 90° 'dır.

Sertliği: 6, özgül ağırlığı: 2,55 tır. ($KAlSi_3O_8$) kimyasal bileşimlidir. Ortoklazın rengi beyazımsı veya hafif kırmızımsıdır. Kolay kırılır, kırılma yüzeyleri parlak cam cilalı ve sedef cilâlıdır. Bu çeşit mineraller asitik mağmatik kayaçların

(Granit, Granodiorit, Siyenit ve trakit), metamorfik kayaçlarda gnayslarda, sedimenter kayaçlardan da arkoz ve grovak'da bulunurlar.

Ortoklaz da diğer silikatlar gibi hava, su ve diğer etkenlerle değişir. Değişim sonucunda kaolenleşme, muskovit ve serisit meydana gelir (Şekil 3.1.n).



. H_2O

Ortoklaz



Kil

Ortoklazın üç önemli çeşidi vardır: En önemlileri Sanidin, Adularya ve Aytaşıdır.

a) Sanidin : Camsı ve gri renklidir, üzerinde boyuna çizgiler görülür. Volkanik kayaçların içinde bulunur. Ülkemizde Afyonkarahisar traktlerinin içinde 5-6 cm uzunluğunda ve ikizler halinde sanidin kristallerine rastlanılmaktadır.

b) Adular : Cama benzer şeffaf bir ortoklaz çeşididir. Saydam ve güzel kristaller halinde olan bir ortoklaz türüdür.

c) Aytaşı : Mavimsi gri renklidir. Cılalısı güzel parladığından süs eşyası yapımında kullanılmaktadır. Bileşimi ortoklazların aynı, fakat sistemi ondan farklı (triklinik) dir. Mikroskopta, dilinim kesitlerinin parmaklık gibi, birbirlerini kesmesiyle tanınır ve diğer feldispatlardan ayırt edilir. Yeşil renklisine Amazonit denir.

Ortoklaz ülkemizin çeşitli bölgelerinde (Afyon'da, İstranca masifindeki pegmatitler içinde, Söğüt civarında Küre-İnhisar'da, Simav-Emet ve Demirci-Gördes arasında Aplit ve Pegmatitler içinde yer yer seramik endüstrisinde kullanılmak üzere işletilmektedir.

Feldispat seramik sanayiinde hamur ve sır içinde, plastik sanayiinde çelikten sağlam, alüminyumdan hafif olan plastik ve elastik fiberglass endüstrisinde ve ziraatte kullanılır. Seramik hamuruna % 25 oranında katılır. Ve bu endüstri için en gerekli maddelerden biridir. Feldispat üretiminin % 95'i bu işte kullanılır.

3.2.2. PLAJİOKLAZ GRUBU MİNERALLER

Plajiolaz grubu mineraller triklinal sistemde kristallenirler. *Albit* (Na Al Si₃O₈) ve *Anortit* (Ca Al₂Si₂O₈) in belirli oranda da birleşmesi ile çeşitlere ayrılırlar. Dilinim düzlemleri arasındaki açı ortaklaz grubu minerallerinkinden farklı olup, 86.8° kadardır.

Plajiolaz'ların isimlendirilmesi kimyasal bileşimlerine, Na ve Ca miktarlarının yüzdesine göre isimlendirilerek çeşitlerine ayrırlar.

<u>Albit Yüzdesi (Na)</u>	<u>Anortit Yüzdesi(Ca)</u>
Albit	%90-100
Oligoklaz	%70-90
Andezin	%50-70
Labrador	%30-50
Bitovnit	%10-30
Anortit	%0-10

İkizleri karakteristiktir ve tanımalarını kolaylaştırır. Albit ikizi en çok görüleni ve bilinenidir. Renkleri değişiktir. *Albit*, *Andezin* beyaz ; *Labrador* gri, mavimsi renklere sahiptir. Kırılma yüzeyleri camsıdır. Sertlikleri 6-6,5, özgül ağırlıkları; 2,60-2,76 dır (Şekil 3.1.L,m).

Mağmatik kayaçların bileşiminde değişik oranlarda bulunur ve onların isimlendirilmesinde rol oynar. Ayrıca metamorfik ve sedimanter kayaçlarda da bulunabilirler. Mağmatik kayaçlardan özellikle diorit, gabro, diabaz ve bazaltların esas mineralleridir.

Plajiolazlar da diğer feldispatlar gibi ayrışmaya uğrar, ayrışmada H₂O ve CO₂in rol oynadığı, ve bu esnada hafif bir asit olan H₂CO₃ meydana geldiği kabul edilmektedir. CO₂in ve H₂O un havaya oranla toprakta daha fazla bulunması ayrışmada, çabuklaştıracı özellik oluşturur. Plajiolazlar aşağıdaki şekilde ayrışır :



Bu ayrışım sonucunda bikarbonat türü eriyikler, suda erimeyen kil mineralleri ve silisyumdioksit oluşur. Bu çeşit reaksiyonların oluşumunda iklim, bilhassa sıcaklık, rutubet, yüzeysel asit suların etkisi ve derinden, mağmadan gelen *fumeroller* veya *hidrotermal* işlemler sebep olarak gösterilir. Ayrışmanın şekli ve derinliği çok değişiktir. Ayrışma sonunda kayaçların hacimleri % 5-30 arasında artar ; taşıma güçleri ve basınç dirençleri azalır. Bundan dolayı bu tür kayaçların üzerinde inşaat yaparken ayrışmanın bilhassa üzerinde durmak ve ayrışma derecesini ve derinliğini saptamak gereklidir.

Baraj temellerinde (örneğin, İstanbul Elmali, Ankara Çubuk) barajı inşaatında ayrılmış andezit ve dasit (Ortoklaz ve Plajiolazlı) kayaçların 20-25 metre derinliğine kadar ayrışıp değiştiği, baraj diplerinin kalın çamur örtüsü oluşturmuştur.

Ayrıca Feldispatların ayrışması sonucu oluşan kil mineralleri (kaolenitik killer) seramik endüstrisi için temel madde olduğundan çok aranan bir malzemedir. Yurdumuzda birçok yerde, dağınık halde, volkanik kayaçların ayrışması sonucu oluşmuş kaolen yatakları vardır ve işletilmektedir (Örneğin İstanbul Arnavut köy, Çanakkale, Çan, Bayramış, Söğüt vb.).

3.3. FELDİSPATOİDLER

Bunlar bileşim ve bulunduğu şekilde feldispatlara benzer fakat kristal şekilleri, fiziksel özellikleri ve daha az silis içermeleriyle onlardan ayırt edilirler.

Doğada feldispatlara oranla daha az bulunurlar. En önemlileri şunlardır :

a) Lösit - $K Al Si_2O_6$ (K_2O , Al_2O_3 , $4SiO_2$)

Bileşim yönüyle Ortoza benzer ; yalnız silis miktarı daha azdır ve sistemi kübiktir.

b) Nefelin - $(Na,K) AlSiO_4$

Kristalleri hekzagonal prizma veya amortur. Taze iken beyaz veya renksiz, ayrırsa kırmızımsı gri-beyaz olur. Sertliği 5,5-6 dir.

c) Sodalit ve

d) Lazurittir.

3.4. MİKALAR

Mika grubu mineraller monoklinal sistemde kristalleştir. Doğada levhalar veya pulcuklar halinde, elastikiyet özelliği göstermesi ile tanınırlar.

Genellikle saydamdır. Sertliği: 2-3 , özgül ağırlığı : 2,5-3,2 dir. Bileşimi sulu alüminyum silikattır. Bundan başka K, Na, Mg, Fe, Li'den biri veya birkaçı bulunur.

Mikalar görünüs ve bilesimlerine göre üçe ayrılır :

Beyaz Mika --- Muskovit

Siyah Mika --- Biyotit

Pembe Mika --- Lepidolit

İnşaat sanayiinde özellikle sondajcılıkta, yapı malzemesi ve dolgu sanayiinde kullanılmaktadır.

a) **Beyaz Mika (Muskovit)** --- $KAl_2(OH)_2 Si_3 AlO_{10}$

Muskovit saf durumda iken renksiz ve beyazdır ; bileşimine yabancı madde girince sarımsı, kahverengimsi, yeşilimsi renk alırlar. Sistemi Monoklinik, sertliği : 2-2,5, özgül ağırlığı : 2,7-3 dür. Kolayca ince levhalara ayrılır. Ayrılan bu parçalar bükülebilir ve elastiktir (Şekil 3.2.g).

Beyaz mika, granit ve diorit gibi mağmatik ; gnays, mikaşist v.b. metamorfik kayaçların içinde ufak pullar halinde, sedimanter kayaçların (kumtaşlarının ve Grovakların) içinde de görülür. Türkiye'de batı Anadolu'da Akhisar doğusunda, Gördes- Demirci arasında, Simav- Emet, Söğüt- İnhisar arasında, Uludağ ve Kars'da Torman bucağında, Eskişehir, Diyarbakır, Kırklareli- Üsküp- Lalapaşa arasındaki alanda büyük ve küçük levhalar halinde bulunmaktadır. Elektrik direncine sahip olması nedeniyle yalıtgan olarak, elektronik ve bilhassa uçak, oto ve radyo elektrik sanayinde : soba, lamba ve otomobillerde de cam yerine kullanılır. Toz ve pulcukları örtü, duvar kağıdı, kauçuk ve plastik sanayiinde kullanılır.

b) Siyah Mika (Biotit) - K (MgFe) 3Si3AlO₃ (OH)3

Monoklinal sistemde kristallenir. Sertliği :2-3 , özgül ağırlığı : 2,8-3,1 ; rengi siyah veya koyu hahverengidir. Bütün mikalar gibi bir yöndeki dilinimi çok belli ve karekteristikdir. Güzel bir parlaklıği vardır (Şekil 3.2.h).

Mağmatik (granit, siyenit, diyorit), metamorfik (gnays ve şist) ve sedimanter kayaçlarının (kum taşlarının) ve pegmatit damarların içinde bulunur.

Biotit asitik suların veya orojenik kuvvetlerin etkisi ile ayırtır ve yeşil renkli "klorit" oluşturur ve bunların Hidratasyon ve Oksidasyonu ile de "Vermikulit" oluşur.

Vermikulit, ısıtılıncı 15-16 defa hacmi artar , bu özelliğinden yararlanarak hafif beton yapımında, prefabrike inşaatta, ısı ve ses kesici olarak izalosyonda kullanılır.

c)Lityumlu (Pembe) Mika (Lepidolit) [K₂Li₃Al₄Si₇O₂₁ (OH, F)3]

Bileşiminde Li bulundurduklarından Lityumlu mika ismi verilmiştir. Başlıca gümüş beyazı pembe, mor renklidir. Mağmatik kayaclardan bazılarda ve bazen pegmatit damarlarında bulunur. Isıya dayanıklıdır. Bundan dolayı ısıya dayanıklı cam yapımında kullanılır.

PIROKSENLER

Kayaçların bileşiminde Feldispatlar ve Mikalardan sonra en çok bulunan mineraller Piroksenlerdir (Şekil 3.2.b). Bu grupta yer alan mineraller, kristal sistemlerine göre ikiye ayrılırlar :

Ortorombik piroksenler (Enstatik, Bronzit, Hipersten)

Monoklinik piroksenler (Ojit, Diyallaj, Diyopsit),

Genel olarak bileşimleri Ca, Fe, Mg, Al silikatıdır. İki doğrultuda dilinimleri vardır. Dilinim yüzleri arasındaki açı 87° dir.

a) Ortombiek piroksenler

Enstatit : MgSiO₃ bileşimidir. Koyu gri, yeşil, siyah rengi ve kendine özgü parlaklığı ile tanınır. Bazalt, Diyabaz gibi bazik kayaçlar içinde bulunur.

Bronzit : Bileşimi (Mg, Fe) SiO₃ dür. Madensel cilalı olup Bronza benzediğinden dolayı bu isim verilmiştir. Gabro, Peridotit ve Serpantin içinde bulunur.

Hipersten : Bileşimi (Mg, Fe) SiO₃ dür. Fakat demir miktarı Bronzitten fazladır. Kristalleri koyu gri, esmerdir ve iki yüzlüdür. Sertliği : 5-6, özgül ağırlığı .3,2-3,5 dir. Bazik ve ultrabazik kayaçlar içinde bulunur.

Monoklinik Piroksenler

Bunlar monoklinal sistemde kristalleştir. Önemli üç çeşidi vardır.

a) Ojit : CaMgFeAl₂(SiAl₂) O₆ kimyasal formülü ile ifade edilir. Rengi koyu yeşilimsi gri veya siyahdır. Camsı ve reçine cilalıdır. Sertliği :5-6 dir. Andezit, diyorit, diyabaz, bazalt ve ultrabazik kayaçların içinde bulunur.

b) Dialaj : CaMg(SiO₃)₂ kimyasal formülü ile ifade edilir. Gri yeşilimsi renkli ve madensel bir parlaklığı vardır. Görünüşü siyah mikaya benzer; fakat onun gibi levhalara ayrılmadığından mikadan ayırt edilir. Sertliği :5-6 ve özgül ağırlığı 3.3 kadardır. Dialaj, gabronun ana mineralidir. Bazen serpentinitler içinde de bulunur.

c) Diopsit: CaMg(SiO₃)₂ kimyasal formülü ile ifade edilir. Yeşil renkli , sertliği 6, özgül ağırlığı 3.3 kadardır. Asitler tesir etmezler.

AMFİBOLLER

Bileşimleri ile piroksenlere benzerler. Ancak dilinim düzlemleri arasındaki açı piroksenlerde 87 ve 93 derece olduğu halde amfibollerde 56-124 derecedir. Bu açıların farklılıklarından dolayı birbirinden ayrılır (Şekil 3.2.c). Bu grupta bulunan minerallerin en önemlileri Hornblend, Tremolit, Aktinolit ve Aspest'tir.

Hornblend : $(\text{Ca Mg Fe Na Al})_3\text{Si}_4\text{O}_{11}(\text{OH})$ bileşimine sahip bir mineraldir.

Koyu yeşil, siyah renkli olup, sistemi monokliniktir ve genellikle uzunca altı köşeli prizmalar halinde bulunur. Kısa ve sekiz köşeli Ojitten, koyu siyah rengi, şekil ve dilinim açısı yardımcı ile ayırt edilir. Siyah camsı bir parlaklığı vardır. Sertliği : 5-6, özgül ağırlığı :3-3,4 dür.

Hornblend, mağmatik ve metamorfik taşların hemen hemen hepsinde bulunur. Granit, siyenit, diyorit ve bazalt'lar içinde çok görülür ve bu zaman taşa *Hornblendli Granit*, *Hornblendli Siyenit* adı verilir. Türkiye'de Kapıdağ, Uludağ, İstranca dağlarındaki granitler içinde, Karadeniz'de Rize- Trabzon-Giresun arasında Bazalt ve Andezitlerin içinde görülür. Metamorfik kayaçlarda'da gözlenir. Hornblend ayrışarak *Klorit*, *Epidot* ve *Serpentine* dönüşür.

Aktinolit : $\text{Ca}_2(\text{MgFe})_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2$ bileşimli, açık ve koyu yeşil renkli, güzel uzun prizma şekillidir. Bileşiminde %2 den fazla demir bulunan bir Tremolit'tir. Bazen telsel (Aspest gibi) bazen de ıshıksal şekillerde görülür. Metamorfik sistler içinde bulunur ve bunlara "Aktinolitli Sist" adı verilir.

Tremolit : Ca₂Mg₅(OH)₂ Si₄O₁₁)₂ bileşimlidir.

Beyaz gri, yeşil renkli, sertliği:5-6, özgül ağırlığı :3,0-3,3, monoklinik kristalleri uzun prizmatiktir ; fakat genellikle yassı, telsel halde bulunur. Sert, yarı saydam, grimsi yeşilimsi olan kompakt türüne *Jad* veya *Nefrit* denir. En çok Güney Türkistan'dan çıkarılır ve Doğu Asya'da süs eşyası yapımında kullanılır.

Tremolit, metamorfik kayaçlarda dolomitik mermer, talkşist ve mikaşist içinde bulunur. Talk ile beraber seramik yapımında, boyalı endüstrisinde işe yarar. Telsel olanları az miktarda Aspest içine karıştırılarak kullanılır.

Aspest (Amyant) : Bileşimi 3MgO, 2SiO₂, 2H₂O dur. Tremolit'in telsel türüdür ; uzun ve bükülebilir lifler halinde bulunur. Beyaz, gri renkli ve ipeksel parlaklıktadır. Bükülebilir ; asitler ve sıcak etkilemez. Asbest daha ziyade, endüstride kullanılan, ince uzun ve bükülebilen lifler halinde ayrılan silikatlı minerallere verilen isimdir. *Serpantin Aspekti (Krizolit)* ve *Amfibol Aspekti* olmak üzere iki türü vardır.

Asbest (amyant) bir çok endüstride kullanılır ; sıcağı geçirmeme özelliği nedeniyle ateşe dayanan elbise, karton, yüksek sıcaklığa dayanan çimento yapımında işe yarar. İnşaatta Asbestli çimento daha sağlam, daha dayanıklı, ateşe ve suya daha dayanıklıdır. Asbestli çimentodan mamul basınçla dayanıklı borular belirli çaplarda demir ve plastik borulara göre daha avantajlı su ve kimyasal atıkların taşınmasında kullanılmaktadır. Ayrıca Eternit tipi oluklu levha ve izolasyon malzemesi imalinde kullanılmaktadır. Asbest Türkiye'de bir çok yerde bulunur. Bursa-Orhaneli, Eskişehir- Mihalıççık , Çanakkale Okçular ; Biga ; Uşak ; Yozgat . Sivas-Kangal-beypınarı-Reşadiye ; Çekerek ve Kars ; Kağızman ve Hatay bölgesinde bulunmakta ve kısmen işletilmektedir.

3.7. PERİDODİT

Bu grupta bulunan minerallerin en önemlisi Olivin'dir

Olivin : $(\text{Mg Fe})_2 \text{SiO}_4$ bileşimidir. Ortorombik sisteminde kristallenir ; sertliği : 6,5-7, özgül ağırlığı ; 3,27-3,37 dir. Rengi ekseriya tipik zeytin yeşili, bazen yeşilimsi kahverengidir . Yağlı görünümlü ve kırılma şekli konkoidaldır. Gabro, Bazalt, Peridotit gibi koyu renkli kayaçların bileşimine giren minerallerin en önemlilerinden biridir. Bazaltların içindeki Olivinler tatlı yeşil renkleriyle kolayca tanınır. Çorlu civarındaki Karatepe'de bazaltların içinde yeşil, göz göz Olivinler bulunmaktadır (Şekil 3.1.a) Doğada, yalnız olivin minerallerinden oluşmuş kayaçlar de vardır, bunlara *Dunit* adı verilir.

Olivin, bazen de Piroksen, kromit ve korundon ile beraber bulunur.

Türkiye'de bulunan kromitlerin bir kısmı Dunitlerin içinde oluşmuştur. Bu mineraller metamorfik etkilerle serpentin ve demir okside çevrilir. Olivin'in parlak, saydam yeşil olan ve kadın süstaşı yapımında kullanılan türüne *Peridotit* denir. Olivin refrakter tuğla yapımında, dökümcülükte, fosfatlı kayaçlarla beraber gübre ve (Mg) üretiminde kullanılır (Erguvanlı, 1983).

3.8. KARBONATLAR

Karbonat mineraller H_2CO_3 asidin tuzları olup, asit damlatıldığında köpürürler ve CO_2 çıkarırlar.

a) Kalsit:

Bileşimi CaCO_3 olup, trigonal sistemde kristalleştir. Sertliği 3, özgül ağırlığı: 2,72' dir. Doğada yüzlerce çeşit ve renkte kalsite rastlanılır. Çoğunlukla beyaz, sarı, gri veya siyahır (Şekil 3.1.k). Bazen yalancı (pseudomorphe) şekillerde, bazende oolitik, pisolitik, dikit, sarkıt şeklinde yada telsel ve lameller halinde bulunur. Kolay kırılır ve cam cılalıdır. Kalsitin üzerine HCl dökülünce CO_2 çıkararak köpürür (Dolomitten farkı). Kalsit, kayaçların içinde damarlar halinde (kalsit damarı), mağaralarda dikit, sarkıt şeklinde, kalsiyum bikarbonatlı sulardaki CO_2 'nun uçması ile traverten-kalker tüfü olarak bulunur.



Ayrıca bazik mağmatik kayaçların boşluklarında sekonder bir mineral olarak zeolitlerle beraber görülür.

Bir çok fosillerin kabuk ve sert parçaları, som kalkerler ve kalkerlerin metamorfizması ile oluşan mermerler, kalsit kristallerinden oluşmuştur. Bu açıklamadan anlaşıldığı gibi kalsit, kayaçları yapan minerallerin en önemlilerinden biridir ve her jeolojik devirde oluşur.

Kalsitten ibaret olan kristalize kireçtaşları ülkemizde dağıları oluşturacak kadar yaygındır. İnşaat sektöründe kullanılan kireçtaşları ve bunların mermerizasyonu ile oluşan mermer çeşitleri mevcuttur. Kireç elde etmede de hammadde olarak kireçtaşları kullanılır. Ayrıca çimento (Portland çimento) elde etmede kullanılır (%75 CaCO_3), gübre, kimya ve optik sanayiinde kullanılır. Kaplama-süsleme işlerinde kullanılır. Kırılıp demir yollarında balast ve yollarda micir olarak faydalananır. Kalsitin saydam olan türü, Islanda spati, optik aletlerin yapımında, coğunlukla polarizan mikroskopta kullanılır.

b)Aragonit

Aragonit kalsit gibi CaCO₃ bileşimlidir. Ancak kristal sistemi ortorombiktir. Prizmatik, kolonsu telsel bazen de ikiz halinde bulunur. Sertliği : 3,5-4, özgül ağırlığı: 2.9 kadardır. Renksiz, beyaz, sarımsı renkte olurlar. Kolay kırılır. Aragonit kayaçların boşluklarında, kil ve marn içinde, sıcak su kaynaklarının etrafında bulunur. Asitlerle çözülür. Üfleçte beyaz kalsite dönüşür. Deneyler, kalsiyum karbonatlı suların sıcak oldukları zaman aragonit, soğuk oldukları zaman kalsit meydana getirdiklerini göstermiştir.

c)Dolomit : Bileşimi CaMg(CO₃)₂, romboedrik ve kristal yüzeyleri çoğunlukla kavislidir. Bu özellik kalsitten ayırt edilmesine yardım eder. Bileşiminde bazen Fe ve Mn' de bulunabilir. Sertliği 3.5-4 , özgül ağırlığı : 2,85 dir ve üç yönde güzel dilinimi vardır. Bileşimine giren yeni maddelere göre pembe, beyaz, gri, yeşil renkler alırlar. Soğuk HCl asit az, sıcak HCl ise daha fazla etki yapar. Üfleçten etkilenmezler.

Dolomit, sedimanter kayaçlar içinde yaygın olarak bulunur. Dolomitler, kireçtaşlarının bileşiminde bulunan kalsiyumun yerine mağnezyumun gelmesi sonucu oluşmaktadır. Bu olaya *dolomitleşme* denir.

İnşaatta, bazı çimento türlerinin üretiminde, Mg üretiminde kullanılırlar. Dolomit ülkemizde birçok alanda bulunmaktadır. Bartın ve Zonguldak civarından çıkarılanlar Karabük Demir Fabrikasında demir ergitmesinde ve Filyos ateş tuğası fabrikasında refraktör olarak kullanılmaktadır.

3.9. SÜLFAT GRUBU MİNERALLER

a) Jips (Alçıtaşı) :

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ bileşimli, monoklinal sistemde kristallenir. Sertliği : 2-2.5, özgül ağırlığı 2.3 kadardır. Doğada renksiz, saydam , beyaz , gri , sarı , siyah renklerde bulunabilir. Şekilsiz (amorf) , telsel veya güzel kristaller halinde bulunur. Üç yönde dilinimi vardır. Kendine özgü inci gibi parlaklıği vardır. Doğada birçok türleri bulunur. Saydam olanına *Selenik* (*Şekil 3.1.e*), telsel ve ipeksi parlaklığı olanına *Telsel jips* , yuvarlak , birarada kristallerin bulunanına *Jips gülü* denilmektedir. Jips suda %2 oranında erir ve genellikle sığ deniz ve göllerde buharlaşma ile meydana gelir. Sedimanter kayaçların içinde kalın tabakalar halinde , tuz, kil, marn, killi sist veya kireçtaşları ile ardisıklı olarak bulunur. Bazende CaCO_3 'lu ortamda FeS_2 'ün bozunması sonucunda oluşur. İstanbul Sarıyer'de bakırlı pirit içinde ve Londra killerinde bu şekilde oluşmuşlardır.

Türkiye'de jips bilhassa Orta Anadolu'da *jipsli seri* ismi verilen yeşil, kırmızı, kahverengi, tuzlu, killi, kumlu, kalkerli karasal veya göl serileri içinde tabakalar halinde, fazla miktarda, bulunmaktadır. Mühendislik işlerinde, kazı, tünel, baraj inşaatında çok tehlikeli olup dikkatli çalışmaları gerektirir. Yeraltı sularını alçılaştırması ve araziyi çoraklaştırması bakımından da ayrı bir önemi vardır.

Jips 120 C kadar ısıtılarak suyunun 11/2'si uçurulup alçı yapılır. Alçı, su ile karıştırılınca yavaş yavaş su emer, kristalize olur ve sertleşir. Alçı , inşaatta , ziraatte, plastik sanayiinde, siva , heykel , dekorasyon işlerinde ve %3-4 oranında da çimento sanayinde kullanılır.

Son yıllarda bilhassa ses ve ışıya karşı yalıtkan malzeme yapımında faydalанılmaktadır. Türkiye'de bulunduğu yerler Çankırı (Yapraklı), Eskişehir (Sazak, Alpuköy), Susurluk; Gemlik ve Ulukışla olarak sayılabilir. Ulukışla civarından fazla miktarda çıkartılan alçı taşı Kütahya azot sanayiinde kullanılmaya başlanmıştır.

b) Anhidrit :

Bileşimi : CaSO_4 , sistemi ortorombik ve kristalleri nadirdir. Sertliği :3-3,5; özgül ağırlığı : 2.95 , rengi mavimsi gri, beyaz, esmer veya kırmızımsıdır. Çok yoğun, masif ve telsel halde bulunur. Jipsten kristal şekli , daha sert olması , bileşiminde su bulunmaması ve suda daha az erimesiyle ayırt edilir.

Anidrit bünyesine su alarak jipse dönüşür ve bu hacmi % 40 kadar artar. Sığ deniz ve göllerde kaya tuzlarıyla birlikte çökelir. Bu gibi göllerde suyun %37 si buharlaşınca jips, buharlaşma dahada arttıkça anhidrit , tuz (NaCl) ve son olarak Mg ve K tuzları çökelir.

Jips ve anhidrit bir çok jeolojik devirlerde oluşmuştur. Almanya , Perm, İngiltere'de Triyas, Türkiye'de Oligo-Miyosen'e ait formasyonlar içinde bulunur.

Anadolu'da yeşil-boz, kırmızı renkli jipsli seri içinde kil , marn ve tuzlu tabakalarla birlikte bulunur ve geniş sahalar kaplar.

c) Barit:

Bileşimi: BaSO_4 , sistemi ortorombik, kristalleri güzel, bazen ikiz halinde, bazen masif, nodüler, telsel, levhamsıdır. Camsı bir parlaklıği, üç yönde dilinimi vardır; prizma ve bazal yüzlere paralel olan dilinimleri çok belirlidir.

Sertliği 3.3 ve özgül ağırlığı 4.5'tir. Bundan ötürü ele alınınca hemen tanınır. Renkleri beyaz, mavi, yeşil, pembe, gri ve esmerdir. Hidrotermal yolla damar veya adeseler halinde, diğer mineraller (bilhassa Galen, Dolomit, Kalsiyum) ile karışık olarak bulunur; ve metazomatik olarak da gre ve kalkerler içinde veya boşluklarında oluşur.

Barit, Baryum çıkarılmasında, tipta radyolojide; boşluk doldurucu olarak da kağıt, kumaş, boyalar ve petrol sanayiinde işe yarar. Üretimin %80'i petrol sondajlarında kullanılır. Barit ayrıca katkı maddesi olarak ağır betonda kullanılmaktadır.

d) Fluorit:

Bileşimi: CaF_2 , sistemi kübik, sertliği 4, özgül ağırlığı 3.18'dir. Renksiz veya beyaz, yeşil, sarı, mor renklerde kristallerine rastlanır. Tek bir kristal yüzü üzerinde bazen değişen renk şeritleri görünür. Buna Floresans denir. Flouritin bazı türlerinde görüldüğü için bu isim verilmiştir.

Tabiatta diğer minarellerle beraber damar halinde, kalker ve dolomitlerin çatıtlaklarında, mağmatik kayaçların ve pegmatitlerin içinde bulunur.

Demir—Çelik izabesinde, emaye, porselen, sanayiinde eritici olarak, fluorür asidi çıkarılmasında, çeşitli optik sistemler için lüzumlu adese ve prizma yapımında ve bazı cinsleri de süs ve kaplama işlerinde, vazo, biblo yapımında kullanılır.

Türkiye'de fluorit yatakları Sivas Divriği ve Yıldızeli civarı, Yerköy Caferli istasyonu dolaylarında, Çangalı köyünde ve Kırşehir Kaman kuzeyinde, Kökler yaylası köyleri civarında ve Edirne Lalapaşa kazası civarında mor-yeşil renkli, yoğun ve bazen kristalli halde bulunur ve Kırşehir etrafında elde edilenler Karabük Demir-Celik fabrikasında kullanılır.

e) Halit (Kaya Tuzu):

Bileşimi :NaCl, sistemi kübik, sertliği:2.5, özgül ağırlığı:2.2'dir. renksiz, bazen yarı saydam, beyaz, sarı, morumsu renkleri güzel kristalleri, karekteristik tadı ve üç yöndeki belirli dilinimleri ile kolayca tanınır. Tabiatta som, tanemsi ve güzel kristalli hallerde bulunur (Şekil 3.2.d).

Tuz yatakları, tuzlu su kapsayan kapalı havzalardan suyun yavaş yavaş buharlaşmasıyla meydana gelmektedir. Genel olarak akarsularda az da olsa bir miktar ermiş tuz vardır. Bunlar suyu boşaltılmayan kapalı bir göle akacak olursa ve buharlaşma, gelen su miktarına eşit veya fazla ise suyun içinde tuz konsantrasyonu artar; bu zaman tuz çabuk eriyip en çabuk doygun hale gelir ve çökelir.

Türkiye'de tuz Çankırı ve Sivas civarında, Kırşehir (Hacıbektaş ve Tepesidelik), Kars (Kağızman, Tuzluca,Oltu) da killi, jipsli seri içinden elde edilmektedir.

Tuz kimya endüstrisinde Na ve Cl elde etmede, konservecilikte ve altın çıkarılmasında kullanılır.

BORLU MİNERALLER (BORATLAR)

Bileşiminde Bor bulunan bir çok mineral vardır. Burada Türkiye'den çıkarılan borlu minerallerinin en önemlisi olan Pandermitten (Bileşimi:Ca₃B₈O₁₀,amorf kar beyazı. Yoğunluğu: 3,5-4;özgül ağırlığı: 2,4 dür ve son yıllarda bulunup işletilmeye başlanan Uleksit (Bileşimi: Na Ca B₅O₉. 8H₂O sistemi: triklinik; fakat çoğunlukla tensel işinsal yuvarlak toplar halinde bulunur.

Sertliği: 2.5; ipek parlaklı ve beyaz renklidir) ve Kolemanit'ten (Bileşimi : Ca₂B₆O₁₁. 5H₂O, sistemi: monoklinik, prizmatik, fakat çoğulukla masif ve tanemsidir. Sertliği : 4 – 4,5 ve ipeksi bir parlaklıği vardır.

3.11. KİL MİNERALLERİ

Kil, kayaçların fiziksel vb nedenlerle en ileri safhada ayrışarak 2 mikron veya daha küçük boyutlu taneciklerin yığışması ile oluşur. Yer altı ve yüzey sularının (özellikle hümis asitli) tesiriyle ayrışmış olan feldispatlarca zengin magmatik kayaçlar, grovak, kultaşı, killi şist gibi kayaçların aşınma ve taşınması ile havzalarda birikmesi sonucunda oluşur. Ayrışmaya maruz kalmış ana kayaç ve maddeye göre ve birikme esnasındaki kimyasal şartlara göre farklı kil mineralleri oluşur. Ayırt edilmeleri için X işini Diferansiyel termik analizle incelemeleri gereklidir. Aynı kil mineralinin deniz ve gölde çökelmesi sonucu oluşması durumunda mühendislik özellikleri çok farklı olmaktadır. Aynı kil değişik gerilmeler altında farklı davranışlar göstermektedir. Yerinde oluşan killer tropik iklim şartlarında magmatik kayaçların ayrışması ürünüdür. İliman iklimlerde reziduel killer daha çok kil kökenli kayaçların ayrışması ile meydana gelir. Genç vadi yamaçlarındaki sağlam kayaçların ayrışması sert killeri oluşturmaktadır. Ancak su ile temasta hızla yumuşama olmakta ve heyelanlara neden olmaktadır. Volkanoğulların su ile ayrışması ve kuruması sonucu oluşan tüfler çok plastik killerin kökenidir. Taşındıktan sonra tatlı ve tuzlu suda çökelerek oluşan killere sediman veya tortul adı verilmektedir. Bazı durumda tuzlu suda çökeldikten sonra arazi yükselmesi sonucu yılanmaya maruz kalan killer mekanik dayanımlarını büyük oranda kaybederek **hassas** killeri oluşturur. Bu tür killer sulu ve sukunetli

Fakat jeolojik olaylar sunucunda üzerlerine yük geldiğinde sıkışarak sertleşmekte dirler. Bu tür kile aşırı konsolidde olmuş kil denir. Bünyesindeki kil minerali oranına göre yapısında mikro çatlak (fissür) ve/veya makro çatlaklar bulunur. Kil minerallerinin ayrimında üç kriter önemlidir.

- a) Tabaka kalınlığı,
- b) Tabakanın iyonik kapsamı,
- c) Tabakanın üst üste diziliş düzeni.

Kil mineralleri 3 ana gruba ayrılır. Bunlar Kaolinit, Simektit (Montmorillonit), İllitdir.

a) Kaolinit:

$\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ bileşimli ortorombik ve hezagonal şekilli levhacıklar halinde bulunurlar (Şekil 3.2.f). Bu kilde bloklar birbir üzerine binmiş olup aradaki hidrojen bağları ve aktif Van der Waals kuvvetleri nedeniyle suyun buraya girip şişme olmasını önlemektedir. Bu nedenle kaolinitler su ile karışıklarında stabilitelerini kaybetmezler. Seramik sanayiinde kullanılmasının sebebi de budur. Beyaz renkli olması gereği halde bazen yabancı maddelerle boyanabilir. Plastik özellik gösterirler. Asitlerde erimezler, optik ve X ışınları ile ayırd edilebilirler.

Kaolinit minerali, Magmatik kayaçların feldispatlarının ayırması sonucunda meydana gelirler. Bazen feldispatlarla beraber, ayırmmanın tam olduğu yerlerde saf kaolinit yatakları meydana gelir.

Kaolinit önemli bir endüstriyel hammaddedir. Dünyadaki çeşitli büyülükteki yataklar tuğla, boru, çanak, çömlek yapımında, seramik sanayiinde, kağıt kauczuk sanayiinde kullanılırlar.

b) Montmorillonit:

Esas olarak Smektit grubu içerisinde yer alır. Tabakalar arası bağ Van der Waals ve katyonlarla sağlandığı için çok zayıftır. Su ve polar sıvılar araya girerek bunların ayrılmasına sebep olur. Montmorillonit 20 kata kadar suyu tabaka aralarına alabilmektedir. Bu grubta yer alan Bentonit %500'e kadar su alabilmektedir. Bentonit su aldığından yüksek hacimsel değişiklikler gösterdiğinde zeminlerin suya geçirimsiz hale getirilmesinde kullanılmaktadır. Bu gruptaki mineraller su alarak fazlaca şişer ve hacmini arttırmıştır. Montmorillonitin esas mineralini oluşturan bentonit, ayrışmaya uğramış volkan küllerinden meydana gelmiştir. Bentonit sondaj çamuru olarak kullanılır akıcılık sağlanarak kuyu çökмелere önlemiştir.

c) İllit

İllit, mikaya benzer bir kil mineralidir. Yapısı montmorilonit ile aynı olmakla birlikte yapı blokları arasında giren potasyum iyonları bağın bir miktar kuvvet kazanmasını sağladığından su moleküllerinin araya girmesi bir ölçüde önlenmiş olmaktadır. Bu mineral su ile karşılaşlığında montmorilonit gibi şişme yerine genişleme gösterir. Şeyllerin ayrışması ile oluşur.

3.12. MAĞMATİK KAYAÇLARDA BULUNAN İKİNCİL MİNERALLER

Mağmatik kayaçların içinde ikincil (tali) olarak bulunan minerallerin en önemlileri şunlardır :

Tourmalin : Bileşimi Na, Mg, Fe ve Borlu alüminyum silikatıdır. Sertliği : 7-7,5, özgül ağırlığı ; 2,98-3,20 dir. Önemli olan bileşimindeki bor olup, % 2 kadar çıkar. Heksagonal sisteminde kristallenir.

Uzun prizmaları, genellikle 3, bazen 6 veya 9 yüzlü oluşu, ve yüzleri üzerindeki uzunluğuna çiziklerin bulunduğu karakteristikdir. Bu özellikler kolayca tanınmalarını sağlar.

Saydam, kırmızı ve yeşil olanları süs taşı olarak kullanılır. Tourmalin, içinde Flor ve Bor buharlarını kapsayan ve yüksek ısında oluşan minerallerden biridir. Granit, gnays ve pegmatitler içinde bulunur. Koyu siyah renkleri, üçgen kesitleri, sertliği, kristal şekliyle ve kristal yüzlerindeki çiziklerle kolayca tanınır.

Memleketimizde telsel türü Biga civarında , Divriğinde, Mudurnu'da kuvars içinde ; Gördes- Demirci- Simav civarında pegmatitler içinde bulunmuştur. Tourmalin kuvvetli piyozoelektrik özelliği nedeniyle basınç aletlerinde kullanılır. Yeşil, pembe, kırmızı ve mavi renklileri de ziynet eşyası yapımı için aranır.

Topaz : Bileşimi $\text{Al}_2(\text{FOH})_2\text{SiO}_4$. Florlu alüminyum silikattır. Sertliği :8, özgül ağırlığı :3,4-3,6 ; ortorombik sisteminde kristallenir. Şekilleri prizmatik uzundur. Parlak, renksiz, sarı, pembe veya mavi renklidir. (c) eksenine dik dilinimi çok belirlidir.

Mağmanın soğumasının son aşamasında florlu buharların işlemlerle, Turmalin, kuvars ile beraber oluşur. Granit, pegmatit, riyolit gibi asit kayaçların içinde damar halinde veya boşluklarında görülür. Türkiye'de Batı Anadolu'da Muğla dolayında pegmatitler içinde bulunmuştur. Parlak ve temiz olanları süs eşyası gibi kullanılır. Masif halde çıkarılanlarından refraktör olarak yararlanılır.

Zirkon: Birleşimi ZrSiO₄ sistemi tetragonaldır. Pramitle çevrili uzun prizmalar halinde güzel kristalleri bulunur. Renksiz, esmer, sarı veya tuğla kırmızımsı renklidir. Sertliği 7,5, özgül ağırlığı 4,5 dir.

Granit ve siyenit gibi asit magmatik, gnays, şist gibi metamorfik kayaçlarda bulunan tali minerallerden biridir. Çoğunlukla nefelinli siyenitte rastlanır. Çok az oranda radyoaktif elemanları kapsadığından ayrı bir önemi vardır. Bazı yerlerde granit kumları içinde de bulunur. Bilinen en refrakter maddenin elde edilmesinde saydam olanları da süs eşyası yapımında kullanılır.

Apatit: Ca₅(F,Cl,OH)(PO₄)₃ bileşimindedir. Bazen Flor yerine Klor bulunur. Hezagonal sisteminde kristallenir ve genellikle altı yüzlü prizmalar halinde bulunur. Sertliği 5; özgül ağırlığı 3,2; esmer, yeşilimsi, sarı renklidir. Magmatik, metamorfik kayaçlarda ve büyük kristalleri de pegmatitler içinde bulunur. Bileşiminde fosfor olan minerallerden biridir. Bundan dolayı kimya ve gübre sanayinde aranan kıymetli bir mineraldir. Genellikle sedimanter kayaçların içinde konkresyon veya tabakalar halinde görülür. Son yıllarda Güneydoğu Anadoluda Adiyaman-Urfâ-Antep-Mardin dolaylarında bulunmuştur.

Korundon: Bileşimi Al₂O₃, sertliği 9; özgül ağırlığı 3,95-4,10 dur. Genellikle hezagonal pramitler halinde veya şekilsiz bir halde bulunur. Parlak ve renkli olanları da vardır. Mavi ve parlak renkli korundona Safir (Gökyakut): koyu kırmızısına Yakut denir. Bunlar kıymetli süs eşyalarıdır. Son yıllarda suni olarak yapılmaya başlanmıştır.

Korundon aliminyum bakımından zengindir. Mağmatik ve metamorfik kayaçların içinde ikincil olarak bulunur; süs eşyası yapımında ve aşındırıcı olarak kullanılır.

Mağnetit, hematit ve spinel'le doğal bir şekilde karışmış olanları Zımpara adını alır.

Zımpara Türkiye'de Batı Anadoluda Milas-Denizli-Muğla-Aydın-İzmir civarında metamorfik kayaçların, mikaşist ve mermerlerin, arasında tabaka veya mercekler halinde bulunur. Bazen kalınlıkları 5-6m yi bulur. Korundon miktarı % 40-60 dır. Muğla-İzmir civarından, Naxos ve diğer Yunan adalarından çıkarılan zımpara dünyanın her tarafına satılır.

Muğla ve İzmir civarında çıkarılanlar, toz veya zımpara kağıdı halinde yurdumuzda kullanılmaktadır.

Beril: Bileşimi $\text{BeAl}_2(\text{SiO}_3)_6$, sertliği 7,5; özgül ağırlığı; 2,67-2,75.

Hegzagonal sisteminde ve kristalleri altigen prizma halindedir. Yeşil renkli ve saydam olan türüne Zümrüt; mat, donuk, sarımsı, yeşilimsi olanlarında Beril adı verilir. Açık yeşil mavimsi olan türüne Akuvamarın (Ekmarın) denir. Mat ve donuk adı türleri son yıllarda Gördes civarında pegmatitler içinde turmalinlerle beraber bulunmuştur.

Aksinit: Bileşimi (Ca, Fe, Mg, B) lu aliminyum silikattır. Sistemi triklinik, mor ve esmer renklidir. Granit içinde boşluklarda ve kristalen şistler içinde bulunur.

Kordiyerit: Bileşimi $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$; sertliği 7-7,5; özgül ağırlığı 2,6 dır. sistemi ortorombik, renksiz veya morumsudur. Kuvarsa çok benzer, dilinimi olması ile kuvarstan ayrılır. Mağmatik ve metamorfik kayaçların içinde bulunur. Saydam olanları süs eşyası olarak kullanılır.

Sfen (Titanit):Bileşimi (CaTiSiO₅); sertliği 5; özgül ağırlığı 3,5 dir. Kristalleri monoklinik, düz veya kama biçiminde ve karakteristiktir. Renkleri sarı, esmer veya gridir. Mağmatik kayaçlardan granit, siyenit, diyorit ve bazı metamorfik kayaçların içinde bulunur. Boyalara renk verici olarak kullanılan Titan'ın çıkarılmasında işe yarar.

Zeolitler: Bir çok minerali kapsayan bir gruptur. Bileşimleri sulu K, Na, Ca (nadiren Ba ve St) aluminyum silikattır. Genellikle kırmızı donuk beyaz renklerde ve bazen de saydam ve güzel kristaller halinde bulunur. Sertlikleri : 3.5 – 5.5 ; özgül ağırlıkları : 2- 2.4 dür.

Zeolitler , Feldispat ve Feldispatoïdlerin hidrate olarak ayrışmasından oluşmuş Sekonder Mineraller dir. Genellikle bazaltik lavların boşluk ve çatlaklarda telsel , işınsal , yuvarlak ya da bademsi şekillerde bulunur. Zeolitli Bazaltlar Anadoluda çok görülür.

Zeolitler toprakların tarımsal değerini arttırdıklarından önemlidir. Zeolitler suyun içindeki kalsiyumu alır ve sodyum bikarbonat haline geçer.

Zeolit grubunda bulunan minerallerin en önemlileri :Holandit, Şabazit, Anal sim, Natrolit'tir.

3.13. SULU MAĞNEZYUM SİLİKATLI MINERALLER

Bunlar, doğada var olan minerallerin, H₂O ve CO₂ etkisiyle veya hidrotermal yolla, ayrışıp değişmesi sonucunda oluşmuş sekonder minerallerdir.

En önemlileri şunlardır:

Klorit – Bileşimi: (MG . FE) O . AL₂O₃ . SiO₂ . H₂O ; rengi yeşil, sistemi monokliniktir. Çoğun, ince pulcuklar, masif (som) veya altı köşeli ince levhalar halinde bulunur (Şekil 3.2.k).

Sertliği: 2-2.5 dur. Bir yönde çok güzel dilinimi vardır; mikaya benzer. Ondan farkı yeşil renkli oluşu, elastik olmayışı ve bileşiminde K bulunmayışıdır. Klorit; biyotit, amfibol, piroksen, olivin gibi Fe, Mg, Al silikatlı minerallerin ayrışmasıyla meydana gelir. Bir çok türleri vardır.Çoğunlukla metamorfik, nadiren mağmatik kayaçlar içinde bulunur.Yeşil renkli ve ince ince levhalara ayrılan Klorit sistler, az metamorfizmaya uğramış bölgeler için karakteristikdir. Bazen kuvarsın bazen de granitin içinde bulunur.

Serpantin: Serpantin hem taşa hem minerale verilen bir isimdir. Bileşimi Mg₄(SiO₄)(OH)₄, monoklinik, sertliği 2.5-3, yoğunluğu 2.55 dir. Koyu-acık yeşil renkli, siyahımsı yeşil veya beyazımsı benekli; dokunumu yağlı; kompakt granüler veya telsel halde bulunan sekonder bir maddedir.

Genellikle Krizotil, Lizardit ve Antigorit denilen 3 mineralden oluşur (Şekil 3.2.m).

Bu değişme çoğunlukla hidrotermal etkilerle meydana gelir; bu esnada hacim artar ve içinde çatlaklar oluşur. Hacim artması ve küçülmesi her su alış verişde meydana geldiğinden çatlak yüzeyleri cilali, parlak bir hal alır. Serpantin Türkiye'nin bir çok yerlerinde geniş alanlar kaplar ve "ofiolitik" ismi verilen radiolarit serpantin-kristalize kalker üçlü serisi içinde görülür. Batı Anadoluda Muğla-Denizli, Fethiye dolaylarında; Konya-Eskişehir'de; Malatya, Elazığ-Guleman bölgesinde ve Doğu Anadoluda pek çoktur ve çoğunlukla içlerinde, işletilen ekonomik değeri olan kromit yatakları bulunur.

Talk : Bileşimi $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dir. Rengi beyaz, gri veya yeşildir (Şekil 3.2.k). Dokununca kaygan ve yağlı hissi verir. Bu fizyolojik özellik kolayca tanınmasını sağlar. Sertliği: 1, özgül ağırlığı: 2,7-2,8 dir. Sistemi monokliniktir ve kristalleri nadirdir. Genellikle yaprak yaprak, telsel veya som yığınlar halinde bulunur. Talk, bileşiminde alüminyum bulunmayan fakat mağnezyum bakımından zengin olan , olivin, enstatit ve tremolit gibi minerallerin ayrışması ile oluşur. Metamorfik kayaçların, bilhassa şistlerin (talk şistlerin) ve serpantinlerin içinde bulunur.

Öğütülüp pudra haline getirilir. Talk pudrası ismiyle satılır. Boşlukları doldurucu ve emici olarak sabun, kauçuk veya kağıt sanayiinde ve seramik endüstrisinde izalatör olarak kullanılır.

Lületaşı: $\text{Mg}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (2MgO , 3SiO_2 , $2\text{H}_2\text{O}$) bileşimidir. Sertliği : 2-2,5 ; özgül ağırlığı : 2 dir. Beyaz renkli, poröz ve çoğunlukla yuvarlak yumru halinde bulunur. Boşluklu (poröz) olduğundan su üzerinde yüzer ; bundan dolayı deniz köpüğü de denir. Suyu emdiğinden dile dejince yapışır. Serpantinin ayrışmasından meydana geldiği zannedilmektedir. Dünyada pek az yerde bulunmaktadır. En önemli yatakları Eskişehir'de bulunmaktadır. Süs eşyası, kutu, tesbih, ağızlık, pipo, kolye vb gibi süs ve turistik eşya yapımında kullanılır. Eskiden beri ham ve işlenmiş olarak, Avrupaya sevk edilmektedir (Erguvanlı, 1983).

3.14. METAMORFİK KAYAÇLARDA BULUNAN BAŞLICA MİNERALLER

Metamorfik kayaçlar , daha evvel oluşmuş kayaçların değişmesiyle meydana gelmiş kayaçlardır. Bu kayaçların içerisinde evvelki kayaçlarda mevcut minerallerle birlikte, değişme süresinde oluşan “*Yeni Mineraller*” bulunur. Metamorfizma sonucunda oluşan bu yeni minerallere “*Metamorfizma Mineralleri*” denir. Bunların en önemlileri : Granat, Silimanit, Andalusit, Kiyastolit, Stavrolit ve Disten'dır.

Metamorfik kayaçların içinde bulunan esas mineraller şunlardır: Kuvars, Feldispat, biotit, Muskovit, Hornbled, Epidot, Granat, Silimanit, Andalusit, Kalsit, Serpentin, Talk, Klorit. Bunların dışında tali derecede bazen veya nadiren rastlanan mineraller de vardır: Stavrolit , Disten, Korundon, Rutil, Safir, Rubi vb, gibi. Bunlardan bazılarının mağmatik kayaçların içinde de bulunduğuundan evvelce anlatılmıştır. Aşağıda yalnız metamorfizma sonucu oluşan yeni mineraller kısaca açıklanacaktır.

Granat grubu: Bu grubta bileşimi aliminyum silikat olan bir çok mineral vardır. (Grena, Pirop, Almandin, Gressuler, Uvaronit vb.). Granat kübik sisteminde kristallenir. Kristalleri genellikle 12 tane rombus yüzünden oluşmuştur. Kristal yüzeyi bazen de deltoit veya trapez şeklinde olur.

Renkleri koyu kırmızı-kahverengi, parlaklıkları camsıdır. Sertlikleri 6,5; özgüläğırlıkları 3,4-4,3 dür. Metamorfik kayaçlardan bilhassa şistlerin içinde, tali olarak da, granit içinde bulunur. Renkleri, şekilleri, sertlikleri ve dilinimlerinin olmaması tanımlarını kolaylaştırır. Bu grupta bulunan birçok mineral özgül ağırlıkları ile ayırt edilir.

Güzel numuneleri Türkiye'de: Bursa'da Uludağ eteklerindeki gnayşlar içinde, Batı Anadolu'da Uşak civarında şose kenarında, Ege'de mikaştler içinde, fındık nadiren ceviz büyüklüğünde güzel kristaller halinde bulunur. Güzel renkli ve saydam türleri süs eşyası yapımında kullanılır. Saf olmayanlarından da aşındırıcı olarak yararlanılır.

Pirop: bileşimi $Mg_3Al_2(SiO_4)_2$, parlaklığı camsı ve rengi kırmızıdır. Bazen Serpentinlerin içinde bulunur ve bu zaman taşa *piroplu serpentin* denir. Saydam olanları süs eşyası olarak kullanılır.

Sillimanit: Bileşimi SiO_5Al_2 ; sistemi ortorombik, genellikle ince uzun, iğnemsi, telsel ve camsı cılalıdır. Bir yönde dilinimi belirgindir. Metamorfik taşların içinde kordiyerit, korundon ile beraber bulunur. Ateş tuğası ve seramik endüstrisinde kullanılır.

Andalusit: Bileşimi $Al_2O_3SiO_2$ dir. Kyastolit ismi verilen türünün enine kesitlerinde koyu siyah renkli, haç biçimli inklüzyonların görülmesi karakteristiktir. Özgül ağırlığı 3,6; sertliği 7,5; rengi kırmızımsıdır. Sistemi ortorombiktir. Refrakter porselen yapımında kullanılır.

Stavrolit: Bileşimi $FeAl_4Si_2O_10(OH)_2$ rengi kırmızı ve cam cılalıdır. Sertliği 7-7,5; sistemi rombiktir. Haç şekilli ikizi çok karakteristiktir.

Disten: Bileşimi $Al_2O_3SiO_2$, rengi esmer mavimsi veya sarımsıdır. Sistemi triklinik ve sertliği doğrultuya göre değişen tipik bir mineraldir. Refrakter tuğla üretiminde kullanılır (Erguvanlı 1983).

3.15. MİNERALLERİN İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİNDE ÖNEMİ VE KULLANIM ALANLARI

- 1- İnşaat Mühendisleri, daima yer kabuğu ve yer içi ile meşgul olan, üzerinde projelerini gerçekleştirmeye çalışan bir meslek grubunun mensuplarıdır. Bu nedenle, mesleklerini icra ederken kullandıkları kayaçları ve zeminleri, ayrıca bunları oluşturan mineralleri her yönüyle tanımları ve bilmeleri gerekmekte, taşıma güçleri ve ayrışma özellikleri hakkında bilgisi olması gerekmektedir.
- 2- Daha önce tanımlamaya çalıştığımız birçok mineral yapı malzemesi olarak inşaat sektöründe kullanılmış, günümüze kadar da kullanılagelmiştir. Bu çeşit minerallere örnek olarak kuvars, kalsit, jips, kireçtaşı, çeşitli kil mineralleri verilebilir.
- 3- Kuvars iyi bir yapı malzemesidir. Gerek beton gerekse sıva malzemesi olarak daima aranır. Kuvars saf ve temiz olduğunda ideal bir beton ve harç malzemesidir. Kil oranının %5, kömür oranının % 1 den fazla olmaması gereklidir. Kuvars mineralinin diğer minerallere göre aşınma ve bozunmasının az oluşu, başka bir deyişle dayanıklı oluşu tercih sebebidir. Yalıtımlı hafif yapı malzemesi olarak (Ytong) üretiminde kullanılmaktadır.
- 4- Ayrıca kuvars kumu, cam ve seramik endüstrisinin hamaddesidir. Özellikle bu çeşit sanayi kollarında kuvarsın demiroksitten arınmış olması gerekmektedir. Daha çok beyaz renkli demiroksitsiz (Fe_2O_3) kuvars kumları tercih edilir. Eğer tabiatta demiroksit ve kil bulunduran kuvars, kuvarsarenit veya kuvarsit kullanılmak istenirse öğütülerek arıtma yoluna gidebilir.

5)Agregalar ve kırmataşlar içinde bulunan bu mineral veya mineral gruplarından bazıları, bağlayıcı maddenin ayrışmasına neden olarak örneğin, betonunun parçalanmasına veya çatlamasına yol açarken, diğer bir kısmı agrega ve kırmataş ile çimento hamuru arasında kuvvetli bir baglanmanın olmasını engelleyerek mukavemetin düşmesine neden olurlar. %3-9 arasında su içeriğine sahip, yoğunluğu ve sertliği kuvarstan daha az olan opal mineralinin de iyi etüd edilmesi gereklidir. Çünkü opal, zeolit veya diğer agreka-kırmataş kaynaklarındaki alkalilerle veya portland çimento hamurundaki alkalilerle reaksiyona girerek mukavemetin azalmasına neden olur. Aynı şekilde kalsedon, tridimit ve kristobalit mineralleri de alkali-agrega reaksiyonuna neden olurlar. Ancak bu mineraller, kırmataş haline getirilerek inşaatlarda mozaik olarak, çimento içine katılarak, kaplama taşı olarak kullanılabilir.

6)Feldspatlar bileşimlerinde K, Na, Ca, Mg, Al ve Si' u değişik miktarlarda bulunduran en önemli minerallerdir. Su etkisi altında, özellikle de içerisinde karbon gazı bulunan suların etkisiyle ayrışmaya uğrarlar. Bu esnada kayaçların hacimleri artarak, taşıma güçleri ve basınç mukavemetleri azalır. Bünyelerine aldıkları suyun miktarına bağlı olarak çeşitli kil minerallerinin meydana gelmesine neden olurlar. Bu yüzden beton üretiminde agreka-kırmataş olarak kullanılacak kayaçların feldispat içeriği yönünden petrografik etüdlerinin iyi yapılması gerekmektedir. Çünkü bozulma ve ayrışma olayı sonucunda beton bileşenlerinin baglanma yeteneği azalacak ve betonda çatlama ve parçalanma olayları meydana gelecektir.

7) Kil menarallerinin iç yüzey alanları çok geniş olduğundan iyon değişim kapasiteleri de diğer minerallere oranla (zeolitler hariç) daha yüksektir. Bu özelliklerinden dolayı boşluklu ve yumuşaktırlar. Kil minerallerinin agrega içerisinde bulunması betonda çimento hamuru ile agrega taneleri arasındaki bağın zayıflamasına, yoğurma suyu miktarının artmasına, çimento hidrotasyonunun gecikmesine ve betonun hacimsel kararlılığının (su emme ve kaybetme esnasında) bozulmasına neden olurlar. Bu nedenle killer, inşaat sektöründe kullanılacaksız agrega içinde istenmeyen minerallerdir.

8) Ayrıca, kil, homojen ve kalın bir tabaka halinde ise temel zemini olarak kullanılabilir. Ancak oluşturacağı şişme ve oturma problemlerine dikkat edilmelidir.

9) Kırmataşlarda bulunan sülfatlar, çimento ile sülfo-alüminat denilen genişleyen bir tuzun oluşmasına neden olurlar. Bu nedenle kırmataşlarda jips, anhidrit gibi sülfat minerallerinin fazlalığı beton ve alçıda risk oluşturur. Standartlarda kırmataş içindeki SO₃ miktarının 1 lt betonda 1.2 gr dan büyük olmaması istenir. Bu minerallerin 120° C sıcaklığı kadar ısıtılarak suyunun üçte ikisinin uçurulmasıyla elde edilen alçı, inşaat malzemesi olarak kullanılır.

10) Kalsidolomit gibi karbonat minerallerinden olmuş kireçtaşları, önceki bölümlerde anlatıldığı gibi kırmataş olarak kullanımı en fazla olan malzemelerdir.

11- Saf ve beyaz jips alçı yapımında kullanılır. Alçı ise, kalıp çıkarmada, süsleme işlerinde, çeşitli dekorasyonlarda, heykelcilikte, çimento sanayiinde ve diğer sanayi kollarında kullanılan bir malzemedir. Ayrıca hafif yapı işlerinde malzeme olarak kullanılmaktadır (Binalardaki iç bölmelerde olduğu gibi).

Ayrıca kanal yapılarında, baraj ve tünel inşaatlarında, bina yapımlarında jips'li araziler inşaat sahası olarak seçilmemelidir. Jips hacim deformasyonuna uğrayabildiğinden (yani bünyesine su alarak hacmini büyütüp, su kaybederek hacmini küçültebildiğinden) inşaat yeri olarak seçilmesi son derece tehlikeli olabilir.

12- Daha çok silis'siz ve kilsiz kireçtaşları kullanılır. Kireç ise sıva harçı içine katılılarak bağlayıcı olarak kullanılır. Stabilize yol yapımında da kullanılan kireçtaşlarının, ayrıca renkli ve desenli olanlarından kaplama malzemesi olarak faydalananır. Günümüzde kireçtaşı işletmeciliği gelişmiş ve ayrı bir endüstri haline dönüşmüştür. Dış ülkelerde bu sanayi kolu daha da gelişerek büyük fabrikaların kurulmasına neden olunmuştur.

13- Çeşitli kil minerallerinin tuyla, kerpiç, kiremit, fayans gibi inşaat sektöründe kullanılan malzemelerin yapımında kullanılmaktadır.

14- Feldispat ve feldispatoïdler çeşitli şartlar altında ve zaman içinde bozunurlar. Bozunan feldispatlar daha sonra kil minerallerine dönüşürler. Bozunup dağılan feldispatlar dayaniksız ve taşıma güçleri azalan malzemeye dönüşürler. Bu nedenle bu çeşit zeminler sağlam olma niteliğini yitirdiklerinden sağlam zemine ulaşınca kadar gayret edilmelidir. Aksi halde böylesi ayırmış feldispatik zeminler yapılar için tehlikeli olurlar.

15)Pirit, markasit, pirotin gibi demir sülfit mineralleri doğal agregat kırkınlarda çok sık gözlenir. Alçı ve beton ile tepkimeye giren bu minaraller, hacim artışı nedeniyle kahverenkli lekeler oluştururlar ve betondaki parçalanmanın kaynağı olarak litaratürde verilmiştir. Yine manyetit, hematit, götürt, ilmenit minerallerinin fazlalığı betonun renginin değişimine neden olur. Bu cevher mineralleri ağır agregalar olarak ta kullanılırlar (ASTMC-294-86).

- 16) Sulu magnezyum silikatlı minerallerden olan antigorit, krizotil gibi serpentin mineralleri de mühendislik işlerinde kullanılırlar. Renkleri, iyi cila kabul etmeleri nedeniyle sert, çatlaksız olan bloklar kaplama taşı olarak kullanılır. Ancak bünyelerine su aldıklarında şişip hacimleri artmakta, suyunu kaybedince küçülmektedirler. Kırmataş hacminde büyük miktarlarda böyle bir değişikliğin oluşması betonun çatlamasına veya mukavementinin zayıflamasına neden olduğundan istenmeyen minerallerdir.
- 17) Volkanik kayaçlarda izlenen nefelin, ojit, zeolit gibi minerallerin ayrışarak kil mineralleri haline geçmesiyle bazalt, fonolit v.b gibi dayanıklı kayaçlarda çatlaklar belirir ve parçalanırlar. Dolayısıyla beton, parke taşı, balast olarak kullanılacak bu kayaçlardaki minerallerin iyi etüt edilmesi gereklidir.
- 18) Disten, sillimanit ve kuvars kumu silika tuğla olarak refrakter tuğla yapımında kullanılmaktadır.
- 19) Asbest basınçla dayanıklı boru imalatında, eternit tipi oluklu levha ve izolasyon malzemesi imalatında kullanılmaktadır.
- 20) Bir kil minerali olan bentonit sondaj sanayiinde, çimento yapımında, su kaçaklarını önlemek için barajlarda kullanılmaktadır.
- 21) Vermikulit hafif yapı gereçlerinde agrega olarak, binalarda ısı ve ses izolasyonunda , ateşe dayanıklı duvar sıvalarında kullanılmaktadır.
- 22) Perlit 900-1100°C arasında ısıtıldığında hacmi 4-20 katı genleşmekte ve buna paralel olarak yoğunluğu büyük oranda düşmektedir. Bu nedenle perlitli sıvalar, perlit agregalı hafif yalıtım betonu, perlit agregalı hafif yapı elemanı, ısı ve ses yalıtım betonu, ısı ve ses yalıcı yüzey panoları, çimento ve alçı dışındaki bağlayıcılarla yapılan özel amaçlı perlit betonlarında ve sondajlarda kullanılır.

- 23) Dolomit sinter dolomit tuğlaları ve çelik fabrikalarında harç yapımında, kırmataş olarak yol kaplamalarında ve binalarda kullanım imkanı vardır.
- 24) Ponza, 0,5-1 gr/cm³ yoğunluğuyla, kumdan ve çakıldan çok daha hafiftir. Harcına ponza katılarak elde edilen beton birimler kum ve çakıldan üretilenlerden aynı oranda hafif olduklarından yalıtım açısından çok büyük ekonomik üstünlük sağlarlar.

KAYAÇLAR VE MAĞMATİK KAYAÇLAR

Yerkabığunu oluşturan kayaçlar, çeşitli minerallerin veya tek bir mineralin, kayaç parçacıklarının ya da hem mineral hemde kayaç parçalarının birlikte oluşturdukları katı maddelerdir. Örneğin granit, gabro, siyenit gibi mağmatik kayaçlar minerallerden; mermer, kuvarsit tek bir mineralden; değişik tip ve çeşitteki kumtaşları ve konglomeralar, kayaç ve minerallerden meydana gelmişlerdir.

Kayaç yer tarihi ve oluşumları esnasındaki ortamları yansittıklarından isimleri, bileşimi, yapı ve dokuları, fiziksel ve mekaniksel özellikleri, ayrışma durumları, ihtiva ettileri kırık ve çatlakları, fay sistemleri inşaat alanında da önemlidir.

Mühendislik hizmetlerinde, özellikle inşaat mühendisliği alanında kayaçlar, eski zamanlardan beri tanınır ve kullanılırlar. Genel olarak yol inşasında, baraj, tünel, kazı işlerinde, maden ve petrol aramalarında, sondaj karotlarının incelenmesinde ve benzeri çalışmalarda kayaçlarla karşılaşılır. Bundan dolayı da yakından tanınmalarında büyük gayretler harcanmaktadır. Ayrıca, yapı malzemesi olarak kullanılan kayaçların, inşaat sektöründe çalışan inşaat mühendisleri tarafından bilinmesinin sayılamayacak kadar faydaları vardır. Bu sebeple yerkabığını oluşturan kayaçlar üzerinde önemle duracağız.

Kayaçlar oluşum şartlarına ve kökenlerine göre ayılarak inceleneciktir.

Buna göre;
Mağmatik kayaçlar
Sedimanter kayaçlar
Metamorfik kayaçlar
olarak ayrılmaktadır.

MAGMATİK KAYAÇLAR

Yerin derinliklerinde bulunan, sıcak ve akışkan eriyiğe “mağma”, derinliklerde veya yeryüzüne çıkan mağmanın soğuması veya kristallenmesi ile oluşan kayaçlara da “mağmatik kayaçlar” adı verilir. Mağma bileşiminde O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K elementleri ile birlikte su, diğer tali elementler ve ayrıca buhar halinde CO₂, SO₂ bulundurur. Sıcak ve akışkan olan mağma, değişik bileşimde ve basınç altında yerin derinliklerinde hareketli olur. Hareketli oluşu nedeniyle yukarıya doğru çıkmak isterken derinlerde yavaş yavaş soğuyup veya kristallenirse tam kristalli “plütonik” (Derinlik) kayaçlar, soğuma veya katılışma yeryüzünde veya yeryüzüne yakın yerlerde hızlı olursa “volkanik” veya “damar” kayaçları oluşur. Plütonik oluşumlar yerin derinlilerinde 80 km² veya daha dar alanlar kapsiyorsa “batolit”, bu kayaçların şapka, mantar veya mercekler halinde olanlarına “lakolit”, kıvrımlı oluşumların aralarına girmiş halde görünenlerine “fakolit”, tekne veya bardak şeklinde bulunanlara “lapolit”, daha önceki oluşumları keserek duvar şeklinde görünenlerine “dayk”, tabaka düzlemleri ve sistozite yüzeyleri arasına girip düzlemler boyunca yayılanlarına da “sil” adı verilmektedir (Şekil 4.1).

Plütonik kayaçlara derinlik kayaçları da denilir. Mağmanın bu çeşit olaylarının hepsine birden mağmatizma adı verilir. Plütonik (derinlik) kayaçlarının hepsi yalnızca kristalden oluştuklarından sağlam ve dayanıklı olurlar (granit, gabro, siyenit gibi). Yüzey kayaçları ise yarı kristalli olup, kristaller bir hamur maddesi (camsı) içinde üzer durumdadırlar (andezit, riyolit, bazalt gibi). Damar kayaçları ise derinlik kayaçları ile yüzey kayaçları arasında bir geçiş oluştururlar. Damar kayaçlarının en önemli özelliği hamur maddesinin camsı olmayıp, küçük kristalli oluşu ve başka kayaçların yarık ve çatlakları içinde yer almalarıdır. Örneğin; granitporfir, kuvarsporfir, siyenitporfir gibi kayaçlarda olduğu gibi.

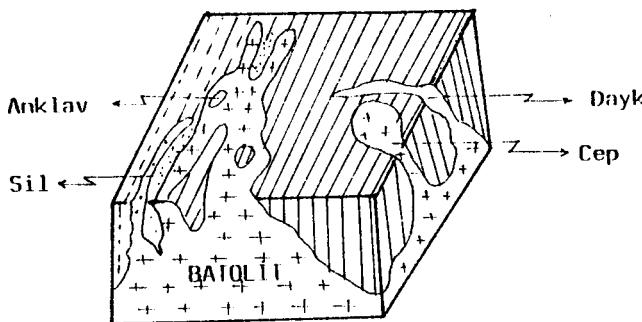
Ergiyik haldeki mağma, yerkabuğunun yarık ve çatlaklarından yeryüzüne çıkabilir. Yeryüzüne çıkan mağmadan volkanik kayaçlar oluşur. Yeryüzüne çıktıığı zaman akışkan olan mağma bir müddet sonra katılaşır. Katılaşan mağmaya "lav" adı verilir. Lavlar aniden soğuduğu için camsı doku gösterirler. Volkanik malzeme bazen katı olarak yeryüzüne çıkabilir. Katı malzemenin tane boyları değişir. Tane boylarına göre sınıflandırılarak isimlendirilirler.

Tane boyu 32 mm.den büyükse blok veya volkan bombası,

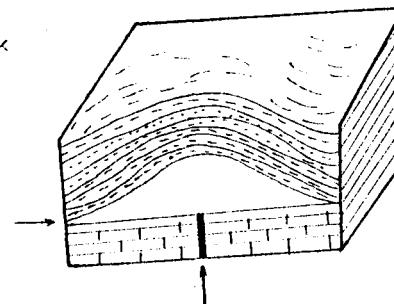
Tane boyu 4-32 mm. arasında olanlara lapilli,

Tane boyu 0,25-4 mm. arasında olanlara volkan külü,

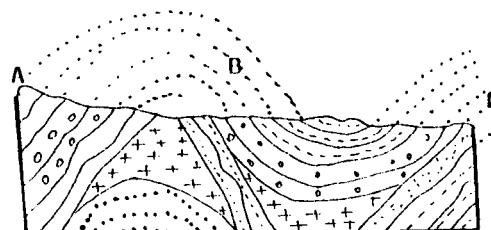
Tane boyu 0,25 mm.den büyük olanlar da toz adını alırlar.



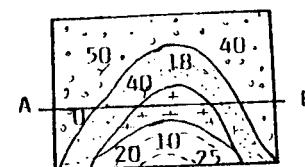
Çevre kayaçlarında batolit, cep, dayk, sill oluşumları.



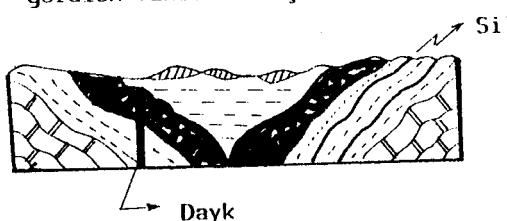
Lakolit ve üstteki kubbelileşen tabakalar.



Kıvrılmış kütler arasında görülen fakolit oluşumları.

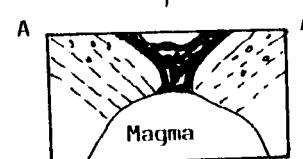
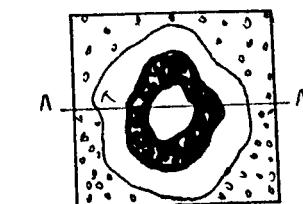


Fakolit Kesiti



Lapolit Kesiti

kon - Konglomera
 k - Kumlasi
 m - Magmatik kayaç
 s - Killi sisteler
 35y - Doğruluk ve eğim



Lapolit

Şekil 4.1. Plutonik oluşumlar.

Herhangi bir mağmatik kayacın mineral bileşimi, kayacın kristalleştiği son eriyiğin bileşimine bağlı olarak gelişir. Eğer eriyik silisçe fakirse, oluşacak kayaçlar silisçe fakir, buna karşılık koyu renkli ferromagnezyen minerallerce zengin olarak ergiyiklerde koyu renkli kayaçları oluştururlar. Bu çeşit oluşumlu kayaçlara gabrolar iyi örnek teşkil ederler. Silis oranı yüksekse, kayaçlar silisçe zengin olduklarından kuvars kristalleri meydana gelir. Böyle kayaçlar, koyu renkli minerallerce fakir olduklarından açık renklidirler. Peridotit gibi mağmatik kayaçların tamamı ferromagnezyen (koyu renkli) minerallerden oluşabilirler. Bu kayaçların bileşimleri kendilerini oluşturan eriyiğin bileşimi ile aynı değildir (Üşenmez 1996).

Kuvars

Muskovit

K-Feldispat

Biotit

Amfibol

Mg-Ca piroksen

Mg-piroksen

Olivin

Albit

Oligoklaz

Andezin

Labrador

Bitovnit

MAĞMATİK KAYAÇ YAPICI MİNERALLER

Mağmatik kayaçlar çok çeşitli minerallerden meydana gelirler. Mağmatik kayaçların bileşimine giren mineraller esas mineraller ve tali mineraller olmak üzere ikiye ayrılırlar. Esas mineraller ; Kuvars, Feldispat (Ortoklaz, Plajiolaz), Nefelin, Sodalit, Lösit, Mika (Muskovit, Biotit), Piroksen, Amfibol, Olivin, Tali mineraller; Zirkon, Sifen, Magnetit, İlmenit, Hematit, Apatit, Pirit, Rutil, Korundon, Granat.

4.3.DERİNLIK KAYAÇLARI

4.3.1.GRANİT-GRANODİORİT

Açık renkli, çoğunlukla eşit boyda kuvars ve feldispattan meydana gelen kayaca granit adı verilir. Potasyumlu ve sodyumlu feldispat kapsarlar. Potasyumlu feldispatlar et renginde, diğerleri yani albit tiplisi ise beyaz ve çokuzlar halinde ikizlenmiş olarak bulunurlar. Granit, çok az olarak da mika ve hornblende içerebilir (%10 kadar). Tali mineral olarak zirkon, sifen, apatit, magnetit ve ilmenit bulundurur (Şekil 4.2.b).

Granit içindeki plajiolaz artar ve ortoklaza eşit ya da ondan daha çok olursa, bu tip derinlik kayaçlarına *granodiyorit* adı verilir. Bunlarda kuvars, granittekinden daha az, fakat koyu renkli mineraller, hornblend ve mika, daha fazladır. Kayaç, görünüş bakımından granite benzer, aradaki farkı gözle ayırt etmek kolay değildir; ancak mikroskopla anlaşılır. Bu, diyorite geçen bir tip granittir. İçindeki minerallerin cinsine ve miktarına göre de bazen özel isimler verilir.

Granitin fiziksel ve kimyasal özellikleri değişken olmakla birlikte Özgül ağırlığı 2,60-2,80 gr/cm³, gerçek porozitesi, 0,4-1,5; basınç dayanımı, 1200-3300 kgf/cm²; aşınma dayanımı, 5-8 kgf/cm² dir. Bileşenler itibariyle %64 SiO₂, %15 Al₂O₃, %1,3 Fe₂O₃, %2,7 FeO, %0,8 MgO, %2,2 CaO, %2,5 Na₂O, %4,9 K₂O ve %1,1 H₂O kapsar. Granadioritin bileşenleri ise %60 SiO₂, %16,3 Al₂O₃, %3 Fe₂O₃, %3,7 FeO, %3 MgO, %6,4 CaO, %4,2 Na₂O, %2,6 K₂O ve %0,4 H₂O kapsar.

Granitlerin içindeki mineraller, çoğunlukla feldispatlar, iç ve dış faktörlerin etkisiyle ayrılır, kaolinize olur. Bu tür ayrılmış granitler de inşaat işlerinde kullanılmamalıdır. Çatlaklar, ayrışmaların daha derinlere gitmesine ve çabuklaşmasına etki yapar. Ayrıca dış kuvvetlerin etkisiyle granitlerin aşınıp yuvarlak yüzlü şekiller alması ve soğan kabukları gibi ayrışması çok karakteristiktir.

Sağlam, aşınmaya, basıncı ve ayrılmaya karşı dirençli olmaları, güzel renkli olmaları ve iyi cila kabul etmeleri nedeniyle granitler yapı işlerinde kaplama ve masif olarak kullanılmakta, kendilerinden parke taşı yapımında yararlanılmaktadır. Granitlerin sağlamlığı, içindeki minerallerin ayrışma derecesine, kuvars miktarına, tanelerinin boyutuna ve kristallenme derecesine bağlıdır. Türkiye granitlerinin su emme kapasiteleri çok azdır (%0,2). Minerallerinin arasındaki mikroskopik boşluklar %0,1 - %0,5 kadardır. Özgül ağırlıkları ise 2,72'dir. Basıncı karşı dirençleri 1000 - 1500 kg/cm² civarındadır.

Parke taşı olarak kullanılacak granitlerin rengi homojen olmalı, basıncı karşı dirençleri 1200 kg/cm²'den aşağı olmamalı, yoğunlukları en az 2,4, aşınma miktarı 4 mm, su emmeleri en fazla %3 olmalı, dondan sonra basınç direnci %10'dan daha fazla azalmamalı ve 15 kez sadmeye dayanabilmelidir. İnşaat işlerinde kullanılacak granitlerin basınç direnci 400 kg/cm²'den aşağı düşmemelidir. Granitlerin içindeki mineraller, bilhassa feldispatlar, iç ve dış faktörlerin etkisiyle ayırsız. Ayışma süresi yüzlerce veya onbinlerce yıl olabilir. Bundan dolayı, ocaklardan ayışmamış olarak çıkarılan granitler, dış etkilerle bozulmadan yüzlerce yıl boyunca ilk durumlarını koruyabilirler. Bu durum granitten yapılmış sütunlarda çok iyi görülür. Granitler ülkemizde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Yurdumuzda granitten daha çok büyük sütunlar, parke ve bordür yapılmıştır. Türkiye'de ve çoğunlukla İstanbul ve dolayındaki eski eserlerde görülen kırmızı pembe renkli ve iri ortozlu granitler *Mısır granitleridir* (Erguvanlı 1983).

Granit Türkiye'de birçok yerde bulunur. Kırşehir masifinde, Kaman-Keskin çevresinde yer alan granitler halen Türkiye'de en yaygın işletilen yataklarıdır. Yozgat'ın güneyinde, Yerköy-Sorgun arasında, Orhaneli-Domaniç-Simav çevresinde; Gümüşhane ve Giresun'da; Balıkesir/Susurluk'un doğusunda; Çanakkale/Ezine'de, Edremit Körfezinin kuzeyinde ve kuzey doğusunda; Ordu'da, Kapıdağ Yarımadası'nda ve Karabiga'da; İstranca masifinde Demirköy yöresinde ; Bursa Uludağ ve Armutlu da işletilen sahalar vardır. Gebze, Sancaktepe, Çatalca, Eskişehir, Sivrihisar ve Rize dolaylarında da yer yer yararlanılan granit kayaçları

Eskiden granit denilen taşların birçoğunun ayrıntılı incelenmesiyle, granodiyorit biçiminde oldukları anlaşılmıştır. Örneğin, Uludağ, Kapıdağ, Alemdağ, Kuzey Doğu Anadolu granitleri gibi. Granodiyoritler de granit gibi inşaat işlerinde parke ve bordür yapımında kullanılır. Ancak doğada her iki kayacı birbirinde ayırmak çok zor olmaktadır.

4.3.2. SİYENİT-MONZONİT

İçinde genel olarak eşit boyutlu mineral olan potasyumlu feldispat ve oligoklaz, az olarak da hornblende, biotit ve piroksen bulunduran açık renkli plütonik bir kayaçtır. Ayrıca %5 kadar kuvars bulundurması ile granitten ayrıcalık gösterirler. Tali mineral olarak da sfen, zirkon ve apatit kapsar. Kayaç içerisinde potasyumlu feldispat, plagioklaz tipi feldispatlardan daha çok olursa siyenit, eğer plagioklaz türü feldispatlarI potasyumlu feldispatlardan daha çok ise kayaç monzonit adını alır. Monzonit siyenitten daha koyu renkli olmasına rağmen doğada bu iki kayacı birbirinden ayırmak mümkün olmamaktadır. Kayaç içerisindeki nefelin yüzdesi %5'i geçerse o kayaç "nefelinli siyenit"adını alır. Nefelin kuvarsa benzerse de kuvarstan daha az sertliğe sahiptir. Bazı siyenitler sodalit içerirler. Eğer siyenit %5'den fazla lösit içerirse "lösit siyenit" adını alır. Siyenitin özgül ağırlığı, porozitesi ve aşınma dayanımı granitinkilerle aynıdır. Basınç mukavemeti biraz düşmüş olarak 1600-2400 kgf/cm² dir. Siyenit adını, çok iyi türünün gözlendiği Mısır'daki Siena bölgesinden almıştır. Piramitler de bu taşlardan öرülümüştür. Türkiye'de siyenit, Beypazarı'nda ve Yerköy'de bol bulunmakta ayrıca Divrik'te, Suşehri, Bala ve Keban dolaylarında da bulunmaktadır.

4.3.3.TONALİT-KUVARS GABRO

Tonalit başka bir adla kuvars diorit, daha çok plajiolaz türü feldispatlar, kuvars, az olarak da (%5'den az) potasyumlu feldispat ihtiva ederler. Koyu renkli minerallerden biotit ve hornblende bol olarak, piroksenlerde az olarak bulunurlar. Koyu renkli mineraller granit ve siyenitten daha çok tonalitte bulunduğundan bu kayaçlar daha koyu renklidirler. Tali mineral olarak da apatit, sfen ve magnetit bulunur. Eğer tonalitlerdeki plajiolazlar kalsiyumca zenginleşirse kuvars gabrolar, kuvarsın azalmasıyla da dioritlere geçiş gösterirler.

4.3.4.DİORİT GRUBU

Daha çok plajiolaz feldispatlar(oligoklaz, andezin), az olarak da potasyumlu feldispatlar bulunduran dioritlerde kuvars çok azdır (Şekil 4.2.e). Koyu renkli minerallerden hornblende çok, biotit ve piroksen az olarak bulunur. Tali minerallerden magnetit, apatit, ilmenit ve sfen bulunur. Eğer taşın içinde kuvars fazla olursa, kayaç'a *kuvarslı diyorit* ismi verilir. Diyorit görünüş itibarıyle granite benzer, bazı tipler daha koyu renklidir ve içindeki siyah renkli mineraller plajiolazları hafifçe boyamıştır. Bileşiminde bulunan mineralleri gözle ve büyüteçle tanımak kolay değildir. Dioritler, içinde bulunan minerallere göre isim alırlar. İçlerinde hornblendeden başka ojit de bulunursa *ojitli diyorit*, siyah mika (biyotit) çoksa *biyotitli diyorit* ismi verilir. Bileşim açısından granite geçerse *granodiyorit* ve kristalleri ufak ise *mikrodiyorit* de denir. Dioritin fiziksel ve kimyasal özellikleri değişken olmakla birlikte Özgül ağırlığı 2,80-3,00 gr/cm³, gerçek porozitesi, 0,5-1,2; basınç dayanımı, 1700-3000 kgf/cm²; aşınma dayanımı, 5-8 kgf/cm² dir.

Bileşenler itibariyle % 52 SiO₂, %16,5 Al₂O₃, %3,7 Fe₂O₃,% 6 FeO, % 4 MgO, % 7,4 CaO, % 3,7 Na₂O, % 2,3 K₂O ve %1,1 H₂O kapsar.

4.3.5.GABRO GRUBU

Granitten gabroya doğru kayaçların içinde koyu renkli minerallerin fazlalaştığı ve dolayısıyla renginin koyulaştığı ve silis miktarının azaldığı görülür. Bu, asitten bazike bir gidiştir. Gabro, koyu renkli bazik derinlik kayaçlarından biridir. Esas elemanları plajiolaz (labrador veya anortit), diyallaj, ojit olup bunlardan başka bazen olivin, enstatit, hornblend, biyotit, feldispatoid bulunabilir. Manyetit, limonit ve apatit çoğunlukla görülen tali minerallerdir. Gabro genellikle kristalli, bazen porfiri, gri, siyah veya yeşilimsi siyah renklidir. Birçok türleri vardır. Gabro grubu taşları kolayca ayrılır. Mesela olivin, enstatit, hornblend gibi koyu renkli mineraller bozuşur ve serpentinleri meydana getirirler. Türkiye'deki krom yataklarının çoğunda bu tür yapı görülür. Türkiye'de gabro grubu taşlar çok yaygındır. Derinlik, dayk ve volkanik tipleri hemen hemen her yerde görülür. Bir kısmı yapı taşı olarak da kullanılır. Gabronun fiziksel ve kimyasal özellikleri değişken olmakla birlikte Özgül ağırlığı 2,80-3,00 gr/cm³, gerçek porozitesi, 0,5-1,2; basınç dayanımı, 1700-3000 kgf/cm²; aşınma dayanımı, 6-8 kgf/cm² dir.Bileşenler itibariyle % 45 SiO₂, %15,3 Al₂O₃, %2,3 Fe₂O₃,% 12,4 FeO, % 11 MgO, % 7,4 CaO, % 3 Na₂O, % 0,5 K₂O ve %0,8 H₂O kapsar (Şekil 4.2.f).

4.3.6. PERİDOTİT GRUBU

Bu gruptaki kayaçlar fazla miktarda koyu renkli minerallerden oluşmuş, silisi %45'ten az, ultrabazik kayaçlardır. Özgül ağırlıkları 3,0 - 3,3 civarındadır. Türkiye'de geniş alanlar kaplar ve ekonomik değeri olan madenler içerirler. Tamamiyle koyu renkli minerallerden meydana gelen peridotitler, az olarak da feldispat içerirler. Peridotitler koyu renkli minerallerden olivin, piroksen ve hornblendden meydana gelmişlerdir. Kayaç tamamen piroksenden meydana geliyorsa o kayaç piroksenit, yalnız olivinden meydana gelmişse **dunit** adını alırlar. Tali olarak kromit, magnetit, ilmenit ve granat bulunur (Şekil 4.3.d).

Peridotitlerdeki olivin ve piroksenler bozularak serpantinleşir, serpentinitleri meydana getirirler.

Peridotit grubunda bulunan taşların özelliklerinden biri de içlerinde kromit (Türkiye), platin (Rusya, Urallar), elmas (Güney Afrika, Kimberley) ve demir madenlerinin bulunmasıdır. Türkiye'de krom yatakları, bu grup taşların muhtelif türleri, örneğin **dunitler veya harzburjitler** (olivin ve rombik piroksenli) veya **lerzolitler** (olivin, rombik ve monoklinik piroksenli) içinde bulunmaktadır. Elazığ – Guleman, Muğla ve Eskişehir krom yatakları bu tip kayaçların içinden çıkarılmaktadır.

4.4. VOLKANİK (YÜZEY) KAYAÇLAR

4.4.1. GRANİTİN YÜZEY KAYAÇLARI

Granit bileşiminde olan, yani ortoklaz, kuvars ve bazı koyu renkli mineralleri içeren bir mağma yeryüzüne çıkıp soğuyacak olursa, camsı, gevşek ya da çok ufak kristalli kayaçlar oluşturur. Bunların en önemlileri riyolit (liparit), obsidiyen, pekştayn, perlit ve sünger taşıdır.

4.4.1.1. Riyolit (Liparit)

İnce taneli sert olan riyolitler, granitlerin yüzey kayacıdır. Asıl olarak kuvars ve alkali feldispatları içerirler. Silis bileşimli olanlar tridimit ve kristobalit gibi kuvars çeşitleridir. Riyolitler homojen ve akımsal görünümlü yapıya sahiptir. Renkleri beyaz, pembe, gri, morumsu, kırmızıdır. Bazen porfiri yapılı, ufak kristalli veya camsı olur. Akışkan yapılı olanlarına da rastlanır. Riyolit türlerinin içinde bazen gözle kuvars ve hatta bipiramit şekilli dumanlı kuvars görülür (Şekil 4.2.a).

Türkiye'de, Orta Anadolu'da Neojen volkanizması ile oluşmuş püskürük kayaçların büyük bir kısmı riyolit tipindedir. Açık pembe - beyaz renkleri, kuvars ve sanidin kristalleriyle karakteristikdir. Bursa - Çekirge civarında akışkan dokulu; Çanakkale - Çan, Simav arasında iri feldispatlıdır. Eskişehir - Emirdağ - Bolvadin, Afyon - Ayazin civarındaki liparitler ise bipiramitli, çok güzel dumanlı, kuvars kristallidir.

4.4.1.2.Obsidyen

Sert, siyah, yeşil, gri, mor vs. renkli, riyolit bileşimli saf doğal camdır. Bundan dolayı *volkan camı* da denir. Konkoidal kırılışı ve ince kenarlarının saydam oluşu karakteristiktir. İçerlerinde nadiren iri kristaller bulunur, bunların türü de ancak mikroskopla anlaşılabılır. Obsidiyenlerin bileşimindeki su %1 - 2 civarındadır (Şekil 4.3.a).

Türkiye'de, Doğu Anadolu'da, Van civarında, Nemrut ve Süphan volkanları dolayında, Niğde, Nevşehir, Ürgüp civarında ve Biga güneyinde, Akkayrak dağında perlitler içinde lapilli şeklinde bulunur.

Obsidiyen, ilk insanlar tarafından kendini koruma aleti yapımında kullanılmıştır. Son yıllarda yalıtkan yapı malzemesi yapımında da kullanılmaya başlanmıştır.

4.4.1.2.Pekştayn

Homojen, camsı, volkanik bir taştır. Görünüşü obsidiyenden daha donuk, reçine parlaklığında ve katrana benzer niteliktedir (Pekştayn katran taşı demektir). Rengi siyah, gri, zeytin yeşili, kahverengi ya da kırmızımsıdır. Bileşimi riyolit, dasit, andezit vs. olabilir. İçinde %5 - 10 oranında su bulunur.

4.4.1.4. Perlit

Fazla silisli, camsı, küresel yapılı, nohut, bezelye büyülüüğünde, çoğunlukla konsantrik olarak obsidiyen etrafında oluşmuş, kabuk kabuk soyulan *perlitik yapılı* volkanik bir kayaçdır. İçinde %3 - 4 oranında su bulunur. Gri esmer, yeşilimsi renkli, gevrek, parmaklar arasında dağılan, özel inci parlaklıklı, su içeren doğal bir camdır. Özel kazanlarda ani olarak 700 - 800 0C ısıtılıncı, misir gibi patlayarak genişlemekte ve dolayısıyla endüstride, ses ve ışıya karşı yalıtım özelliği olan, hafif yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de birçok yerde vardır. İzmir civarındakiilerden hafif yapı malzemesi yapılımak suretiyle yararlanılmaktadır (Erguvanlı 1983).

4.4.1.5. Sünger Taşı

Boşluklu, hafif, çok silisli, su üstünde yüzen, sünger dokulu volkanik bir kayaçdır. Köpük gibi çok boşluklu oluşu, içindeki gazların uçması yüzündendir. Beyaz, gri sarımsı, esmer, pembe renklidir. Camsı ve ipeksi bir parlaklığı vardır. Volkanlardan çıkan bomba ve lapillilerin bazıları sünger taşından ibarettir. Bunlar aşındırıcı olarak kullanıldığı gibi, yalıtkan ve hafif yapı malzemesi yapımında da istifade edilir. Sünger taşları çimento inceliğinde öğütüldükten sonra çimento veya kireç ile karıştırıldığı zaman bağlayıcı bir özellik kazanır. Bu tip volkanik kayaçlara *tras* veya *puzzolan* adı verilir. Sünger taşları yapı malzemesi olarak kullanılırlar. Bu iş için yoğunlukları 0,7 kg/ olmalıdır (Şekil 4.3.b).

4.4.2. TRAKİT

Siyenitin yüzey kayacıdır. Alkali feldispatlar ve koyu renkli minerallerden oluşurlar. Çok az bulunan kuvars çeşitleri (tridimit, kristobalit) boşluk dolgusu olarak bulunurlar. Ayrıca iri kristaller halinde sanidin içerir. Oligoklaz, biotit, hornblend, piroksen ve nadir olarak da olivin içerirler.

Akımsal ve kıvrımlı yapılara trakitlerde sık rastlanır. Hamur maddesinde cam az olarak bulunur. Trakin kendine has bir doku ihtiva etmesi nedeniyle dikkat çeker. Kendine has bir doku çeşidi olan trakistik doku ile anılırlar. .

Trakitlerin içinde bazen de ortozdan başka plajiolaz da bulunur ve taş andezite doğru geçer. Bu tip kayaçlara *traki - andezit* ismi verilir. Türkiye'de çoğunlukla Orta Anadolu'da Tersiyerler süresinde volkanizma ile trakit ve traki-andezitler meydana gelmiştir. Erzurum, Çorum, Ankara, Afyon, Isparta, Kütahya dolayında, iri sanidinli, tipik trakistik kayaçlar geniş sahalar kaplar ve yapı taşı olarak kullanılır.

4.4.3. FONOLİT

Nefelinli siyenitlerin yüzey kayacıdır. Silisçe traktlere göre fakir, ortoklazca (sanidin) zengindir. Az olarak albit içerirler. Feldispatoidler zeolite dönüşmüşlerdir. Koyu renkli minerallerden egirinojıt ve biotit ihtiva ettiği halde bünyelerinde cam malzemesi bulundurmazlar.

4.4.4. LATİT VE KUVARS LATİTLER

Monzonit ve granodioritlerin yüzey kayacıdır. Daha çok plagioklaz türü feldispatlar, daha az olarak da potasyumlu feldispatlar kapsarlar. Koyu renkli minerallerden biotit ve hornblende bulundururlar. Kuvars %5'den az olursa "latit", %5'den fazla olursa "kuvars latit"adını alırlar.

4.4.5. DASİT

Tonalitlerin yüzey kayaçları olup, iri kristaller halinde plagioklaz ve kuvars bulundurur. Ayrıca koyu renkli mineral olarak da hornblende içerirler. Bazı çeşit dasitler biotit içeriği halde, bazıları çok az olarak da camsı materyal içerirler.

4.4.6. ANDEZİT

Kuvarssız diyoritin yüzey tipi *andezittir*. Bunlar ya geniş sahalar kaplar ya da ufak damarlar halinde bulunur. Çeşitli renklerde (esmer, gri, yeşil, mor, pembe v.s.) ve değişik görünüştedirler. Bileşim yönünden dasitlere benzer, oligoklaz ve andezin içeriip, az olarak da (%5) ortoklaz ve kuvars bulundururlar. İri kristaller halinde hornblende, ojit, biotit veya hipersten içeriya ederler. Ayrıca bazen hamur, kısmen camsı olur. Tümü camsı malzemeden oluşmuş andezitler de vardır.

Doğu Anadolu'da Süphan, Tendürük, Ağrı gibi dağlar andezitlerden meydana gelmiştir. Ankara, Balıkesir, İzri, Edremit, Çanakkale, Çan, Biga dolayında ve İstanbul ile Rize arasındaki Karadeniz kıyı sıradaglarında çeşitli renklerde andezitik kayaçlar vardır. Bunların bir kısmı gevşek, bir kısmı yoğun ve somdur. Kaplama, bordür, parke yapımında, masif ve moloz halinde inşaatlarda kullanılır.

4.4.7.BAZALT

Koyu siyah renkli, ufkak kristalli veya camsı, volkanik bir kayaç olup, gabronun yüzey tipidir. Bileşiminde plajiolaz (labrador, andezin, oligoklaz veya albit), ojit, olivin, nadiren kuvars, manyetit ve ilmenit bulunur. Bunlar koyu siyah renkli camsı bir hamur içindedir. Gözle ancak iri mineraller ve örneğin; olivin, kuvars, ojit ve plajiolaz farkedilir (şekil 4.2.c).

Bazalt lavları volkanlardan çıkarken içerlerindeki gazlar uçar ve taşın içinde boşluklar oluşur. Bu türlere *boşluklu bazalt* denir. Bu boşluklar çeşitli mineraller ile dolarlar. Bazaltın birçok türü vardır ve bunlara içindeki feldispatın cinsine göre isim verilir.

Bazaltlar yeryüzünde dayk, sil, örtü, akıntı gibi pek çok halde bulunur. Türkiye'de bazaltlara, spilit, pilow lavı, akıntı veya geniş platolar ve örtüler halinde pek çok yerde rastlanır. Bunların büyük bir kısmı Miosen sonrası ve Kuvaterner başındaki püskürmelerle oluşmuştur. Güneydoğu Anadolu'da Diyarbakır, Urfa, Gaziantep, Fevzipaşa arasında geniş düzlükler meydana getirir veya sivri tepeler üzerinde görülür. Diyarbakır, Urfa ovasında Karacadağ volkanından Piliyosende çıkan bazalt lavları, yarıçapı 130 - 140 km olan bir daire şeklinde yayılmıştır. Keza Batı ve Orta Anadolu'da, yatay şekilli ve siyah renkli bazalt tabakaları uzaklardan dikkati çeker. Batı Anadolu'da Kula civarındaki bazalt lavları, kuvartenerde püsküren volkanların çok yeni lavlarıdır.

Bazaltlar yoğun ve sert olduklarından basınçla oldukça dirençlidirler. Bundan dolayı her yerde inşaat taşı, parke, balast, mıcırlık yapımı için kullanılırlar. Özellikle Urfa, Antep ve Diyarbakır dolaylarında ve Çorlu'da bazaltlardan mıcırlık yapımında da istifade edilmektedir.

4.4.8.DİYABAZ

Plajiolaz (labrador, anortit) ve ojitten oluşan yeşilimsi renkli porfiri bir kayaçdır. Feldispatlar ojitin ayrışması ile yeşile boyanmış ve taş yeşilimsi bir görünüş almıştır. Bundan dolayı diyabaza bazen *yeşiltAŞ* adı da verilir. Diyabaz mikroskopla incelendiğinde, kendine özgü bir dokusu olduğu görülür. Buna *ofitik diyabaz dokusu* denir. İnce uzun plajiolazlar her doğrultuda uzanmakta, boşluklar ojitle doldurulmaktadır. Diyabaz bileşiminde olan ve eski Yunan ve Bizans eserlerinde süs taşı olarak kullanılan bir taş da *eski yeşil porfir*dir. İçinde, ojitin ayrışması ile açık yeşile boyanmış haç ikizli büyük labrador kristalleri ve şekilsiz bir madde veya mikrolitlerden oluşmuş bir hamur bulunur. Yunanistan'da Mora yarımadasından, Maratonizi mevkiiinden çıkartılan bu eski yeşil porfir, Ayasofya'da ve Süleymaniye'de kullanılmıştır.

Gabro grubundaki taşların küçük kristalli olanına İngiltere'de *mikrogabro* (*dolorit*) ismi verilir. Dolerit, bazaltın bir türü olarak kabul edilmektedir.

4.5.DAMAR KAYAÇLARI

4.5.1.GRANİTİN DAMAR KAYAÇLARI

4.5.1.1.Pegmatit

İçlerinde iri feldispat, kuvars ve mika bulunduran açık renkli ve özel dokulu damar kayaçlarıdır. Dayk ve sil halinde bulunur. Pegmatitlerde kristallerin büyük olması karakteristiktir. İçinde bulunan mika ve feldispat, çeşitli endüstrilerde kullanılır .

4.5.1.2.Aplit

Ufak taneli (1 mm), şekerre benzer dokulu, kuvars ve feldispatlı, beyaz pembe renkli bir damar kayaçıdır; içinde koyu renkli mineraller azdır. Bazen nadir elementler de bulunur. Genellikle granitlerin etrafında veya pegmatitlerin içinde damarlar halinde görülür ve pegmatitin bir çeşidi, bir fazı diye düşünülür. Aplit, bir doku şeklini tanımladığı gibi, bir mineral bileşimini de gösterir. Bazı endüstri kollarında kullanılır.

4.5.1.3.Lamprofir

Granit ve granodiyorit gibi büyük kitlelerin etrafında bulunan koyu renkli dayklara verilen isimdir. Genellikle porfiri bir görünüşü vardır. İçinde ojit, hornblend ve biyotit, iri kristaller, çok ufak kristalli şekersi dokulu bir hamur içinde bulunur.

4.5.1.4.Kuvars Porfir

Granitin dayk ve sil şeklinde olan porfiri tipidir. İçindeki elemanlar granitin aynıdır. Yalnız bunda, ortoz ve iri kuvars taneleri, kuvars ve feldispattan ibaret mikrokristalli camsı bir hamur içinde bulunur. Taş, açık gri - beyaz renklidir

4.6.*LAV, TÜF VE AGLOMERALAR*

Volkanların kraterlerinden çıkışıp kızgın bir sıvı halinde akan ve sonra da soğuyup katılaşan maddelere *lav* adı verilir. Bundan dolayı lav deyimi belli bileşimli bir taşı tanımlamaz. Oluşumu, meydana gelişî anlatır. Lavlar kimyasal bileşimlerine göre *bazalt lavı*, *andezit lavı* gibi isimler alırlar. Volkanlardan çıkan lavlar bazen gaz da içerirler. Lav akıp giderken bu gazlar uçar ve içlerinde boşluklar oluşur.

Bu boşluklar sonra suların getirdiği silisli, zeolitli maddelerle doldurulur. Lavlar bileşimlerine, viskozitelerine ve akış şekillerine göre *halatsı lav* veya *lav* ismini alır. Lavların dokuları genellikle camsı, mikrolitik veya süngersi olur.

Volkanlardan çıkan ufak çaplı maddelerin su içinde veya karalarda çökmesiyle *tüfitler* (*volkanik tuf*) meydana gelir. Volkanların püskürmesiyle etrafa saçılan bu maddeler, büyüklüklerine göre *toz* ve *tuf* (<4 mm), *lapilli* (4 - 32 mm) ve *bomba* veya *blok* (>32 mm) ismini alırlar. Bu maddelerden kil - kum büyüklüğünde olanlarının sularda veya karalarda birikmesiyle *volkanik tüfler*, ufak ve iri parçaların birarada volkanik malzeme ile çimentolanmasıyla da *piroklastik kayaçlar* meydana gelir.

Tüf ve aglomeralar bazen güzel tabakalaşma gösterir; çeşitli renklerde bulunur ve fosil ihtiva ederler. Bu fosillerin yardımıyla tüflerin oluş zamanları ve ortamları saptanır. Tüfler tamamıyla çimentolanmamış ve diyajeneze uğramamış olduğundan boşluklu, ve dolayısıyla da hafiftirler. İçlerinde bazen büyük ve güzel hornblend, ojit, lösit ve kuvars kristalleri bulunur ve bunlara göre *riyolitik*, *andezitik tuf* şeklinde adlandırılırlar (Şekil 4.3.c).

Tüflerin içinde bulunan silis tiplerine bakarak volkanlardan çıkan maddelerin çıkış anlarındaki sıcaklıklarını anlaşılabılır. Şöyled ki; silis 900 oC'nin üzerinde tridimit, 575 oC'de ise özel ikizli kuvars şeklinde kristalleşmektedir. Arazide tüflerin içinde bu şekilde kuvarsın görülmesi, bu cins tüflerin oluş anındaki ısısını bize anlatmaktadır. Bu tür minerallere *jeolojik termometre* denir.

Tüfler çok eskiden beri yapılarda ve *puzzolan* ismiyle traslı çimento yapımında kullanılmaktadır. Son yıllarda da hafif yapı malzemesi ve beton agregası olarak faydalanılmaya başlanmıştır. Memleketimizde lav, tuf ve aglomeralar çoğunlukla karmaşık durumda ve riyolit, dasit, andezit ve trakit bileşimindedir. Renkleri beyaz, gri, bej, sarı, pembe, kırmızımsı mor ve siyahımsıdır. Çok miktarda ve değişik renklerde bulunması, çıkarması ve işlenmesi kolay olması nedeniyle, Anadolu'da çok eskiden beri yapıtaşı olarak kullanılmaktadır. Kayseri civarındaki tüflerin bir kısmı Sivas civarındaki çimento fabrikasında *traslı çimento* yapımında kullanılmaktadır. Tüfler ocakta iken yumuşakcadır ve dolayısıyla çıkarılmaları ve yontulmaları kolaydır. Ocaktan çıkarılıp açık havada bırakılınca içindeki *ocak suyu* uçar ve taş sertleşir. Orta Anadolu'da geniş alanlar kaplayan volkanik tüflere, yonulmaları kolay olması nedeniyle *yonu* ismi verilmektedir. Erzurum, Sivas, Kayseri, Ürgüp, Nevşehir, Konya dolaylarının yonları, Selçuki mimarisinin esas yapı elemanıdır. Karadeniz sahillerinin volkanik lav ve breşleri de son yıllarda liman inşaatlarında kullanılmıştır (Erguvanlı 1983).

Çizelge 4.1. Mağmatik kayaçların sınıflandırılması

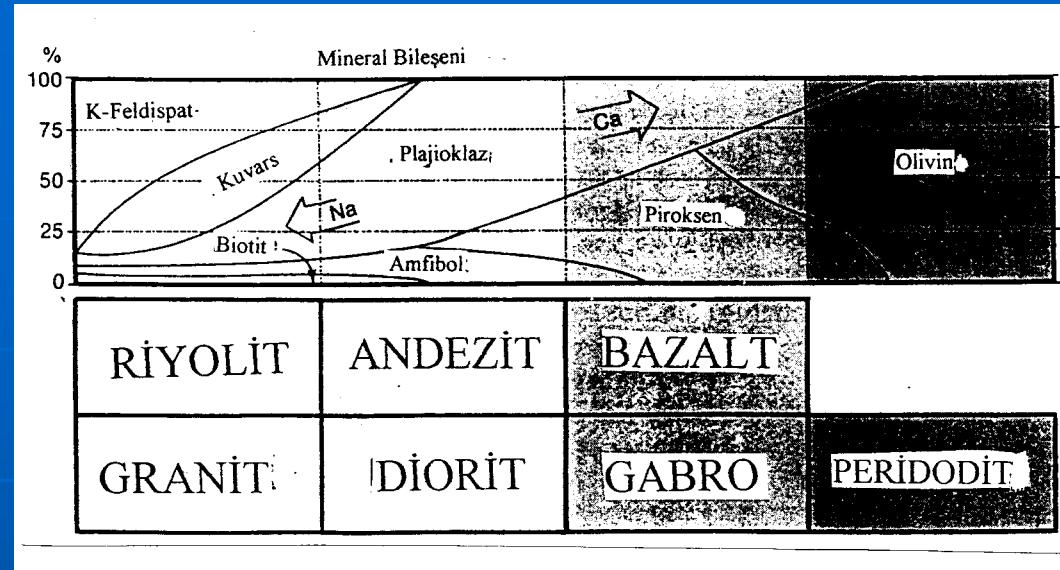
Yüzey ve Yüzeye Yakın olanlar	Gevşek	Tüfler ve Aglomeralar				
	Camsı	Pekşta, Süngertaşı, Obsidiyen				
	Volkanik	Liparit-Riyolit	Trakit	Dasit-Andezit	Bazalt - Diyabaz	Pikrit
Damar	Pegmatit Aplit Lamprofir					Porfirler
Derinlik	Granit	Syenit	Kuvarslı ve Kuvarsız Diyorit	Gabro	Peridotit (Dunit) (Piroksenit)	
İçindeki esas Elemanlar	Ortoklaz Plajiolaz Kuvars Mika Hornblende	Ortoklaz Plajiolaz Mika Ojit Biotit Hornblende	Plajiolaz Kuvars Hornblende	Plajiolaz Dialaj Ojit Olivin Manyetit	Piroksen Olivin Cevherler Feldispat Çok az	
Renk	Açık					Koyu
Silis	Çok Asit	Orta	Az	Çok az Bazik Ultrabazik		

4.7. MAĞMATİK KAYAÇLARIN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

Derinlik kayaçları genellikle çatlaklımasına rağmen taze ve ayırmamış oldukları zaman kırılma ve basınçla karşı dayanıklı olurlar. Bundan dolayı da yüksek direnç gösterirler. Dirençleri $1500-2000 \text{ kg/cm}^2$ arasında olduğu zaman malzeme mühendislik hizmetlerinde kullanılabilir. Bu çeşit kütelerin üzerine inşaat yaparken ihtiyaçları minerallerin ayısap ayırmadıklarına, ayırmışlarsa ayısap derecelerine, çatlak ve faylara, özellikle çatlak ve faylar boyunca minerallerin ayısap ayırmadıklarına dikkat etmek lazımdır. Kayacın direnci, ayısap ve dolayısıyla bozunma derecesine bağlı olup, ayısap derecesiyle ters orantılı olarak değişir. Volkanik kütelerin ise fiziksel özelliklerini farklı farklı olduğundan, inşaata başlamadan önce iyice inceleme yapılması lazımdır. Bazı lavların, aglomeraların ve bazalt gibi volkanitlerin tazeliklerini koruduğu için dirençleri derinlik taşları kadar yüksek olabilir. Ama vulkanik tüfler ve bresler boşluklu ve bozunmuş olduklarıdan cürufumsu bir yapı gösterirler. Bazı vulkanik küteler, fazlaca bozunma, ayısap gösterirler. Aynı zamanda kil mineralizasyonu gösterdiklerinden güvenilirliklerini yitirirler. Bu takdirde mühendislik özelliklerinin iyice araştırılarak karar verilmelidir.

Yüzey ve Yüzeye Yakın olanlar	Gevşek	Tüfler ve Aglomeralar																					
	Camsı	Pekşay, Süngertaşı, Obsidiyen																					
	Volkanik	Liparit-Riyolit	Trakit	Dasit-Andezit	Bazalt-Diyabaz	Pikrit																	
Damar	Pegmatit Aplit Lamprofir					Porfirler																	
Derinlik	Granit	Syenit	Kuvarslı ve Kuvarsız Diyorit	Gabro	Peridotit (Dunit) (Piroksenit)																		
İçindeki esas Elemanlar	Ortoklaz Plajiolklaz Kuvars Mika Hornblende	Ortoklaz Plajiolklaz Mika Ojit Biotit Hornblende	Plajiolklaz Kuvars Hornblende	Plajiolklaz Dialaj Ojit Olivin Manyetit	Piroksen Olivin Cevherler Feldispat Çok az																		
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">Renk</td> <td style="text-align: center;">Açık</td> <td colspan="4" style="text-align: right;">Koyu</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Silis</td> <td style="text-align: center;">Çok</td> <td style="text-align: center;">Orta</td> <td style="text-align: center;">Az</td> <td colspan="2" style="text-align: right;">Çok az</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Asit</td> <td></td> <td style="text-align: center;">Bazik</td> <td colspan="2" style="text-align: right;">Ultrabazik</td> </tr> </table>						Renk	Açık	Koyu				Silis	Çok	Orta	Az	Çok az			Asit		Bazik	Ultrabazik	
Renk	Açık	Koyu																					
Silis	Çok	Orta	Az	Çok az																			
	Asit		Bazik	Ultrabazik																			

Çizelge 4.2. Temel Mağmatik kayaçlarının grafiksel sınıflandırılması.



Şekil 4.2.Bazı Mağmatik kayaçlarının fotoğrafları ve mikroskopik

Note Minerals in

Note Minerals in

Composition

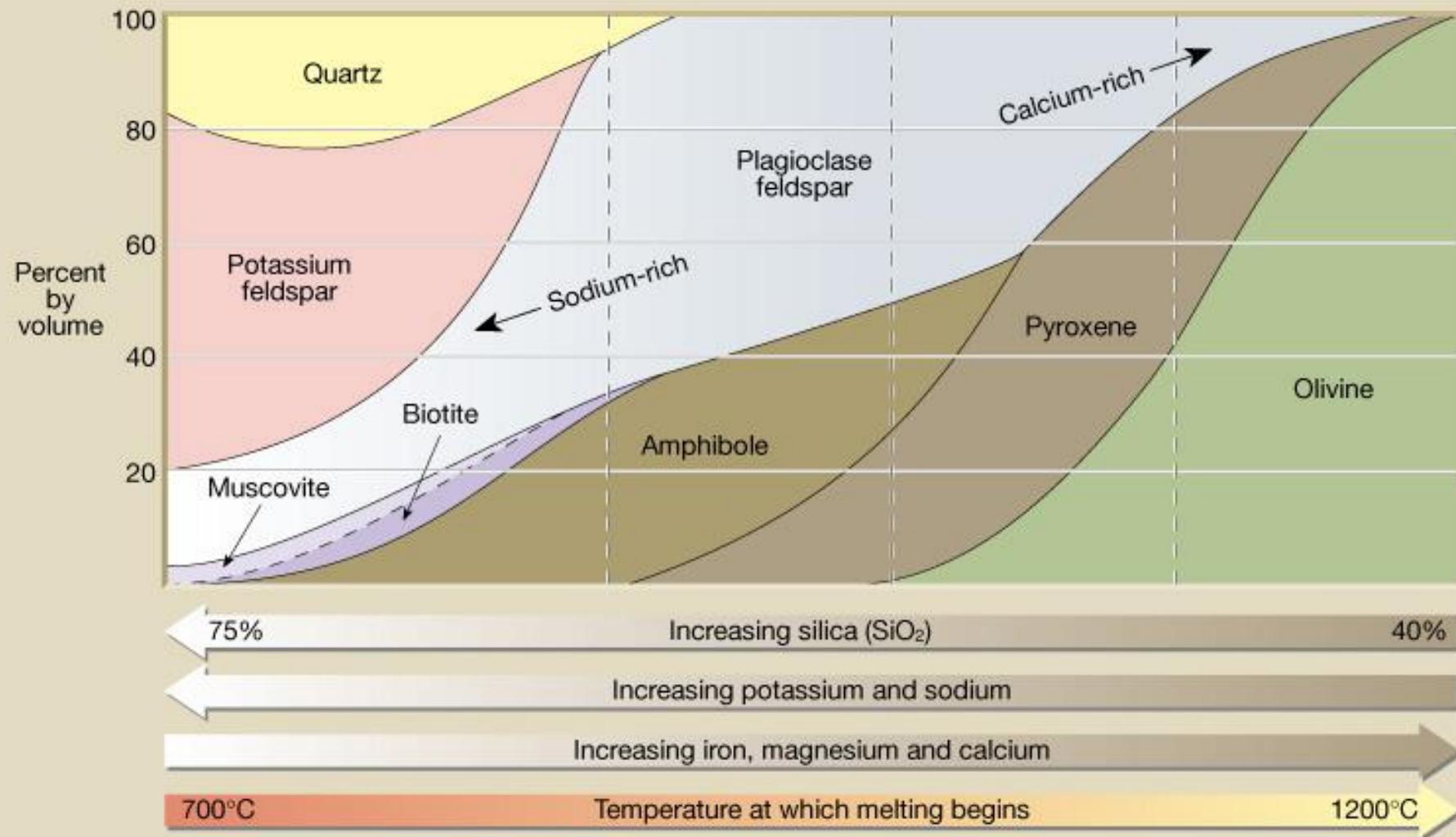
Rock types

Felsic
(Granitic)

Intermediate
(Andesitic)

Mafic
(Basaltic)

Ultramafic



Temperature
Regimes

High temperature
(first to
crystallize)

Cooling magma

Low temperature
(last to
crystallize)

Bowen's Reaction Series

Olivine

Pyroxene

Amphibole

Biotite mica

Calcium-rich

Plagioclase feldspar
Continuous Series
of Crystallization

Sodium-rich

Potassium feldspar

+
Muscovite mica

+
Quartz

Discontinuous Series
of Crystallization

METAMORFİK KAYAÇLAR

Diğer bir kayaç grubu da metamorfik kayaçlardır. Bu çeşit kayaçlar sedimanter, mağmatik ve diğer kayaçların sıcaklık, basınç, gerilme ve çeşitli eriyiklerin etkisi ile değişimeleri, başkalaşmaları sonucunda meydana gelirler. Bu yolla meydana gelen kayaçlara "metamorfik" kayaçlar, olaya da "metamorfizma" denilmektedir.

Metamorfik kayaçlar, yüksek sıcaklık (600° C'nin üstünde) ve yüksek basınçın (500 MPa) (20 km derinlikte) neden olduğu değişiklikler dolayısıyla oluşurlar. Bu değişiklikler (başkalaşma) katı fazda meydana gelir. Metamorfik kaya tipi, üzerine uygulanan sıcaklık ve basınç ortamında başkalaşan orjinal kaya malzemesine bağlıdır.

Çizelge 5.1. Metamorfik Kayaçların Sınıflandırılması

Sınıflama	Kayaç türü	Özellik	İçindeki Mineraller
Şistsel	Arduvaz Kloritşist Mikaşist	Çok ince taneli, ince yaprak, yaprak	Kil Mika, kuvars, feldispatt
Foliasyonlu	Gnays	İri taneli, kısmen ayrılmış	Kuvars, Feldispat, Mika, Hornblend
Masif	Mermer Kuvarsit Hornfels	İnce ve iri taneli İnce ve iri taneli Çok ince taneli	Kalsit, Dolomit Kuvars Kuvars

Farklı kayaçların metamorfizması ile oluşan metamorfik kayaçlar

Ana Kayaç Metamorfik kayaç

Kireçtaşı----- Mermer; kalsitin metamorfizması ile oluşur

Kumtaşı----- Kuvarsit; kuvarsın metamorfizması ile oluşur.

Bazalt----- Yeşiltaş(Green stone); yeni yeşil minerallerin sınırlı gelişimleri sonucu oluşurlar.

Kil içeren kayaçlar---- Hornfel,Arduvaz ,Şist ve

Gnays;metamorfizmanın tipine ve derecesine bağlıdır.

Granit----- Küçük değişimler gösterir; metamorfik şartlarda stabildir.

Metamorfizma sonucunda asıl kayacın yapısı, dokusu daha doğrusu karakteri değişir. Bu değişime bağlı olarak da yeni yeni mineraller ve kayaçlar oluşur.

Muhtelif ortamlarda üst üste biriken sedimanterler, derinlik ve yoğunlukla orantılı olarak altındakilere basınç yaparlar. Basıncın miktarı yoğunlukla ve derinlikle değişmektedir. Ayrıca yerin derinliklerine doğru inildiğinde sıcaklığın arttığı da bilinmektedir. Gerek basıncın gerekse sıcaklığın ya da her ikisinin artması ile her minerale özgü duraylılık özelliği değişeceğinden yeni yeni minerallerin oluşması kaçınılmaz olur.

5.1. METAMORFİZMA

Metamorfizma oluşum şartlarına göre genel olarak üçe ayrılır:

- 1- Kontak (dokanak) metamorfizma,
- 2-Bölgesel (rejyonal) metamorfizma,
- 3-Dinamik (dislokasyon) metamorfizma.

5.1.1. KONTAK (DOKANAK) METAMORFİZMA

Mağmanın daha önce varolan kayaçlar arasına sokularak gerek sıcaklığı, gerekse birlikte getirdiği çözeltilerle yan kayaçları etkileyerek değişimlerini sağlaması olayına "kontak metamorfizma" denilmektedir.

Yerin derinliklerinden yukarı doğru yükselen sıcak mağma etrafındaki kayaçları adeta pişirir. Etkileşim merkezden kenara doğru azalır. En ucta etkileşim görülmez. Böyle etkileşimle kireçtaşları mermere, kumtaşları kuvarsite, kultaşları fillata, killi şistler hornfelslere dönüşürler. Mağmanın etkisiyle kenar zonlarda görülen minerallerin en başlıcaları sillimanit, andaluzit, kordiyerit, stavrolit, pirit, manyetit olarak sıralanabilir.

Termal değişimlerin yanında hidrotermal değişimlerin de olduğu, yeni yeni hidrotermal minerallerin meydana geldiği bilinmektedir. Bu yolla oluşan minerallerin başlıcaları silikat minerallerinden kuvars, granatlar, diopsit, epidot, zeosit, wollastonit, tremolit ve olivindir.

Skapolit, aksinit, topaz, turmalin, fluorit, klorür fluorlu minerallerdir. Sülfitlerden ise pirit, kalkopirit, bornit, sfalerit, pirotin, molibdenit, arsenopirit ayrıca oksitlerden ise magnetit, ilmenit, hematit, spinel, korundun sayılabilir.

5.1.2. BÖLGESEL (REJYONAL) METAMORFİZMA

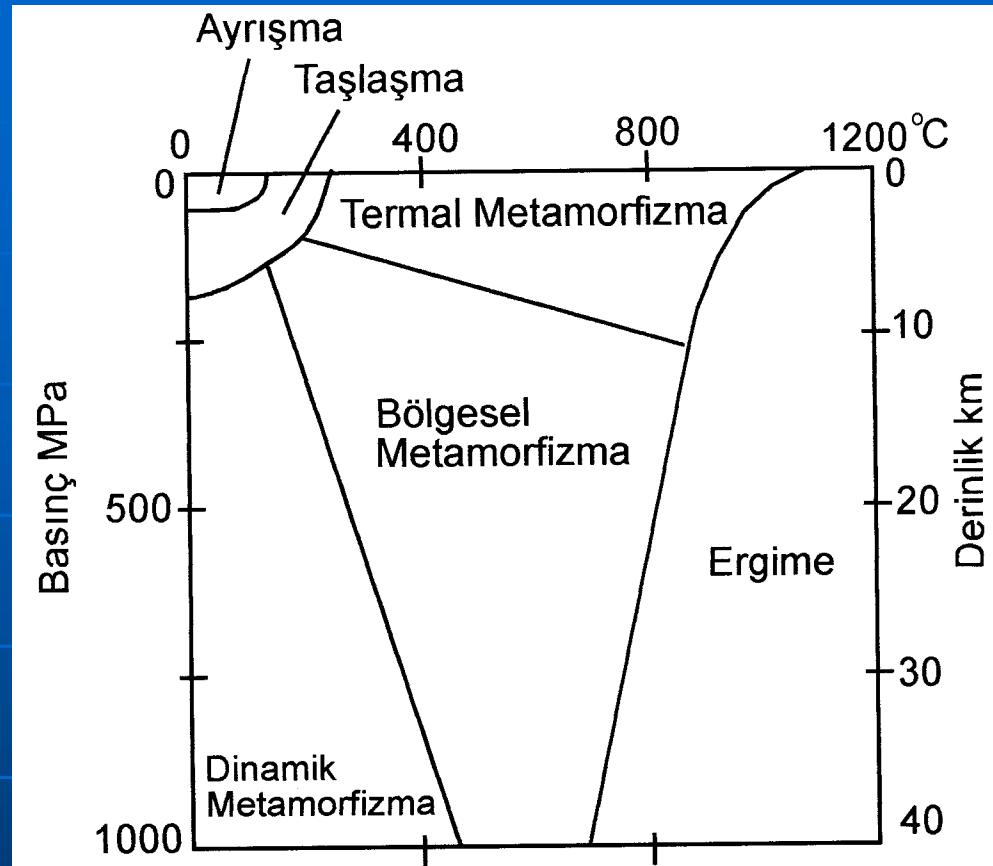
Çok farklı jeolojik faktörlerin (sıcaklık, basınç, kesme kuvvetleri, eriyikler) tesiri ile geniş alanlarda kayaçların değişimelerine neden olurlar. Bu esnada yeni minerallerin türediği, madde ayrılması gibi değişiklikler meydana gelir.

Tektonik hareketlerin meydana geldiği dağ oluşum kuşaklarında büyük basınçla beraber sıcaklığın etkisi altında yeni mineraller ve değişimeler meydana gelir. Mevcut kayaçlar ezilir ve kırılırlar, ilgili minerallerde belli yönlerde dizilirler. Dolayısıyla daha önce mevcut olmayan şistî yapı oluşur. Böyle yapraksı yapılarıyla diğer kayaclardan ayrırlırlar.

Sıcaklık ve basınç altında ise yeni oluşum ve zonlar meydana gelir. Yeni oluşumların meydana gelmesinde basınç ve sıcaklığın şiddeti de etken olur.

5.1.3. DİNAMİK (DİSLOKASYON) METAMORFİZMA

Kesme kuvvetlerinin (yönlü ve kesme kuvvetleri) etkisi ile meydana gelen değişimelere "dinamik metamorfizma" adı verilir. Bu çeşit metamorfizmada sıcaklığın rolü çok azdır. Sert ve sağlam kayaçların bu sayede kırılıp ufalanmasıyla kataklastik yapılar oluşur. Kataklastik yapılar fay bresi, tektonik breş yapılarıdır



Şekil 5.1. Metamorfizmada sıcaklık ve basınç özellikleri (Waltham, 1994)

5.2. EN ÇOK GÖRÜLEN METAMORFİK KAYAÇLAR

5.2.1. ARDUVAZ VE FİLLİTLER

Killi ve siltli oluşumlar fazlaca kesme kuvvetlerinin, az olarak da sıcaklık ve basıncın altında kaldıkları zaman arduvaz ve fillitleri oluşturular.

Anılan etkilerle mevcut minaraller belli bir düzen içinde dizilerek düz ve ince levhalara ayrılırlar. Levhalara ayrılma özelliklerine “arduvaz klivajı” adı verilir.

Arduvaz ve fillitler gri, siyah ve morumsu renklerde bulunurlar. Bunlar volkanik küllerin , kil ve killi oluşumların bölgesel (rejyonal) metamorfizmadan etkilenmeleri sonucunda meydana gelirler. Arduvazlar mika pulcukları, serizit, klorit, grafit ve kuvars parçacıkları kapsarlar. Metamorfizma sırasında basınç ve sıcaklığın artması ile mevcut minerallerde tane büyümesi yani kayaçta kristallenmeler meydana gelir. Dolayısıyla parlak yüzlü, ince kristalli mikalı kütleler oluşur ki, bunlar da “Fillit” adını alırlar (Şekil 5.2.b).

Arduvaz ve fillitler Avrupa ülkelerinde damların üzerinde örtü malzemesi olarak kullanılırlar. Ülkemizin orta Anadolu, Toroslar'da ince levhalar halinde ayrılabilen gri-siyah renkli olarak bulunurlar. Bunlara kayraktaşı adı verilir ve avlu duvarlarında ve çatılarda kullanılırlar.

5.2.2.ŞİSTLER

Şistler, gnayslardan daha ince olarak yapraklanmayı andıran "Şistozite" özelliği göstererek ayrırlırlar. Kayacın yapraklanması şistozite düzlemleri boyunca olur. Birçok şist çeşidi varsa da en önemlisi mikaşistlerdir. Mikaşistler başlıca mika ve kuvars minerali kapsarlar. Kuvars pulcukları ayrılma düzlemlerine paralel olarak dizildiklerinden kayacın kolayca yapraklanması neden olurlar. Mikaşistler çoğunlukla granat, stavrolit, kyenit, sillimanit, andaluzit, epidot ve hornblende ihtiva ederler. Mikaşistlerin içinde mevcut minerallerden hangisi daha çok ise o mineralin adına izafeten granat şist, stavrolit şist, epidot şist gibi isimler alırlar. Bazen epidot ve kloritin kayaç içinde hakim olmasınayla yeşil görünümleriyle dikkat çekerler. Bundan dolayı da yeşil şistler adını alırlar (Şekil 5.2.c). Ayrıca şistozite gösteren ve kökeni mağmatik olan pek çok kayaç çeşidi vardır. Bunlardan başlıcaları talk şist, klorit şist, amfibolit veya hornblende şist olarak sayılabilirler.

5.2.3. MERMERLER

Mermerler metamorfizmaya uğramış kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı hatta dolomitlerdir. Kireçtaşları metamorfize olunca kristallerinde irileşme görüldüğü gibi yapısı ve dokusu da değişir. Hatta bazı mineraller üreyebilir (Muskovit ve granat gibi). Mermerler genellikle beyaz renkli olurlar. Ancak içine aldıkları yabancı maddelerden dolayı renkli görülürler (Şekil 5.2.f).

Mermerlerin asıl bileşimlerini kalsiyum karbonat, kalsiyum mağnezyum karbonat oluşturduğu halde, bazen az miktarda kuvars, silikatlar, feldspat, demiroksit, manganoksit, pirit, mika, fluorit ve organik maddelerde bulunur.

Mermerlerden binaların iç ve dış kaplamalarında, merdivenlerde, heykelcilikte, süs eşyası yapımında, vazo, sigara tablası, biblo, şömine yapımında faydalananır.

İçlerinde mika pulcukları ihtiva eden mermerler sipolen adını alırlar. Bunlar kolay ayrıldıklarından kaplamacılıkta kullanılmazlar. Dolomit mermerleri sert olduklarından işlenmesi zor olur. Bu nedenle dolomit mermerleri konkásörlerle kırılarak pirinç şekline getirilerek mozayik pirinci yapımında kullanılırlar.

Ülkemizin çeşitli yörelerinde rastlanılır ve işletilirse de, en çok üretim yeri Afyon'dur. Tarihi çok eski olan Afyon mermerleri gerek işlemesi, gerekse cila kabul edişi ile İtalyan mermerleri ile boy ölçüsecek kadar güzeldir. Ayrıca Marmara adasında, Manisa, İzmir, Muğla, Akhisar, Efes, Kırşehir, Kastamonu, Tosya'nın mermerleri eskiden beri işletilmekte ve çeşitli gaveler için kullanılmaktadır.

5.2.4.KUVARSİT

Adından da anlaşılacağı gibi kuvars tanelerinin silis çimento ile bağlandıktan sonra metamorfizma geçirerek yeniden kristallenmiş kayaçlara kuvarsit denilmektedir. Bunlar sert ve sık dokuludurlar. Metamorfik ve sedimanter olmak üzere iki çeşit kuvarsit vardır (Şekil 5.2.e).

Kuvarsitler kuvars tanelerinden başka feldispat, mika, karbonat, amfibol, demiroksit vb. mineralleri de kapsayabilir. Yurdumuzda Antalya-Silifke arasındaki Toros'larda, Anamur-Gazipaşa arasında, Afyon'da, Adana-Poazantı-Karpınar köyünde görülür.

Kuvarsitler silisçe zengin oldukları zaman cam sanayiinde, silika tuğası yapımında, ferro silis üretiminde, yapı malzemesinin hammaddesi olarak kullanılırlar.

5.2.5.GNAYS

Gnayslar basınç ve sıcaklığın çok fazla olduğu katazon bölgesinde oluşurlar. Kaba bir yapraklanma gösterirler. Genellikle açık renkli minerallerden kuvars ve feldispatların belli yerlerde, koyu renkli minerallerinde belli yerlerde gruplanmalarından dolayı bantlı bir yapı gösterirler (Şekil 5.2.d).

Gnaysların ilksel kayaçları mağmatik veya sedimanter olurlar. Granit veya granodiyorit gibi mağmatik kayaçların metamorfizmaları ile meydana gelen gnayslara Ortognays, kökeni sedimanter olanlara Paragnays adı verilir. Ayrıca içtivai etkileri minerallere ve dokularına göre de gnayslar isimlendirilirler (Hornblende Gnaysı, Biyotit Gnays gibi içerdeği minerallere göre, dokularına göre de Bandlı Gnays, Gözülü Gnays gibi adlar alırlar)(Üşenmez 1996).

Ülkemizde başlıca metamorfik oluşumlar Istranca masifi, Ege masifi, Kırşehir masifi, Bitlis masifi olarak sayılabilcekler arasında yer alırlar. Anılan masifler tamamiyle metamorfik oluşumlar olan gnays, mikaşist, kuvarsit, fillit, mermer ve çeşitli sistlerden meydana gelmişlerdir.

5.3. METAMORFİK KAYAÇLARIN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

Metamorfik kayaçlar, özellikle sistozite gösterdiklerinden sistozite düzlemleri boyunca ayrılırlar. Kolayca ayrılan ve parçalanan bir özellik gösteren metamorfik kayaçların, inşaat malzemesi olarak kullanılması sakıncalıdır. Ayrılmamış olan arduvaz ve fillatlar örtü malzemesi olarak kullanılabilirler. Ancak, örtü malzemesi olarak kullanılan arduvaz ve fillitler, ince ince levhacıklara ayrıldıklarından, ayrılan düzlemlerin düz ve homojen olması gereklidir. Aynı zamanda bileşim ve doku yönüyle de homojen ve ihtiiva ettileri pirit, kalsit, manyetit ve benzeri minerallerin bulunmaması lazımdır. Metamorfik kayaçlardan mermerler ise, iyi bir yapı malzemesi olarak tercih edilir. Bina kaplamalarında aranılan inşaat malzemesidir.

Metamorfik kütler, ayrılmamak kaydıyla bina temelleri için sağlam bir yapı oluştururlar. Bazı kayma düzlemleri görülmüş olsa bile, eğer kayma boşlukları kıl doldurmamışsa herhangi bir desteği ihtiyaç duyulmadan kullanılabilirler. Bu çeşit metamorfikler uygun iklim şartlarında hemen değişmeye maruz kalabilmektedir.

Değişen yapıdan dolayı hacim büyümesi ve basınç artması gösterirler. Böyle özelliklere tünel ve baraj inşaatlarında ve diğer inşatlarda dikkat edilmelidir. Metamorfik kayaçlar yeraltı suyu yönünden genel olarak zengin değildir. Ancak, bir metamorfik kayaç olan mermerler içinde yüksek debili karstik kaynaklara ve sulara rastlamak mümkündür. Şist ve kuvarsitlerde ise ancak çatlak ve şistozite düzlemleri boyunca az debili ve iyi kaliteli kaynaklar bulunabilir. Bütün kayaçlarda olduğu gibi metamorfik kayaçlarda da ayrılmış kayaç bölgelerinin tanımlanması, sınıflandırılması ve haritalanması için büyük dikkat sarfedilmesi gereklidir. Bütün büyük boyutlu heyelanlar, şistlerin ve arduvazların ayrışma zonları üzerinde meydana gelir.

Şist ve benzeri kayaçlar şistozite düzlemi boyunca kazılarda kaymalara neden olur. Bu durum özellikle şistozite ve klivajın açılıp zayıfladığı ve kaya direncinin büyük ölçüde düşüğü ayrılmış bölgeler için geçerlidir. Şist ve benzeri kayaçlar, yol inşaatlarında, baraj abatmanlarında ve rezervuar eğimlerinde heyelan tehlikesi ortaya çıkarır.

Masif gnayslar geniş yeraltı açıklıkları için çok iyi şartlar oluştururlar. İskandinavya'da kayda değer birçok yeraltı boşluğu oluşumu bu çeşit kayaçların içinde yapılmıştır. Yüzme havuzları, tiyatrolar, paten sahaları, endüstri depoları, üretim santralleri ve diğer birçok aktivite için tesisler ekonomik ve güvenli bir şekilde bu çeşit kayaçlara açılmış geniş boşluklarda oluşturulmuştur.

Diğer taraftan şistoziteli ve ayrılmış gnays yeraltı açıklıklarında stabilite problemleri çıkarabilirler. Hatta ayrılmış şist ve fillit içinde açılan küçük tunellerde bile tavan çökmesi olabilir. Metamorfik kayaçlar yüzeylerde çatlaklı ve ayrışmalı olduklarından, kazılmaları kaya bloklarının hareketine sebep olur

6.SEDİMANTER KAYAÇLAR

Her çeşit kayacın (mağmatik, metamorfik, sedimanter) her çeşit şartlar altında fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozunma ve dağıılması, daha sonra da olduğu yerde kalması veya değişik yollarla taşınarak belirli bir yerde çökelmesinden meydana gelen malzemeye "sediman" denir.

Meydana gelen sedimanların taneler arası boşlukları bağlayıcı çimento veya matriks malzemesi ile dolarak, değişen zaman süresi içinde sıkışarak ve pekişerek oluşabilen kayaçlara "sedimanter kayaçlar" denir.

Sedimanter bir kayacın oluşumunda en az dört safha bulunmaktadır. Bu safhalar şunlardır:

1-Mevcut kayaçların bozunması,

2-Kayaçların bozunması sonucunda meydana gelen malzemenin çeşitli yollarla taşınması,

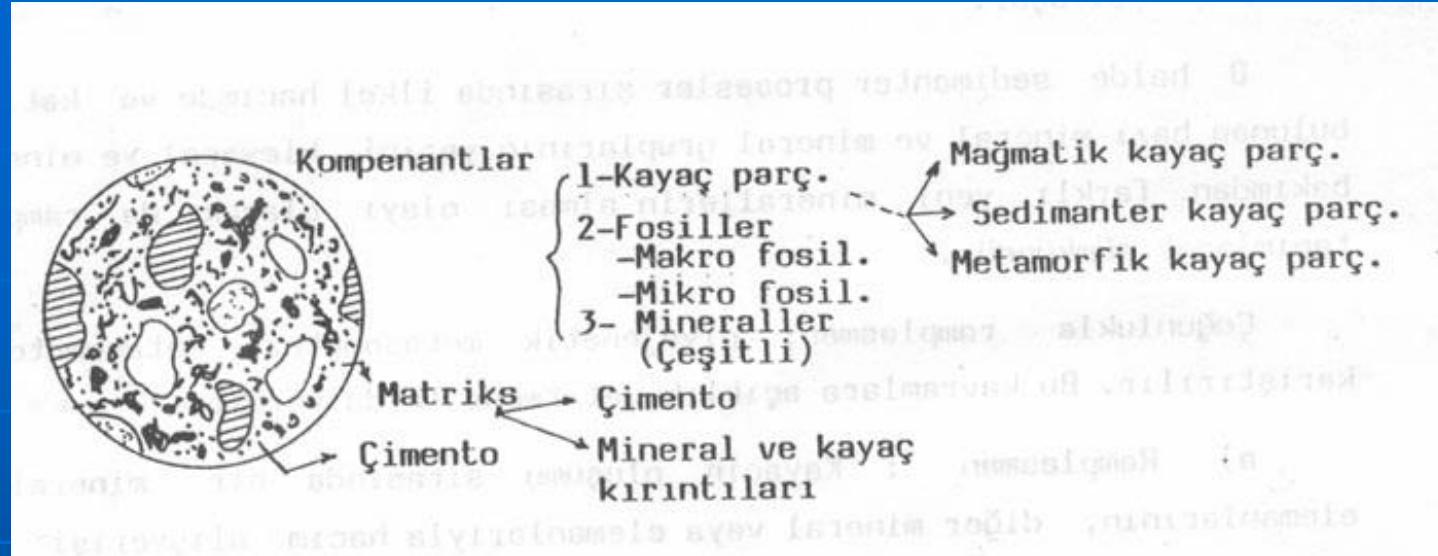
3-Taşınan malzemenin belli yerlerde depolanması veya çökeltilmesi,

4-Depolanan veya çökelen sedimanların diyajenez geçirerek, sıkışması ve pekişmesi.

Diyajenez; çökelme-depolama ortamlarında biriken sedimanların birikimlerinden sonra kayaç haline gelinceye kadar geçirmiş oldukları safhaların (fiziksel, kimyasal, biokimyasal) hepsinde (Metamorfizma hariç) meydana gelen değişimlerin tümüne birden denir. Metamorfizma ile diyajenez arasında kesin sınır çizmek mümkün olmamıştır.

Sediman (Ayrık Sedimanter Kayaç) (Zemin) ile sedimanter kayaçları birbirinden ayırcı bazı kriterler şunlardır.

- a) Sedimanların (Ayrık Sedimanter Kayaç) taneleri birbirlerine bağlanmadıkları ve diyajenez geçirmediği için gevşektirler. Sedimanter kayaçlarda ise taneler birbirlerine bir ara madde yani çimento ile bağlanmışlardır. Ayrıca da diajeneze uğramış ve taşlaşmışlardır. Sedimanların aksine pekişmiş ve serttirler.
- b) Sedimanter kayaçlar tabakalanma gösterirler ve tabakalanırken değişik şekiller sunarlar (Dereceli tabakalanma, çapraz tabakalanma vb. gibi). Sedimanlar ise genellikle kitle halinde bulunurlar. Tabakalanma göstermezler.
- c) Sedimanter kayaçlar organik kalıntılar içerirler. Organizmalar ölümlerinden sonra geriye organik ve inorganik malzemeler bırakırlar. İnorganik atıklar fosilleşir, organik maddeler ise yerlerini petrol ve kömür gibi organik kökenli yanıcı madenlere bırakırlar.
- d) Sedimanter kayaçlar oluşumlarından sonra birtakım değişimlere uğrayabilirler. Bu olaya deformasyon denir. Deformasyonlar sunucunda kıvrılır, bükülür, kırılır, hatta ötelenirler.



Şekil 6.1. Sedimanter kayaçta bulunan elemanlar.

Sedimanter kayaçlar, oluşlarına neden olan faktörlere göre:

Ayrık Sedimanter Kayaçlar,

Organik Sedimanter Kayaçlar,

Kimyasal Sedimanter Kayaçlar

olarak üç gruba ayrılır. Aşağıda bunlar detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

<u>ÖZELLİK</u>	<u>AYRIK</u>	<u>ÇİMENTOLU</u>
D A N E L İ	>200mm 60mm – 200mm 2mm – 60mm	BLOK (BOULDERS) İRİ ÇAKIL (COBBLE) ÇAKIL (GRAVEL)
	0.6mm – 2mm 0.2mm – 0.6mm 0.06mm – 0.2mm	İRİ KUM ORTA KUM İNCE KUM
	0.002mm – 0.06mm < 0.002mm	SİLT (SİLT) KİL (CLAY)
O R G A N İ K	KİREÇTAŞI	KAVKİ MERCAN ALG GLOBİJERİN
	SİLİSLİ	RADİOLARİA DİATOME SÜNGER SPİKÜLLERİ
	KARBONLU	ÇİÇEKSİZ VE ÇİÇEKLİ TÜM BİTKİLER
	DEMİRLİ	BATAKLIK DEMİRİ
	FOSFATLI	GUANA KEMİKLER
K İ M Y A S A L	KİREÇTAŞI	Eriyiklerden çökelmiş CaCO_3 , Çökelme veya başkasının yerini alma ile meydana gelen $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
	SİLİSLİ	SİLİS JELİ
	DEMİRLİ	Fe_2O_3 HİDROZOL
	TUZ	TUZGÖLÜ BİRİKİNTİLERİ

6.1. AYRIK SEDİMANTER KAYAÇLAR

Çizelge 6.2. Ayrık Sedimanter Kayaçlara Tane Çaplarına Göre Verilen İsimler

<u>ÇAP (mm)</u>	AYRIK	ÇİMENTOLU
200mm< 60mm – 200mm 2mm – 60mm	BLOK İRİ ÇAKIL ÇAKIL	KONGLOMERA VE BREŞ
0.6mm – 2mm 0.2mm – 0.6mm 0.06mm – 0.2mm	İRİ KUM ORTA KUM İNCE KUM	KUMTAŞI
0.002mm – 0.06mm < 0.002mm	SİLT (SİLT) KİL (CLAY)	SİLTTAŞI KİLTAŞI

6.1.1. BLOKLAR

Çapları 20 cm.'den büyük olan kaya parçalarına "Blok" ismi verilir. Taşınmaları ve dolayısı ile aşınmaları zordur. Dağ yamaçlarında, asılı durumda kalan parçaların kopması veya çatlaklarından ayrılmaları ile oluşurlar. Köşeleri sivridir.

Bloklar, sahanak halinde şiddetli yağış alan bölgelerde, akarsuların başlangıç kısımlarında veya yan derelerin ana derelere kavuştuğu alanlarda görülür. Bunlara "Birikinti Molozları" veya "Birikinti Blokları" da denir.

Kitle hareketleri ile, düşme ve heyelanlarla dağlardan, yamaçlardan büyük parçalar kopar; bunlara "Heyelan Molozları" veya "Yamaç Molozları" ismi verilir.

Bloklar yapı işlerinde kırılarak veya olduğu gibi kullanılır. Yalnız, küçük bloklar, özellikle çapları 40-50 cm'den küçük olanlar, yuvarlak olduğundan temellerde ve duvarlarda kullanılmamalıdır. Bu gibi bloklar üstüste konulduğularında değme alanı dar, depreme ve taşımaya karşı dirençleri az olur. Bunların kırılması, köşeli yüzeylerin meydana getirilmesi ve sonra kullanılması gereklidir (Erguvanlı 1983).

6.1.2.ÇAKILLAR

Çapları 0.2-60 cm. arasında olan parçalara "Çakıl" denir. İri Çakıl (Cobble) 6-20 cm. ve çakıl (gravel) 0.2-6 cm. büyüğündedir. Bunlar su, rüzgar, buzul etkisi ile aşınır ve yuvarlak bir şekil alır.

Çakıllar her çeşit kayactan oluşabilir; akarsu yataklarında, kıyılarda toplanır. Çok zaman hayvan kabukları, kum, silt ve kil karışmaktadır. Temiz, homojen ve aynı büyüklükte olanı azdır. Akarsularda çakılların dizilişi ve iriden ufağa gidişi suyun akış yönünü gösterir. Kıyılarda da denizin derinliğini tanımlar. Çakıllar, balast, beton agregası, yol ve filtre malzemesi olarak inşaat işlerinde kullanılır. Bu için çakılların temiz olması, kıl, silt ve kavkı parçalarının bulunmaması gereklidir. Yol ve beton agregasında ayrıca, türleri de önemlidir. Beton agregasında kullanılacak olanlar içinde opal, kalseduvan, tridimit ve dasit çakıllarının yüzde (%) miktarı belli sınırları aşmamalıdır.

6.1.3.KUMLAR

Çapları 0.06-2 mm. Arasında olan parçalara "Kum" ismi verilir. Kum deyimi ile dane büyülüğu anlaşılır. Bileşim tanımlanmaz. Fakat pratikte yalnızca kum denildiği zaman "Kuvars kumu" anlaşılmaktadır. Aksi halde "Kireçtaş Kumu", "Granit Kumu", "Jips Kumu", "Manyetit Kumu", "Olivin Kumu" gibi kumun baskın minerallerinin ismini söylemek gereklidir. Kum türlerinin sayısı 100-200 olabilir. Kumlar çaplarına göre *İri Kum*, *Orta Kum*, *İnce Kum* olarak sınıflandırılır.

Çoğu zaman iri kumlar yuvarlak, ince kumlar köşeli ve az köşeli olurlar. Kumların, çoğunlukla deniz kumlarının içinde çok sayıda kavkı bulunur. Bu tip kumlara "Kavaklı Kum" denir. Eğer kumun içinde fazla, işletilmesi ekonomik olabilecek, miktarda maden, (altın, demir, zirkon v.s.) bulunursa, böyle kumlara da "Plaser" ismi verilir.

Kumlar oluş yerlerine göre Deniz Kumu, Nehir Kumu, Çöl Kumu, Buzul Kumu gibi isimler alır. Deniz kumları akıntı ve rüzgarlarla deniz kenarlarında, körfezlerde, kuytu yerlerde yiğilir. Şekilleri yuvarlak ve üzerleri tuzlarla örtülüdür. İçlerinde kavkı parçaları boldur. İnşaat işlerinde, harçta ve sıvada deniz kumu kullanılmamalıdır. Akarsu kumları köşeli, parlak, değişik çapta ve bileşimdedir. Akarsulardaki kum ve çakılların türleri, yağış alanında bulunan taşların bir koleksiyonudur.

İnşaatta aranan kum, kil ve silti % 5'den az akarsu kumlarıdır. İstanbul'da Marmara Ereğlisi civarındaki Sultan Çiftliği Deresi'nden ve Üsküdar-Şile yolu arasında Riva Deresi'nden çıkarılan Kuvars Kumları en iyi ve inşaatçılar tarafından standart olarak alınan kumlardır. Buzul Kumları sıvri köşeli, Çöl ve Kumul Kumları da yuvarlak, pürüzlü ve çiziklidir. Kumlardan, inşaatta ve çeşitli endüstride yararlanılır. Kuvars Kumları yapıda harç ve sıvada, betonda, hafif beton yapımından, filtrasyon ve yollarda kullanılır. Temiz, demirsiz, saf olan kuvars kumları cam ve seramik endüstrisi için gereklidir. İstanbul'da cam ve seramik endüstrisinde, içinde % 1'den çok daha az, demir oksit olan Yalıköy ve Kabakça Kuvars Kumlarından faydalananılır.

İçinde % 15-20 kadar genişleme özellikli, kil (bentonit) bulunan kuvars kumları "Döküm Kumu" olarak kullanılır. İstanbul ve Karabük'teki döküm fabrikalarında İstanbul-Küçükköy ve Zonguldak kumları kullanılmaktadır. Bu saf kuvars kumunun içine bentonitik madde konularak yapılmaktadır (Erguvanlı, 1983).

6.1.4. SİLTLER

Çapları 0.06-0.002 mm arasında olan tanelere verilen isimdir. Daha geniş anlamda silt denilince akla, akarsularla taşınan, liman ve körfezlerde toplanan ince çamursu tortular gelmektedir. Tane çapı olarak ziraatçılar, mühendisler, jeologlar başka başka limitler kullanmaktadır. Fakat bariz karakteri cimentolanmamış ve ufak çaplı olması ve elde parmaklar arasında pürüzlü hissini vermesidir.

Bugün mühendisler, ufak taneli siltli zeminleri fiziksel özelliklerine, içlerinde bulunan plastik kil minarellerinin miktarına göre isimlendirmektedir (Erguvanlı 1983).

6.1.5.KİLLER

Çapları 2 mikron (0.002 mm) dan ufak olan mikroskopik kil minerali parçacıklarına 'Kil' ismi verilir. Bunlar kayaçların kimyasal ayrışmaları sonucunda oluşur. Killer susuzken sert, su ile yoğrulursa plastik ve akıcı bir karakter kazanır.

Kil ve kil mineralleri üzerinde son 50 yıldan bu yana çok çalışılmakta, bileşimleri, özellikleri, oluş ve bulunmuş şekilleri ayrıntılı bir şekilde incelenmektedir. Bu araştırmalarda 1924 'den beri X ışınları (diferansiyel termal analiz), 1947 'den beri de kil parçacıklarını 100-200 bin kez büyütüebilen, 'Elektron Mikroskop' u kullanılmaktadır.

Kil minerallerinin bileşimi sulu alüminyum silikattır. SiO₂ ve Al₂O₃, tetraeder ve oktaeder halindedir ve bunlar çeşitli şekillerde birleşerek, çeşitli kil minerallerini meydana getirirler.

Kil mineralleri, belirli koşullar altında, feldispatlı kayaçların ayrışması (kaolinizasyon) sonucunda oluşur.

Doğada rastlanan killer yalnız bir tür kil mineralinden oluşmuş değildir. Bir kaç türün ve kolloidal maddelerin karışımıdır. İçerlerinde, kuvars, feldispat, demiroksit, pirit, kalsit, jips ve organik maddeler çok zaman bulunur.

Killer su ile karıştırıldıklarında yağlı, yapışkan, plastik bir özellik gösterirler. Böyle killere 'Yağlı Kil' adı verilir. Bunlar kuru iken sağlam, yaşken zayıf, çürük ve geçirimsiz (empermeabl) dir. Böyle killer dile yapıştırılıncı dildeki suyu emer ve dili çeker.

İçinde silt ve ince kum tanecikleri olan killer su ile yoğrulunca çok az bir plastiklik gösterirler. Böyle killere de 'Zayıf Kil', 'Yağsız Kil' ismi verilir.

Doğada fiziksel özellikleri tamamiyle başka, fakat çapları çok küçük mineraller de vardır. Bunlara kil değil, kil çapında mineral demek, daha doğru olur.

İnşaat ve temel işlerinde, mühendisler 200 No'lu elekten geçen (0.074 mm'den ufak) ince taneli malzemenin plastik olanına *kil*, plastik olmayayına da *silt* adını vermektedir. Bu sınıflama '*Likit Limit*' ve '*Plastisite Indisine*' göredir.

Killer eskiden beri çeşitli işlerde kullanılmaktadır. Fakat bugün killerden faydalananma alanı çok artmıştır. En çok seramik, kağıt, petrol, çimento endüstrisinde, ziraat ve yapı işlerinde, tuğla, kiremit, kerpiç yapımında, yollarda, toprak barajlarda ve drenaj kanallarında kullanılır. Mühendisler, killerin her zaman, su ile temasta şışeceğini ve kabaracağını ve dolayısıyla zararlı olabileceğini akılda çıkarmamalıdır.

Kil mineralleri ve killer, Türkiye'de birçok yerde vardır ve kullanılmaktadır. Türkiye'de bugün en çok kullanılan kil Mihalıççık kili, Çanakkale-Çan, Bilecik-Küre, Çaltı, İnhisar kili ve İstanbul civarındaki Ayazağa, Uskumru Köyü killeridir (Erguvanlı 1983).

6.2. ÇİMENTOLANMIŞ AYRIK SEDİMANTER KAYAÇLAR

Ayrık kayaçlar bir çimento ile birleşecek olursa 'Çimentolanmış Sedimanter Kayaçlar' olur. Çimentolu sedimanter kayaçlar çaplarına göre Konglomera veya Kumtaşı ismini alır.

6.2.1.KONGLOMERALAR

Çapları 2 mm.'den büyük olan çakıl, iri çakıl ve blokların doğal bir çimento ile birleşmesiyle oluşan kayaçlara 'Konglomera' ismi verilir (Şekil 6.2.a). Çapları daha küçük (2-0.06 mm. arasında) kum büyüklüğünde olan tanelerin birbirleriyle birleşmesiyle de 'Kumtaşı' meydana gelir.

Parçaları birbirine birleştiren doğal çimento kum, silt veya kil çapında olabilir. Çimento bileşim itibarıyle kalkerli, silisli, killi, dolomitli, demirli, jipsli v.b. olabilir.

Konglomeralar orijinlerine göre, denizel veya göl konglomerası olur. İçindeki parçaların büyüklüğüne göre de *blok konglomerası*, *iri çakılı konglomera* ismi verilir. Çakıllarının cinsine bakarak da *granit konglomerası*, *sileks konglomerası* diye sınıflandırılabilir.

Konglomera çakıllarının çapları aynı büyüklükte veya farklı olur. Çakılların çapları aynı büyüklükte olan konglomeralara, *Homojen Konglomera*, çapları değişik büyüklükte olanlara da *Heterojen Konglomera* denir.

Konglomerayı meydana getiren çakılların türü aynı veya başka başka olabilir. İçindeki elemanları aynı olanlara, *Monojenik Konglomera*, elemanları farklı türde olanlara da *Polijenik Konglomera* ismi verilir.

Konglomerayı oluşturan tanelerin şekli de değişik değişik olabilir. Çakılları yuvarlak olan konglomeralara *Puding*, çakılları köşeli olan konglomeralara da *Breş* adı verilir.

Konglomeralar, bir deniz basması sonucunda oluştuğunda, kumtaşısı, silttaşısı, marn ve kalkerlerden ibaret tabaka serilerinin tabanlarını teşkil eder. Bundan dolayı bunlara *Taban Konglomerası* adı verilir (Erguvanlı 1983).

6.2.2.BREŞLER

Çakılları köşeli olan konglomeralara *Breş* ismi verildiğini yukarıda söylemişistik. Breşler çeşitli yollarla meydana gelir. Dik yar ve yamaçların altında *Kıyı Breşi* ve *Yamaç Breşleri* oluşur.

Faylarda, mekanik olarak kırılan, oynayan bloklar arasında da *Fay Breşi* görülür. Çakıl ve çimentosu volkanik elemanlardan ibaret olan breşlere de *Volkanik Breş* veya *Aglomera* ismi verilir.

Elemanları gözle seçilemeyecek derecede küçük olan breşlere *Mikrobreş* denir ve bunların iç yapıları ancak mikroskopla görülebilir,

Puding ve breşler değişik şekilli ve renkli çakıllardan ve çimentolardan ibaret olduğundan inşaat işlerinde, masif veya cilalı kaplama taşı olarak kullanılmaktadır. Bu iş için çimentonun, çakılları iyi bir şekilde birleştirilmiş, boşlukları doldurmuş olması gereklidir. Eğer bu çimento ile doldurma tamsa taş yoğun, değilse boşluklu olur. Ayrıca çimentosu killi, jipsli ve iri kumlu olmamalıdır. Çimentonun cinsi aşınmaya, kumlu oluşu da iyi cila almamaya etki yapar.

Türkiye 'de çok eskiden beri inşaat işlerinde kullanılan puding ve breşler vardır. En ünlüleri '*Hereke Pudingleri*' ve '*Bilecik Tektonik Breşleri*' dir.

Hereke taşlarının basınç ve dona dirençleri ve hoş renkleri dolayısıyla büyük camilerimizde, İstanbul' da Beyazıt, Süleymaniye, Sultanahmet ve Yenicami ' de, Haydarpaşa Lisesi 'nde ve gar binasında, Ankara garında, İstanbul Büyük Postane binasında kullanılmıştır. Bugün ise hiç yararlanılmamaktadır (Erguvanlı 1983).

6.2.3.KUMTAŞLARI

Çapları 0.06-2 mm. arasında olan kum tanelerinin doğal bir cimento ile birleşmesiyle 'Kumtaşı'nın olduğunu yukarıda görmüştük. Bu tür kayaçlara 'Psamitik Kayaçlar' da denir (Şekil 6.2.d).

Asıl kumtaşları cimentosu ve taneleri silisli olan taşlardır. Bunlar çok sert ve dayanıklıdır. Cimentosu kalkerli olanlar ise, cimentosu, tanelerin arasına doldurma derecesine göre, boşluklu veya yoğun olurlar. Bu zaman dış etkilere karşı dirençleri değişiktir.

Süs ve kaplama işleri için en iyi kumtaşları, cimentosu ve taneleri silisli olan grellerdir. Bu gibi grellerde ağır taneler cimentodan ayırt edilemeyecek derecede ufak ve homojen olursa, '*Kuvarsit*' ismi verilir. Kuvarsitlerin diğer ülkelerde süs ve yapı işlerinde kullanıldığı halde yurdumuzda kullanılmamaktadır. Yalnız dış etkilere fazla dayanıklı olmaları nedeniyle liman işlerinde işe yaramaktadır.

Istanbul'da Kinalıada'dan çıkarılan kuvarsitlere halk Kinalı Taşı adı verilmektedir. Bu kuvarsitler İstanbul'da Salıpazarı rıhtımında, Haydarpaşa binasında ve dalgakıran inşaatında kullanılmıştır. İstanbul'un doğusunda, Pendik civarındaki kuvarsitler hafif yapı malzemesi (Ytong) yapımında kullanılmaktadır.

Yurdumuzda inşatlarda daha ziyade çimentosu kalkerli ve glokonili olan yeşilimsi greler kullanılmak için aranır. Bunlar arasında yonulmaya ve işlenmeye elverişli olanları öngörülür. Bu tip taşların en önemlileri Bilecik'in Osmaneli ; İstanbul'un Şile ve Elazığ Sal kumtaşlarıdır (Erguvanlı 1983).

6.2.4.ARKOZ

Gri-beyaz, morumsu, pembe renkli, kaba taneli feldispatlı bir kumtaşıdır. İçinde kuvars ve yarıdan az (% 25-30) feldispat ve bazen mika bulunur. Tanelerin çapları ve şekilleri çok değişik olur; taşın içindeki feldispat, renk ve dilinimleriyle tanınır. Çimentosu çoğunlukla killi, kalkerli ve demirlidir. Bununla beraber ilk bakışta, feldispatların görülmesi volkanik kayaçları hatırlatır. Fakat dikkatle incelenecek olursa, parçacıklarının köşeli şeklinden, tabakalaşmanın bulunmuşundan kolayca ayırt edilir. Arkozların, çok zaman, ufak bir alan içinde grimsi, breşimsi, konglomeramsı ve bazan da daha küçük elemanlı olduğu, birinden diğerine geçtiği görünür (Şekil 6.2.b).

Arkozların, granitlerin civarında, çabuk aşınma ve yiğuşma ile daimi yükselen bölgelerde, akarsu taşınmaları ile oluşturukları kabul edilmektedir (Erguvanlı 1983).

6.2.5.GROVAK

Gri yeşilimsi koyu renkli, sert köşeli, kuvars, feldispat taneli, mikali, kloritli, silisli ve killi çimentolu bir kumtaşıdır. Tanelerin köşeli olması karakteristiktitir. Bazı tipleri yoğun, bazı tipleri tabakalı ve dereceli tabakalıdır. Bununla beraber herkes tarafından kabul edilmiş kesin bir tanım yoktur. İstanbul civarında Siluriyen ve Devoniyen devirlerine ait çeşitli renk ve dokuda grovak ve grovakımsı şeyl (ince ince ayrılan karakterde killi sist) ve konglomeralar, birbirini takip eder şekilde bulunmaktadır.

6.2.6.SİLTTAŞI, KILTAŞI VE ŞEYL

Çapları 0.06 mm. den ufak olan silt ve kil parçalarının diajenez ile 'Silttaşısı' ve 'Kiltası' meydana gelir. Bu tip kayaçlara 'Pelitik Kayaçlar' ismi de verilir. Bu kayaçlar daha önce kayaçların ayrışmasıyla oluşmuş kil minerallerinden, kristalize olmuş kolloidal maddelerden, ufak kuvars, mika, demiroksit, serizit, klorit ve pirit parçalarından ibarettir. Bunların tümünü gözle ayırt etmek mümkün değildir. Tayinleri özel alet ve yollarla yapılır (Şekil 6.2.e).

Ufak çaplı parçacıkların, suların içinde birikmesiyle bir çamur (mud) tabakası meydana gelir. Bu tabakaların üst üste birikmesiyle de içlerindeki su dışarı çıkar; bu suretle silt ve kil çamurundan, sert ve sıkı 'Silttaşısı' ve 'Kiltası' oluşur (Bunlara Siltstone, Claystone, Clayrock veya daha genel olarak 'Mudstone (Çamurtaşısı)' denir).

Bazen de *Arjilit* deyimi kullanılır. Arjilit, taşlaşma yönünden kultaşı ve silttaşları ile şeyller arasında pelitik bir kayaçtır. Arduvazdan farkı bunda klivajın tabakalaşmaya paralel olmasıdır. Halbuki arduvazda klijav tabakalaşmadan farklı doğrultudadır.

Kil ve silttaşları sıkışma ile taşlaşmış kil ve silt demektir. Ayrı özellikleri vardır. Eğer kompaksiyon artacak ve çamurtaşları daha yoğun ve ince ince tabakalara, laminalara ayrılır hale gelecek olursa ' *Killi şist* ' ' *Shale* ' ler husule gelir. Tipik bir şeyl, gri, siyah, pembe, mor renkli, ince taneli, homojen, kolayca çizilir ve ince ince yaprakçıklarla bölünebilir karakterde bir taştır. İçlerinde bazen, oluşturukları zamanı gösteren çeşitli fosiller bulunur (Şekil 6.2.f). Bu ince ince levhacıklara bölünebilme özelliğiyle de kil, silt, ve çamurtaşlarından ayrırt edilir. Şeyl' ler metamorfizmaya uğrarsa ' *Arduvaz (Slate)* ' meydana gelir. Killi şistler temel bakımından iyi değildir. Bilhassa su ile teması ve ayırmaları tehlikelidir. Killer gibi dikkat edilmelidir. Tuğla, kiremit ve refrakter tuğla yapımında, çimento ve plastik sanayinde kullanılır (Erguvanlı 1983).

6.2..7. MARN

Kultaşı ve silttaşları içinde bazen çeşitli oranda CaCO₃ bulunur. Kalsiyum karbonatın yüzde miktarına göre, kayaçlara değişik isimler verilir ; Kireçtaşı, marnlı Kireçtaşı, marn - Kireçtaşı, Kireçtaşlı marn, marn, killi marn, marn - kil, marnlı kil, kil gibi.

Bu petrografik isimlerin yanında ekonomide kullanılanlar da ayrı ayrı adlandırılmaktadır. Beyaz kireç, su kireci, çimento kireci, Romen kireci, portland çimentosu, tuğla kili, ateş tuğası kili gibi.

Marnların bazı türleri çimento ham maddesi olarak kullanılır. Bunların içinde % 23-28 kil, % 67-72 Kireçtaşları bulunur. Bu gibi marnlar, kil veya kireçtaşları eklemeden öğütülür, pişirilir ve çimento yapımında kullanılır. Örneğin Darıca Üst Kretase ve Ankara çimento fabrikası da jura devrine ait bu gibi marnları kullanarak çimento yapmaktadır.

Marnlar, temel inşaatı yönünden daha detaylı incelenmeli, içerlerindeki kireçtaşları miktarı ve civarın yeraltı su durumu çok iyi araştırılmalıdır.

Marnlar, su ile temas geçince içlerine su alırlar; hacimleri artar; dirençleri azalır ve bir süre sonra da dağılır, parçalanır. Bundan dolayı marnlı arazide inşaat yapmadan evvel *oturma* ve *heyelana* karşı *hassasiyetleri* dikkate alınmalıdır. Bu gibi yapılardan yüzey ve yeraltı suları uzaklaştırılmalıdır. Aksi halde yapılanları ayakta tutmak mümkün olmaz.

Marnlar inşaat taşı olarak, ancak zora kalınca kullanılmalı ve bunun için de, daha ziyade büyük bloklar halinde hazırlanmalıdır. Anadolu'da, çoğunlukla yağışı az Güneydoğu Anadolu' da kili az marnlar, çıkarma, yonulma ve işlenmelerinin kolay olması nedeniyle yapıtaşları olarak kullanılır (Erguvanlı 1983).

6.3.ORGANİK SEDİMANTER KAYAÇLAR

Organik sedimanter kayaçlar canlı organizmaların bioşimik işleriyle iskelet, kabuk veya diğer parçalarının bir araya gelmesi sonucu oluşmuş kayaçlardır. Bunların oluşması için organizmaların çok miktarda olması ve gelişmeleri için uygun ortam koşullarının bulunması gereklidir. İçerlerinde detritik malzeme azdır veya hiç yoktur. Bugün organik sedimanterler, okyanusların, sığ denizlerin ve göllerin dibinde meydana gelmektedir.

Organik kayaçların en önemlileri Kireçtaşlı organizmaların (Alg , mercan, globigerina vb) meydana getirdikleri *Kireçtaşları*; organizma (Radiolaria ve Diatome) lerin oluşturdukları *Radyolarit* ve *Diyatomitler*; çiçeksiz ve çiçekli bitkilerin diyajeneziyle husule gelen çeşitli *Kömürler* (turba, linyit, maden kömürü, antrasit) ve fosfatlı organizmalardan oluşan *Fosforit'* lerdır.

6.3.1.KIREÇTAŞI

Bileşiminde % 90' dan fazla CaCO₃ bulunan kayaçlara genel olarak 'Kireçtaşı' adı verilir. Bileşiminde bazen az miktarda MgCO₃ ' da bulunabilir. Kireçtaşlarının içindeki kalsiyum karbonat çok zaman şekilsiz (amorf) dur. Çok saf oldukları zaman bileşimlerinde % 56 CaO , % 44 CO₂ bulunur. İçerisinde kuvars tanecikleri, kil mineralleri, feldispat parçacıkları, pirit kristalleri, organik maddeler v.b. de bulunabilir. Bu zaman kayaca ' Gremsi Kireçtaşı ' , ' Marnlı Kireçtaşı ' , ' Bitumlu Kireçtaşı ' v.b. isimler verilir (Şekil 6.2.c).

Bileşiminde bulunan MgCO₃ miktarı artacak olursa kayaca *Dolomitli Kireçtaşı*, *Kireçtaşlı Dolomit* ve *Dolomit* adı verilir. Kireçtaşlarının içerisinde kuvars kumlarının miktarı artacak olursa taş grimsi bir görünüş kazanır ve taşa bu zaman *Kumlu Kireçtaşı* (*gremsi Kireçtaşı* ve *Kireçtaşlı gre*) denir.

Kireçtaşının içinde bazen silis bileşimli çakmak taşı (sileks) yumruları veya çakmak taşı tabakaları bulunur. Kireçtaşları içinde yumru veya tabaka halinde bulunan bu yoğun kriptokristalin silisli kısımlara Çört ismi verilir. Bunlar gri, esmer renkleri, konkoidal kırılışları, sertlikleri ve asitle köpürmemeleri ile kireçtaşçı kolayca ayırt edilir.

Kireçtaşlarının renkleri, beyaz, sarı, gri ve siyah olabilir. Renk taşın içine giren yabancı maddelerden ileri gelir. Sarı renk demiroksitlerinden, siyah renk mangan ve organik maddelerdendir. Kireçtaşının içlerinde çok zaman beyaz sarı renkli kalsit damarları da görülür.

Kireçtaşının üzerine asit dökülünce köpürür; Dolomitler ise ancak sıcak asitte erir. Kireçtaşları çakı ile çizilir; sertlikleri 3' tür. Som olmayan gevşek türleri parmak arasında kırılabilir.

Kireçtaşları; genellikle organizmaların biolojik işlevleri ile oluşur ve denizel orijinlidir. İçlerinde denizlerde yaşayan organizmaların artıkları (fosiller) bulunur.

Kireçtaşları inşaat malzemesi olarak çok kullanılır. Fazla sert olmamaları, kolayca işlenebilmeleri, hemen hemen her yerde bulunmaları nedeniyle her türlü yapıda, masif veya kesme taş halinde yaralanılmaktadır. Yoğun ve güzel renkli olanlar cilalanır; bina iç ve dış kaplamasında kullanılır. Kireçtaşları bazı yerlerde, marn ile karıştırılarak çimento endüstrisinde kullanılır.

Kireçtaşları kırılıp yollarda blokaj ve mıcırlar olarak kullanılır.

Kireçtaşlarının özel ocaklıda yakılmasıyla 'Kireç' elde edilir.

Kireçtaşlarından kireç yaparken içlerindeki yabancı maddeler, özellikle Mg saptanmalıdır (% 2'den fazla olmamalıdır). Ayrıca taşların yanma deneyleri yapılmalıdır. Yanmada tanelerin kenetlenmesi önemli rol oynar.

Kireçtaşlarının su emmesi, aşınması ve basıncı karşı direnci dokularına göre değişir; sıkı ve kompakt olanlarının basınç direnci 2000 kg/cm^2 dir. Su emmesi ve aşınması azdır. Poröz ve boşluklu olanların ise basınç dirençleri 200 kg/cm^2 civarındadır. Türkiye'de inşaatta en çok kullanılan kireçtaşlarının porozitesi, % 0-15 arasında değişir. Bu daha ziyade içlerinde bulunan boşluklara ve kum tanelerine bağlıdır. Bu özellik yeraltı su akiferlerinin ve petrol yataklarının oluşması yönünden çok önemlidir.

Kireçtaşları binalarda kaplama olarak kullanılırken, bilhassa temele yakın rutubetli kısımlarda, su emerek dağılabilecekleri, parçalanıp dökülebilecekleri dikkate alınmalıdır.

Buna karşı kurak bölge ve yöreler için Kireçtaşı çok sağlam bir yapı malzemesidir.

Yurdumuzda kireçtaşısı, inşaat taşı olarak çok kullanılır. İstanbul'da Bakırköy kireçtaşları, Devon kireçtaşları ; Gaziantep, Şanlıurfa ve Mardin'de kullanılan marnlı kireçtaşları bu şehirlerin mimarisine etki yapmış olan önemli yapı taşlarıdır. Bakırköy kireçtaşları İstanbul'un batısında Bakırköy civarında Haznedar ve Safraköy' deki ocaklardan çıkarılmaktadır.

6.4.DİĞER SEDIMANTER KAYAÇLAR

Kireçtaşlarından başka daha bir çok kayaçlar organik yolla oluşur. Bu tür kayaçların en önemlileri şunlardır.

6.4.1.DİYATOMİT

Mikroskobik alg'lerin diyatome türlerinin silisli kalıntılarının birikmesiyle meydana gelmiş bir kayaçtır. Yumuşak, hafif ve boşluklu'dur. Rengi sarımsı gridir. Görünüş bakımından tebeşire ve kaoline benzer. Asit dökülünce köpürmemesiyle tebeşirden ayrıt edilir. Hafif olması ve pürüzlü dokunuşu ile de kaolinden ayırd edilir. Diyatomitler emici, boşluk doldurucu ve süzücü özelliğinden dolayı birçok endüstride kullanılır. (boya, plastik, dinamit, kimya v.b.). Son yıllarda yapı malzemesi ve hafif tuğla yapımında da faydalанılmaya başlanmıştır.

6.4.2.RADYOLARİT

Radyolarit, Diyatomenelere benzeyen Radio'ların silisli iskeletlerinin yığışmasıyla oluşan kırmızı , bordo ya da koyumsu renktedir.

6.5. KİMYASAL SEDİMANTER KAYAÇLAR

Kimyasal sedimanter kayaçlar, ya doğrudan doğruya suların içinde erimiş bir halde bulunan Kalsiyum bikarbonatlı, dolomitli, silisli, demirli, alçılı, Na , K , Cl'lu, Bor' lu ve NO₃ 'lı maddelerin çökelmesi veya bu eriyiklerin başkalarının yerlerini alması ile oluşurlar.

6.5.1. TRAVERTENLER

Travertenler, kalsiyum bikarbonatlı suların bıraktıkları çökeleklerdir. Bu çeşit suların bulunduğu yerlerde sünger gibi delikli, boşluklu ve hafif taşlar meydana gelir. Çıkış ve akış sahasında bulunan klorofilli bitkiler suların içinde erimiş halde bulunan karbon dioksidi assimilasyon için aldığından çökelme daha hızlı olur ve bitkiler kalsiyum karbonatla örtülür.

Bu suretle oluşan taşların çok delikli hafif olanlarına ve fazla miktarda bitki sap ve yapraklarını kapsayanlarına ' *Kireçtaşı Tüfü* ' ; az boşluklu ve yoğunca olanlarına da ' *Traverten* ' denir.

Geniş bir alan kaplayan ve gayet hoş bir manzara gösteren Pamukkale tuf ve travertenleri dünyada bu tür oluşumların en güzellerinden biridir. Süs ve kaplama taşı olarak bütün dünyada olduğu gibi yurdumuzda da çok kullanılmış ve halen de kullanılmaktadır. Avrupa'ının birçok şehirlerinde Romanya , Viyana , Napoli ve Kuzey İtalya' da ve Güney Fransa' da bir çok binada traverten kullanılmıştır.

Türkiye' de inşaat işlerinde faydalanan başlıca traverten ocakları ; Denizli (Pamukkale-Akköy), Çankırı (Çerkeş-Eskipazar) , Ankara (Malıköy) , Antalya (Koyaltı) , Bursa (Cilimboz , Muradiye) , Konya (Gödene) , mevkilerinde bulunmaktadır.

6.5.2.ALBATRILAR

Kalsiyum karbonat veya kalsiyum sülfat bileşimli, sert, çok ufak kristalli, genellikle beyaz, sarı, kırmızı renkli ve yarışaydam taşlara *Albaltr* ismi verilir. Yarışaydam olmaları karakteristiktitir. Kimyasal bileşimine göre karbonatlı olanlara ' *Kireçtaşı Albatrısı*' , sülfatlı olanlara da ' *Jips Albatrısı*' denir. Çizmekle veya asitle birbirinden kolayca ayırt edilir. Kireçtaşı albatrısını meydana getiren kristaller çoğunlukla aragonit tipindedir. Her iki tip de heykel, vazo, kutu v.b. yapımında ve kaplama işlerinde kullanılır.

Dünyada en meşhur albatrılar Kuzey Afrika' dan (Fas , Cezayir) ve Güney Amerika (Peru , Meksika ve Brezilya) dan çıkarılmaktadır. Son yıllarda Türkiye' de bulunan sarımsı yeşil renkli bu tür taşlar fazla miktarda kullanılmaya ve hatta Almanya ve İtalya' ya satılmaya başlanmıştır. Türkiye taş endüstrisinin gelişmesi için albatrılarımızın ayrıntılı etüdlerinin yapılması, kalite, homojenite ve rezervelerinin araştırılması gereklidir. Türkiye' de işletilen albatrıların en önemlileri ; Kırşehir (Terme) Nevşehir (Hacıbektaş, Ürgüp, Avanos) ; Bilecik (Söğüt-Dudaş) ; Turhal (Kazova) ve Refahiye civarında bulunmaktadır (Erguvanlı 1983).

6.6. SEDİMANTER KAYAÇLARIN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

Mühendisler için kayaçların oluşlarına göre isimlendirilmesi değil, bunların fiziksel ve mekaniksel özellikleri çok önemlidir. Çeşitli kazılarda, tünel inşaatlarında, temel etüdlerinde, bina ve benzeri inşatlarda, çatlama, göçme, farklı farklı oturmanın meydana gelebileceği düşünerek inşaat yerinin tespiti, kayaçlar ve bunlardan oluşan zeminlerin incelenmesi gereklidir. Mevcut kayaçların fiziksel ve özellikle mekaniksel nitelikleri laboratuvar deney ve testleriyle tespit edilmelidir. Varılan sonuçlar rakamlandırılarak temel ve statik hesaplamalarda kullanılmalıdır. Çünkü üzerinde inşaat yapılması düşünülen kayaçların (kayaç ve zemin) belirli taşıma güçleri vardır. Güçlerinden fazla yüklenen kayaçlar yapı ve şekil değiştirirler bundan dolayı da üstteki yapılar zarar görebilir. Normalin üzerinde yüklenen zemin farklı farklı fiziksel ve yapısal özellik gösterir.

Kayaçların mühendislik özellikleri olarak bilinen ve yapılacak inşaatın maliyetine ve emniyetine tesir edecek etmenler özgül ağırlık, porozite, su emme, birim hacim ağırlığı, basınca karşı gelen direnç, atmosfer etkisine karşılık gelen direnç, aşınma, parçalanma, taşıma gücü, şekil ve hacim değiştirmesi olarak sayılabilir. Anılan özellikler laboratuvar araştırmaları ile bulunur. Elde edilen rakamsal sonuçlar gerekli yerlerde kullanılır. Laboratuvara yapılan araştırmalarla aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

a) Çeşitli kayaç ve zemin durumuna göre temel olup almayacakları tesbit edilebilir. Dolayısı ile de sağlamlığı ve depremlere karşı dayanıklılıkları belirlenmiş olur.

b) Çeşitli kayaç ve zeminlerin yeraltı sularını depolama özelliği (S), ya da yeraltı suyunu verme özelliği (Permeabilite (K) ve Transmisibilite (T)) belirlenmiş olur.

c) Kayaçların yapı malzemesine uygun olup olamayacakları ve endüstride kullanılma nitelikleri tesbit edilmiş olur.

Çeşitli kayaçların özellikleri yapılan araştırmalarla tesbit edilebilmektedir. Tesbit edilebilen özellikler aşağıda olduğu gibi sıralanabilir.

Sedimanter kayaçların kırılma ve basınca karşı gösterebildikleri dirençleri, sertlik derecelerine ve içlerinde bulunan minerallerin suya karşı olan hassasiyetlerine bağlı olarak değişir. Mesela; kil, marn, jips ve kalker çimentolu kumtaşları ve konglomeralar sulu ortamlarda basınca karşı az direnç gösterirler. Silis çimentolu olanlar daha fazla direnç göstererek, granit ve bazalt gibi sağlamdır. İyi çimentolanmamış, dolayısıyla sertleşmemiş sedimanter kayaçlar, fazla gözeneklilik ve geçirgenlik dereceleri göstereceklerinden su depolama kapasiteleri yüksek, buna karşılık dirençleri düşük olur.

Kil ve şeyl gibi içlerinde kil mineralleri ihtiva eden sedimanter kayaçlar, ihtiva ettikleri minerallerin çeşitlerine göre bünyelerine az veya çok miktarda su alırlar. Emdikleri su oranına göre gevşer ve bozunurlar. Buna bağlı olarak dirençleri ve taşıma güçleri azalır.

Kuru oldukları zamanki sağlamlıklarını kaybederler. İnşaat yapılması düşünülen zeminler bu özellikte iseler, bu çeşit zeminleri sudan arındırmalıdır, eğer suyun gelme ihtimali varsa drenaj yolu ile suyun gelme ihtimalini yok etmelidir. Kil ve şeyller tuğla, kiremit, seramik, çimento gibi bazı inşaat malzemelerinin ilksel hammaddesi olduğundan ayrıca dikkat edilmelidir.

Kireçtaşları yapı malzemesi olarak kireç, agrega, mıcıç ve yapıtaşrı üretmekte kullanılırlar. Bu alanda kullanılacak kireçtaşlarının gözenek ve geçirgenliğinin su emmelerinin, aşınmalarının az ve basınca karşı dirençlerinin 200 kg/cm^2 den fazla olması gereklidir. Ayrıca direncin alçak veya yüksek olmasına kireçtaşlarının tabakalanma şekilleri etkili olur. Temel ve baraj inşaatlarında kireçtaşlarının çatlak sistemleri ve erime boşlukları ayrıntılı olarak araştırılmalıdır. Bu çeşit inşaatlarda kullanılacak kireçtaşlarının çatlak ve erime boşluklarının olmaması veya en az olma şartı aranmalıdır. Yeraltı sularının araştırılması ise, kireçtaşlarının çatlaklı ve erime boşluklu olmaları şarttır. Çatlaklı ve erime boşluklu kireçtaşları yüksek debili karstik kaynakların meydana gelmesini sağlar.

6.7. JEOLOJİK ZAMANLAR

Çizelge 6.3. Jeolojik zamanlar ve bunların yaşlarını gösteren stratigrafik kolon

ZAMANLAR	DEVİRLER	MUTLAK MİLYON SENE	YAŞ	BÜYÜK HAREKETLER	OROJENİK	
SENEZOYİK	KUVATERNER	HOLOSEN		1. YENİ Eski Yeni Eski	Kaledonyen Herseniyen Alpin Orr. Hareket	
		PLEİSTOSEN				
	TERSİYER	NEOJEN	PLİOSEN			
			MİYOSEN			
		PALEOJEN	OLİGOSEN			
			COSEN			
			PALEOSEN			
	KRETASE		135			
	JURA		180			
	TRİYAS		225			
PALEOZOYİK	PERMİYEN		270			
	KARBONİFER		350			
	DEVONİYEN		400			
	SİLÜRİYEN		440			
	ORDOVİSİYEN		500			
	KAMBİRYEN		600			
ARKEOZOYİK	PREKAMBİRYEN			3000 DEN FAZLA		

7.YAPILARDA KULLANILAN JEOLOJİK MALZEMELER

7.1.YAPITAŞLARI

Taş binlerce yıldır yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bunun başlıca sebebi onun kolay olarak bulunabilmesidir. Yapı malzemesi olarak kullanılacak taş ideal olarak masif olmalıdır ve bünyesinde gizlenmiş kırık, çatlak veya diğer bir süreksizlik bulundurmamalıdır.

Bina köprü, baraj, yol parkesi, blokaj, bordür taşı, otoyol, balast, çatı arduvazı gibi çeşitli inşaat işlerinde kullanılan doğal agrega ve kırmataşların seçimi ve değerlendirilmesinde, bunların jeolojik özelliklerinin yanı sıra bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin de saptanması gerekmektedir.

Basamaklar veya kaldırımlar gibi bir kayanın doğrudan aşınmaya maruz kaldığı yerler haricinde sertlik bir taşın seçilmesinde yardımcı bir faktördür. Taşın dokusu ve porozitesi onun rahat şekillendirilmesini, çözünme ve donma ile bozunmasını etkiler. İnce taneli kayalar, kendi çeşitleri içinde iri taneli olanlardan daha kolay şekillendirilirler.

Aynı zamanda küçük gözenekli kayaçlardaki su birikimi, daha iri gözenekli olanlara göre daha fazladır ve daha geri planda olmak üzere don etkisinde daha çok deform olur

Donma bir yapı taşının kalitesinin düşmesinde önde gelen bir faktördür. Bu faktör kendini bazen küçük parçaların taş yüzeyinden kopmasıyla belli ederken, daha büyük ölçekteki zararı, taşın tamamını etkilemesiyle verir. Don olayı, yağmur suyu ve karın birikmeye daha eğilimli olduğu basamak, köşe vb yerlerde daha çok görülür. Bu sebepten dolayı dış etkilerden korunmuş yerlerde don mukavemeti düşük taşların kullanılması, oluşabilecek zararları azaltır. Birçok mağmatik kayaç ile iyi kalite kireçtaşısı ve kumtaşı ise dondan az etkilenir.

Yapı taşı içерdiği zararlı tuzları, genel olarak toprak ve atmosferden alabildiği gibi, taşın gözeneklerinde de çözünebilen tuzlar bulunabilir. Tuzun taştaki varlığı, taşta değişik etkilere yol açar. Tuzlar, taş yüzeyinde kristalleşerek büyümeye ve hemen taş yüzeyinin altında da kristalleşerek küçülme olayları sonucunda, taşta yüzey kabuklaşması oluştururlar. Küçük gözeneklerdeki tuzun kristalleşmesi sonucunda oluşan basınç gözardı edilemez. Örneğin, halit tuzu (NaCl) 200 MPa, jips[1] ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 100 MPa, anhidrit (CaSO_4) 120 MPa ; kieserit[2] ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 100 MPa'lık basınç oluşturabilir ve bazen bu bile parçalanma için yeterli olabilir. NaCl (Sodyum klorit), NaSO_4 (Sodyum Sulfat) veya NaH_2SO_4 (Sodyum hidroksit) gibi serbestçe çözünebilen tuzlar tarafından oluşturulan kristalizasyon, taşın yüzeyinde parçalanmaya ya da taş yüzeyinin toz haline gelmesine sebep olur. Magnezyum sulfatın, magnezyumlu kireçtaşıyla (Dolomit) reaksiyona girmesiyle taş yüzeyinde derin oyuklar (kovucuklar) oluşur.

Bazı kumtaşları ve gözenekli kireçtaşlarında tuz, taşın yüzeyini tipki balpeteğinin yüzeyi gibi delik deşik yapabilir. Aksine, yüzeyinde tuzun birikmesi, taşta koruyucu sert bir tabaka oluşturarak taşın yüzey direncini de artırır ki biz buna dış sertleşme (*case hardening*) diyoruz. Eğer taş adı geçen bu tuzların doğal kaynağı durumunda ise iç yapısı orantılı olarak zayıf olacaktır.

Silikatlı taşlarda ayrışma yavaştır, fakat ilk ayrışma belirtileri taşta görüldüğü andan itibaren taşın ayrışması hızlanır. Belirli mağmatik kayaçlar ayrıştıkları zaman renk değiştirirler, örneğin birkaç hafta içerisinde açık gri granitlerin üzerinde pembe, kırmızı, kahverengi, veya sarı renkte benekler demir oksitlerin hidrasyonu sonucunda oluşur.

Sedimanter kayalardan elde edilerek inşaat alanında kullanılan kayalar kentsel atmosfer etkisiyle karşılaşınca değişik oranlarda ayrılmaya uğrayabilirler. Bu ayrışma bir takım yabancı maddelerce hızlandırılır. Bu yabancı maddeler : SO₂ , SO₃ , NO₃, Cl₂ ve CO₂ dir. Bunlar aşındırıcı asitler üretirler. Kireçtaşlarında bu durum çok görülür. Örneğin: kireçtaşlarının kalsiyum karbonatı ile zayıf sülfirik asitin tepkimesinden kalsiyum sülfat oluşur. Bu durum, genellikle kaya yüzeyinin altında oluşur, genişleme meydana gelir ve kristalizasyon hafif bir bozulmaya sebep olur. Eğer bu durum devam ederse kireçtaşının yüzeyi pul pul olur.

Kumtaşının dayanıklılığı onun mineralojik bileşimine, yapısına, porozitesine, çimento veya matrisin cinsine ve miktarına bağlıdır. Bu nedenle dış yüzey inşaatı amacıyla kullanılan kumtaşlarına en iyi örnek kuvars arenittir. Silisli çimento ile iyice bağlanmış olan kuvars arenit düşük poroziteye bağlı olup görülen yapraklanması bu malzeme için geçerli değildir.

Bu taşlar süsleme amacıyla kullanılırsa daha pahalıya mal olur. Kumtaşları ayırmaya karşı dirençli olan kuvars tanelerinden oluşmuşlardır. Ama içinde daha az bulunan minerallerin böyle bir direnç göstermeleri tartışma konusudur. Mesela feldispatlarda kaolinleşme olayı görülebilir. Kalkerli çimento, zayıf asitlerle kentsel atmosferde tepkimeye girmesinden demir oksitler oluşur. Bu demir oksitler, oksitli yüzey lekeleri oluştururlar. Asitlerin etkisiyle gerçekleştirilen bu etkiler bir taşın yüzeyinin düzensiz şekilde pul pulmasına veya nadir hallerde ufalanmasına neden olurlar. Yapraklımiş kumtaşı binaların teşhir edilen yüzeylerinde kullanıldığı zaman hava değişikliklerinden kötü etkilenirler ve derzlerde yıkılmalara neden olurlar.

Binanın dış yüzeyi şiddetli ışıya maruz kalırsa mineral bileşenleri genleşirken yüzeyinde de tahribatlar göze çarpar. Bu durum, daha çok içinde yüksek oranda kuvars ve alkali feldispat bulunduran kayaçlarda görülür (kumtaşı ve granit gibi).

Taş ocağından taş çıkarıldığı zaman gözeneklerinde bir miktar su ilave edilir ki buna taşın özsuyu denir (*quarry sap*). Bu su kurudukça taş sertleşir. Bu sebepten dolayı, taşın ocaktan çıkar çıkmaz şekillendirilmesi akıllıcadır.

Granit, mühendislik ve anıtsal kullanımlar için idealdir. Granitin burulma mukavemeti 160~240 MPa arasında değişir. Granit bazı özel bozunma özellikleri gösterir ve bir çok granit gözle görülebilir şekilde normal iklim şartlarında bozunmaz. 100 yıldan daha uzun bir süre önce cilalanmış ve halen bozunmamış örnekler mevcuttur. Fakat, aşırı kirli atmosfer şartlarında, cilalanmış bir granitte herhangi bir bozunma belirtisi olabilir. Granitin maliyeti diğer malzeme giderleriyle karşılaşıldığı zaman çok düşük kalmaktadır ve birçok durumda granit maliyet giderini kısa bir süre sonra amorti eder.

Kireçtaşları, renk, yüzey şekilleri ve porozite bakımından çeşitlilik gösterir. Ayrıca bünyesinde fosil bulunduranları diğerlerine göre, kesilip cilalandığı zaman, daha çekicidirler. Ama asitli su etkisinde bu taşlar bozunurlar, bunun sonucunda cilanın matlaşması, yüzey renginin solması ve yapısal zayıflaşma meydana gelir.

Üzerindeki oymalar ve şekiller aşınabilir ve hatta yok olabilir. Ayrıca doğal özellikleri olan tanecikler, fosiller vb meydana çıkabilir.

Kumtaşının rengi ve mukavemeti tane bileşenlerini bağlayan çimentonun cinsine ve miktarına bağlıdır. Çimento muhtevası poroziteyi ve suyun emilmesini etkiler.

Kayaçların kullanıldığı çeşitli alanlar için tane boyu talepleri farklıdır. Ebatlandırılmış taşlar için > 1 m , yapı, dekorasyon ve kaplama taşları için> 30 cm , beton agregası, asfalt, demiryolu çakılları ve sıva için 1-20 cm olabilir.

7.1.1.MERMERLER

Mermerciliğin tarihçesi Cılalı Taş Devri'ne kadar inmektedir. Cılalı Taş Devri'ne adını veren mermerin işleme ve kullanımı her çağ'a ve uygarlığa ayrı bir nitelik getirmiştir. İlk çağlardan beri insanlar yapı, konut ve özellikle tapınaklarını güzel görünüşlü mermerlerden yapmaya özen göstermişlerdir. İnsanların bu zevki halen değişmemiştir. Gelişen endüstri ve teknolojiye paralel olarak mermer kullanımının artması da bunu göstermektedir.

Mermer, kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarının ısı ve basınç altında metamorfizmaya uğrayarak kristalleşmesi ile oluşan bir metamorfik kayaçtır. Ticari anlamda ise parlatıldığı zaman iyi cila kabul ederek göze hoş görünen her türlü kayaç mermer kabul edilmektedir.

Mermer olarak kullanılan kayaç oluşumlarında, yataklanma durumuna ve jeolojik yapılarına göre açılan üretim ocaklarından, düzgün geometrik şekillerde bloklar çıkarılır. Bu şekilde yarı işlenmiş hale gelen mermer blokları fabrika ve kesme-işleme tesislerinde kesilerek plaka haline getirilir. Silme ve cila (polisaj) işlemi ile silinip parlatılarak pürüzsüz bir yüzey meydana getirilir. İstenilen ölçülerde kenar ve köşeleri kesilerek piyasaya arz edilir.

7.1.1.1. Sınıflandırılması *Mineralojik Sınıflandırma*:

Bu sınıflandırma petrografik açıdan uygulanan bir sınıflandırma olup, mermercilik alanında da zaman zaman kullanılmaktadır. Mermer olarak kullanılan kayacın yapısal özellikleri sınıflandırmada esas olup, oluşumlarındaki ayrılıklar da yapıya yansımaktadır. Buna göre;

a) Sedimanter Kökenli Mermerler:

Kalker çimentolu Konglomeralar, Kalker çimentolu kumtaşları, bres, puding, Sert (kili az veya kilsiz) kireçtaşları, travertenler ve oniks mermerleri

b) Mağmatik Kökenli Mermerler:

Granit, granodiorit, kuvarsdiorit, siyenit, diyorit, gabro, monzonit, norit, peridotit, dunit, verlit, harzburjirt, lerpzolit, liparit, riyolit, dasit, bazalt, andezit, trakit, diyabaz, serpentinitler ve volkanik tüfler (Şekil 7.1, Şekil 7.2, Şekil 7.3 ve Şekil 7.4).

c) Metamorfik Kökenli Mermerler:

Mermer (kristalin kireçtaşı) (Şekil 7.5 ve Şekil 7.6) (, gnays, amfibolit, serpentinit, fillit, kristalin sist, eklojıt.

Ekonominik Sınıflandırma :

Mermer olarak kullanılan kayacın mineralojik yapısı ve oluşuma bakılmaksızın bilimsel tanımlar dışında yapılır. Bu sınıflandırmada renk, desen ve albenisi yanında sertlik gibi fiziksel özelliklerde aranmaktadır. Uluslar arası saptanmış bir kural ve bağlantısı olmadan mermer satıcıları ve mermer işleyicileri arasında kullanılır.

Bu sınıflandırmada en büyük ölçü mermerin fiziksel yapısı ve cila alma niteliğidir.

Buna göre;

- a) Normal Mermerler (mermer, kireçtaşı, dolomit, konglomera) (Şekil 7.5 ve Şekil 7.6)
- b) Sert mermerler (granit, siyenit, serpentin, diyabaz.) (Şekil 7.1, Şekil 7.2, Şekil 7.3 ve Şekil 7.4).
- c) Traverten (Şekil 7.7) ve Oniks Mermerleri.

Mermer olarak kullanılabilecek niteliklerdeki kireçtaşı, dolomitik kireçtaşları ve kalkbreşler ise genellikle alp kuşağı içerisinde ve bu kuşağın çevresindeki Mesozoik ve Tersiyer oluşumları içerisinde yer alır. Kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarının bulunduğu yerler çok değişik jeolojik yapı gösterirler.

Granit, diorit, siyenit vb. gibi mermer olarak kullanılabilen niteliklerdeki mağmatik kökenli kayaçlar eski kristalin masiflerle ilgili olarak bulunur. Bazı kıtalarda örneğin; Kuzey Avrupa'da : İsveç, Finlandiya ve Güney Afrika'da olduğu gibi çok geniş alanlarda granit oluşumlarının bulunduğu jeolojik olarak bilinmektedir. Siyenit adı ise Mısır'daki Siena'dan gelmekte olup piramitler eski Mısırlılar tarafından siyenitlerden inşa edilmişlerdir.

Oniks mermer ve traverten oluşumları genç tektonik evrim ve kalsiyum karbonatlı su çıkışları ile ilgili olduğu için genellikle genç fay hatlarının bulunduğu alanlar ile karstik arazilerde görünürlər.

Mermerin tüketim alanlarında kullanılması teknik özellikleri ve albenisi olmasındanandır. Bina içinde kullanılan mermerler daha çok renk bakımından ve dış kısımlarda kullanılanlar ise dış etkenlere dayanıklı olmasından tercih edilir.

Mermer tozlarının kimyasal bileşimi kalsiyum karbonat olduğu için kimya, yem ve gübre alanlarında, karayolu, beton asfalt ve son kat dolgu malzemesi olarak da kullanılır. Parça kırıntılarından mozaik ile suni mermer yapılmaktadır.

Mermer yerine kullanılabilecek niteliklerde yerine bir ürün bugüne kadar bulunmamıştır. Ancak, seramik ve yer karoları mermer yerine kullanılsa da mermer kadar avantajlı değildir. Ayrıca seramik ürünlerinin üretimi pahalı olup mermerin yerini alması zordur.

Mermer olarak kullanılabilen kayaç oluşumları Türkiye'nin pek çok yerinde bulunmaktadır. Bilhassa kristalin kireçtaşları (mermer) eski kristalin masiflerin litolojik birlikleri içerisinde yer almaktadır. Bu doğal yapı Türkiye'de mermer ve mermer olarak kullanılan mesozoik kireçtaşları oldukça sarp morfolojik yapıda ve tepelik kısımlarda yermasına yol açmıştır. Bu durum işletme açısından; yol, su ve enerji temini gibi güçlüklerle karşılaşmasına sebep olmaktadır. Büylesi durumlarda ocak açılması büyük yatırım harcamalarını getirmektedir. Marmara Adası ve Afyon

(İscehisar) gibi yol ve ulaşım durumu kolay olan sahalarda ise çok sayıda mermer işletmesi kurulmuş ve gelişmiştir. Halbuki Türkiye'de ulaşımı güç olan pek çok yerde daha kaliteli mermer oluşumları bulunmaktadır.

Türkiye'de çeşitli renk ve desenlerde olmak üzere mermer olarak değerlendirilebilecek niteliklerde kristalin kireçtaşı (mermer), kireçtaşı, traverten, traverten oluşumlu kireçtaşı (oniks mermeri), konglomera, breş ve mağmatik kökenli kayaçlar (granit, siyenit, diyabaz, diyorit, serpentin, vb) bulunmaktadır. Bunlar genellikle dünya pazarlarında üstün kalite ve beğeni kazanabilecek mermer tipleri oluşturmaktadır. Mermer açısından bu zenginlik Türkiye'nin jeolojik yapısında yer alan eski kristalin masiflerin varlığı ile izah edilir. Bugün bilinen ve işletilen başlıca mermer sahaları Batı Anadolu Bölgesinde geniş alanlar kaplayan ve litolojik birliğini kristalin metamorfik şistler, gnayslar ve mermerleri oluşturan Menderes kristalin masifinde İzmir-Torbalı, Selçuk civarındaki mermer sahaları, Afyon, İscehisar, Eskişehir, Uşak mermer sahaları, Muğla ilindeki Milas, Yatağan Kavaklıdere çevresindeki mermer sahalarıdır.

Trakya Bölgesinde yer alan Istranca masifinde; Kırklareli gnaysları ve granitleri, Dereköy, Kofçaz Mermerleri, Biga Yarımadası ile Balıkesir çevresinden Uludağ yükseltisine kadar devam eden alandaki Kaz Dağı Masifinde, Ezine-Bayramiç, Edremit civarları, Balıkesir, Manyas, Biga, Marmara Adası ve Bursa çevresindeki mermerlerin de önemli olduğu görülür.

Orta Anadolu'da yer alan Kırşehir (Orta Anadolu) kristalin masifinde Yozgat, Kırşehir, Niğde, Kayseri illerinde değişik desenli mermerler bulunmakta, çok az bir kısmı da işletilmektedir. Kuzey Anadolu'da yer alan Ilgaz kristalin masifinde Çankırı, Çorum ve Kastamonu da mermer sahaları bulunmakta ve çok az bir kısmında işletme yapılmaktadır.

Kuzey Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Artvin çevresindeki eski kristalin masifte de değişik renk ve desenlerde kaliteli mermer bulunmaktadır.

Doğu Anadolu Bölgesinin Güney kesiminde Bitlis Masifinde de metamorfik kristalin seri içerisinde işletilebilecek niteliklerde çok iyi kalitede mermerler bulunmaktadır. Bunların dışında traverten ve traverten oluşumlu kireçtaşları ise daha çok genç tektonik ana ve tali hatlar ile ilgili olarak bunların içerisinde veya yakın çevresinde kalsiyum karbonatlı suların çıkışları ile oluşmuştur. Örneğin; Kuzey Anadolu Fay hattı boyunca Erzurum (Oltu, Narman, Aşkale), Erzincan, Tunceli, Bingöl, Sivas, Tokat, Çankırı ve Bolu traverten ve traverten oluşumlu kireçtaşları (oniks mermeri) Batı Anadolu'daki Fay hatları boyunca İzmir, Aydın, Denizli, Afyon, Kütahya, Eskişehir ve Manisa illerindeki zuhurlar oluşmuştur.

7. 1. 2. YONTMA TAŞLAR (DEKORATİF TAŞLAR)

Bazı kaya kitleleri mermerlerde olduğu gibi büyük bloklar verebilseler bile geniş yüzeyde üretilmeye ve parlatılmaya elverişli degillerdir. Killi ve oolitik kireç taşları, travertenler, kumtaşları gibi sedimanter ve andezitler ve çeşitli tüfler ve tufitler gibi volkanitlerdir.

Bu taşlar;

Yumuşak ve homojen bir yapıdadır. Kolaylıkla kesilebilir ve işlenebilir.

Genellikle hafiftirler.

Ucuz ve çok bulunurlar.

Bir çoğu tüfler ve killi kireçtaşları göz alıcı renklere sahiptirler.

Bina balkonlarında, dış cepheerde ve bazı sanat yapılarında kullanırlar.

Günümüzde bunlara dekoratif taşlar bazen de kesme taşlar denilmektedir.

Osmanlı'da çok yaygın olarak kullanılmışlardır. Günümüzde de Ankara'da binalarda ve bordürler de andezitler çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bazen Ankara Taşı terimi kullanılmaktadır.

Tüf, Tüfit ve tatlısu kireçtaşlarını içine alan dekoratif taşların Türkiye de bulunduğu yerler (Önem, 1997).

Taşın Piyasadaki Adı	Bulunduğu Yer
Keşan Yeşili	Tekirdağ/Keşan
Çanakkale Bal sarısı	Çanakkale/Çan
Biga Yeşili	Çanakkale/Biga
Mudurnu Yeşili	Bolu/Mudurnu,Karababas köyü
Göynük Kırmızısı	Bolu/Göynük,Köstek köyü
Bolu Yeşili	Bolu/Saçcılar
Kandıra Taşı	İzmit/Kandıra,Çerçili köyü
Antalya Beyazı	Antalya/Korkuteli ve Antalya çevresi
Manavgat Beji	Antalya/Manavgat
Kayseri Sarısı	Kayseri çevresi
Kayseri Grisi	Kayseri çevresi
Bulancak Sarısı	Giresun/Bulancak
Bulancak Gül Kurusu	Giresun/Bulancak

7. 1. 3. ÇATI VE KAPLAMA MALZEMELERİ

Çatı örtme amacıyla kullanılan kayaçlar dayanıklı ve geçirimsiz olan ince levhalara ayrılabilen kadar yarılabileme özelliğine sahip olmalıdır. Sonuç olarak Arduvaz hem kullanışlı hem de en çok kullanılan çatı malzemelerinden birisidir. Bununla beraber artık kesme ve elde etme bakımından taştan daha ucuz mal olan kiremitler çatı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Arduvazlar, killi kayaçların düşük seviye de metamorfizmaya bağlı olarak tabakalı yapının bozularak etki eden kuvvette dik yönde dilinimler ve yapraklanması ile oluşması ile teşekkürül eder. Gal arduvazları farklı renklerdir. Bunlar gri, mavi, mor, kırmızı veya benekli olabilirler. İngiltere'deki District Gölünün yeşil renkli arduvazları Borrowdale Volkan türlerinden elde edilmişlerdir. Bunlar Gal arduvazlarından biraz daha iri taneli olmalarına rağmen daha çekicidirler. Arduvazların renkleri değişebilir. Siyah, koyumavi veya gri renkliler karbonlu ve/veya demir sülfürlüdürler. Sülfürler basınçla ezilip dağılmış ince kristal tanecikleri halindedir. Kırmızı ve mor renkliler hematitlidir. Yeşilimtrak mika mineralli klorit ihtiva edenler, yeşil ve yeşilimsi gridir.

Bir arduvazın özgül ağırlığı 2,7 ve 2. 9 arasında değerler almaktır; yoğunluğu da yaklaşık olarak 2,59 t/m³ 'tür. Bir arduvazın makbul olan max. Su emmesi % 0. 37' dir. İçerisinde kalsiyum karbonat bulunan bir takım alt kalitedeki arduvazlar pul pul olurlar ve en sonunda ayırmayla birlikte ufalanıp toz haline gelirler. Bu nedenle arduvazlar kalitelerinin tesbit edilmesi için sülfirik asit testine tutulurlar.

Ocaklılardan arduvaz çıkarmak için patlayıcı kullanıldığından çok büyük zayıflar verilmektedir. Bu nedenle arduvazlar tel testereler kullanılarak çıkarılmalıdır. Arduvaz, testerelerle bloklara ayrılır ve daha sonra 75 mm' lik kalınlığa sahip olan levhalara ayrılır. Bu levhalar elle arduvaz kiremitlere ayrırlar.

Günümüzde artık taş, binaların dış görünüşünü güzelleştirmek için kaplama alanında da kullanılmaktadır. Taş kaplaması koruyucu bir yüzey sağlar. Granit, mermer ve arduvaz toprak zemin seviyesinde kullanıldığında kalınlıkları 40 mm iken ; zemin kat ve daha üst seviyelerde 20 mm kalınlıkta kullanılırlar . Kaplama alanında kullanılan granit veya siyenitler tamamen kurutulmamalıdır ; içerlerinde biraz özsü bulundurmaları gereklidir. Aksi taktirde çok sert olurlar ve işlenmeleri güçleşir. Kireçtaşları ve kumtaşları levhalarının kalınlıkları 50 ile 100 mm arasında değişir.

100 mm incelik farklarından dolayı kaplama taşları rijit olarak yerleştirilmemelidirler. Aksi taktirde sıcaklık değişimi gibi etkilerle yapılarında çatlaklık olabilir. Kaplama amacıyla kullanılan kayalar çatlaklara karşı yüksek dirençlidirler. Yüksek direnç, aynı zamanda termal değişikliklerin, geniş kütlelerde büyük bir etki yaratamayacağının teminatıdır.

Arduvazlara, halk diliyle, damlataşı, kayağantaşı veya en yaygın olarak kayraktaşı denir. Türkiye de Bodrum yakınında çıkarılan siyah renkli, ince tabakalı kireçtaşları, o yörede veya birçok çevre de kayraktaşı olarak adlandırılmasında ve öyle bilinmektedir. Türkiye de gerçek kayraktaşları teşekkürleri Nevşehir çevresinde bulunmaktadır. Dünyada ABD'de Pensilvanya ve Vermont eyaletlerinde; İngiltere'de ise büyük ölçüde Galler'de bulunur.

7.2. KIRMATAŞ

Kırmataş olarak kullanılabilecek mağmatik, metamorfik ve sedimanter kayaçların inşaat sektöründeki kullanılabilirliği değişkenlik sunmaktadır. Bir taşın yapı malzemesi olarak işlenip işlenemeyeceği konusunda kayanın dayanıklılığı önemli bir faktördür. Taşın dayanıklılığının ölçütü, onun ayrılmaya karşı olan dayanıklılığı ve ayrıca kendi orijinal boyu, şekli, mukavemeti ve görünümünü uzun bir zaman boyunca koruyabilmesidir (Sims. 1991; Bell, 1993a). Kayanın yeryüzüne çıktığı veya taşocağında gözlemlenebilen kısımlarının bozunma miktarı taşın dayanım kalitesinin bir göstergesidir.

Kırmataşlar (agregalar) için kullanım alanları ve bölgelere göre kalite talepleri farklılıklar göstermektedir. Kırmataşlar için genellikle aşınma(aggregate abrasion value =AAV), kırılma (aggregate crushing value=ACV), ince taneli malzeme için % 10 sınırı , sıkıştırma (aggregate impact value=AIV), düzgünlük (polished stone value =PSV) oranları, %10 ince malzeme değeri (%10 FV) ile yassılık indeksi ve özgül ağırlık testlerini (dökme ve görünür yoğunluk) yapmak zorunludur. Sürtünmeye karşı direnç aranılan önemli bir özelliktir. Yol yapımında kullanılacak malzemelerin aşınma direnci olabildiğince yüksek olmalıdır. Yataklar kuvars, kuvarsit, taze granitik kayaçlar, kireçtaşı ve dolomit gibi kilsiz, sert kayaclardan itibaren oluşturuklarında ekonomik öneme sahip olmaktadır. Sert olmasına rağmen çört, çimentoda kimyasal reaksiyon oluşturma eğilimi nedeniyle istenmez. Malzemenin dayanımında çok önemlidir.

Donma, çözünme, ıslanma ve kurumaya karşı yüksek direnç arzu edilir.

Parçalanmış ve poröz malzeme betonda çatlamaya yol açacağından kullanılmamalıdır. Tane boyu dağılımı ve tanelerin şekli yol ve inşaat malzemelerinde aranılan özelliklerdir. Eşit boyutlu ve yuvarlak taneler sert beton yapımına daha uygundur.

7.2.1. MAĞMATİK KAYAÇLAR

7.2.1.1. Derinlik Kayaçları

Bu kayaçlar, genellikle çatlaklıdırlar. Ancak taze, ayırmamış oldukları zaman kırılmaya ve basınca karşı yüksek direnç gösterirler. Bu nedenle her türlü mühendislik işlerinde kullanılabilirler. Beton ve diğer yapı malzemeleri için iyi bir kaynaktır (Erguvanlı, 1975).

Granitlerin çatlaklı yapısı, ocak açılması ve büyük boyutlu blokların çıkarılmasında önem kazanır. Sağlam, aşınmaya, basınca, ayırmaya karşı dayanıklı ve cilalanabilir olmaları nedeniyle kapalı ve masif olarak inşaat işlerinde ve parke taşı yapımında kullanılabilirler. Granitlerin sağlamlığı içerisindeki minerallerin ayırtma derecesine kuvars miktarına, tanelerin büyüklüğüne ve kristalleme derecelerine bağlıdır. Granit yapıcı mineraller arasında ayırmaya en elverişli olanları feldispatlardır. Ani ve büyük sıcaklık değişimleri ve yüzeysel etkiler nedeniyle değişime uğrayan granitler, bloklar halinde parçalanırlar. Ancak diğer kayaçlarla mukayese edildiğinde, doğada en dayanıklı olan kayaçlardır. Su emmeleri azdır, mineraller arasındaki mikroskopik boşluklar %0. 1-0,5 arasındadır.

İnşaat malzemesi olarak temellerde, tahkimat işlerinde kırmataş olarak rıhtım, iskele, dalgakıran, köprülerde, parke taşı ve mozaik, bordür taşı ve balast şeklinde yol inşaatlarında kullanılırlar. Ayrıca mimari inşatlarda da çeşitli şekillerde kullanılan bir malzemedir. Parke taşı olarak kullanılacaksa, homojen renkte, basınç mukavemeti 1200 kg/cm^2 den büyük, yoğunlukları en az $2,4 \text{ gr/cm}^3$, aşınma miktarları 4 mm, su emme miktarları en fazla % 3, dondan sonraki basınç dayanımının % 10 dan fazla azalmaması gibi özellikler aranmaktadır. (Erguvanlı 1975) İnşaat işlerinde kullanılacak granitlerde ise basınç direncinin 400 kg/cm^2 den az olmaması gerekmektedir.

Siyenitler, granitlere oranla hem az alan kaplarlar hem de ufak kütleler halinde bulunurlar. Granite oranla daha az mika içerdiklerinden daha iyi cilalanırlar. Daha az olarak yol inşaatında ve özellikle de kaldırım taşı olarak kullanılır. Özellikle içinde %65 albit ve %35 ortoklaz içeren ojitli siyenit olan larvikit mavi yeşil renkli, hoş ve menevişli görünümü ile mimaride süs malzemesi olarak kullanılır. Gabrolar Türkiye de geniş alanlar kaplayan ve inşaat sektöründe kullanılan taşlardır. Kırmataş olarak kullanılabilirliğinin yanısıra temel inşatlarda kullanılırlar. Ayrıca dolgu maddesi olarak ta kullanılmaktadır.

7.2.1.2. Volkanik Kayaçlar

Bu kayaçlar oluşum ortamlarına bağlı olarak değişik fiziko-kimyasal şartlarda meydana gelmişlerdir. Bu nedenle, yapı ve temel inşaat malzemesi olarak kullanılmadan önce çok iyi bir petrografik inceleme yapılması gerekmektedir.

Obsidiyen son yıllarda inşaat sektöründe kullanılmaya başlanmış riyolit bileşimli saydam, doğal camdır. Yalıtkan yapı malzemeleri yapımında kullanılmaktadır. Volkanik faaliyetler sonucunda bazalt, andezit gibi taşlar yerine çok gözenekli, hafif, taşa benzer bir birim oluşur. Buna ponza (sünger) taşı denir. Ponzanın yoğunluğu 0,5 - 1 olduğundan kumdan ve çakıldan çok hafiftir. Harcına ponza katılarak elde edilen beton, kum ve çakıl ile üretilenlerden hafif olduklarından çok büyük üstünlük sağlar. % 17 oranında daha az demir sarfına olanak verir. Ponzanın ısı geçirgenlik indeksi bol gözenekli olduğu için normal betondan 6 defa daha küçüktür. İsi yalıtımı ponzasız duvarda sağlanan 6 kat daha yüksektir.

Hafif yapı malzemelerinden bir diğeri ise perlittir. Özellikle inşaat alanında perlit sıvaları, perlit agregalı hafif yapı elemanları, ısı ve ses yalıtım panoları ve özel amaçlı perlit betonları yapımında kullanılır. Oluşumu derinde ağır bir tempoyla soğuyarak kristallenip mağmanın bir kısmı gazlı bir yapıya sahipse, bunların uçması sonucu perlit oluşur.

İri sanidinli Trakitler Türkiye'de özellikle İç Anadolu, Erzurum, İsparta, Afyon ve Kütahya dolaylarında mostra vermekte ve yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Andezitlerde camsı yapı hakim olduğu için parlatılamaz ancak çok önemli bir yapı taşıdır. Sert olanları kaplama, bordür ve parke yapımında kullanılmaktadır. Masif olarak yapılarda ve kırımtaş olarak yol inşaatlarında kullanılan volkanik bir kayaçtır. Ankara taşı olarak bilinmektedir.

Bazaltlar çok sert ve çok dayanıklıdır. İnşaatlarda parke ve balast olarak kullanılır ve ayrıca bu özelliğinden dolayı, büyük basınç altında kalacak zeminlerdeki beton dökümlerinde bazalt mıcırları kullanılır. Blok verdikleri yerlerde (Diyarbakır) kaldırım için kullanılabilir. Yüksek mukavemetlerine rağmen yüzeyleri çok çabuk kayganlaşır. Bu yüzden yol inşaatlarında daha az dayanıklı olan granit, gabro ve diyabaz gibi kayaçlar kullanılır. Gevşek ve gevrek olan bazalt tüfleri poröz özelliklerinden dolayı hafif yapı malzemelerinin yapımında da kullanılır.

Riyolit , andezit , dasit, trakit bileşiminde olan lav, tuf ve aglomeralar, ocaktan çıkarılması ve işlenmesinin kolay olması nedeniyle yapı taşı olarak , traslı çimento yapımında ve son yıllarda Karadeniz sahillerinde liman inşaatlarında kullanılan kayaçlardır.

7.2.2. SEDİMANTER KAYAÇLAR

Sedimanter kayaçların kırılmaya ve basınca karşı gösterdikleri direnç konsolidasyon derecesine ve içlerinde bulunan minerallerin suya karşı olan hassasiyetine bağlıdır. Buna göre kil, marn , jips ve kalker çimentolu kumtaşısı ve konglomeralar, özellikle, sulu ortamlarda basınca karşı az direnç gösterirlerken, silis çimentolu kuvarsitler daha dayanıklıdır. Ayrık veya az çimentolu konglomera ve breş, kumtaşları ve kilittaşlarının basınca karşı direncileri az, poroziteleri fazladır.

Çimentolu olmayan, ancak tane çapları 20 cm den büyük olan konglomeraların taşınmaları ve aşınmaları zordur. Bu malzemeler kırılarak yapı işlerinde kullanılırlar. Özellikle yuvarlak taneler, dejme alanları dar olduğundan temel ve duvar inşaatlarında kullanılmamalıdır. Yuvarlak taneli olan malzemelerin kırılarak kullanılması dirençlerini artıracagından genellikle, kırmataş olarak tüm inşaat işlerinde kullanılırlar. Ayrıca çok iri bloklar, kesilip cilalandıktan sonra kaplama taşı olarak ta kullanılmaktadır. Tane çapları 20-0. 2 mm arasında olan ve balast, beton agregası, yol ve beton malzemesi için kullanılacak olan çakıllarda opal ve kaledon miktarlarının belli sınırlar içinde olmasına dikkat edilmelidir. Tane çapları 2-0. 2 mm arasında olan kumların kullanımında da bazı kriterlerin gözönüne alınması gerekmektedir. İnşaat işlerinde kullanılacak olan kumların kil ve silt oranlarının %5 ten az olması istenmektedir (Erguvanlı, 1975). Özellikle inşaatta harç ve sıvada, betonda , hafif beton yapımında, filtrasyonda ve yol inşaatlarında kuvars kumları tercih edilmektedir.

Kumtaşlarının kullanımında, hakim olan elemanların mineralojik bileşimi, şekli ve çimentosunun kimyasal bileşimi gözönünde tutulmalıdır. Çimentosunun bileşimi silisli ise, çimentonunun tanelerin arasını doldurma derecesine bağlı olarak yoğun veya yumuşak olabilirler. Türkiye de özellikle inşaatlarda işlenme kolaylığı açısından çimentosu kalkerli olan kumtaşları kullanılmakla birlikte, silisli çimentoya sahip olanlar, dış etkilere dayanıklı olmaları nedeniyle tercih edilmekte ve daha çok liman, dalgakıran inşaatlarında kullanılmaktadır. Killi olanlar ise harçta tanelerin iyice yapışmasını engellediğinden özellikle inşaatlarda tercih edilmezler .

Silttaşı, kultaşı ve şeyller içlerindeki kil minerallerinin cinsine göre, az veya çok miktarlarda su emdiklerinden kolaylıkla ayrışarak direnç ve taşıma güçlerini kaybederler. Bu nedenle tuğla, kiremit, refrakter tuğla yapımında, çimento ve sanayide kullanılmalıdır.

Kireçtaşları, içlerinde bululan boşluklara ve kum tanelerine bağlı olarak % 0-15 arasında poroziteye sahip, fazla sert olmayan, kolay işlenebilen ve hemen hemen her yerde bulunabilen kayaçlar olmaları nedeniyle, inşaat sektöründe önemli bir yer tutarlar. Masif veya kesmetaş olarak yapılarda kullanılabileceği gibi, kaplama taşı, yollarda blokaj, mıcıç ve agregat kırmaşa olarakta kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılacak kalkerlerin porozitelerinin, su emmelerinin (%3 ten fazla olmaması) ve aşınmalarının az, basınca karşı dirençlerinin 200 kg/cm² den fazla olması istenir, kırık ve çatlaksız yoğun kalkerler temel inşatlarda kullanılırlar (Esenli, 1996). Kireçtaşları ve dolomit ile bunların metamorfizması sonucu oluşmuş mermerlerin ana kullanım alanlarından biri olan inşaat sektöründe, özellikle beton, sıva ve yol yapımı için kırmaşa üretimi önemlidir. Sözkonusu bu malzeme bazı jeolojik ortamlarda doğal olarak oluşmuştur ve aynı amaçlarla kullanılmak üzere işletilmektedir.

7.2.3. METAMORFİK KAYAÇLAR

Metamorfik kayaclardan gnays, mikaşist ve diğer kristalin sistler ülkemizde inşaat bakımından önemli rol oynamazlar. Gnayslar sert ve ayırtma uğramamışlarsa yol inşaatlarında kullanılırlar.

Mermerler, en önemli inşaat ve kaplama taşlarından olup, çeşitli alanlarda kullanılırlar. Kalsit kristallerinden oluşan mermerler, kalsit tanelerinin büyüklüklerine bağlı olarak değerlendirilirler. Tane çapları büyük olanların dış etkilere karşı dirençleri azdır. Tane çapları küçüldükçe ve kenetlenme arttıkça direnç fazlalaşır. Homojen bir yapıya sahip olmaları, bünyelerinde boşluk bulunmaması, kolayca işlenebilme özellikleri ve bileşimlerinde silis, silikat, feldispat, demir oksit, mangan oksit, pirit, mika, fluorit gibi minerallerin bulunması nedeniyle süs taşı olarak kullanılırlar Dolomitik mermerler daha sert ve işlenmesi, şekil verilmesi çok kolay olmadığından kırmataş olarak mozaik yapımında kullanılırlar.

Taneleri ve cimentosu silis olan kuvarstitler, sert ve sağlam olduğundan balast, inşaat taşı olarak kullanılan kayaçlardır. Aşınmaya karşı dirençleri fazla ve poroziteleri çok azdır. Kırılan yüzeyleri düz ve camsıdır. Bu nedenle, kaplama taşı olarak birçok yapıda kullanılırlar. Bunun dışında saf ve silisçe zengin olmaları nedeniyle hafif inşaat malzemesi, cam ve refrakter malzemesi olarak ta aranılan kayaçlardır.

Temel inşaatlarında kırık ve çatlaksız, yoğun karbonatlı, ayrışma uğramamış sistli ve mağmatik kayaçların bulunduğu bölgeler seçilir. Yol ve demiryolu inşaatlarında killi ve marnlı araziler tercih edilmemelidir. Granit , andezit, bazalt v. s. gibi mağmatik kayaçlar kırmataş olarak , parke ve bordür taşı olarak kullanılır. Kapıdağ yarımadası Andezitleri, Horeke pudingleri, Armutlu granitleri , Edremit ve Kazdağ gradiyortitleri, İzmir Afyon-Çığlıtepe andezitleri, Niğde Urfâ ve Diyarbakır daki bazaltlar çeşitli inşaat işlerinde kırmataş olarak kullanılırlar. İstanbul civarı ve Kocaeli yarımadasındaki Devoniyen kireçtaşları, Yalova-Gemlik civarındaki kristalize kireçtaşları, Ankara civarındaki Paleozoyik ve Triyas kireçtaşları, çeşitli bölgelerde yüzeylemiş bazalt ve andezitler blokaj taşı ve mıcırlar olarak kullanılırlar.

7.3. BETON AGREGASI

Kırma taş, bir çok amaç için üretilir. Özellikle beton ve yol agregası için. Beton hacminin yaklaşık % 75' i agregadan oluşur. Bu yüzden onun özellikleri betonun mühendislik davranışlarında önemli bir etkiye sahiptir. Agrega kaba ve ince özelliklere sahiptir. 200 nolu elekten geçen ince taneler agreganın ağırlığının %10' unu geçmemelidir.

Granit ve bazalt gibi birçok kayaçın esas minerali olan feldispatlar daha önce belirtildiği gibi ayrışma ile kile dönüşür.

Bu olayın gerçekleşmesi bazı durumlarda çok yavaş bazen de hızlı olabilir. Ayışma sonucunda agrega tanelerinin yüzeyinde oluşan kil taneleri ile çimento hamuru arasındaki aderansın azalmasına yol açtılarından, beton mukavemetinin azalmasına neden olur. Bundan dolayı stokda fazla bir süre bekletilmiş feldispat içeren aggregaların beton üretiminde kullanılması doğru değildir. Bozulma ve ayışma olayları agrega kullanıldıktan sonra beton içinde de olabilir. (Postacioğlu, 1987). Esas minerallerden kuvars, çimentonun içinde bulunan alkali ile bir reaksiyon yaparak bir hacim genişlemesi ile birlikte bir silis jelinin teşekkülüne neden olabilir. Sekonder minerallerden ve esası magnezyum silikat hidrate olan serpentiniti fazla miktarda bulunduran aggregaları da kullanmak sakıncalıdır. Bu mineralin önemli özelliği su emdiği vakit şişmesi ve suyunu kaybedince de hacminin azalmasıdır. Agreganın hacminde bu değişiklikler önemli mertebede olması halinde betonun çatlaması veya mukavemetini kaybetmesi mümkündür. Ayrıca kökeni killi şist olan aggregaları da kullanmak doğru değildir. Özellikle bu tür şist hacim değişikliği oluşturan kilden ibarettir. Marn esaslı aggregalar beton üretiminde kullanılmaya elverişli değildir.

Agrega için kullanılan kayacın kırılmaya dayanımı genel olarak 70 ve 300 MPa arasındadır. Fiziksel olarak ayırmış olan aggregalar betonda bozulmaya çatlamaya sebep olurlar. Kuruma sırasında çimento bükülür. Eğer agrega güçlü ise bükülme minimuma indirilir ve çimento agrega arasındaki bağ güçlenir.

Agrega parçalarının şekli , önemli bir özelliklektir ve kayaç kütlesindeki kırık malzemelerle yönlendirilir. Bazalt, dolerit, andezit, granit, kuvarsit ve kireçtaşı gibi kayaçlar parçalanınca açısal dilinim ortaya çıkarırlar. Buna rağmen; killi kireçtaşları parçalandığında çok fazla ince parça çıkarır. Kumtaşının parçalanma karakteristiği, yapısındaki parçacıkların dokusuna ve çimentonun türüne bağlıdır. Köşeli parçalar çalışılması güç karışımlar meydana getirir. Buna rağmen; açısal parçacıkların kalın beton yapımında kullanıldığı bilinir. Yuvarlak ve düz parçacıklar kullanılabilir karışımlar oluştururlar. Az işlenebilen karışım daha fazla kum, su ve çimento eklenerek tatmin edici bir beton elde edilir. Fissürlü kayaçların, kırlımk için özel bir eğilimi vardır. Uygun boyalı gelmeden önce düzlemsel hale getirilir. Düzlemsel parçacıklar, sadece betonu kullanılması zor bir malzeme haline getirmeyip aynı zamanda dayanma gücünü azaltır. Ayrıca; çimento içinde yatay olarak bulunarak suyun kendisini beslemesine izin verirler.

Agrega parçacıklarının dokusu, çimento ve kendilerinin arasındaki bağın mukavemetini belirler (French, 1991). Pürüzlü yüzey, pürüzsüz yüzeye göre güçlü bağ oluşturur.

Beton; hidrasyona girerek alkalileri serbest bırakır (Na₂O ve K₂O). Bunlar silisli malzemelerle birlikte reaksiyon gösterirler. Çizelge 7. 2 bazı reaktif kaya tiplerini listeler. Eğer bu türdeki kayalar betondaki aggrega içinde kullanılırsa yüksek alkali çimento oluştururlar. Beton genişlemeye ve kırılmaya elverişlidir (Fig 6. 8).

Grovak, agrega niyetine kullanıldığında, şişme (genişleme), alkali agrega reaksiyonuna bağlı olarak meydana gelir. Beton ıslak olduğunda, serbest bırakılan alkaliler, betonun sıvı içeriği yardımıyla erirler ve su, hidrasyon sırasında kullanılır, böylece alkaliler oluşan sıvıda konsantre edilir. Bu solüsyon reaktif agregayı etkileyerek alkali-silika jel 'i oluşturur. Osmotik basınçlar bu jeller yardımıyla gelişerek daha çok su吸収 edip çimentonun agrega parçacıklarının etrafında kırılmasını sağlar. Eğer alkali reaksiyonu şiddetli ise, kırılmanın poligonal kalıbı, yüzey üzerinde gelişir. Bu zorluklar petrolojik araştırmalar yardımıyla üstesinden gelinebilir. Bu; % 0. 25 opal içeren malzeme ile , %5 'in üzerinde kalsedon veya kripto kristalin asitik ve orta volkanik kayaçlar ile veya %3'ü üzerinde cam ile , düşük alkali çimento kullanılmadıkça, yeterli derecede alkali reaksiyon meydana getirir.

Eğer agrega inert maddeyle karıştırılmış olan ve inert maddeyle çevrilmiş olan reaktif materyal içerirse ; tepkimenin meydana gelmesi önlenebilir. Eğer alkalilerle reaksiyon vermesi için karışımı puzzolan eklenirse alkali agrega reaksiyonunun kötü etkisi de önlenebilir.

Reaktiflik tamamıyla bir kayacın içeriği süzülmüş kuvarsın birleşimiyle ilgili olmayıp onun yüzdesine de bağlıdır. Kayaç aggregaları % 40 veya daha fazla dalgalanmalı ya da çok taneli kuvarsa sahip olursa son derece reaktif olurlar. (Gogte 1973).

Fakat bu oran % 30 ~ 35 dolaylarında olduğu zaman bu agrelerarın reaktiflikleri orta şiddette olur. Aynı zamanda, % 5 veya daha fazla ikincil kalsedon veya daha opal'a, % 15 dolaylarında palagonite sahip bazaltik kayaçlar yüksek alkali cimentolarla fena tepkimeler verirler. % 5 veya daha fazla kuvarslı kayaçlara sahip kumtaşları ve kuvarsitler aynı özelliklerini gösterirler.

Çizelge 7.2.Yüksek alkali cimentolarla zararlı reaksiyona giren kayalar (After Mc Connell *et al.* . 1950.)

Reaktif Kaya	Reaktif Bileşen
<i>Silisli Kayalar</i>	
Opalli Çört	Opal
Kalsedon Çört	Kalsedon
Silisli Kireçtaşı	Kalsedon ve/ve ya Opal
<i>Volkanik Kayalar</i>	
Riyolit ^[1] ve riyolitik tüfler	Tridimit
Dasit ve dasitik tüfler	
Andezitler	
<i>Metamorfik Kayalar</i>	
Fillitler	Hidromika (illit)
<i>Diğer Kaya Türleri</i>	
Opal, kalsedon veya tridimit	ihtiva eden kayalar.

Killi dolomitler yüksek alkali çimentoda genişlemeyi sağlayacak agregat olarak kullanılırsa betonda bozulmaya neden olur.

Bu olay karbon kayaç tepkimesi adıyla anılır ve bunun açıklama çalışmaları Gillott ve Swenson(1969) tarafından denenmiştir . Onlar yüksek alkali çimentodaki killi dolomitlerin genişlemesinin sebebinin, kil minerallerindeki rutubet olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu rutubetin geçmesine izin veren dedolomitizasyon tarafından mümkün kılınır. Buna ilave olarak, Gillott ve Swenson; genişleme, dolomit kristallerinin 75 mikrometre' den aşağı olduğunda meydana oluşmaktadır.

Genellikle betondaki rötrenin, çimentoda meydana gelen büzülme % 0. 045' lik rötreyi geçmeyeceği varsayılar. Buna rağmen, bazalt, gabro, dolerit, çamurtaşısı ve grovak'ın betonun toplam rötresini etkileyebilecek kadar rötre yapabilecekleri, yani betondan bağımsız olarak oluşumları esnasında büyük ıslanma ve kuruma hareketleri yaptıkları ortaya çıkarılmıştır. Kil ve şeyl betonla birlikte işlendiklerinde su emerler ve şiserler ve kuruduklarında çimentoya zarar verecek şekilde büzülürler. Bu nedenle ince agregatdaki kil oranı % 3' ü geçmemelidir. Bu durum, granit, kireçtaşı, kuvarsit ve felsit gibi kayaçları etkilemez.

Beton agregaları kil, mika, kavaklı gibi levha şekilli veya laminalı bileşenler ile organik maddeler içermemelidir. Düşük amorf silis içeriği ile % 0,04- 0,06 klor bileşenleri oranı tercih sebebidir.

YOL AGREGASI

Agregalar yol inşaatının büyük bir kısmını oluşturur ve yol yüzeyine şeklini verir. Bu yüzden trafik ve diğer nedenlerle oluşan gerilmeleri agregalar taşırlar. Dolayısıyla kullanılan agregalar temiz ve yüksek dayanımlı olmalıdır. Ayrıca yol malzemeleri olarak kullanılan agregalar sıkıştırma, aşınma, kayma ve don tesirine karşı dirençli olmalıdır. Ve tabi ki kimyasal yönden geçirmsiz ve genleşme katsayısı da küçük olmalıdır. Kullanılacak agregaların değerini tayin etmek için dört ana test uygulanır.

- 1-Areganın kırılma deneyi
- 2-Agrega sıkıştırma (çarpma) (Impact) deneyi
- 3-Agrega aşınma deneyi
- 4-Agrega düzgünlük (cila alma) deneyi

Uygulanan diğer testler; su emme, özgül ağırlık, yoğunluk, şekil testi vb bazı tipik örnek değerleri Çizelge 7.3. verilmiştir.

Areganın özellikleri çıkarılmış olduğu kayanın yapı ve mineralojik kompozisyonuna bağlıdır. Çoğunlukla mağmatik ve kontak metamorfik kayalar tercih edilir . Fakat birçok bölgesel metamorfik kayalar klivaj veya şistozite içerdikleri için yol agregası yapımında kullanılmazlar Çünkü kırıldıklarında pulpul tanecikler halinde ayrılırlar. Bu gibi maddeler iyi kenetlenmezler. Tortul kayalarda daneleri biraraya getiren çimento ve matriks elemanın miktarı yoltaşının performansını etkiler.

Kayanın yapısındaki değişiklikler yoltaşının dayanıklığını etkiler. Ayışma tesiri malzemenin bağ dayanımını azaltabilir. Kimyasal değişiklikler her zaman mekanik özelliklere zararlı değildir. Küçük bir değişiklik kayanın cilalanmaya karşı direncini artırır. Diğer yonden malzemenin aşınmaya karşı direnci, içindeki minerallerin çoğalmasıyla azalır. Kayadaki minerallerin sertliği, kayanın aşınmasını etkiler. Kırılma mukavemeti gözenekliliğe ve dane büyülüğüne bağlıdır. Agrega ne kadar gözenekli ve büyük daneli olursa sıkıştırma (çarpma değeri) dayanımı o kadar az olur.

Çizelge 7.3. Yol agregalarının genel özellikleri

Kaya Tipi	Su Emme	Özgül Ağırlık	Kırılma Değeri (Ezilme) (ACV)	Sıkıştırma Değeri (AIV)	Aşınma Değeri (AAV)	Düzgünlük Değeri (Cila alma)(PSV)
Bazalt	0. 9	2. 91	14	13	14	58
Dolerit	0. 4	2. 95	10	9	6	55
Granit	0. 8	2. 64	17	20	15	56
Mikro granit	0. 5	2. 65	12	14	13	57
Hornfel	0. 5	2. 81	13	11	4	59
Çakmaktaşısı	1. 8	2. 63	20	18	15	63
Kireçtaşısı	0. 5	2. 69	14	20	16	54
Grevak	0. 5	2. 72	10	12	7	62

Aynı büyük petrolojik gruplarından alınmış kayalar farklı düzgünlük (cilalanma) değerini alabilir. Cilalanmaya'e karşı en iyi direnç kaya içinde küçük oranda yumuşak malzeme değişikliğiyle oluşur. Kaba dane ölçüsü ve danede çatlak bulunması cilalanmaya karşı direnci artırır. Tortul kayalar ise sert danenin bulunması cilalanmaya karşı direnci artırır. Kumtaş ,grovak ve daneli kireç taşı cilalanmaya karşı iyi bir direnç gösterir; fakat hepsi ezilmeye ve aşınmaya karşı yeterli mukavemeti gösteremezler. Saf kireç taşı cilalanmaya karşı esaslı bir direnç gösterir. Mağmatik ve kontak metamorfik kayalar mineral yapılarındaki sertlik nedeniyle cilalanmaya karşı iyi bir direnç gösterir.

Mağmatik kayalar yoltaşı olarak kullanılır. Dolerit'in (uzun bir dönem kulanıldı) yüksek gerilme,aşınma,sarsıntı mukavemeti vardır. Anayollar için uygun olmasına rağmen Britanya'nın özel değerine ulaşamamıştır. Felzit, bazalt, andezitte arananlardandır. Kaba daneli mağmatik kayalar - granit gibi- ince daneli olanlar kadar kullanışlı değildir. Çünkü kaba daneli mağmatik kayalar kolay ezilirler. Diğer yandan çok ince daneli ve camlı mağmatiklerde kullanıssızdır. Çünkü bunlar ezildiklerinde keskin köşeli yongalar halinde kırılırlar.

Yüksek silika içerikli mağmatik kayalar aşınmaya karşı içinde yüksek oranda ferromagnezyum içerenlere göre daha dirençlidir. Termal metamorfizma ürünü olan hornfels ve kuvarzitler aşınmaya karşı dirençli , yüksek mukavemetli ve iyi yol agregası olan malzemelerdir. İri daneli gnays granitlerle aynıdır. Tortul kayalar , kireçtaşı ve grovak sık sık yoltaşı olarak kullanılır. Özellikle grovak yüksek gerilimli ve aşınmaya mukavemetine sahip olduğundan kaymaya karşı direnç gösterir. Bazı kuvarsitler çakıl olarak kullanılır. Son yıllarda çakıl agregalarının kullanımı artmaktadır.

Mıcırlar olarak en çok kullanılan dayanıklı kireçtaşları, dolomitler veya dolomitik kireçtaşlarıdır. Sert kayaç grubuna giren bazatlardan daha az yararlanılmakla beraber kullanıldığı yerler bakımından önemlidirler. Şehir içleri dahil her türlü raylı ulaşım yapılarının zeminlerinde bazalt, diyabaz, riyolit gibi sağlam mağmatik kayaçlar kullanılır. Çok ağır yükler alacak önemli zeminlerin betonlarında da bu taşların mıcırları kullanılır

Türkiye'de yol agregası olarak en fazla kullanılan kayaçlar sırası ile Kireçtaşı, Bazalt, Dolomit, Granit, Kuvarsit, Grovak'tır.

7.4. ÇIMENTO HAMMADDELERİ:

Çimentonun ana hammaddeleri ; kireçtaşı, kil ve marndır. Katkı maddeleri ise tras, jips ve kaolinittir.

7.5.1.KİREÇTAŞI

Kireçtaşı çok yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. Kireçtaşının önemli dört özelliği sırasıyla ;

Kirecin ana maddesi,

Mermeri oluşturan yapı taşı,

İlk insandan bugüne kadar bütün evlerde, yollarda çok yoğun bir şekilde kullanılması, çimentonun ve asfaltın keşfinden beri çimento üretiminde %60 oranında ana ham madde olarak, beton dökümünde ve asfaltlı yol yapımında ise çimento harcına ve asfaltla karıştırılan mıçır olarak çok yoğun bir şekilde kullanılmasıdır.

Kireçtaşından üretilerek maddelere göre şu kalite değerlendirmeleri yapılabilir:

Magnezyumlu ve %5'den daha fazla killi kireç taşları kireç üretimi için elverişli değildir. İdeal olanı %100 kalsiyumkarbonat içerdür. Ancak %1-%4 killi, az kalsiyumlu, demirli ve aliminyumlu malzemelerde kireç için kullanılır.

Çimento üretiminde %5 daha az kuvars, magnezyumoksit ve prit içermelidir. Mıçır, blok taş veya levha olarak kullanılacaklar ise sertlik ve rijitlik önemli olduğundan killi kapsam istenmez. Çünkü killi kireç taşı düşük sertlikte ve dağılgandır.

7.5.2.MARN:

Çimentonun ana hammaddesi olarak kireç taşı ve kilden sonra gelir. Bileşimi de onların karışımıdır.

Öğütülen kireç taşı ve kil birbirlerine karıştırılarak marn elde edilir.

Ancak sert olan kireç taşının sahadan çıkartılması, taşınması ve öğütülmesi ayrı ayrı masraflar gerektirdiğinden doğal marn her zaman tercih edilir.

Çimentoda; %60'a yakın kireç taşı

%15. 61 marn

%11. 16 kil

%10. 35 tras

%1. 9 alçı taşı

%0. 91 demir

%0. 18 kaolinit'dir.

7.5.3. TRAS (PUZOLONİK MADDE):

Çimento üretiminde kullanılmaya elverişli traki-andezitik bir türdür.

Avrupa'da bu türe tras denildiği için bizde de bu isim kullanılmaktadır. Doğal halde birleştirici olmayan bu madde, çok ince öğütülüp kireçle sulu ortamda karıştırıldığında büyük bir hidrolik özellik gösterir. Tras, puzolonik özellik gösteren volkanik tüfler için kullanılacak bir jeolojik terimdir. Puzolonik madde içine yapay bazı maddeler girebilmektedir. Uçucu küller ve yüksek fırın cürüfları gibi.

Puzolanların doğal olarak bulunan ve elde edilenleri tras diye adlandırılır.

Trasın yapısında yoğun olarak SiO₂ ve Al₂O₃ bulunur. Fakat içerisinde SiO₂ bulunan her toprak tras değildir.

Ülkemiz doğal puzolanlar açısından oldukça zengin bir bölgedir, (Çizelge 7. 4.) Her bölgede kalite olarak birbirinden oldukça farklı puzolanlar mevcuttur. Puzolanik aktivite açısından farklı değerlere sahip bu puzolanların kullanıldığı çimentoların dayanım değerleri de elbette farklı olacaktır. Bu nedenle çimentoda kullanılmadan önce trasın kalitesi tayin edilerek puzolanik aktivitesi yüksek olanlar tercih edilmelidir. Doğal puzolanlar:

- Volkanik küller
- Volkanik tüfler
- Ponza taşları
- Opalin çeşitleri
- Volkanik camlar
- Killi şist
- Diatomit, vs.

Yukarıdaki tasniften de anlaşılacağı üzere, doğal puzolanlar karakter itibarı ile çimentoya yakın bir oksit bileşimi gösterdiğinde dolayı pişirilmeden sadece öğütülerek doğrudan çimentoya katılır. Böylece enerjiden büyük bir tasarruf sağlanmış olur. Dünyanın en önemli doğal puzolan yatağı Almanya'da Ren vadisindedir. Buradan çıkarılan puzolan tras diye isimlendirilir.

Türkiye doğal puzolanlar açısından oldukça zengin bir bölgdedir. Türkiye jeoloji haritasına bakıldığından 155000 km² lik bir alanın volkanik kayaç oluşumlarına sahip olduğu görülür. Bununla birlikte bu alan üzerinde büyük litolojik farklılıklar tespit edilmiştir.

Vulkanizmanın Türkiye'deki durumu kesin araştırılmamakla birlikte puzolanik aktivite bakımından reaktif alanlar oldukça fazladır. Özellikle Çorum civarı bu açıdan epey verimlidir. Çizelge 7.4.'den de görüleceği üzere geniş bir coğrafyaya yayılmış olan puzolanların kalitesi de doğal olarak bölgeden bölgeye farklılık gösterecektir.

Çizelge 7.4. Ülkemizdeki Puzolanların Dağılımı

Marmara Bölgesi			
Balıkesir	Ayvalık, Balya, Bigadiç, Dursunbey, Edremit, Gönen, Havran, İvrindi, Kepsut, Manyas, Savaştepe, Sındıreği, Susurluk	Çanakkale	Ayvacık, Bayramiç, Biga, Çan, Ezine, Gelibolu, İmroz(Gökçeada), Lapseki, Yenice
Bursa	Gemlik, İznik, Mudanya, Mustafa Kemal Paşa, Orhangazi	İstanbul	Beykoz, Çatalca, Sarıyer, Silivri, Şile, Yalova
Edirne	Enez, İpsela, Keşan, Meriç	Kocaeli	Gölcük, Kandıra, Karamürsel
Tekirdağ	Merkez, Şarköy	Kırklareli	Demirköy, Pınarhisar
Bilecik	Bozöyük, Söğüt	Sakarya	Adapazarı, Akyazı, Gevye, Hendek
Ege Bölgesi			
Afyon	Merkez Çay, Dazkırı, Dinar, İhsaniye, Şuhut	Manisa	Akhisar, Demirci, Gördes, Kırkağaç, Kula, Salihli, Saruhanlı, Selendi, Soma
Aydın	Gemencik, Karacasu, Koçarlı, Kuşadası, Sultanhisar	İzmir	Bergama, Çeşme, Dikili, Foça, Kınık, Menemen, Seferhisar, Urfa
Denizli	Denizli'ye yakın bölgelerde	Kütahya	Altıntaş, Emet, Gediz, Simav
Muğla	Bodrum, Datça, Fethiye, Köyceğiz, Milas		
Akdeniz Bölgesi			
Adana	Ceyhan, Osmaniye, Pozanlı	Isparta	Keçiborlu, Senirkent, Uluborlu
Burdur	Ağlasun	K. Maraş	Merkez, Pazarcık

Hatay	Hassa, İskenderun, Kırıkhan, Reyhanlı		
İç Anadolu Bölgesi			
Ankara	Ayaş, Beypazarı, Çamlıdere, Çubuk, Gündül, Haymana, Kızılıcahamam, Nallıhan, Polatlı	Nevşehir	Merkez, Avanos, Derinkuyu, Gülşehir, Hacıbektaş, Kozaklı, Ürgüp
Eskişehir	Merkez, Sarıcakaya, Seyitgazi, Sivrihisar	Aksaray	Merkez
Kayseri	Merkez, Bünyan, Develi, Felahiye, İncesu, Sarıoğlu, Tomarza, Yenişehir	Sivas	Divriği, İmranlı, Koyuluhisar, Suşehri, Şarkışla, Yıldızeli
Kırşehir	Çiçekdağı, Mucur	Niğde	Merkez, Bor, Ortaköy, Ulukışla
Karadeniz Bölgesi			
Amasya	Merkez, Göynük, Gümüşhacıköy, Merzifon, Suluova	Giresun	Merkez, Alucura, Bulancak, Espiye, Eynesil, Keşap, Şebinkarahisar, Tirebolu
Artvin	Merkez, Arhavi, Borçka, Hopa	Çorum	Alaca, İskilip, Mecitözü, Ortaköy, Osmancık
Bolu	Merkez, Düzce, Gerede, Kıbrıscık, Mengen, Seben	Gümüşhane	Merkez, Şiran, Torul
Çankırı	Çerkeş, Kurşunlu, Orta, Şabonözü	Kastamonu	Araç, Daday
Doğu Anadolu Bölgesi			
Ağrı	Merkez, Diyadin, Doğubeyazıt, Eleşkirt, Hamur, Patnos, Tutak	Kars	Merkez, Aralık, Ardahan, Arpaçay, Çıldır, Göle, Kağızman, Tuzluca, İğdır
Bingöl	Genç, Karlıova, Kıgı, Solhan	Malatya	Merkez, Akçadağ, Arapkir, Arguan
Bitlis	Merkez, Adilcevaz, Ahlat, Tatvan	Muş	Malazgirt, Varto

Elazığ	Merkez, Ağın, Karakoçan, Palu	Tunceli	Merkez, Çemişgezek, Nazmiye, Ovacık, Pülümür
Erzurum	Merkez, Aşkale, Çat, Hınıs, Horasan, İspir, Narman, Oltu, Pasinler, Şenkaya, Tortum	Van	Merkez, Başkale, Çatak, Erciş, Gürpınar, Muradiye, Özalp
Erzincan	Merkez, Refahiye, Tercan		
Güney Doğu Anadolu Bölgesi			
Adıyaman	Besni, Çelikhan	Siirt	Baykan, Beşiri, Sason
Gaziantep	Araban, İslahiye, Oğuzeli	Batman	Merkez
Diyarbakır	Merkez, Bismil, Çermik, Hazro, Kulp, Lice, Silvan	Mardin	Merkez, Cizre, İdil, Nusaybin, Savur, Silopi
Ş. Urfa	Akçakale, Hilvan, Siverek, Suruç		

Çizelge 7.5. Puzolanın (Trasın) Kimyasal Özellikleri

SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	,	en az	% 70. 0
MgO	,	en çok	% 5. 0
SO ₃	,	en çok	% 3. 0
Rutubet	,	en çok	% 10. 0

Türkiye'deki bazı puzolanların diğer ülkelerde çıkarılan puzolanlar ile karşılaştırılmalı kimyasal özellikleri Çizelge 7.5. ve Çizelge 7.6' da verilmiştir. Görüleceği üzere buradaki tras yataklarından elde edilen puzolanların kimyasal özellikleri arasında oldukça fark vardır. Doğal olarak bu fark çimentonun davranışına da yansıyacaktır.

Çizelge 7.6.Çeşitli Puzolanların Kimyasal Bileşenleri, (%)

	Ren	Santroin	İtalya	Kayseri	Niğde	Tatvan	Ayvacık	Uşak	Bitlis	M. özü
SiO ₂	54. 2	63. 2	55. 7	64	86. 11	64. 72	63. 79	64. 48	67. 8	64. 47
Fe ₂ O ₃	3. 8	4. 9	4. 6	1. 99	7. 18	3. 21	6. 06	5. 20	1. 5	
Al ₂ O ₃	16. 4	13. 2	19. 0	15. 13	1. 45	16. 52	17. 44	17. 07	17. 7	14. 38
CaO	3. 8	4. 0	5. 0	5. 65	2. 13	2. 20	1. 47	3. 44	-	4. 73
MgO	1. 9	2. 1	1. 3	0. 96	0. 49	0. 80	0. 85	1. 84	1. 15	1. 38
Diger	12. 5	12. 6	14. 46	9. 41	5. 83	6. 58	13. 24	7. 11	7. 15	13. 54

7.5. TUĞLA VE KİREMİT KİLLERİ

Kil adı verilen ince taneli birikimlerin en önemli ayırcı unsuru Al₂O₃'tür. Bünyelerinde % 2 daha fazla bu maddeleri taşıyanlara boksit denir. % 25- % 30 dan başlayıp daha yüksek oranda Al₂O₃ içerenler sanayi killeri olarak adlandırılırlar. Herhangi bir kil mineralinin etkinliğini taşımayan ve % 30 dan daha az Al₂O₃ kapsayan ince taneli sedimanter kayaçlar ise tuğla ve kiremitlerin üretiminde kullanılan adı killerdır.

Tuğla veya kiremit üretiminde kullanılacak killerdeki özellikler:

- a)Kum kapsamı düşük olmalıdır.
- b)Kile plastik özelliği veren suyun miktarı %25 – 35 sınırında kalmalıdır.
- c)Jips kapsamamalıdır.
- d)Kalsiyumkarbonat miktarı % 35 in altında olmalıdır.
- e)1000 derecede pişirildiğinde sertlik derecesi 2' nin üzerine çıkmalıdır.
- f)Kurumadan sonra küçülme miktarı % 10 u geçmemelidir.
- g)Tuğla kilinde su emme miktarı % 8 den fazla kiremit kilinde % 18 den az olmalıdır.
- h)Patlama veya çatlama göstermeksızın 1100 derecede pişirilmeli kiremit kızılı denilen kendi rengini almalıdır.

7.6. İNŞAAT KUMLARI VE ÇAKILLAR

En iyi kumlar sakin göl ve deniz şartlarında ve uzun süre içinde ayıklanarak oluşanlardır. Denizden çıkarılan malzemelerde genellikle organik maddelere, deniz kabuklarına ve tuz çeşitlerine rastlanır ve bunlar betona zarar verebilir. Özellikle tuzun varlığı çelik donatıyı paslandırdığından zararlıdır. Bunun yanında, tuz rutubeti çektiğinden, tuzlu kum kullanılan yapıların nemli olmasına yol açar. Midye ve istiridye kabukları agreganın yerleşmesini güçleştirir, düşük dayanım oluşturur ve aynı zamanda dona karşı dayanıksızdır. Ayrıca dane boyları değişik ve içlerinde en çok değişik malzemeler içeren karışık malzemeli kumlar ise hızla akan nehir yataklarında meydana gelenlerdir. Hızlı akış olmadığından en iyi aggrega elde edilir, bunlar özellikle temiz ve düzgün tanelerden oluşur. Ocaklardan elde edilen malzemelerde kil(mil) oranı yüksektir. Kum denince hemen akla kuvars gelmektedir. Bunun nedenlerinden birincisi, fiziksel ve kimyasal olarak dayanıklı olması, ikincisi ise kuvarsın çok fazla bulunmasıdır. İnşaat kumlarının kuvars, feldispat, mika ve bazı dayanıklı mineral parçaları dışında başka eleman içermemesi istenir. Örneğin kıyılardan uzak birçok bölgelerde derelerden sağlanan kumların kireçtaşçı parçacıkları organik kııntılar ve bazı bölgelerde ise fosil parçaları içeriği bilinmektedir. Çöl ve ova kumları ise temiz olmalarına ve tuz içermemelerine rağmen yalnızca ince tanelerden oluştugundan beton yapımı için genellikle uygun değildir. Ticari alanda ise 0,3 mm tane boyutundakilere sıva kumu, 0,7 mm boyutundakilere silika kumu denir.

Çakıllar bileşenleri açısından heterojendir. Hakim bileşenleri minerallerden ziyade kayaç parçalarıdır. Dayanıklı olduklarından nehir yataklarında, göl, deniz sahillerinde bol olarak bulunur. Şeyl ve mikaşit gibi yumuşak parçalardan, granit ve kuvarsit gibi çok sert olanlara kadar değişik kayaç parçaları içerirler. Bunları sert kireç taşları, çakıllar takip eder. Kum taşı ve konglemeralardan pratik şekilde çakıl olmaz. Jips, anhidrit gibi mineraller ile marn ve kil türü kayaçlar suda eridiklerinden veya parçalanıp çok ufak taneler haline geldiklerinden çakılları meydana getirmezler. Çakıl ve mıcırların iyi kalitede olmayanları, yani çok değişik boyutlu ve dayanıksız olanları yolların asfalt altı zeminlerinin yapımında kullanılır. Dayanıklı, değişik boyutlu çakıllar tek boyutlu mıcırlar her çeşit betonun ve asfalt zeminin malzemeleridir. Çakıl ve kum,çimento ile karıştırılmadan, dolgu maddesi olarak yol ve hava alanlarının taban inşaatlarında kullanılmaktadır. Yüksek hacim ve hızla sahip akarsular ticari çakıl yataklarının oluşumunda önemli rol oynarlar. Ekonomik öneme sahip büyük yataklar Pleystosen buzullarının erimesi sonucu ortaya çıkışmış akarsular tarafından oluşturulmuştur. Kum ve çakılın günlük kullanımı gözönüne alındığında ekonomik yatakların bulunmasının kolay olduğu düşünülebilir. Ancak inşaat sektörünün hızlı gelişimi karşısında gerçek talebi karşılayacak büyülüklükte yatakların bulunması, sistemli aramaları gerektirir. Bunun için uygun topografiya , hidrojeoloji ve jeoloji haritaları gereklidir. Akarsu rejimleri ve buzul hareketleri de dikkatle incelenmelidir. Açık işletmelerde üretilirler. Üretilen malzeme yıkama, eleme ve iri boyutluların kırılması ile istenmeyen maddelerin uzaklaştırılması işlemlerine tabi tutulur.

Kum ve çakıl (doğal agregalar) kayaçlardan cimentolanmamış olmaları ve çok çeşitli bileşenlerden oluşmaları ile ayrırlırlar. Yatakları toz ve organik malzemeden arınmış olmalıdır. Kil oranının yüksek olması kullanımı kısıtlayabilir. Mercek veya tabaka halinde olduğunda temizlenebilir. Yatakların silt içeriği en çok %5 olmalıdır. Kil karbonat ve demir oksit gibi bileşenler cimento yapımında kimyasal bağı zayıflatıp, dayanımı azaltıklarından, kum ve çakılın bünyesinde istenmezler.