

# MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ



## KİMYA MÜHENDİSLİĞİ

***KMB402 - Kimyasal Teknolojiler***

*Prof. Dr. Yıldırım TOPCU*

# ÇİMENTO ENDÜSTRİSİ

*KMB402 - Kimyasal Teknolojiler*

*Hafta - 8*



# İÇİNDEKİLER

1. ÇİMENTONUN ÖNEMİ
2. ÇİMENTO İÇERİSİNDEKİ BİLEŞENLER
3. ÇİMENTO ÇEŞİTLERİ
4. ÇİMENTOLARIN ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI
5. ÇİMENTO ÜRETİMİ
6. ÇİMENTO VE BETON
7. KİREÇ ÜRETİMİ VE KULLANIM ALANLARI
8. ÇİMENTO KALİTE KONTROLÜ
9. TÜRKİYE ÇİMENTO SANAYİSİ



# 1. ÇİMENTONUN ÖNEMİ

- Su eklendiğinde hamur kıvamı alan, zamanla sertleşerek plastik özelliğini kaybeden bağlayıcı özelliğe sahip toz veya sıvı haldeki malzemelere **bağlayıcı maddeler** denir.
- Alçı, çimento ve kireç toz bağlayıcı sınıfındadır.
- Çimento su ile karıştırıldığında sertleşerek tuğla, briket, fayans, kum, çakıl gibi malzemelerin birleştirilmesinde kullanılan hidrolik bir bağlayıcıdır.



- İçeriğinde bulunan bağlayıcı maddeler çimentonun suyla etkileşime girmesinde etkindir. Üretimde ve uygulamalarda çoğunlukla *hidrolik (suyla etkileşime giren) imentolar (Portland imentosu, kompoze imento vb.)* kullanılmasına rağmen suyla etkileşime girmeyen, yani hidrolik olmayan çimentolarda bulunmaktadır.
- **Çimentonun gelişim süreci içinde en önemli aşama Portland imentosunun üretimidir.** Bu imentonun doğal çimentodan daha iyi özelliklere sahip olduğu anlaşılmıştır. Günümüzde en çok tercih edilen Portland imentosu özellikle beton üretiminde önemli bir bileşen olarak işlev görür.



## 2. ÇİMENTO İÇERİSİNDEKİ BİLEŞENLER

Çimento içerisindeki bileşenler iki gruba ayrılır.

Bunlar:

- Ana hammaddeler
- Yardımcı hammaddeler olarak sınıflandırılır.



## 2.1. Ana Hammaddeler

Çimento üretiminde kullanılan ana ham maddeler şunlardır:

- Kireçtaşı (kalker)
- Kil
- Marn
- Alçı taşı

### Kireçtaşı (Kalker)

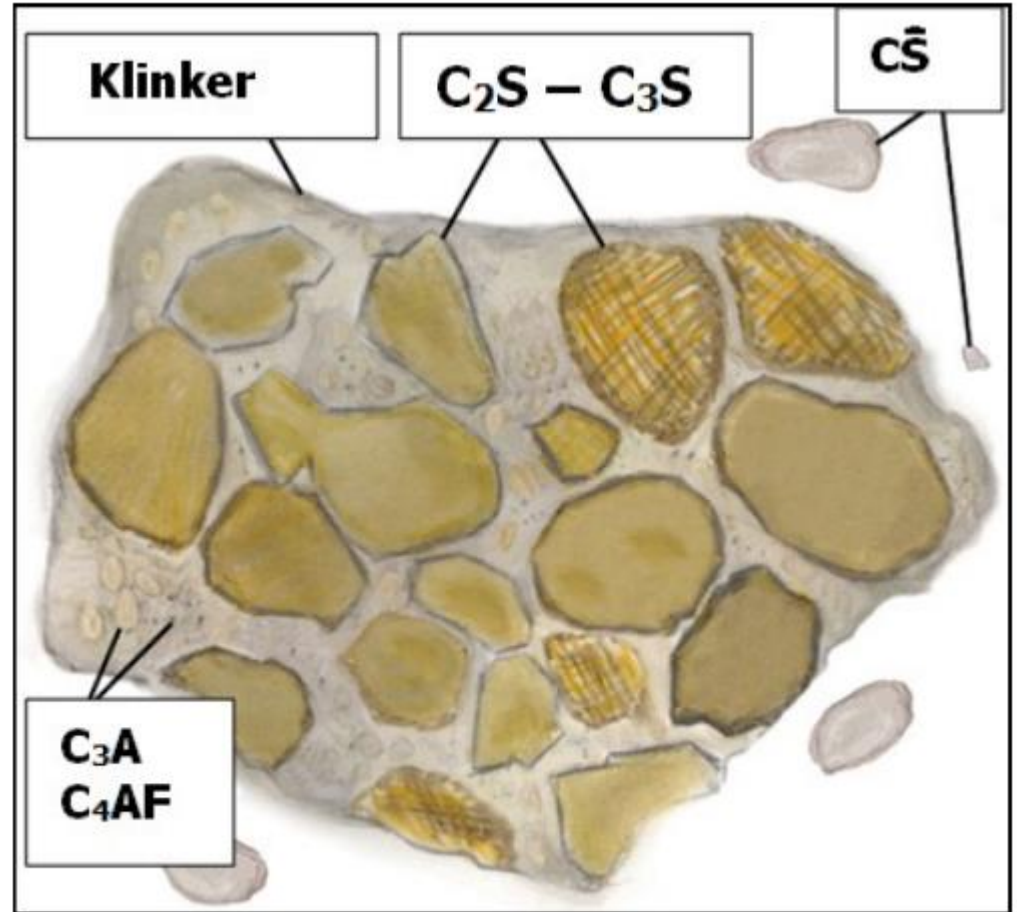
Kimyasal bileşimi % 90  $\text{CaCO}_3$  (kalsiyum karbonat) olan kayalara *doğal kalker* veya *kireçtaşı* adı verilir.

*Kireçtaşı gevrek yapılı ve kırılgan* olan ve genelde beyaz renkte bir maddedir. Doğal kalker bünyesinde **kalsiyum karbonata** ilave olarak değişik oranlarda **magnezyum karbonat** ve **kil** mineralleri bulundurur. **Kalker**, içeriğindeki bu maddelere göre farklı isimler almaktadır.



# Çimento Ana Bileşenleri

- 1) Kalsiyum Silikatlar  
( $C_3S$ - $C_2S$ )
- 2) Kalsiyum Aluminatlar  
( $C_3A$  –  $C_4AF$ )
- 3) Kalsiyum Sülfatlar  
( $\bar{C}S.2H$ )



Şekil – 1: Çimento bileşenleri[1]



**Çizelge 1. Kalker çeşitleri ve %CaCO<sub>3</sub>, %MgCO<sub>3</sub> oranları.**

İsimlendirme	%CaCO <sub>3</sub>	%MgCO <sub>3</sub>	
		5-30	>30
Kalker	90-100	Dolamitik kalker	Dolomitik
Marnlı kalker	85-90	Dolamitik marn	Marnlı dolamitik
Kalkerli marn	70-85	Dolamitik kalkerli marn	Dolamitik marn
Marn	50-70	Dolamitik marn	Dolamitik
Killi marn	30-50	Dolamitik killi marn	Dolamitik killi marn
Marnlı kil	10-30	Dolamitik marn	Dolamitik marnlı kil
Kil	0-10	Kil	Kil

Kalker bu bileşiklerden başka demir oksit, demir sülfür ve silis (SiO<sub>2</sub>) içerebilir. İçeriğindeki bu maddelerin varlığı çimentonun safsızlığının göstergesidir. **Safsızlıkların türüne göre kalkerin rengi değişir.** Örneğin demir bileşikleri rengin sarı-kahverengi olmasına neden olur.



- Safsızlıklar üretilen çimentonun kalitesini de değiştirmektedir. Örneğin çakmaktaşı, opal, kuvars gibi silisyum dioksit bileşikleri öğütme ve pişirme sırasında sorunlara yol açan istenmeyen safsızlıklardır.
- **Kalkerin saflık derecesi içerdiği  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{CaO}$  miktarına göre değişir.**

## Çizelge 2. Kalkerlerin saflık derecesi

Kalkerin saflığı	% $\text{CaCO}_3$	% $\text{CaO}$
Çok fazla saf	>98,5	>55,2
Çok saf	97-98,5	54,3-55,2
Orta saf	93,5-97	52,4-54,3
Az saf	85-93	47,6-52,4
Saf olmayan	<85	<47,6



## Kil

Kil çimento üretiminde hammadde olarak kullanılan su çekici, yumuşak ve gevşek yapılı doğal bir mineraldir. Kil mineralleri esas olarak alüminyum oksit ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ve sulu alüminyum silikatlardan oluşur. Çimento sanayinde en çok tercih edilen kil türü **kaolin** ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dir. **Kaolin özellikle beyaz çimento yapımında önemli bir kil türüdür.** Killer su ile karıştırıldığında şekillenebilen doğal malzemelerdir.

## Marn

Doğada kil ve kalkerin belirli oranlarda karıştırılması sonucu oluşmuş kayalar bulunur. Bu doğal kayalar %50-70 oranında kalker ve %30-50 oranında kil içerir ve bunlara **marn** adı verilir. **Diğer bir deyişle marn, çimentonun ana hammaddelerinden kalker ve kilin beraber bulunduğu tek doğal hammaddedir.**

## Alçı Taşı

Alçı taşı doğada iki halde bulunur. Bünyesinde iki molekül kristal suyu bulunduran türe ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) **jips** ve **susuz şekline de anhidrit** ( $\text{CaSO}_4$ ) adı verilir. Çimento üretiminde genellikle jips kullanılmaktadır.



## 2.2. Yardımcı Hammaddeler

Çimento üretiminde ham maddelerin kimyasal bileşimini düzeltici etki sağlamak amacıyla yardımcı hammaddelerde kullanılır. En çok tercih edilen yardımcı hammaddeler **puzolanik maddeler** (tras, yüksek fırın cürufu, pomza, uçucu kül vb.) ve demir cevheridir.

### Puzolanik Maddeler

Puzolanlar **tek başlarına bağlayıcı özellikleri olmayan (veya çok az olan) fakat çok ince öğütüldüklerinde ortamdaki kireç ve nemle beraber kimyasal reaksiyona girerek bağlayıcılık özelliği kazanan katkı maddeleridir**. Bu maddeler yüksek miktarda  $\text{SiO}_2$  ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  içerirler. Puzolanik maddeler genel olarak **doğal**, **aktive edilmiş** ve **yapay** puzolanlar olarak üç sınıfa ayrılır.



# 3. ÇİMENTO ÇEŞİTLERİ

Piyasada farklı amaçlara yönelik çimento çeşitleri bulunmaktadır. Çimentonun çeşitliliği aslında içeriğindeki bileşen oranlarının değişik olması veya farklı yardımcı bileşenler içermesi anlamına gelmektedir. Avrupa Birliği'nin EN 197 standartına eş çimento üretim standartları Türk Standartları'nda TS EN 197 olarak isimlendirilirler. Bu standartlara uygun olarak üretilen çimentolara *CEM çimentosu* adı verilir. CEM çimentosunun ana tipleri: Bileşimlerine göre beş ana tip CEM çimentosu vardır.

- CEM I Portland çimentosu
- CEM II Portland kompoze çimento
- CEM III Yüksek fırın cürufu çimento
- CEM IV Puzolanik çimento
- CEM V Kompoze çimento

Ana bileşenler ve minör ilave bileşenlerle beraber toplam 27 çeşit CEM çimentosu üretilmektedir.



- Bu çimentolar ana bileşenleri klinker olmak üzere bunun yanında ağırlıklarının %5'inden daha az miktarda katkı maddeleri içerirler. En az katkı maddesi içerenler **A**, orta miktarda içerenler **B**, en fazla katkı maddesi içerenler ise **C** tipi çimento olarak sınıflandırılırlar.
- Çimentoların içerdikleri katkı maddelerinin türü harf sembolleri ile işaretlenerek birbirinden ayırt edilir. Ülkemizde en çok **tras (P)**, **silisli uçucu kül (V)**, **kalkersi uçucu kül (W)** ve **yüksek fırın cürufu (S)** katkıları kullanılmaktadır.
- 3 standart dayanım sınıfı olan çimentoların basınç dayanımları **32,5 MPa**, **42,5 MPa** ve **52,5 MPa** değerlerindedir. Bunun yanında her standart dayanım sınıfı için iki erken dayanım sınıfı tanımlanmıştır. Bunlar **normal erken dayanım (N)** sınıfı ve **hızlı erken dayanım (R)** sınıfıdır.



# 4. ÇİMENTOLARIN ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Genel olarak çimentolar **karışım oranlarına** göre dört sınıfa ayrılırlar. Bunlar:

- **Portland Çimentosu:** %100 klinker
- **Katkılı Çimento:** %81 (min.) klinker + %19 (max.) puzolanik madde
- **Traslı Çimento:** %60-80 klinker + %40-20 tras
- **Yüksek Fırın Cürufllu Çimento:** %70-90 klinker + %30-10 uçucu kül

**Çimentoda en yüksek maliyetli bileşen klinkerdir.**

Bu nedenle ülkemizde çoğunlukla **klinker oranı daha az olan katkılı çimento** ve **traslı çimento** üretilmektedir. Bunların mukavemetleri, priz süreleri ve genleşmeleri portland çimentosu ile aynıdır.



- Öncelikli olarak inşaat işlerinde kullanılan bu çimentolar içerdikleri katkıların türüne göre farklı yapı işlerinde kullanılabilmektedir.

Örneğin;

- Hidratasyon ısıları düşük olan **traslı çimento** *deniz içi yapılarda;*
- Beyaz renkli **beyaz portland çimentosu** *dekoratif yapı işlerinde;*
- **Sorel çimentosu** *kıvılcım tehlikesi alan yerlerde, cephane üretimi yapan fabrikalarda ve cephaneliklerde* kullanılır.



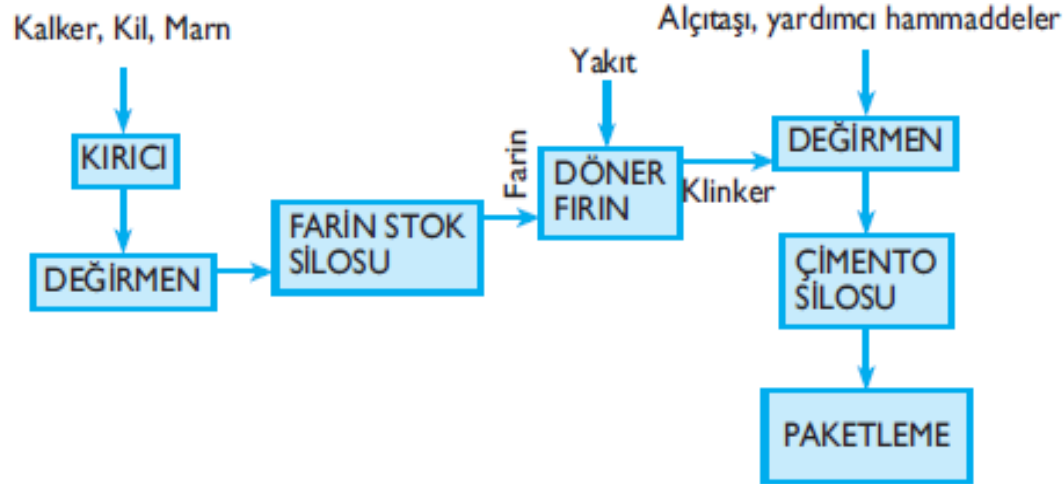


# 5. ÇİMENTO ÜRETİMİ

Çimento üretimi çeşitli basamaklardan oluşmaktadır. Şekil 5.1’de bir çimento fabrikasında çimento üretimine ait süreçler şematize edilmiştir.

**Şekil 5.1**

*Çimento üretim şeması.*



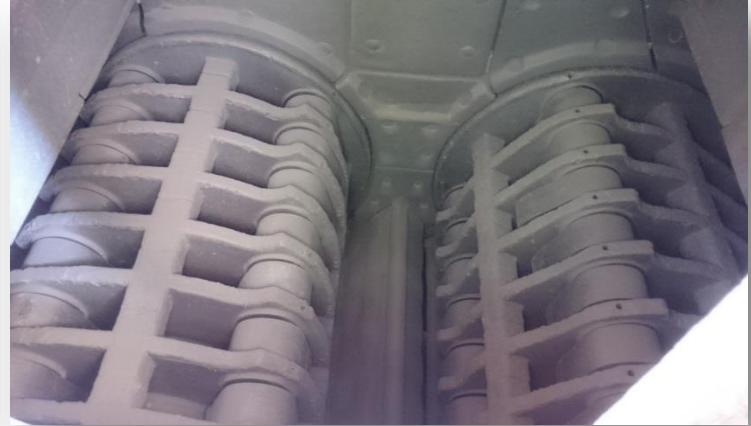
# Hammadde Temini

Çimentonun hammaddeleri olan kil ve kalker (veya marn) iş makineleri ve/veya patlayıcı kullanılarak bulundukları ocaklardan çıkarılır ve fabrikaya sevk edilirler.



# Hammaddenin Öğütülmesi ve Karıştırılması

- Ocaklardan çıkarılan hammaddeler belirli bir büyüklüğe getirilmek için ( $\sim 0-1,5 \text{ m}^3$  boyutundan 0-50 mm 'ye) kırıcılarda öğütülür.
- Öğütme işlemi önemli bir aşamadır. Çünkü klinker oluşum reaksiyonu yani kalker ve kilin yüksek sıcaklıkta pişirilmesi **katı fazda** gerçekleşen bir olaydır. Bu tepkimenin verimini arttırmanın yolu da kullanılan katı bileşenlerin temas yüzeylerini mümkün olduğunca arttırmaktır.



- Ocaklardan çıkan hammaddelerin kimyasal analizleri yapıldıktan sonra bileşimlerine göre ayrı ayrı depolanırlar.
- Bileşimleri bilinen hammaddeler belirli bir düzenle değirmenlere gönderilip öğütülürler.
- Öğütülmüş hammaddelerin fırına girmeden önceki ince öğütülmüş hallerine Fransızca' da un anlamına gelen **farin (farine)** adı verilmektedir.





- Farin hazırlamada kullanılan üç farklı yöntem vardır:
  1. Yaş yöntem
  2. Yarı yaş yöntem
  3. Kuru yöntem
- Farin yukarıda anlatılan yöntemlerden birine (yaş veya kuru yöntem) göre hazırlanır ve fırınlara gönderilerek pişirilir.

# Klinkerin Pişirilmesi

- Öğütülen ve istenen kimyasal bileşime sahip hammadde karışımı (farin) döner fırında pişirilmeden önce ön ısıtma yapılır.
- Ön ısıtmanın amacı hammaddeleri hem belli bir sıcaklığa (800 °C) getirmek hem de kalsinasyon işlemini gerçekleştirmektir.
- Yüksek sıcaklıkta kalsiyum karbonatın kalsiyum oksite dönüşmesi sürecine **kalsinasyon** adı verilir.





- Ön ısıtma işlemi yapılan karışım pişirmenin yapılacağı döner fırınlara girmeden önce artık yapısındaki su ve karbondioksitin büyük bir kısmını kaybetmiştir ve sıcaklığı yaklaşık 800 °C civarındadır.
- Pişirmenin yapılacağı fırınlar üretim yöntemine bağlı olarak farklı türlerde olabilirler.
- Yaş yöntemle yapılan üretimde 80-100 m uzunluğunda, kuru yöntemle yapılan üretimde ise 40-50 m uzunluğunda, % 3,5-4,0 eğimli ve kendi eksenini etrafında dönen fırınlarda karışım pişirilir.



- Burada önemli olan nokta her iki yöntemde kullanılan fırının **eğimli yapıda** olmasıdır. Bu karışımın kendi eksenini etrafında dönerek homojen bir şekilde pişirilmesini sağlamak içindir.
- Fırın içindeki sıcaklık 1100-1200 °C olduğunda karışım eriyip yapışkan hale gelmeye (**sinterleşme**) başlar.
- Bu aşamada katı tanecikler arasında reaksiyonlar gerçekleşmeye başlar.



Yani CaO ile ortamdaki reaktif silis ( $\text{SiO}_2$ ) birleşerek  $\text{C}_2\text{S}$  bileşiğini oluşturur. 1200-1350 °C' de sıvı faz oluşmaya başlar. Sıvı fazda  $\text{C}_2\text{S}$  ile CaO birleşerek  $\text{C}_3\text{S}$  oluştururlar. Bu tepkime sonrası ortamdaki CaO derişimi oldukça azalır. 1450 °C' de  $\text{C}_3\text{S}$  oluşumu sonlanır. Soğutma işlemiyle sonlandırılan bu aşamanın ürünleri  $\text{C}_3\text{S}$ ,  $\text{C}_2\text{S}$ ,  $\text{C}_3\text{A}$ ,  $\text{C}_4\text{AF}$  ve serbest kireçtir.

Kısaca pişirme işleminde 1500 °C' yi bulan yüksek sıcaklığın etkisiyle hammaddenin içeriğindeki kireç, silis, alüminyum, demir oksit bileşikleri önce serbest hale gelir sonrada aralarında reaksiyona girerek silikat ve aluminat bileşiklerine dönüşürler. Tüm bu aşamalar sonucu oluşan ürüne **klinker** adı verilir.



# Klinkerin Soğutulması ve Öğütülmesi

- Klinkerin içindeki bileşenlerden  $C_3S$  dayanıklılığı artırıcıdır. 1250 °C altındaki sıcaklıklarda klinkerin içindeki  $C_3S$ ,  $C_2S$ 'e dönüşmeye başlar.



- Bu dönüşüm hem çimentonun **dayanıklılığı** açısından istenmeyen bir durum yaratır hem de oluşan CaO yani **serbest kireç betonda çatlamalara** neden olur. Bu reaksiyonun önlenmesi için 1450 °C sıcaklıkta iken **ani soğutma** yapılır. Böylece  $C_3S$ 'in  $C_2S$  ve CaO'e dönüşümü engellenmiş olur.



- Soğutulan klinker gözenekli ve yaklaşık 1-3 cm boyutlarında gri sert topaklar şeklindedir. Bu haliyle su ile etkileşime girmez. ince bir şekilde öğütüldükten sonra bağlayıcı olarak kullanılabilecek duruma gelir.
- Bu nedenle fırından çıkan klinker çimento değirmenlerinde önce ince toz haline gelene kadar öğütülür ve ağırlığının ~%5'i kadar alçı taşı ile karıştırılır.
- Alçı taşı çimentonun priz süresini düzenleyici olarak kullanılır.



- Bunun yanında üretilmek istenen çimento türüne göre çeşitli katkı maddelerinin ilavesi de bu aşamada yapılır. Öğütme işlemi tamamlanan çimento soğuması ve kararlı hale gelmesi için silolarda bekletilir ve bu sürenin sonunda paketlemeye gönderilir.
- Çimento fabrikalarında bulunan önemli ünitelerden biride **toz toplama üniteleri**dir. Pişirme, öğütme, depolama ve paketleme işlemleri sırasında oluşan tozların toplanarak değerlendirilmeleri ve çevreye zarar vermelerinin önlenmesi oldukça önemlidir.



## **Paketleme :**

Üretim aşaması tamamlanan çimento taneciklerinin boyutu 90 ile 6,5 mikron arasında değişir. Çimento, alıcının isteğine bağlı olarak ya torbalanmış halde yada direkt kamyon vb. araçlarla kullanılacağı yere sevk edilir.

## **Depolama :**

Çimentoların belirli bir kullanım süresi vardır. Dört aydan fazla depolarda (silolarda) bekletilen çimento havanın nemini adsorplayacağı için yapısı bozulur. Bu nedenle depolandığı ortamın (siloların) nemden uzak olmasına, ambalajlarının kuru ve hava almamasına dikkat edilir.



# 6. ÇİMENTO VE BETON

- Beton çimento, agrega, su ve bazı katkı maddelerinin karıştırılmasıyla üretilen bir yapı malzemesidir. Kum, çakıl, kırma taş gibi taneli malzemeler **agrega** olarak isimlendirilir.
- Çimento bağlayıcı özelliğe sahip olduğu için agrega taneciklerinin yüzeylerini kaplar, aralarındaki boşlukları doldurur ve tanecikleri bir arada tutar.
- Çimento, su ve ince agrega karışımlarından oluşan malzemeye **harç** adı verilir.
- Çimento hamuru ilk oluşmaya başladığında kıvamı yumuşak, plastik özelliktedir. Fakat zamanla hamur katılaşmaya başlar. Benzer olarak beton ilk karılmanın ardından bir süre plastik kıvamdadır. Bu süre içinde betonun kalıplanması, yüzeyinin düzeltilebilmesi mümkündür. Betonun katılaşması tamamlandıktan sonra taş gibi sert bir malzeme haline gelir.



## Sertleşmiş bir betonda olması gereken özellikler:

- Dayanımı 7, 28 veya 90 gün dayanım sürelerinden birine uygun olmalıdır.
- Su veya herhangi bir sıvıyla temas ettiğinde geçirimsiz olmalıdır.
- Çeşitli etkenler (donma-çözülme, ıslanma-kuruma, aşınma, asitler, sülfatlar) dayanıklı olmalıdır.
- Hacminin yeteri kadar sabit olması gerekir. Kısaca büzülmesi (**rötre**) veya genleşmesi çatlamlar oluşturmayacak derecede olmalıdır.



- Beton üretiminde kullanılan çimentonun türü, miktarı, agregaların oranı, mineral ve kimyasal katkıların özellikleri **betonun servis ömrünü** etkileyen etkenlerdir.
- Betonun dış etkenlere karşı dayanıklılığına **durabilite** adı verilir.
- Beton diğer yapı malzemelerinden (ahşap, çelik vb.) daha avantajlıdır. Betonla çeliğin birçok özelliği birbirine benzer.
- Özellikle **termal genleşme katsayıları birbirine yakın** olan bu iki malzeme betonarme yapılarda **tek bir malzeme gibi** bir arada bulunarak yapının sağlamlık kazanmasında etkilidirler.





# 7. KİREÇ ÜRETİMİ VE KULLANIM ALANLARI

- Kalkerin pişirilmesi (**kalsinasyonu**) sırasında oluşan kireç ( $\text{CaO}$ ) suda ve havada sertleşerek katı hal alan, beyaz renkli bir bağlayıcıdır.
- Özellikle çimento sanayinde önemli bir bileşen olan kireç sıva, bağlayıcı boya malzemesi, beton ve plastik endüstrisinde de hammadde olarak kullanılır.



- Kireçtaşı ocaklarından çıkarılan kireçtaşları belirli boyutlara getirilmek için önce kırılmakta sonra fırınlarda pişirilerek **sönmemiş kireç** elde edilmektedir.
- Sönmemiş kireç oldukça **hidroskopik** (nem çekici) bir maddedir ve söndürülmesi için ağırlığının yaklaşık yarısı kadar su ilave edilir.
- **Hidratasyon** adı verilen bu süreç ile **sönmüş kireç** elde edilir.



Kirecin su ile söndürülmesi ekzotermik bir reaksiyondur yani ısı açığa çıkar.

Kireç, inşaat sektöründe ;

- Sıva,
- Harç,
- Beton,
- Kireç-kum tuğlası üretimi,
- Badana işleri,
- Yollarda stabilizasyon malzemesi olarak kullanılır.



# 8. ÇİMENTO KALİTE KONTROLÜ

Çimento üretimi tamamlanıp kullanıma sunulmadan önce TSE tarafından belirlenen standartlara uygunlukları test edilir. Bu aşamada yapılan işlemler kalite-kontrol laboratuvarlarında gerçekleştirilmektedir. TSE standartlarında çimento kalitesini belirlemek için yapılan deneyler genel olarak mekanik, fiziksel ve kimyasal olmak üzere üçe ayrılırlar.

## 8.1. Çimentonun Fiziksel Özelliklerine Yönelik Deneyler

Çimentonun fiziksel özellikleri ile ilgili deneyler; çimentonun **priz süresi tayini**, çimento için gerekli **su miktarı tayini**, çimentonun **incelik tayini**, çimentonun **hacim genleşmesi tayini**, **özellik ağırlık tayini** deneyleridir.



## 8.2. Çimentonun Mekanik Dayanım Özelliklerine Yönelik Deneyler

- Bağlayıcı maddelerde aranan en önemli özellik **yüksek bir dayanıma** sahip olmaları ve bunu zamanla yitirmemeleridir.
- Bunu test etmek için üretilen çimentolar (%100 katkısız veya katkılı türler) su ile karıştırılarak kalıplara dökülür ve priz almaları beklenir.
- Sertleşen numuneler kalıptan çıkarıldıktan sonra **28 gün 20 °C**'de bekletilir. 28 gün sonra kalıpların üzerine pres aleti ile basınç uygulanarak numunenin kırıldığı basınç değeri belirlenir.
- Standartlara göre çimentoların mekanik dayanımlarının **32,5, 42,5 veya 52,5 MPa** olması gerekmektedir.



### 8.3. Çimentonun Kimyasal Bileşiminin Tayinine Yönelik Deneyler

- Türk Standartları Enstitüsü tarafından çimentonun kimyasal analizinde uygulanacak standart yöntemler ve elementlerin sınır değerleri belirlenmiştir.
- Çimentonun kimyasal bileşiminin tayini yani çimento içinde bulunan elementlerin türünü ve miktarlarını belirlemek için **spektroskopik, spektrofotometrik, fotometrik** yöntemler ile **ısıt işlemler** ve **gravimetrik yöntemler** kullanılmaktadır.



# 9. TÜRKİYE ÇİMENTO SANAYİSİ

- Çimento hammaddeleri özellikle **kalker rezervleri oldukça fazla olan ülkemiz**, kullanılan yeni teknolojiler ve teknik bilgi birikimi yüksek deneyimli çalışanlar sayesinde diğer ülkeler arasında ön sıralarda bulunmaktadır.
- Yıldan yıla değişmekle birlikte genellikle **Dünya’da ilk sekiz ülkeden biri** arasına girmeyi başaran ülkemiz çimento üretiminde ve ihracatta **Avrupa’da ilk üç ülke arasında** bulunmaktadır.
- Ülkemizde 20 milyon ton üretim kapasitesine sahip **39 entegre tesis** ve **16 öğütme paketleme** tesisi olmak üzere **55 çimento fabrikası** bulunmaktadır.



# KAYNAKÇA

- 1) Prof. Dr. Yücel ŞAHİN (Editör) 2010. Endüstriyel Kimya, 294s, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- 2) <http://www.mta.gov.tr> (Alçı taşı)
- 3) Akçansa Teknik Notlar-3, Çimentonun Hidratasyonu, [http://www.akcansa.com.tr/docs/20120216160047\\_teknik-notlar-3.pdf](http://www.akcansa.com.tr/docs/20120216160047_teknik-notlar-3.pdf)

**Kimya Mühendisliği Bölümü Öğrencileri:**

**Abdulkadir AKYÜZ, Nisa AYDIN, Başak MAY'ın katkılarıyla hazırlanmıştır.**

