



# Çimento Araştırma ve Uygulama Merkezi

**Mineral Katkılar- Uçucu Kül**



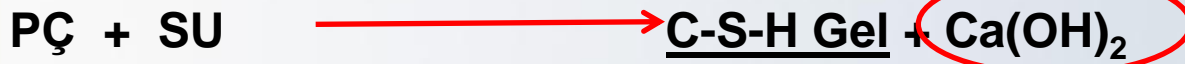
# Çimento İkame Malzemeleri

- Doğal Malzemeler (Tras vb.)
- Atık Malzemeler ( Uçucu Kül, Yüksek Fırın Cürufu, Silis Dumanı)

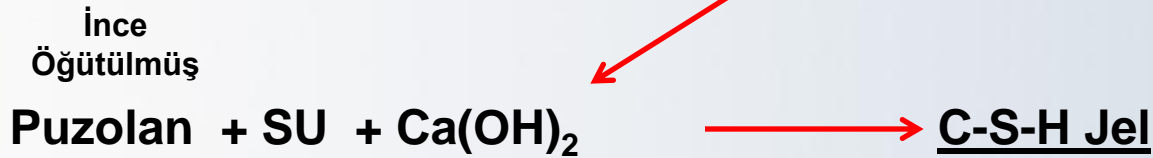
**ÇİMENTO HİDRATASYONUNUN ATIĞI OLAN CH ( Kalsiyum Hidroksit) İLE REAKSİYON VEREBİLEN MALZEMELERDİR..**

# Çimento İkame Malzemeleri

## Çimento Reaksiyonu:



## Puzolonik Reaksiyon



C-S-H Jel **İstenen Faz..** Dayanım veriyor..

$\text{Ca(OH)}_2$  **İstenmeyen Faz..** Dayanıma Katkısı YOK!!

# Çimento İkame Malzemeleri

## 1) Teknik Avantajlar:

- Yüksek Dayanıklılık
- Düşük Hidratasyon Isısı
- Yüksek Nihai Mukavemet Değerleri

# Çimento İkame Malzemeleri

## 2) Çevresel Faydalar:

**Mineral Katkılar Çimento Klinkerinin daha az kullanılmasını sağlamakta, bu sebeple:**

- Daha az sera gazı emisyonu salınımı
- Daha az enerji tüketimi
- Klinker Hammaddelerinin Daha az tüketimi
- Atık ise doğanın daha az kirlenmesi
- Atıkların saklanması için kullanılan enerjinin tasarrufu

# Çimento İkame Malzemeleri

## Çimento İkame Malzemeleri;

- 1. Çimentoya katılabilir**
- 2. Betona katılarak kullanılır**

# Çimento İkame Malzemeleri

Çimento Fabrikalarında kalite kontrol süreçleri daha net olduğu için günümüzde yaygın kanı ikame malzemelerinin betondan ziyade **çimentoda** tercih edilmeleridir

Yüksek Mineral Katkı → Çevreci Malzeme

Yüksek Mineral Katkı → Dayanıklı Malzeme

**BİLİNÇLİ KULLANMAK ŞART!!**

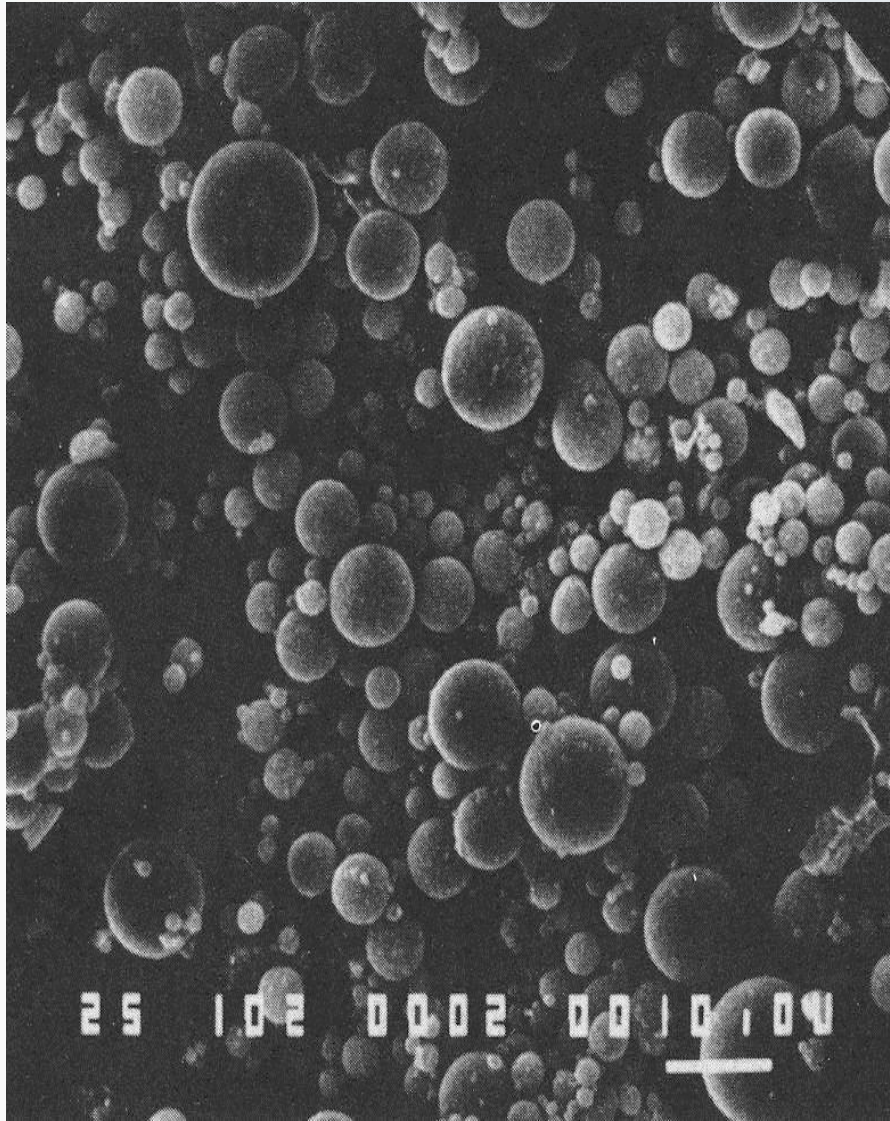
# Çimento İkame Malzemeleri

## TÜRKİYE'DE GENEL KULLANIM

- Nakliye işlemleri çimento ikame malzemelerinden daha pahalı
- En yakın malzemeyi kullan
- **Uçucu kül özel → Ekstra öğütme yok, separasyon var..**
  - o Doğal Pozolan (Tras) → Tüm Türkiye
  - o Uçucu Kül → 12 adet kömürle çalışan termik santral
  - o Granüle Yüksek Fırın Cürufu → Ereğli, Karabük, İskenderun Demir Çelik
  - o Silis Dumanı → Antalya

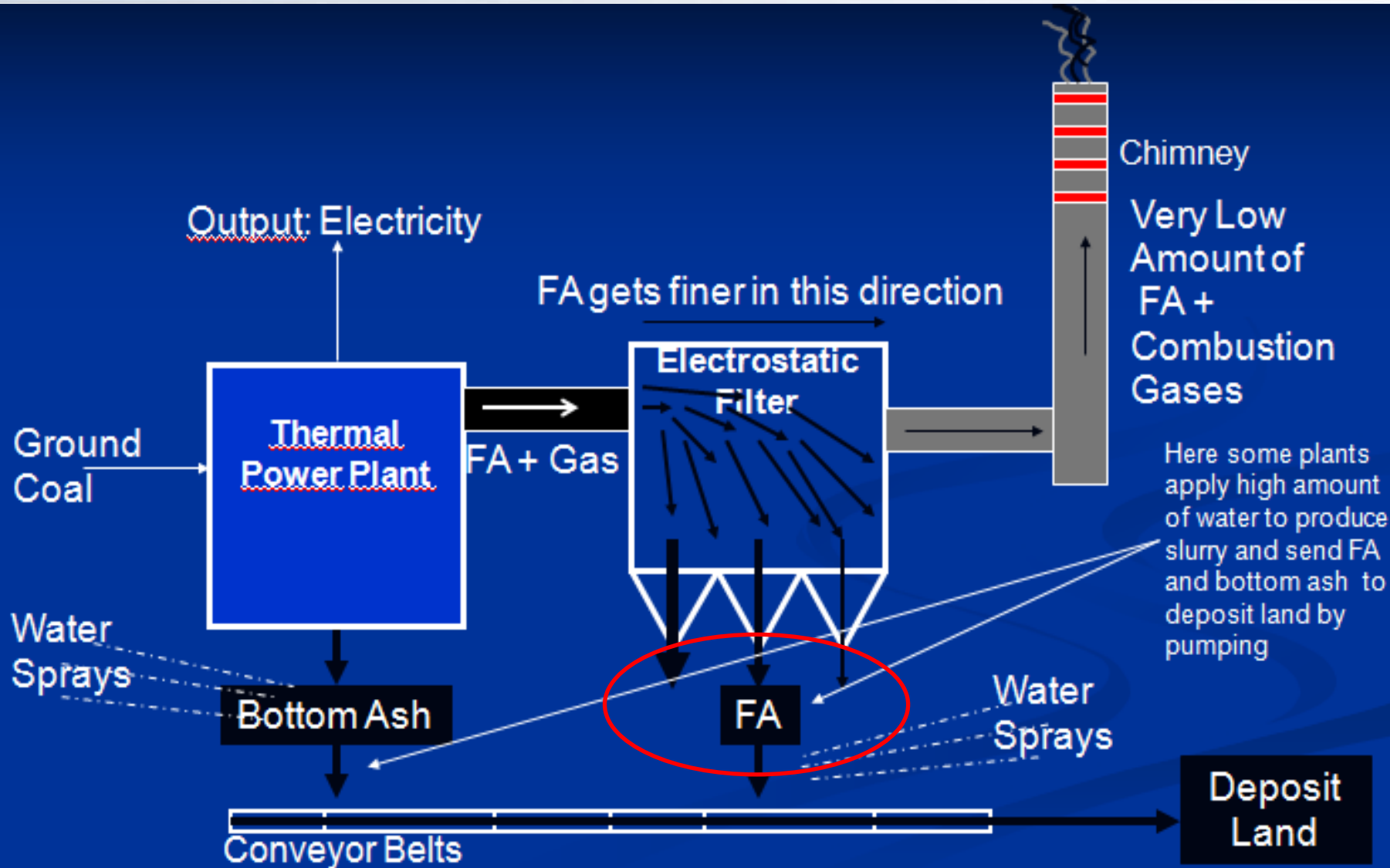


# Uçucu Kül



- **Termik santrallerin atığıdır**
- **Küresel yapısı ile betonun işlenebilirliğine olumlu etkisi vardır**
- **Su ihtiyacını azaltır**
- **Su/Çimento oranının yükselmesi halinde kömür tanecikleri üst tabakaya çıkabilir**

# Uçucu Kül



# Uçucu Kül

- Asıl termik santrallerin sorunudur
- 1914 yılında ilk çalışmalar başlamıştır
- 1930 yılında ilk geniş kapsamlı çalışma tamamlanmıştır
- İlk endüstriyel uygulaması 1948 yılında Hungry Horse Barajıdır (ABD)
- Düşük verimli Elektrostatik filtre ile çökeltilir
- Eski sistemlerde su püskürtülerek taşınırdı
- Prosesteki değişime ve yakılan kömürün cinsine göre kalitesi değişiklik gösterir
- CaO miktarına göre 2 çeşidi olmakla birlikte **silissi uçucu küller** tercih edilmektedir

# Uçucu Kül

## Çimentoda Kullanımı:

- Öğütmeye gerek yoktur
- Tras gibi kurutma ihtiyacı yoktur
- Genel olarak doğal pozolan'dan (Tras) daha iyi reaktivitesi vardır, cüruftan ise daha düşük reaktivitesi vardır
- En büyük teknik avantajı su ihtiyacını azaltmasıdır

↓

**DÜŞÜK SU/ÇİMENTO ORANI İLE AYNI KIVAM**

↓

**YÜKSEK DAYANIM, AZ TERLEME, AZ RÖTRE**

# Uçucu Kül

## Uçucu Kül Kullanımında Dikkat Edilecekler:

- Tane boyu Dağılımına Dikkat Edilmeli
- S+A+F miktarı
- Reaktif Silis Miktarı
- Yanmamış Karbon Miktarı Önemlidir
- Aktivitesi 28 g minimum 75 olmalıdır
- TS EN 197-1 ve TS EN 450-1 Standartlarına Uygun Üretilmelidir

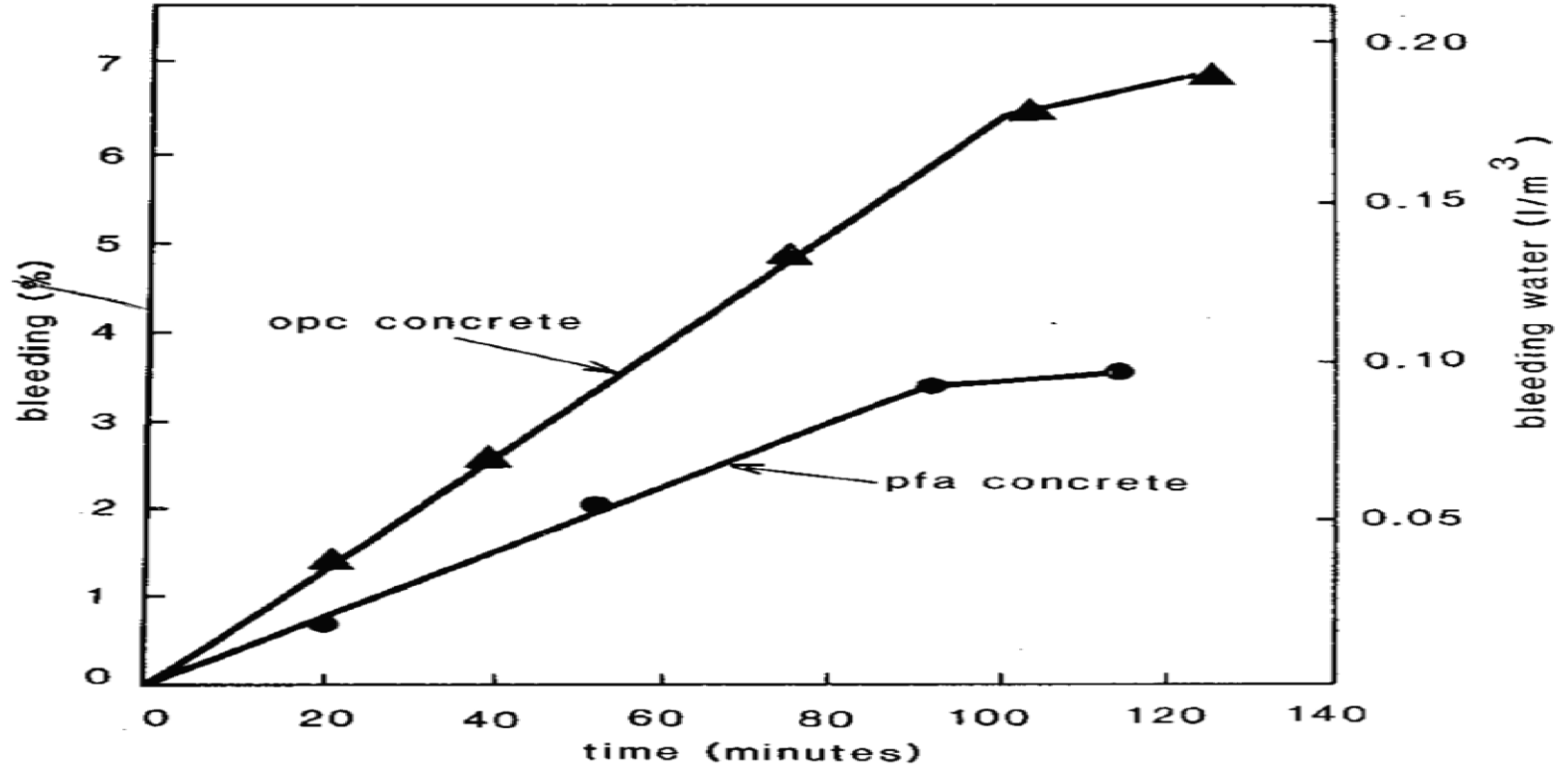
# Uçucu Kül

## Çimento-Uçucu Kül Sisteminin Özellikleri:

### İşlenebilirlik:

- Daha az su ile aynı işlenebilirlik!!
- Daha düşük su/çimento oranı ile üretim yapma
- Daha az rötre
- Daha az terleme

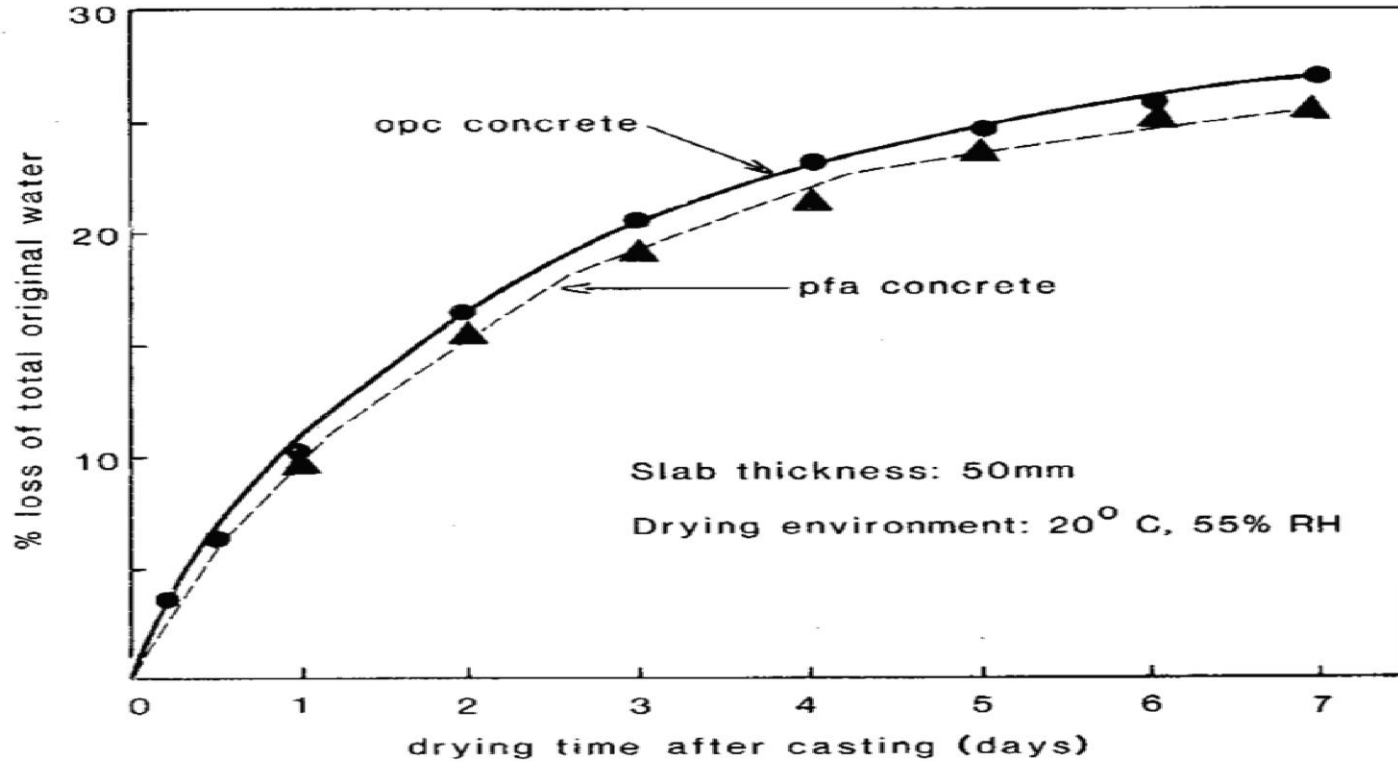
# Uçucu Kül



**Figure 7.13** Effect of pfa in reducing bleeding in concrete

**Uçucu Kül'ün beton üzerindeki etkileri yukarıdaki grafikte görülmektedir**

# Uçucu Kül



**Figure 7.14** Evaporation of water from concrete mixes with and without pfa

**Yukarıdaki grafikte uçucu kül kullanımının beton yüzeyindeki buharlaşma hızına olan etkisi görülmektedir**

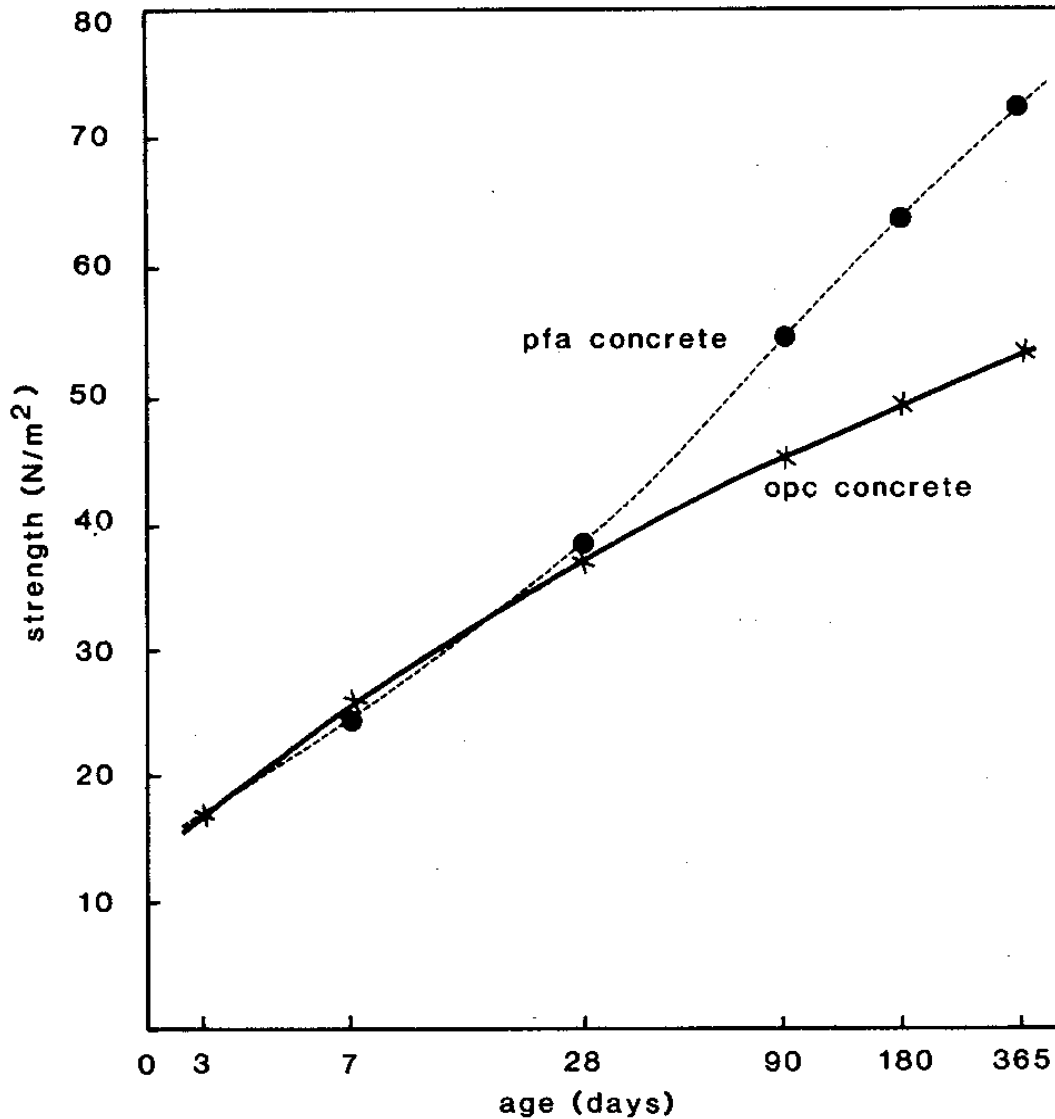


# Uçucu Kül

## Uçucu Külün Basınç Dayanımına Etkisi:

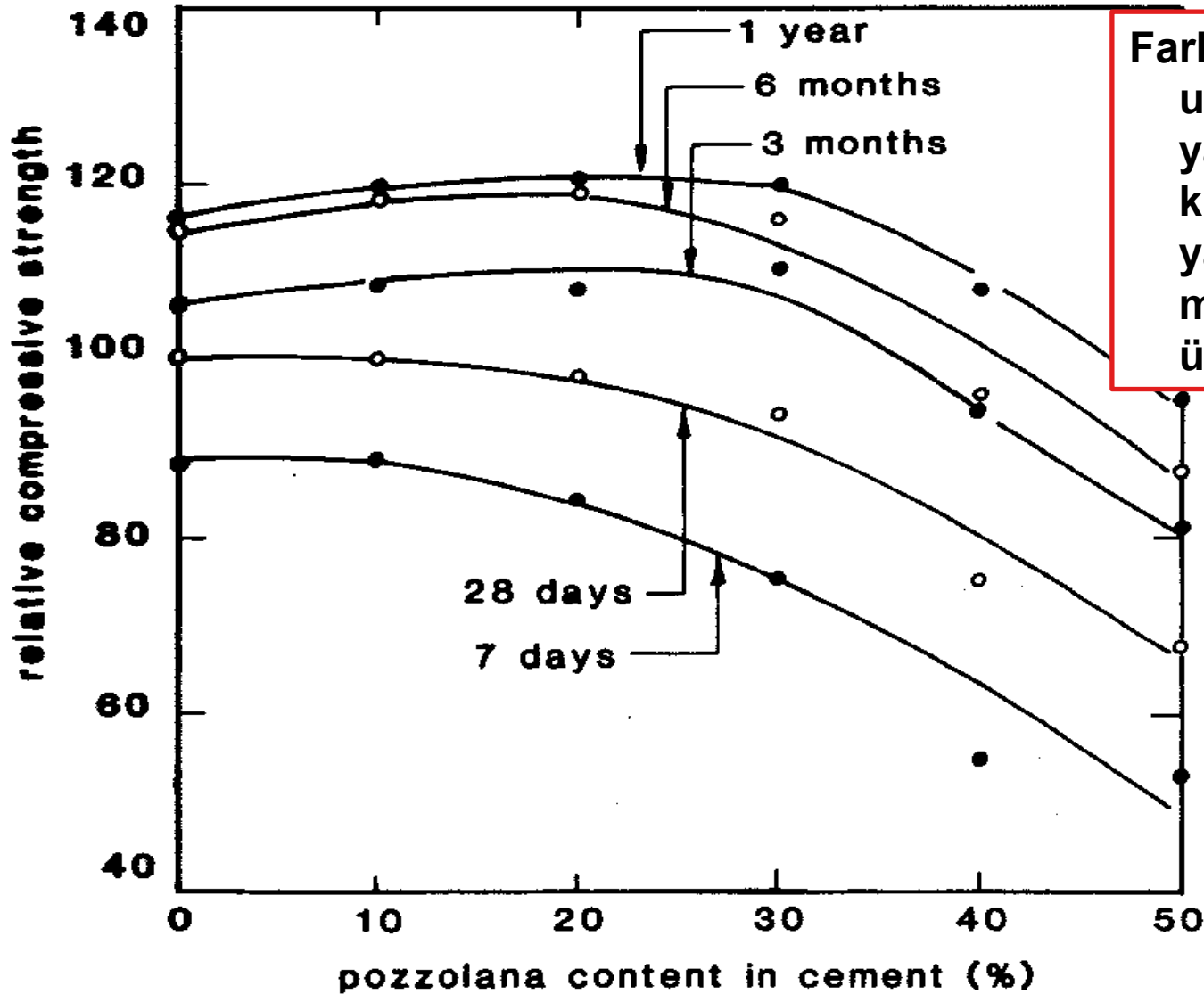
- İlk Dayanımı saf PÇ'ye göre **DÜŞÜKTÜR!!**
- İşlenebilirlik artışı ile w/c oranı yükselir
- Nihai Dayanım Uçucu külün aktivitesi ile doğru orantılıdır
- Aynı işlenebilirlikte PÇ Beton Dizaynına göre:
  - Daha az su
  - Daha düşük dozaj
  - Daha az kimyasal katkı

# Uçucu Kül



**Tipik bir Uçucu Kül içeren betonların uzun dönem performansları yandaki grafikte verilmektedir, 28. gün sonrasında meydana gelen mukavemet artışının sebebi ikincil pozolanik reaksiyondur.**

# Uçucu Kül



Farklı oranda tipik bir uçucu kül ile yapılmış betonun kullanımının erken yaş ve nihai beton mukavemetleri üzerindeki etkileri

# Uçucu Kül

## Uçucu Külün Beton Dayanıklılığına Etkisi:

**Kalsiyum Hidroksit**



**DAYANIKLILIK**



**Daha az  $C_3A$**

**Daha geçirimsiz bir beton**

**Nihai Dayanımın Artması**

## TEŞEKKÜRLER...

**Her türlü soru ve bilgi için..**

**Çimsa Çimento Araştırma ve Uygulama Merkezi**

**Toroslar Mah. Tekke Cad.**

**33013 Yenitaşkent/MERSİN**

**T: 00.90.324 241 23 37**

**C: 00.90.505 462 00 52**

**F: 00.90.324 454 00 52**