

7.YAPILARDA KULLANILAN JEOLJİK 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 yanısıra 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 kayalardaki su birikimi, daha iri gözenekli olanlara göre daha fazladır ve daha geri planda olmak üzere don etkisinde daha çok deforme 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 etkilere korunmuş yerlerde don mukavemeti düşük taşların kullanılması, oluşabilecek zararları azaltır. Birçok magmatik kayaç ile iyi kalite kireçtaşı ve kumtaşı ise dondan az etkilenir.

Yapı taşı içerdiği zararlı tuzları, genel olarak toprak ve atmosferden alabildiği gibi, taşın gözeneklerinde de çözünebilen tuzlar bulunabilir. Tuzun taşıdaki varlığı, taşta değişik etkilere yol açar. Tuzlar, taş yüzeyinde kristalleşerek büyüme 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 tıpkı 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 kayalar ayrıştıkları zaman renk değiştirirler, örneğin birkaç hafta içerisinde açık gri granitlerin üzerinde pembe, kırmızı, kahverengi, veya sarı renkte benekler demir oksitlerin hidratasyonu sonucunda oluşur.

Sedimanter kayalardan elde edilerek inşaat alanında kullanılan kayalar kentsel atmosfer etkisiyle karşılaşınca değişik oranlarda ayrışmaya uğrayabilirler. Bu ayrışma bir takım yabancı maddelerce hızlandırılır. Bu yabancı maddeler : SO_2 , SO_3 , NO_3 , Cl_2 ve CO_2 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 yapraklanmalar bu malzeme için geçerli değildir.

Bu taşlar süsleme amacıyla kullanılırsa daha pahalıya mal olur. Kumtaşları ayrışmaya 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 pul olmasına veya nadir hallerde ufalanmasına neden olurlar. Yapraklaşmış kumtaşı binaların teşhir edilen yüzeylerinde kullanıldığı zaman hava değişikliklerinden kötü etkilenirler ve derzlerde yıkılmalara neden olurlar.

Binanın dış yüzeyi şiddetli ısıya maruz kalırsa mineral bileşenleri genişirken yüzeyinde de tahribatlar göze çarpar. Bu durum, daha çok içinde yüksek oranda kuvars ve alkali feldispat bulunduran kayalarda 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 karşılaştırıldığı 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.

Üzerlerindeki 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 Cilalı Taş Devri'ne kadar inmektedir. Cilalı Taş Devri'ne adını veren mermerin işleme ve kullanımı her çağa 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 kayadır. 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, breş, 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, harzburgit, lerzolit, liparit, riyolit, dasit, bazalt, andezit, trakit, diyabaz, serpantinitle 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, serpantin, fillit, kristalin şist, eklojit.

Ekonomik 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, serpantin, 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 kayalar 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 görünürler.

Mermerin tüketim alanlarında kullanılması teknik özellikleri ve albenisi olmasındandır. 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 kullanılabilecek kayaa 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 yer almasına yol açmıştır. Bu durum işletme açısından; yol, su ve enerji temini gibi güçlüklerle karşılaşmasına sebep olmaktadır. Böylesi 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 kayalar (granit, siyenit, diyabaz, diyorit, serpantin, 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 kireçtaşı 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 değildir. Killi ve oolitlik 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 cephelerde 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 kayalar dayanıklı ve geçirimsiz olan ince levhalara ayrılabilir kadar yarılabılme özelliğine sahip olmalıdırlar. Sonuç olarak Arduvaz hem kullanışlı hem de en çok kullanılan çatı malzemelerinden birisidir. Bununla beraber artık kesme ve elde etme bakımından taştan daha ucuza mal olan kiremitler çatı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Arduvazlar, killi kayaçların düşük seviye de metamorfizmaya bağlı olarak tabakalı yapının bozularak etki eden kuvvete dik yönde dilinimler ve yapraklanmanın oluşması ile teşekkül eder. Gal arduvazları farklı renktedirler. Bunlar gri, mavi, mor, kırmızı veya benekli olabilirler. İngiltere'deki District Gölünün yeşil renkli arduvazları Borrowdale Volkan tüflerinden 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 almakta; 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 ayrışmayla birlikte ufalanıp toz haline gelirler. Bu nedenle arduvazlar kalitelerinin tesbit edilmesi için sülfirik asit testine tutulurlar.

Ocaklardan arduvaz çıkarmak için patlayıcı kullanıldığında çok büyük zayıatlar 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 ayrılırlar.

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 özsu bulundurmaları gerekir. Aksi taktirde çok sert olurlar ve işlenmeleri güçleşir. Kireçtaşı ve kumtaşı 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 adlandırılmakta ve öyle bilinmektedir. Türkiye de gerçek kayraktaşı teşekkülleri 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 ayrışmaya 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 aranan önemli bir özelliktir. Yol yapımında kullanılacak malzemelerin aşınma direnci olabildiğince yüksek olmalıdır. Yataklar kuvars, kuvarsit, taze granitik kayaçlar, kireçtaşı ve dolomit gibi kilsiz, sert kayaçlardan itibaren oluştuklarında 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, ayrışmamış oldukları zaman kırılmaya ve basınca karşı yüksek direnç gösterirler. Bu nedenle her türlü mühendisliklik 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, ayrışmaya karşı dayanıklı ve cilalanabilir olmaları nedeniyle kapalı ve masif olarak inşaat işlerinde ve parke taşı yapımında kullanılabilirler. Granitlerin sağlamlığı içerisindeki minerallerin ayrışma derecesine kuvars miktarına, tanelerin büyüklüğüne ve kristallenme derecelerine bağlıdır. Granit yapıcı mineraller arasında ayrışmaya 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 dayanımlı 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 inşaatlarda 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 inşaatlarında 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. Isı 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, Isparta, 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 kırmataş olarak yol inşaatlarında kullanılan volkanik bir kayadır. Ankara taşı olarakta 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 mıcırı kullanılır. Blok verdikleri yerlerde (Diyarbakır) kaldırım için kullanılabilir. Yüksek mukavemetlerine rağmen yüzeyleri çok çabuk kayganlaşır. Bu yüzden yol inşaatlarında daha az dayanımlı olan granit, gabro ve diyabaz gibi kayalar 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 kayalardır.

7.2.2. SEDİMANTER KAYAÇLAR

Sedimanter kayaların 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 kumtaşı ve konglomeralar, özellikle, sulu ortamlarda basınca karşı az direnç gösterirlerken, silis çimentolu kuvarsitler daha dayanıklıdırlar. Ayrik veya az çimentolu konglomera ve breş, kumtaşları ve kilaşlarının basınca karşı dirençleri 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, değme alanları dar olduğundan temel ve duvar inşaatlarında kullanılmamalıdır. Yuvarlak taneli olan malzemelerin kırılarak kullanılması dirençlerini arttıracığından 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 kalsedon 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 dayanımlı olmaları nedeniyle tercih edilmekte ve daha çok liman, dalgakıran inşaatlarında kullanılmaktadır. Killi olanlar ise harçta tanelerin iyice yapışmasını engellediğinden özellikle inşaatlarda tercih edilmezler .

Silttaşı, kiltası 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 bulunan boşluklara ve kum tanelerine bağlı olarak % 0-15 arasında poroziteye sahip, fazla sert olmayan, kolay işlenebilen ve hemen hemen her yerde bulunabilen kayalar olmaları nedeniyle, inşaat sektöründe önemli bir yer tutarlar. Masif veya kesmetaş olarak yapılarda kullanılabileceği gibi, kaplama taşı, yollarda blokaj, mıcır ve agrega-kırmataş 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 inşaatlarda kullanılırlar (Esenli,1996). Kireçtaşı ve dolomit ile bunların metamorfizması sonucu oluşmuş mermerlerin ana kullanım alanlarından biri olan inşaat sektöründe, özellikle beton, sıva ve yol yapımı için kırmataş üretimi önemlidir. Sözkonusu bu malzeme bazı jeolojik ortamlarda doğal olarak oluşmuştur ve aynı amaçlarla kullanılmak üzere işletilmektedir.

7.2.3. METAMORFİK KAYAÇLAR

Metamorfik kayalardan gnays, mikaşist ve diğler kristalin şistler ÷lkemizde inşaat bakımından önemli rol oynamazlar. Gnayslar sert ve ayrışma uğramamışlarsa yol inşaatlarında kullanılırlar.

Mermerler, en önemli inşaat ve kaplama taşlarından olup, çeşitli alanlarda kullanılırlar. Kalsit kristallerinden oluşan mermerler, kalsit tanelerinin büyüklüklerine bağılı olarak değlerlendirilirler. 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 olarakta kullanılırlar Dolomitik mermerler daha sert ve işlenmesi, şekil verilmesi çok kolay olmadığından kırmataş olarak mozaik yapımında kullanılırlar.

Taneleri ve çimentosu silis olan kuvarstitler, sert ve sağlam olduğundan balast, inşaat taşı olarak kullanılan kayalardır. 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 aranan kayalardır.

Temel inşaatlarında kırık ve çatlaksız, yoğun karbonatlı, ayrışma uğramamış şistli ve mağmatik kayaların bulunduğu bölgeler seçilir. Yol ve demiryolu inşaatlarında killi ve marnlı araziler tercih edilmemelidir. Granit , andezit, bazalt v. s. gibi mağmatik kayalar kırmataş olarak , parke ve bordür taşı olarak kullanılır. Kapıdağ yarımadası Andezitleri, Hereke pudingleri, Armutlu granitleri , Edremit ve Kazdağ gradioritleri, İzmir Afyon-Çığıltepe andezitleri, Niğde Urfa 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 mıcır 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. Agregası kaba ve ince özelliklere sahiptir. 200 nolu elekten geçen ince taneler agreganın ağırlığının %10' unu geçmemelidir.

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

Bu olayın gerçekleşmesi bazı durumlarda çok yavaş bazen de hızlı olabilir. Ayırışma sonucunda agrega tanelerinin yüzeyinde oluşan kil taneleri ile çimento hamuru arasındaki aderansın azalmasına yol açtığından, beton mukavemetinin azalmasına neden olur. Bundan dolayı stokta fazla bir süre bekletilmiş feldispat içeren agregaların beton üretiminde kullanılması doğru değildir. Bozulma ve ayırışma 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 esas magnezyum silikat hidrate olan serpantiniti fazla miktarda bulunduran agregaları 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 agregaları da kullanmak doğru değildir. Özellikle bu tür şist hacim değişikliği oluşturan kilden ibarettir. Marn esaslı agregalar beton üretiminde kullanılmaya elverişli değildir.

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

Agrega parçalarının şekli , önemli bir özelliktir ve kayaç kütlesindeki kırık malzemelerle yönlendirilir. Bazalt, dolerit, andezit, granit, kuvarsit ve kireçtaşı gibi kayaçlar parçalanınca açısız 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; açısız 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, kırılmak için özel bir eğilimi vardır. Uygun boya 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 (Na_2O ve K_2O). Bunlar silisli malzemelerle birlikte reaksiyon gösterirler. Çizelge 7. 2 bazı reaktif kaya tiplerini listeler. Eğer bu türdeki kayalar betondaki agrega içinde kullanılırsa yüksek alkali çimento oluştururlar. Beton genişlemeye ve kırılmaya elverişlidir (Fig 6. 8).

Grovak, agregaya niyetine kullanıldığında, şişme (genişleme), alkali agregaya 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 absorbe edip çimentonun agregaya parçacıklarının etrafında kırılmasını sağlar. Eğer alkali reaksiyonu şiddetli ise, kırılmanın poligonal kalıbı, yüzey üstünde gelişir. Bu zorluklar petrolojik araştırmalar yardımıyla üstesinden gelinebilir. Bu; % 0.25 opal içeren malzeme ile, %5 'in üzerinde kalsedon veya kriptokristalin asitik ve orta volkanik kayalar ile veya %3'ü üzerinde cam ile, düşük alkali çimento kullanılmadıkça, yeterli derecede alkali reaksiyon meydana getirir.

Eğer agregaya inert maddeyle karıştırılmış olan ve inert maddeyle çevrilmiş olan reaktif materyal içerirse; tepkimenin meydana gelmesi önlenemez. Eğer alkalilerle reaksiyon vermesi için karışıma puzzolan eklenirse alkali agregaya reaksiyonunun kötü etkisi önlenemez.

Reaktiflik tamamıyla bir kayacın içerdiği süzölmüş kuvarsın birleşimiyle ilgili olmayıp onun yüzdesine de bağlıdır. Kayaç agregaları % 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 agrelararın reaktiflikleri orta şiddette olur. Aynı zamanda, % 5 veya daha fazla ikincil kalsedon veya daha opal'a, % 15 dolaylarında palagonite sahip bazaltik kayalar yüksek alkali çimentolarla fena tepkimeler verirler. % 5 veya daha fazla kuvarslı kayalara sahip kumtaşları ve kuvarsitler aynı özellikleri gösterirler.

Çizelge 7.2.Yüksek alkali çimentolarla 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 agrega 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 varsayılır. Buna rağmen, bazalt, gabro, dolerit, çamurtaşı ve grovak'ın betonun toplam rötresini etkileyecek kadar rötreye yapabilecekleri, yani betondan bağımsız olarak oluşumları esnasında büyük ıslanma ve kuruma hareketleri yaptıkları ortaya çıkarılmıştır. Kil ve şeyl betonla birlikte işlendiklerinde su emerler ve şişerler ve kuruduklarında çimentoya zarar verecek şekilde büzülürler. Bu nedenle ince agregadaki kil oranı % 3' ü geçmemelidir. Bu durum, granit, kireçtaşı, kuvarsit ve felsit gibi kayaçları etkilemez. Beton agregaları kil, mika, kavkı 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 sıkıştırmaya, aşınmaya, kaymaya ve don tesirine karşı dirençli olmalıdır. Ve tabi ki kimyasal yönden geçirimsiz ve genleşme katsayısı da küçük olmalıdır. Kullanılacak agregaların değerini tayin etmek için dört ana test uygulanır.

1-Agreganın kırılma deneyi

2-Agrega sıkıştırma (çarpma) (İmpact) 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.

Agreganın özellikleri çıkarılmış olduğu kayanın yapı ve minerolojik 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 kenetlenemezler. Tortul kayalarda daneleri biraraya getiren çimento ve matriks elemanın miktarı yoltaşının performansını etkiler.

Kayanın yapısındaki değişiklikler yoltaşının dayanıklılığını etkiler. Ayrışma tesiri malzemenin bağ dayanımını azaltabilir. Kimyasal değişiklikler her zaman mekanik özelliklere zararlı değildir. Küçük bir değişiklik kayanın cilalanmaya karşı direncini arttırır. Diğer yönden malzemenin aşınmaya karşı direnci , içindeki minerallerin çoğalmasıyla azalır. Kayadaki minerallerin sertliği, kayanın aşınmasını etkiler. Kırılma mukavemeti gözenekliliğe ve dane büyüklüğüne bağlıdır. Agregada 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	Özgöl 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
Çakmaktaşı	1. 8	2. 63	20	18	15	63
Kireçtaşı	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. Kumtaşı ,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 kullanıldı) 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 kullanışsızdır. 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.

Mıcır olarak en çok kullanılan dayanıklı kireçtaşları, dolomitler veya dolomitik kireçtaşlarıdır. Sert kayaç grubuna giren bazaltlardan daha az yararlanılmakla beraber kullanıldıkları 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. ÇİMENTO 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 mıcır olarak çok yoğun bir şekilde kullanılmasıdır.

Kireçtaşından üretilecek maddelere göre şu kalite değerlendirmeleri yapılabilir:

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

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

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 karıştırılınca 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 cürufları gibi. Puzolanların doğal olarak bulunan ve elde edilenleri tras diye adlandırılır. Trasın yapısında yoğun olarak SiO_2 ve Al_2O_3 bulunur. Fakat içerisinde SiO_2 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 itibari ile çimentoya yakın bir oksit bileşimi gösterdiğinden 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 bölgededir. Türkiye jeoloji haritasına bakıldığında 155000 km² lik bir alanın volkanik kayaç oluşumlarına sahip olduğu görülür. Bununla birlikte bu alan üzerinde büyük litolojik farklılıklar tesbit edilmiştir. Volkanizmanın 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	Ayvacic, 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	Bozüyük, 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, Kızılcahamam, Nallıhan, Polatlı	Nevşehir	Merkez, Avanos, Derinkuyu, Gülşehir, Hacıbektaş, Kozaklı, Ürgüp
Eskişehir	Merkez, Sarıcakaya, Seyitgazi, Sivrihisar	Aksaray	Merkez
Kayseri	Merkez, Bünyan, Develi, Felahiye, İncesu, Sarioğlu, Tomarza, Yenışehir	Sivas	Divriği, İmranlı, Koyuluhisar, Suşehri, Şarkışla, Yıldızeli
Kırşehir	Çiçekdağı, Mucur	Niğde	Merkez, Bor, Ortaköy, Ulukışla
Karadeniz Bölgesi			
Amasya	Merkez, Göynücek, 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, Kıbrısık, 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, Iğdır
Bingöl	Genç, Karlıova, Kığı, Solhan	Malatya	Merkez, Akçadağ, Arapkir, Arguvan
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, Islahiye, 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

$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, 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
Diğer	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 ayırıcı unsuru Al_2O_3 'tür. Bünyelerinde % 2 daha fazla bu maddeleri taşıyanlara boksit denir. % 25- % 30 dan başlayıp daha yüksek oranda Al_2O_3 içerenler sanayi killeri olarak adlandırılırlar. Herhangi bir kil mineralinin etkinliğini taşımayan ve % 30 dan daha az Al_2O_3 kapsayan ince taneli sedimanter kayalar ise tuğla ve kiremitlerin üretiminde kullanılan adi killerdir.

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 göstermeksizin 1100 derecede pişirilmeli kiremit kızılı denilen kendi rengini almalıdır.

7.6. İNŞAAT KUMLARI VE ÇAKILLAR

En iyi kumlar sakın 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 olmadığında en iyi agrega 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 kireçtaşı parçacıkları organik kırıntılar ve bazı bölgelerde ise fosil parçaları içerdiği bilinmektedir. Çöl ve ova kumları ise temiz olmalarına ve tuz içermemelerine rağmen yalnızca ince tanelerden oluştuğundan beton yapımı için genellikle uygun değildir. Ticari alanda ise 0,3 mm tane boyutundakilere sıva kumu, 0,7 mm boyutundakilere

Çakıllar bileşenleri açısından heterojendir. Hakim bileşenleri minerallerden ziyade kayaç parçalarıdır. Dayanıklı olduklarından nehir yataklarında, göl, deniz sahillerinde bol olarak bulunur. Şeyl ve mikaşist 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 mıcırın 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 hızı sahip akarsular ticari çakıl yataklarının oluşumunda önemli rol oynarlar. Ekonomik öneme sahip büyük yataklar Pleyistosen buzullarının erimesi sonucu ortaya çıkmış 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 büyüklükte yatakların bulunması, sistemli aramaları gerektirir. Bunun için uygun topoğrafya , 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) kayalarından çimentolanmamış olmaları ve çok çeşitli bileşenlerden oluşmaları ile ayrılırlar. Yatakları toz ve organik malzemedenden 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 imento yapımında kimyasal bağı zayıflatıp, dayanımı azalttıklarından, kum ve çakılın bünyesinde istenmezler.