



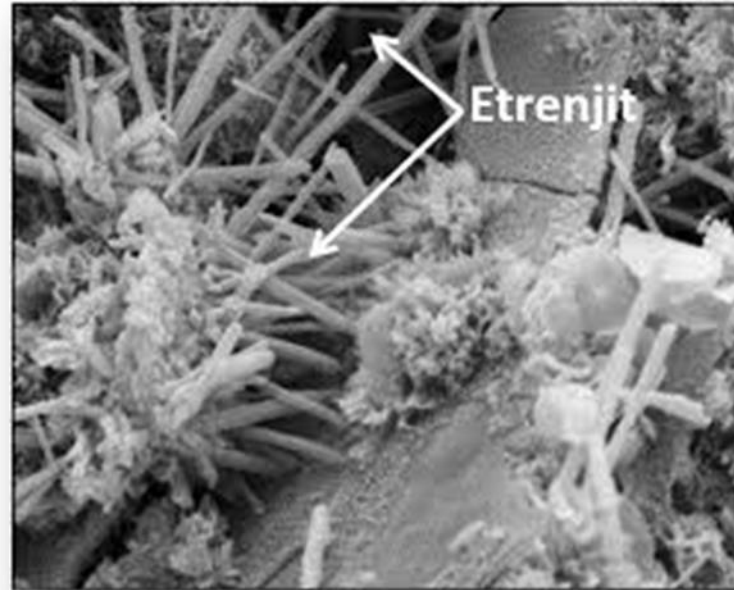
# Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi

**Çimsa Çimento Araştırma ve Uygulama Merkezi**

Mayıs, 2017

# Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi

- Kalsiyum Alüminat çimentoları normalde sülfat ve türevi madde içermemektedirler.
- Alçı ve ya anhidrit ile karıştırılan kalsiyum alüminat çimentoları; C-A-H hidratlarını etrenjit yapısına dönüştürürler. Bu dönüşüm kısmi ya da bütünsel olarak gözlemlenebilir.
- Etrenjit oluşum oranı alçı miktarına göre değişiklik gösterebilir.
- Bir bağlayıcı olarak, etrenjit güçlü ve uzun ömürlü bir yapıdır.



# Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi

---

- Etrenjit stabilitesi kinetik ve termodinamik parametrelere bağlıdır.
- Bu parametreler;
  - Sıcaklık,
  - Nem,
  - Karbonatlaşma direncidir.
- Hidratların oluşma aşamasında, düşük geçirgenliğe sahip matrisler, geçirgen matrislerden daha farklı bir yol izlemektedir.
- Plastik bir yapıyı oluşturabilmek adına minimum su miktarı ile oluşturulan şaplar ve tamir harçları için etrenjit oluşumu yüksek önem taşımaktadır.

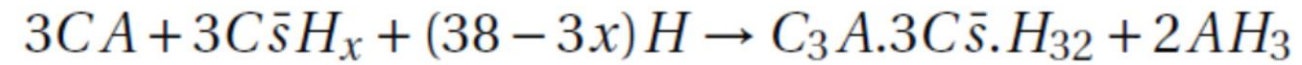
## Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi

---

- Sülfat ilave edilmemiş alüminat çimentosu gibi Portland çimentosunun içerisindeki etrenjit açısından zengin hidrasyon ürünleri de donma süresi üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir.
- Etrenjit açısından zengin kompozisyonlar genellikle boyutsal kararlılığa sahip olurlar.
- Fakat çok yüksek miktarda etrenjit olması demek her durumda fiziksel stabilite sağlanacak demek değildir.
- Su/çimento oranının ihtiyaca ve formülüzasyona uygun ayarlanması da boyutsal kararlı son ürünlerin oluşturulmasında önem taşımaktadır.

## Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi

- CAC ve alçı birleşimi ile etrenjit oluşma reaksiyonu aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir.



- Anhidrit için  $x=0$ , hemihidrat için  $x=0.5$  ve alçı için  $x=2$  olarak alınmalıdır.
- Kalsiyum sülfat miktarı yukardaki denkleme göre stokiyometrik olarak az gelir ise reaksiyona giremeyen CA taneleri sülfat yerine oluşmuş etrenjitlerle reaksiyona girerek kalsiyum monosülfoalüminatları oluştururlar ve aşağıdaki reaksiyon gerçekleşir.



# Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi

- Etrenjit oluşumu yüksek oranda çözünürlükle bağlantılıdır. Çözünürlüğü kireç kullanımı ile arttırarak etrenjit oluşumunun değişimi iki farklı yolla gözlemlenebilir.
  - Minör kireç eklenmesi ile → Toplam bağlayıcı oranının (CAC+Sülfat) %3 ünü aşamayacak şekilde kireç eklenmesi yapılarak çözünür. Karışım içerisinde Al iyonlarına rastlanmaya devam edilir ve böylece etrenjit oluşumu kalsiyum konsantrasyonunun artması ile birlikte hızlanır.
  - Yüksek oranda (Ör:%10) kireç eklenmesi ile → Karışım içerisinde Al iyonuna rastlanmaz. Anında presipitasyon oluşur, Al iyonları çimento taneciklerinin yüzeyinde yer aldığından reaksiyon burada gerçekleşir ve çözünme daha fazla devam edemez, reaksiyon çok yavaş gerçekleşmeye başlar.

\*\* Bu durum içerisinde kireç bulunan portland çimentosu ile yapılan üçlü bağlayıcı sistemde PC miktarının optimizasyonunun gerekliliğini göstermektedir.

## Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi

- Bu sunumda sizinle paylaşacağımız çalışmada farklı bağlayıcı oranlarına sahip iki adet karışımın üçlü sistem performanslarını inceleyeceğiz.

Harç Kompozisyonu*	n1	n2
Silis Kumu %	65,8	55,8
Hidrolik Bağlayıcı %*	33,0	43,0
Lityum Karbonat %	0,1	0,1
Sodyum Glukonat %	0,1	0,1
Su/Katı Malzeme %	13,3	15,4
Su/Bağlayıcı	40,0	35,7

\*n1 alçısı alfa hemihidrat, n2 alçısı ise beta hemihidrattır.

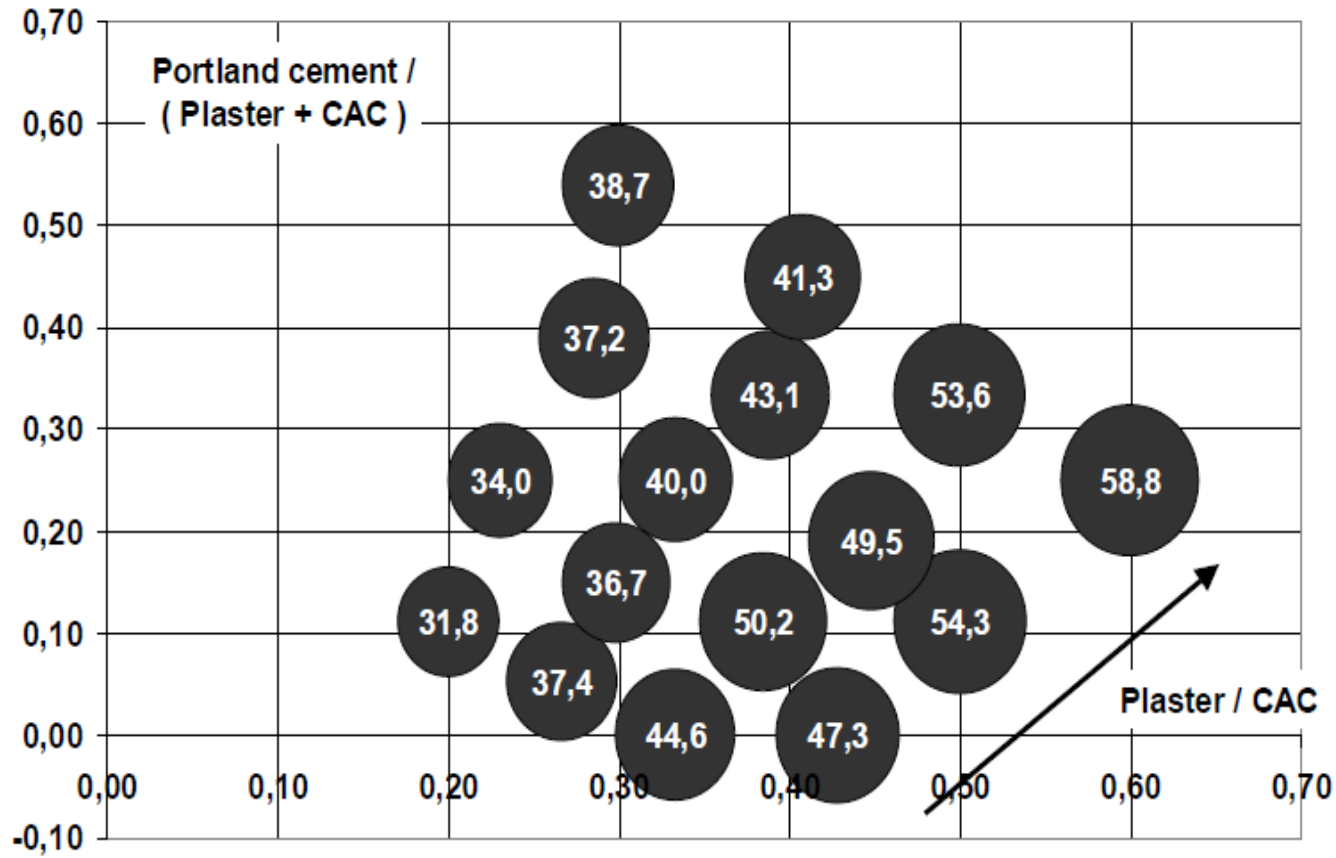
## Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi

- Reçete içerisinde kullanılan bağlayıcıların maksimum ve minimum ikame oranları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

	Bağlayıcı Kompozisyonları		
	CAC	Kalsiyum Sülfat	PC
Max,%	75	30	0
Min, %	49	15	35

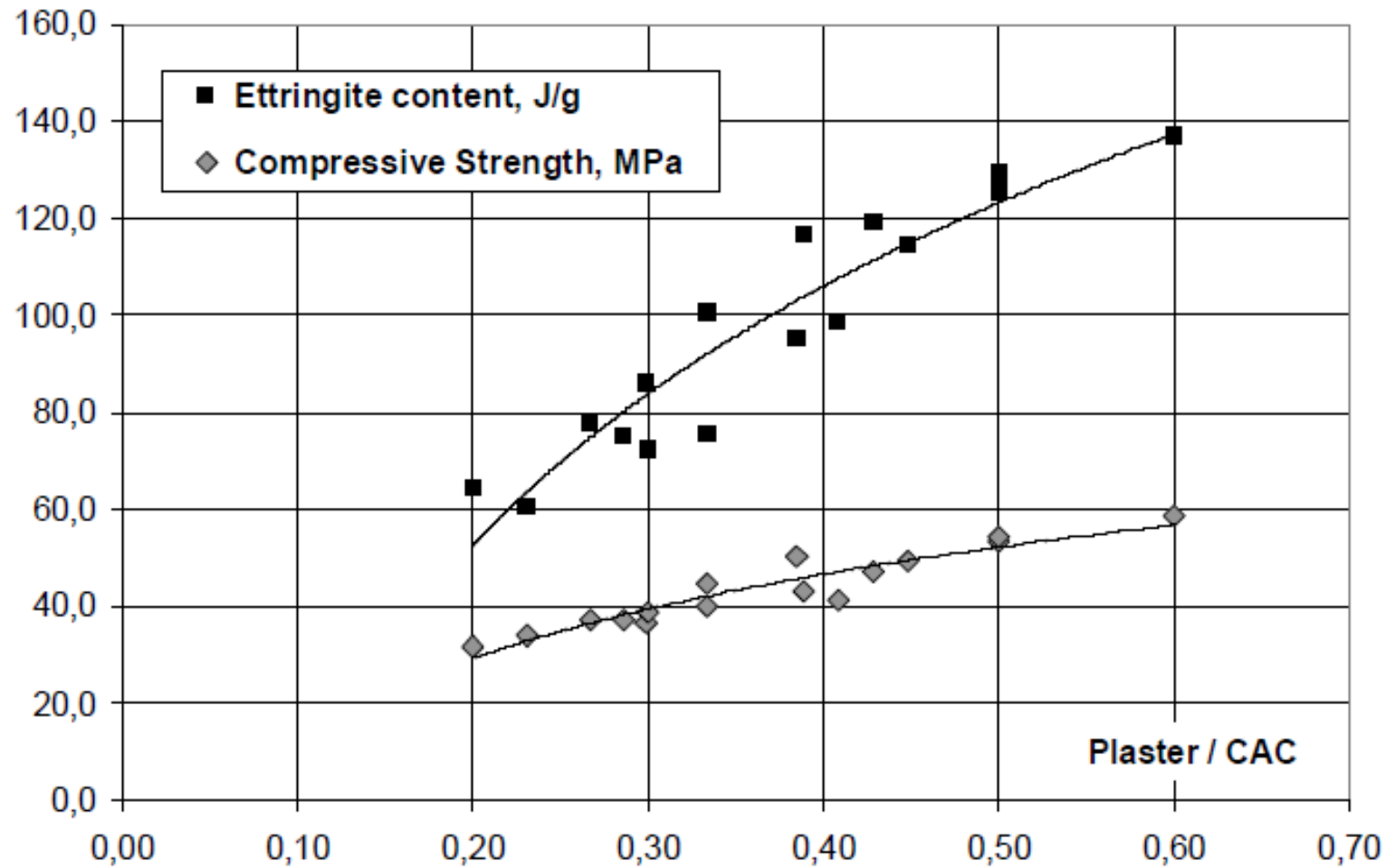


# Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi



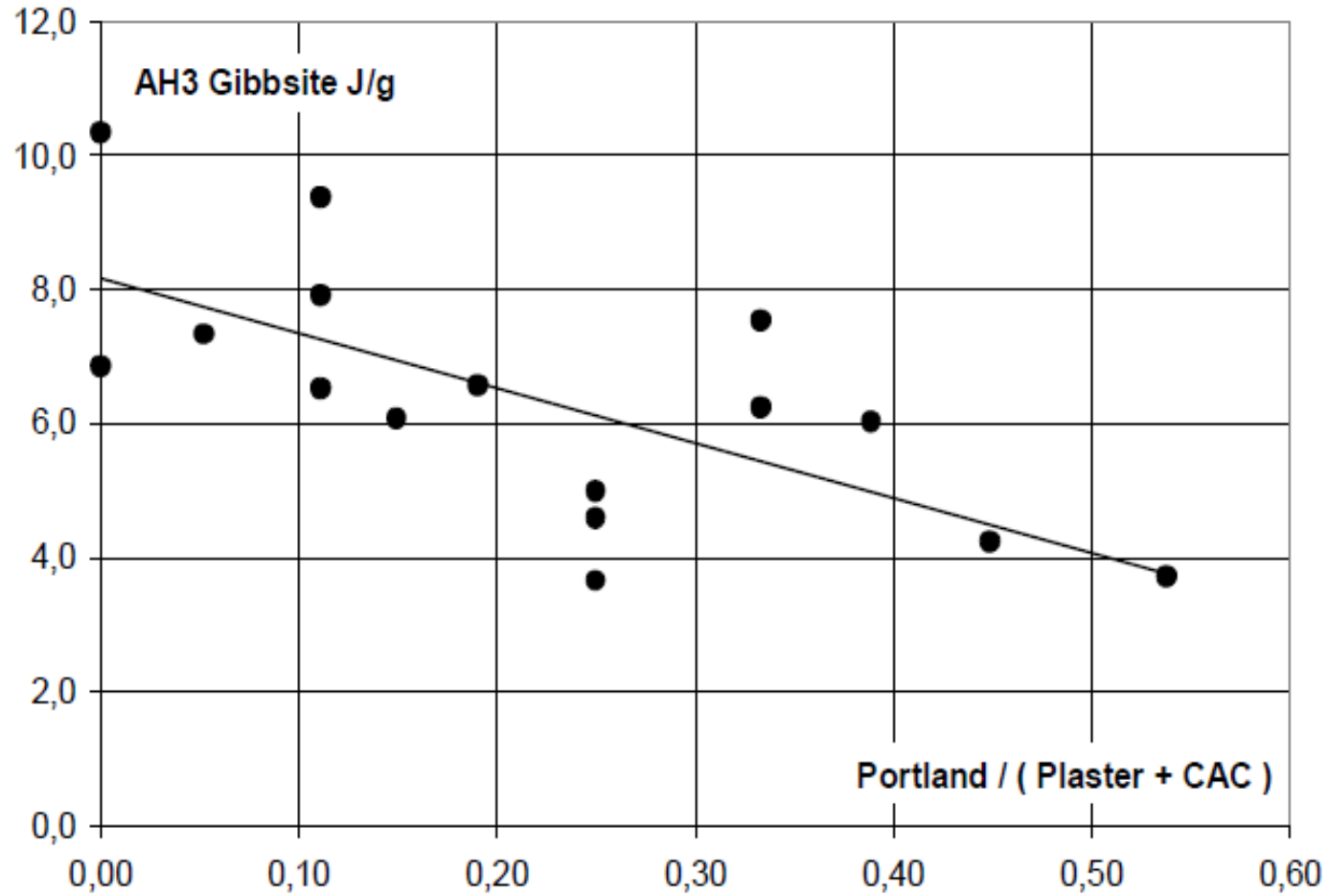
- Şekildeki grafikte çimento miktarını ve alçı oranını eş zamanlı arttırdığımızda genel olarak dayanımların arttırdığımızı gözlemlemekteyiz.
- Alçı/CAC oranı sabit tutulduğunda ilk etapta portland çimentosu eklenmesi ile dayanımlarda artış gözlenirse de, PÇ miktarı arttıkça ters etki yaratmakta ve ya etkisiz kalmaktadır.

# Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi



- Alçı/CAC oranının 28 günde oluşan toplam etrenjit miktarına direk etkisi bulunmaktadır.
- Yandaki grafikte gözlemlendiği üzere; alçı/CAC oranının artışı mukavemetlerde ve etrenjit oluşum miktarında artışa sebep olmuştur.

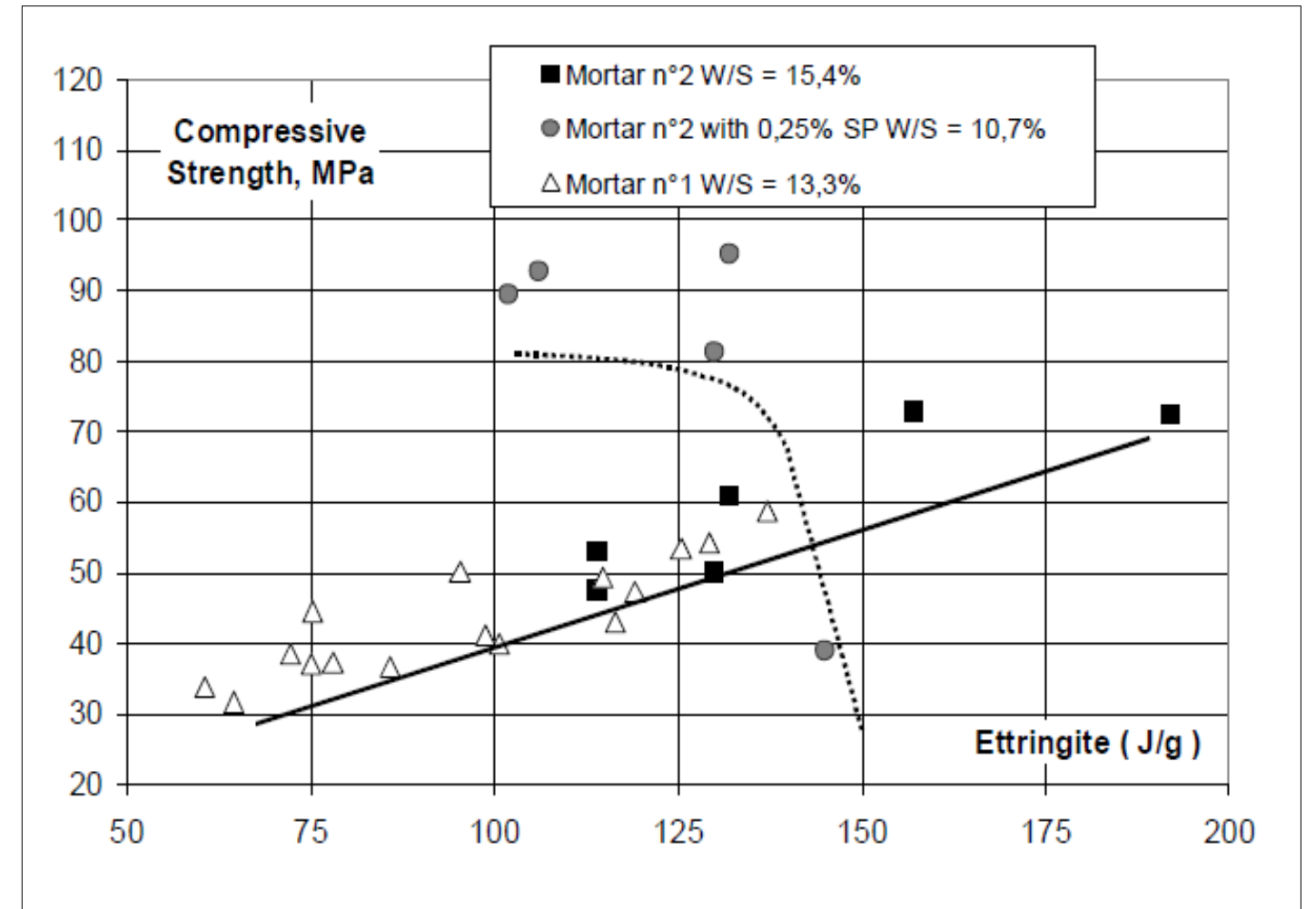
# Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi



- Yandaki grafikte gözlemlendiği üzere PÇ dominant olarak hazırlanan reçetelerde 28 gün sonra oluşan  $AH_3$  fazı daha az gözlemlenmektedir. Bu durum hidrasyon reaksiyon denklemlerinde de anlaşılabilir.

# Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi

Bağlayıcı Oranları				28 Gün Değerleri	
n	CAC, %	Alçı, %	PC, %	Etrenjit*DSC, J/g	Dayanım, MPa
1	75	25	0	102	89,5
2	75	20	5	106	92,7
3	63	25	13	132	95,1
4	50	25	25	145	39
5	50	15	35	130	81,4



## Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi

---

- Önceki slaytta yer alan kompozisyonların etrenjit oluşturma potansiyellerini kıyasladığımızda grafikte de gözlemlendiği üzere, yüksek alçı+Pc değerlerinde yüksek miktarda etrenjit oluşmuştur.
- Karışımlarda mikro çatlaklar da gözlemlenmiştir. Bu çatlakların oluşma sebebi; yüksek yoğunluklu olarak dizayn edilen harçların, hidratasyon sırasında oluşan hidrat miktarının çok fazla olması sebebi ile genleşmeye yol açması olabilir.

# Etrenjit Oluşum Koşullarının Üçlü Sistem Performansına Etkisi - **Sonuçlar**

Yukarıda grafikleri yer alan çalışmaya göre;

- Etrenjit oluşumu için teorik olarak yapılan modellemede, bağlayıcı kullanımı etkisini deneysel olarak açıklanmıştır. Etrenjit oluşumu priz süreleri ve işlenebilirlik ile çok yakın ilişkili olduğu için optimizasyonun oluşum hızına ve miktarına göre yapılması çok önemlidir.
- Harç performansını yükseltmek için en özenle irdelenmesi gereken parametrelerin alçı/CAC oranı ve PC miktarı olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca çok fazla PC kullanımı kalsiyum monosülfoalüminat oluşumuna yol açabileceğinden harç dayanımının da düşmesine sebep olabilmektedir.
- Farklı oranlarda bağlayıcı kullanımı, harç kullanım alanlarını da arttırmakta ve hızlı priz, hızlı dayanım, hızlı kuruma, nihai dayanım parametrelerinin de ayarlanabilmesini sağlamaktadır.

# 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 / 241 23 44**

**C: 00.90.505 462 00 52**

**F: 00.90.324 454 00 52**