



Üçlü Sistemlerde Sitrik Asit ve Laktik Asit Katkılarının Basınç ve Eğilme Dayanımına Etkisi

YUWARAJ M. GHUGAL* AND SANTOSH B. DESHMUKH

Çimsa Formülhane

Haziran, 2018

Tamir Harçları

- Tamir amaçlı kullanılan materyallerde olması gereken özellikler;
- Hızlı priz alma ve dayanım kazanma
- Uygulanacak yüzeye yüksek yapışma gücü
- Uygulanacak beton yüzeye uyumlu olma
- Boyutsal kararlılık gösterme
- Aşınmaya karşı dirençli olma olarak sıralanabilir.

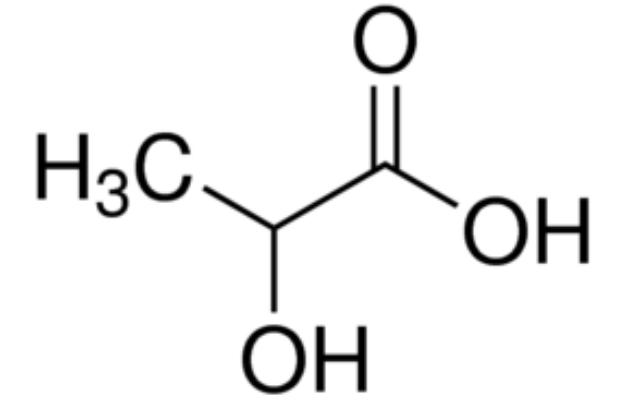
Kalsiyum Alüminat Çimentosu tüm bu gereklilikleri karşıladığından dolayı bu alanda yüksek kullanılma potansiyeline sahiptir.

Kalsiyum Alüminat Çimentosu

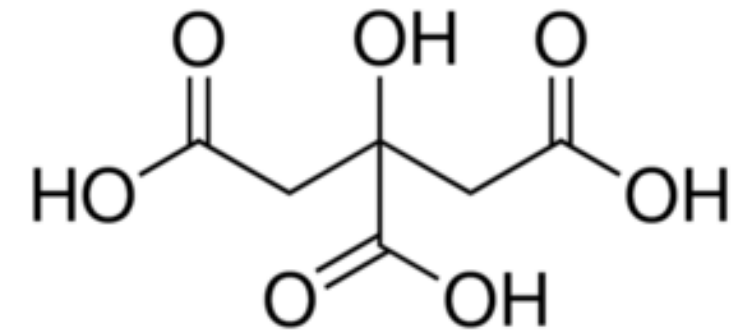
- Kalsiyum alüminat çimentoları;
- Yüksek erken dayanım gösterirler.
- Sülfat atağına karşı dayanıklıdırlar.
- Yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı olduklarından dolayı refrakter betonlarında kullanılırlar.
- Aşınma ve darbe direnci gösterirler.
- Kendiliğinden yayılan şaplar ve seramik yapıştırıcılar gibi yapı kimyasalları alanlarında kullanılırlar.

Laktik ve Sitrik Asit

- Laktik asit ve sitrik asit karboksilik asit grubundan olan organik katkılardır.
- Sitrik asitlerdeki negatif yüklü sitrat iyonlarının pozitif yüklü portland çimentosu tanecikleri üzerine adsorbe olması nedeniyle hidratasyonu geciktirirler.



Lactic Acid



Citric Acid

Harç Formülasyonu

Mix ID	PC	CAC	CS Calcium sulphate anhydrite	HL Hydrated lime	LA Lactic acid	CA Citric acid
R1	80	20	-	-	-	-
R2	75	20	5	-	-	-
R3	74	20	5	1	-	-
C05	74	20	5	1	-	0.5
C1	74	20	5	1	-	1
C3	74	20	5	1	-	3
L05	74	20	5	1	0.5	-
L1	74	20	5	1	1	-
L3	74	20	5	1	3	-

Çimento Analizleri

Chemical composition of PC and CAC determined by SEM-EDS (% by weight).

	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	TiO ₂	K ₂ O
PC	71.45	3.10	4.98	18.31	1.15	0	1.01
CAC	42.06	17.04	35.54	3.43	0	1.93	0

Physical properties of the cements (PC & CAC) used in this study.

	Blaine fineness (cm ² /g)	Bulk density (kg/m ³)
PC	4200	587
CAC	6030	1100

Basınç ve Eğilme Dayanımı – Sitrik Asit

- C3 (%3 Sitrik asit içeren) karışımında 7 günlük basınç ve eğilme dayanımları R3 (sitrik asit içermeyen) karışımın %6.22 ve %26.85 'ine kadar düşmektedir.
- Sitrik asidin tüm yaşlarda eğilme ve basınç dayanımını azaltması çimento hidratasyonunu engellediğinin göstergesidir.

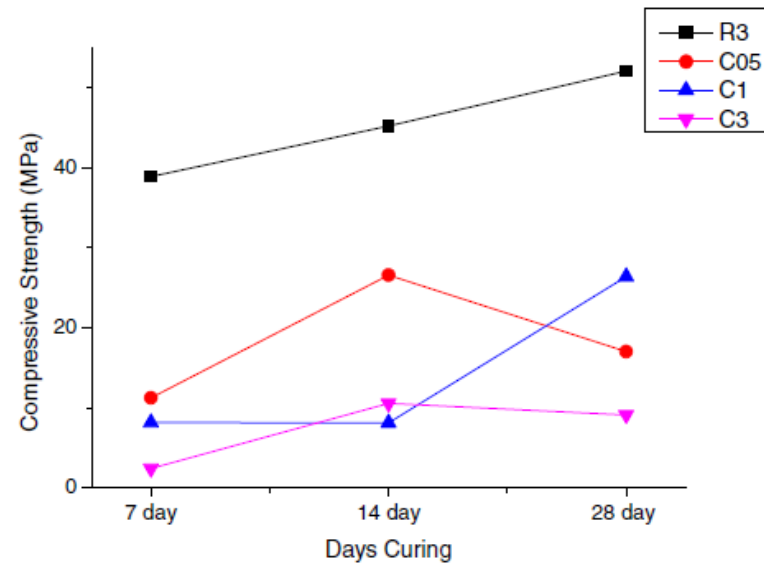


Fig. 1. Influence of citric acid on compressive strength of mortar samples.

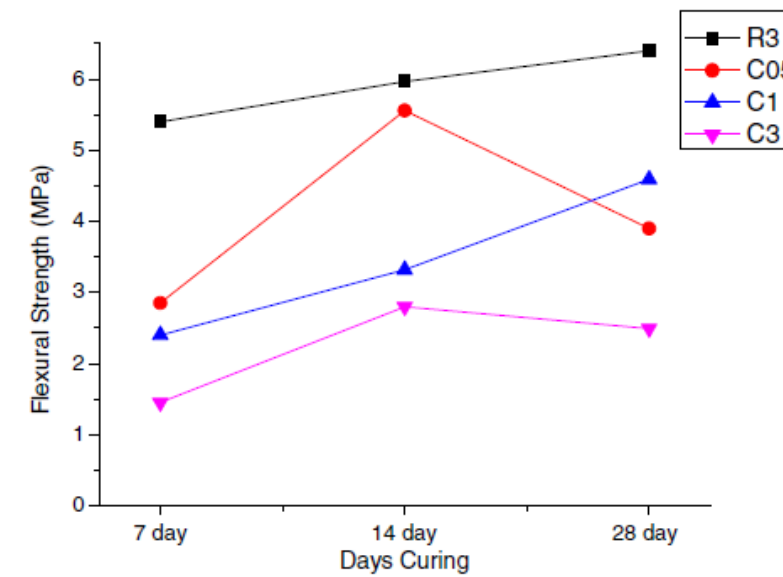


Fig. 2. Influence of citric acid on flexural strength of mortar samples.

Basınç ve Eğilme Dayanımı – Sitrik Asit

- C05 (%0.5 Sitrik asit) karışımında basınç ve eğilme dayanımları 14 günde 26.5MPa ve 5.56 MPa 'a ulaşmıştır. Yani erken yaşlarda solüsyondaki serbest sitrik asitler azaldığı için sitrik asitlerin C_3S ve alüminatlı fazların çözünürlüklerini azaltıcı etkisi 14 ve 28 günlük dayanımlarda daha azdır.
- C1 karışımında diğerlerinden farklı olarak 7 ve 14 günlük basınç dayanımında değişiklik olmamıştır. 28 günlükte de artış görülmüştür. Bunun nedeni sitrik asit varlığındaki mikro yapı değişimidir. Diğer karışımlarda 28 günlüklerde azalma görülmüştür.

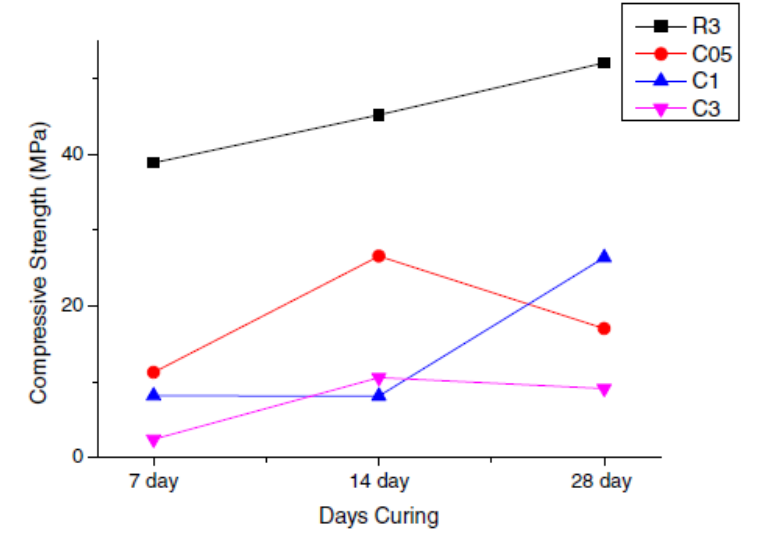


Fig. 1. Influence of citric acid on compressive strength of mortar samples.

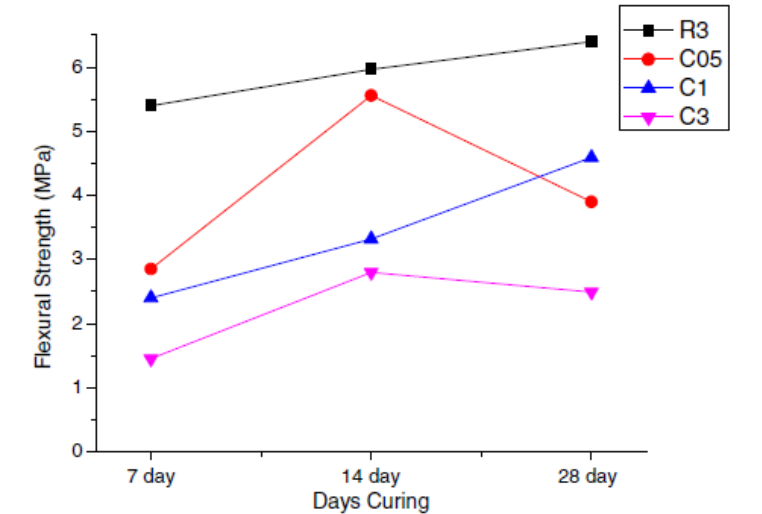


Fig. 2. Influence of citric acid on flexural strength of mortar samples.

Basınç ve Eğilme Dayanımı – Laktik Asit

- %0.5 ve %1 laktik asit 7 ve 14 günlük basınç dayanımların artışını sağlar. Ayrıca, 28 günlük basınç dayanımı referans olan R3 karışımı ile aynıdır.
- Dayanım artışlarının nedeni portlandit fazının kristal şeklinde bulunma yüzdesinin artmasıdır.

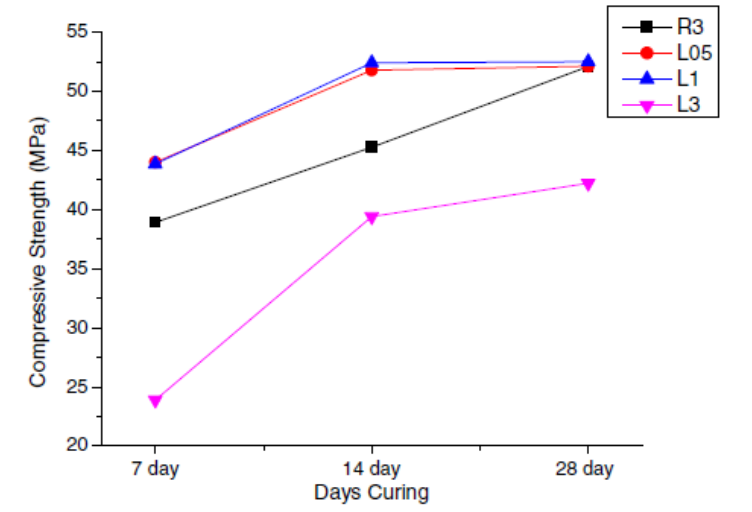


Fig. 4. Influence of lactic acid on compressive strength of mortar samples.

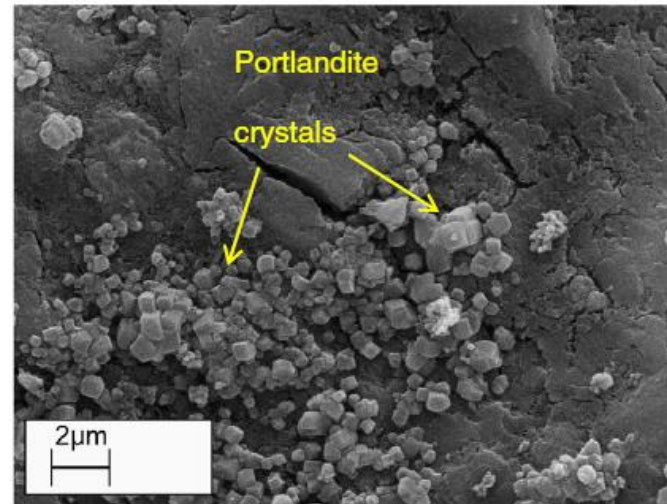


Fig. 6. SEM images of mix L1 at 28 days $\times 16k$.

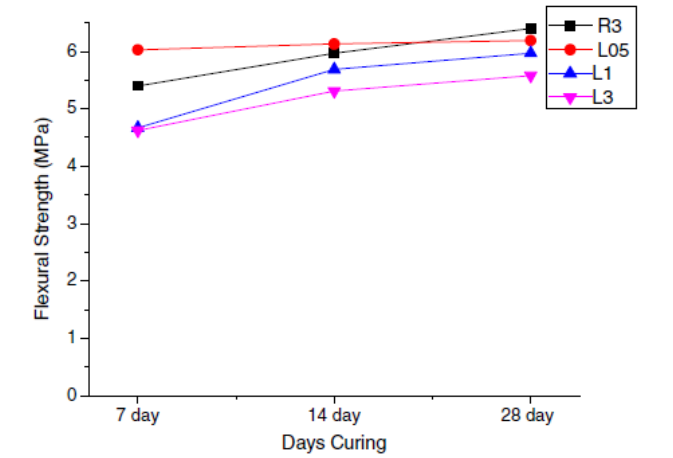


Fig. 3. Influence of lactic acid on flexural strength of mortar samples.

Basınç ve Eğilme Dayanımı – Laktik Asit

- Fakat; Laktik asit dozajını %3'e çıkarıldığında (L3) basınç dayanımları referans karışımın (R3) altına düşmektedir. Laktik asit artık hidratları bloke ederek oluşumlarını engellemektedir.
- Eğilme dayanımları ise tüm karışım dozajlarında neredeyse değişmemiştir.

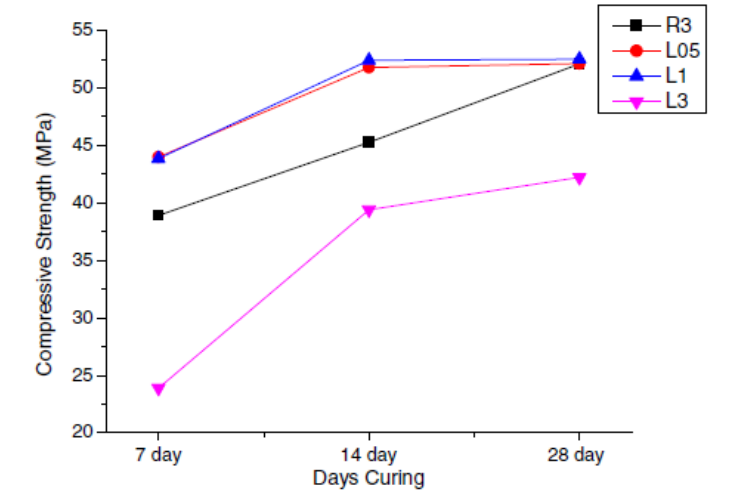


Fig. 4. Influence of lactic acid on compressive strength of mortar samples.

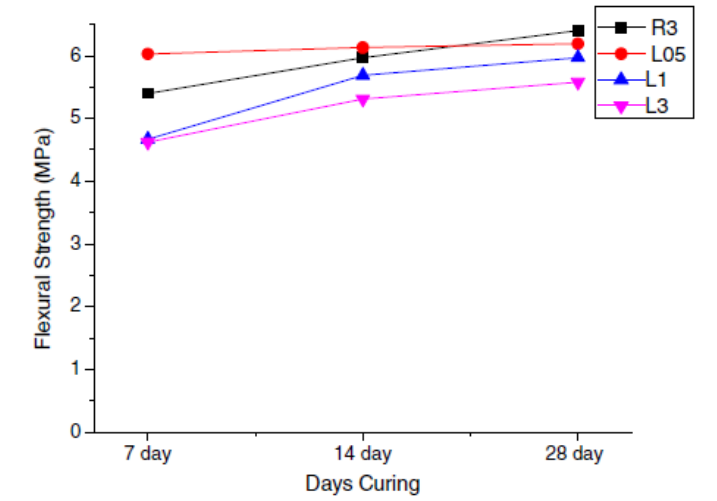
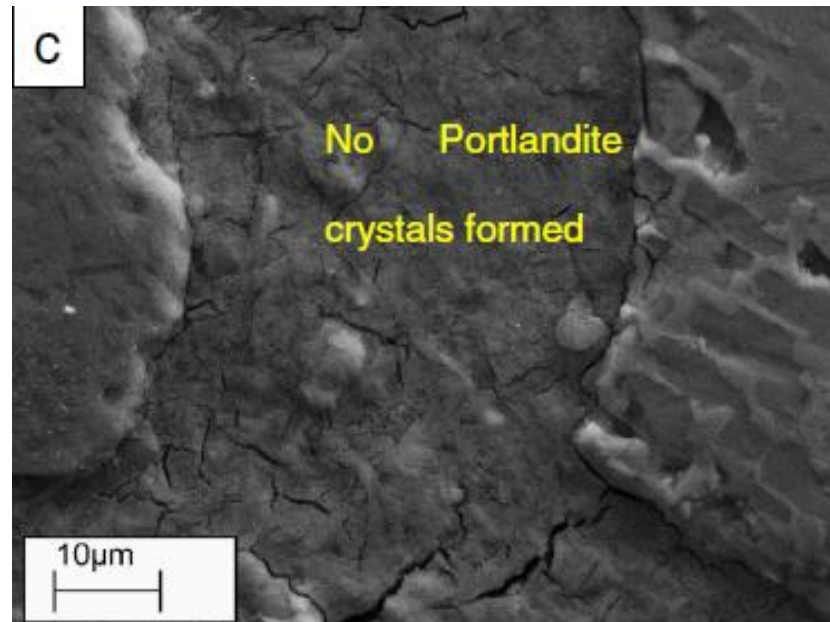
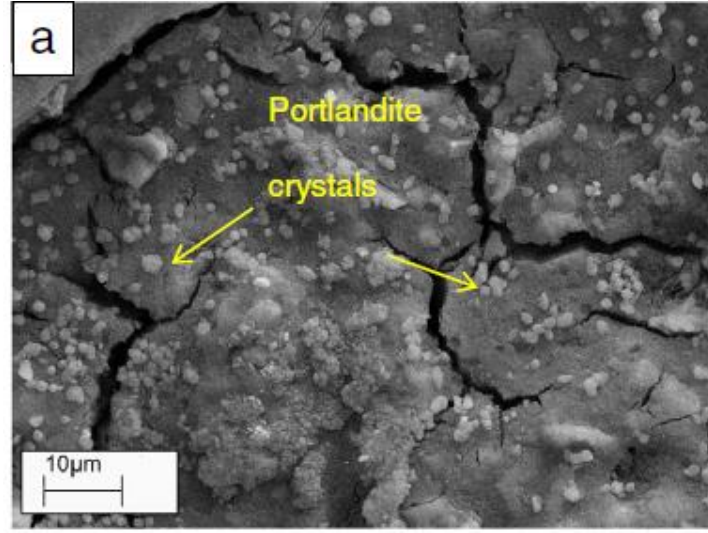
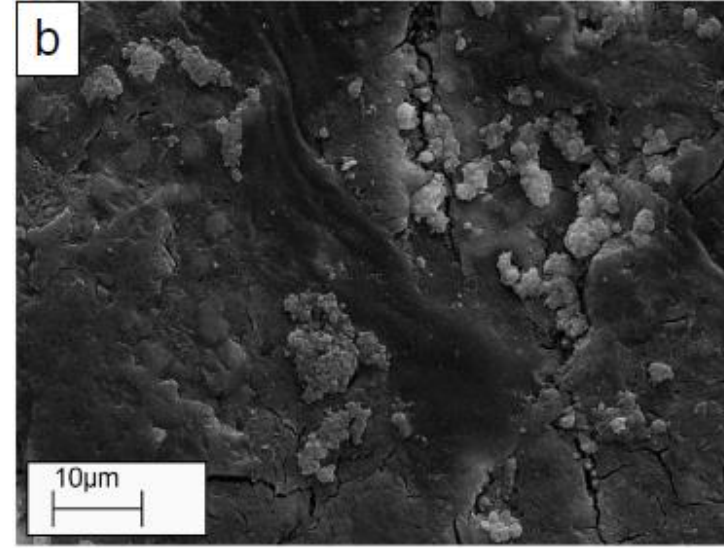


Fig. 3. Influence of lactic acid on flexural strength of mortar samples.

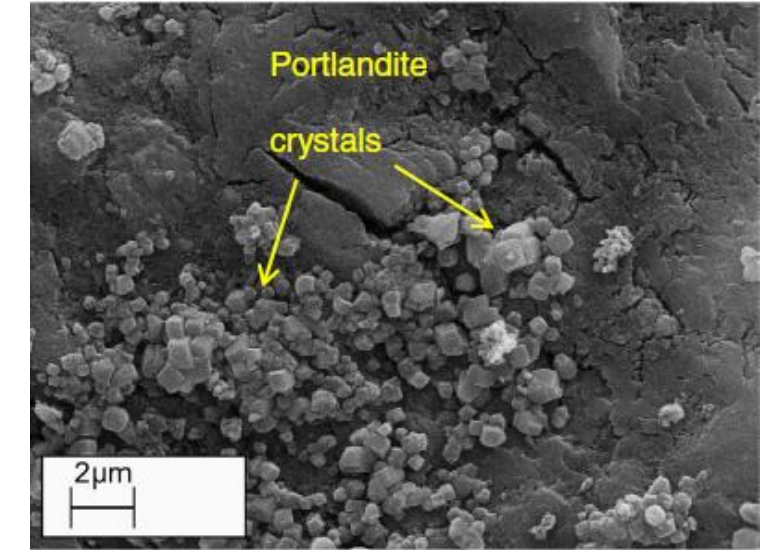
Morfoloji - SEM



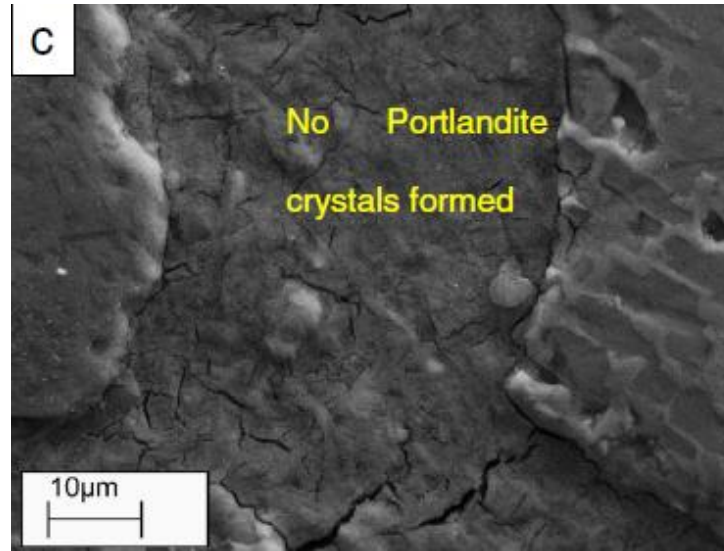
Karışım R3 (LA yok)-28 Gün



Karışım L1 (%1LA)-28 Gün



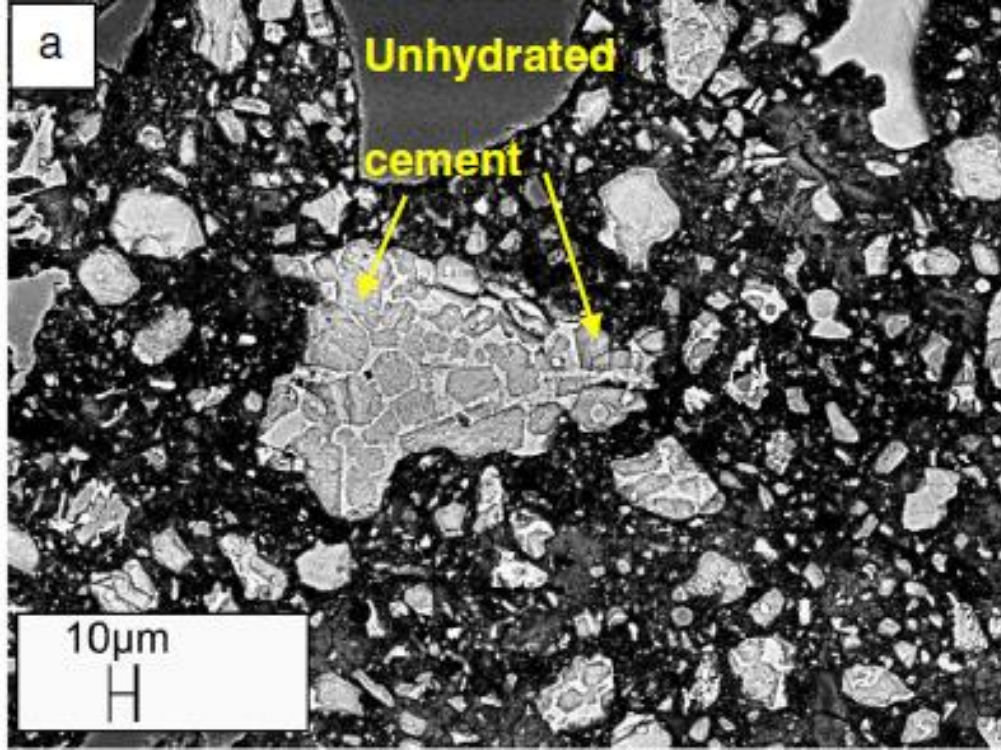
Karışım L1 (%1 LA) 28 Gün x16



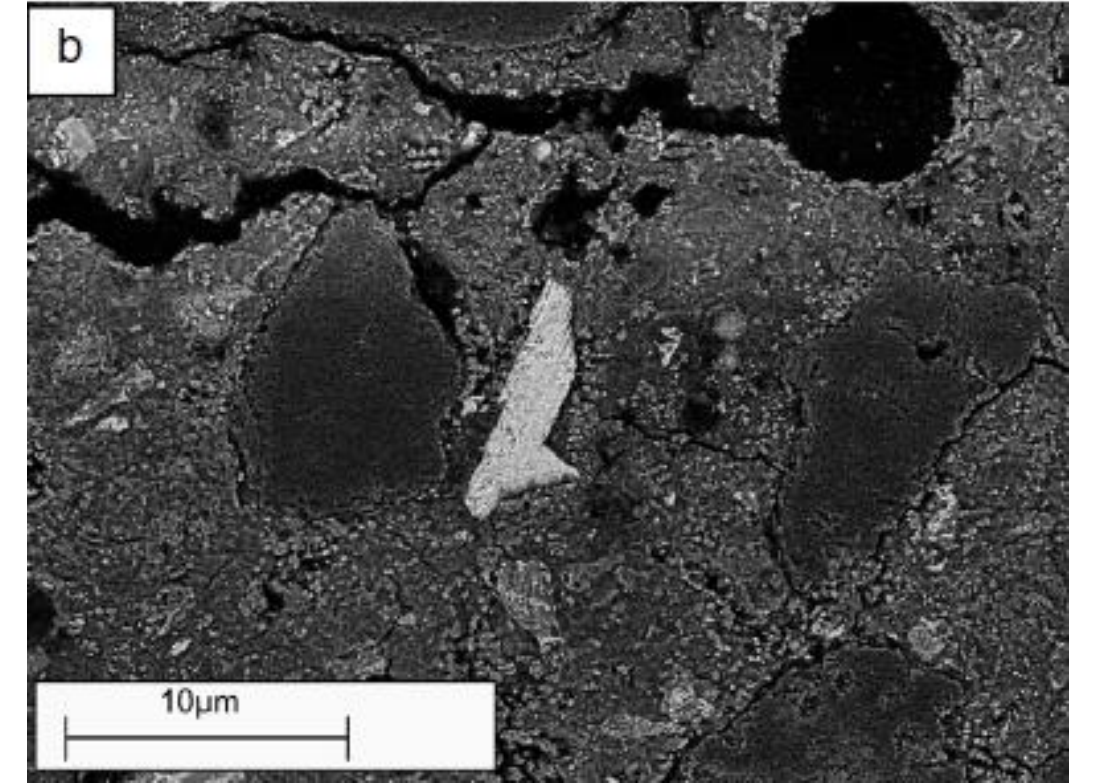
Karışım L3 (3% LA) 28 Gün

%1 'in üzerinde LA eklenmesi portlandit oluşumunu engelleyerek dayanımların düşmesine neden olur. ←

Morfoloji - SEM



Karışım C3 (%3 Sitrik asit)-28 Gün

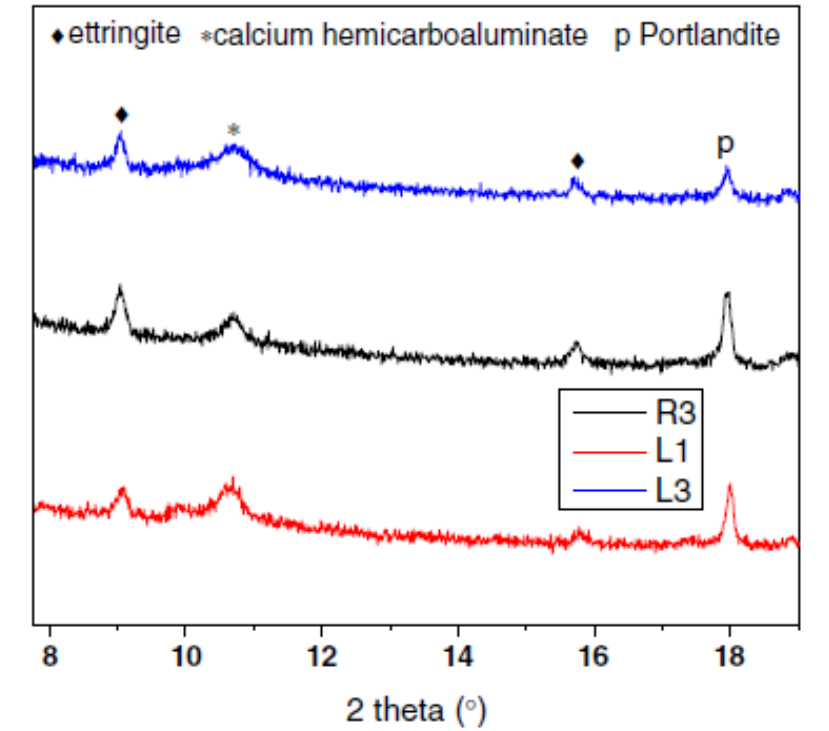


L1 (%1 Laktik asit) -28 Gün

Yüksek dozaj sitrik asit hidratları bloke ederek dayanımları düşürmenin yanında , çimento taneciklerinin çözünerek hidrate olmasını da engellemektedir.

XRD Sonuçları

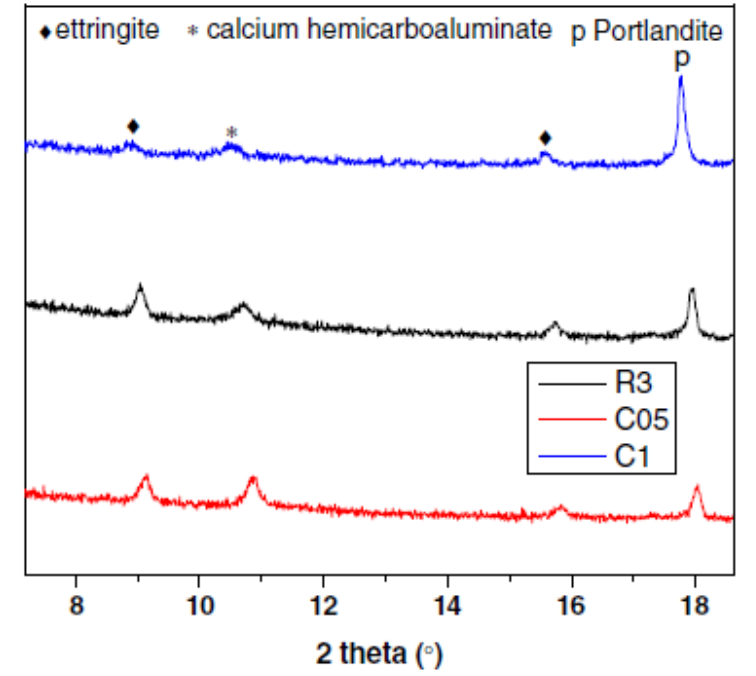
- Şekilde %0, %1 ve %3 laktik asit içeren karışımların hidratasyon ürünlerini gösterilmektedir.
- Tüm karışımlardaki ana hidratasyon ürünü portlandittir.
- Etrenjit oluşumu da tüm karışımlarda gözlemlenmiştir. Fakat portlandit'e göre bulunma yüzdesi düşüktür.
- Karışım L3 'de de portlandit oluşumu referansa göre azalmıştır. Bu durum dayanım azalışlarının sebebini açıklamaktadır.



R3,L1 ve L3 karışımları-28 gün

XRD Sonuçları

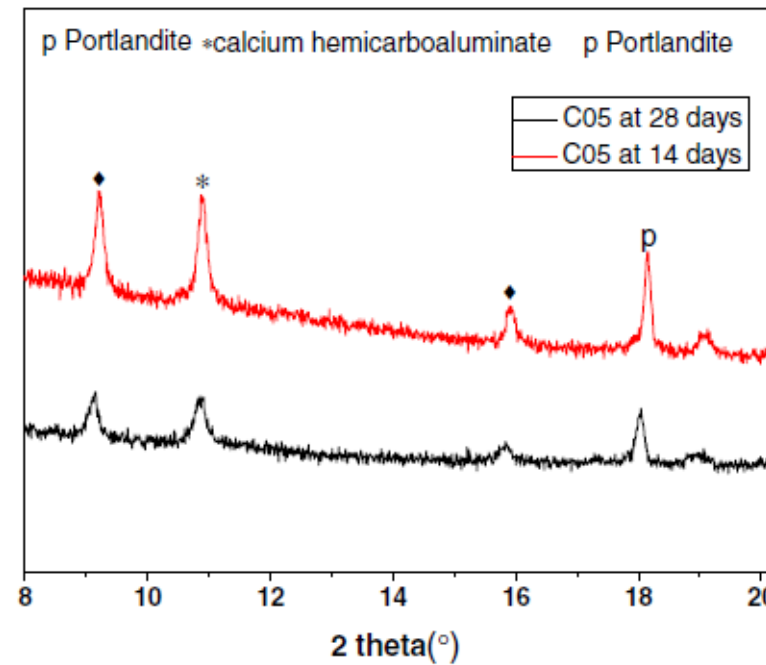
- Şekilde %0, %0.5 ve %1 sitrik asit içeren karışımların hidrasyon ürünlerini göstermektedir.
- Sitrik asit eklenmesi ile etrenjit miktarının düştüğü , portlandit kristal oluşumunun arttığı görülmektedir.



R3,C05 ve C1 karışımları-28 gün

Sonuçlar

- Şekilde C05 (% 0.5 sitrik asit içeren) karışımının 14 ve 28 günlük basınç dayanımlarını göstermektedir.
- %0.5 sitrik asit içeren karışımdaki 14 günlükteki portlandit oluşumu 28 günlükten daha fazladır. 14 günlük dayanımın 28 günlük dayanımdan fazla olmasının nedeni de budur.



C05 karışımı 14 ve 28 gün

Sonuçlar

- PC/CAC çimentolarında ; basınç ve eğilme dayanımı sitrik asit eklenmesi ile genel olarak azalır. %1 sitrik asit eklenmesi portlandit oluşumunu artırır . 28 günlük dayanımı %0.5 ve %3 sitrik asit eklenmesine göre bu yüzden daha fazladır.
- %1 'in üstündeki sitrik asit dozajlarında sitrik asit çimento taneciklerine absorbe olarak çimento hidrasyon ürünleri oluşumu engeller.
- Düşük miktarlarda laktik asit (%0.5 ve %1) referansa göre 7 ve 14 günlük basınç dayanımlarının yaklaşık %20 artmasına ; 28 günlük basınç dayanımlarının ise değişmemesine neden olmuştur.

Sonuçlar

- Laktik asit eklenmesi ile eğilme dayanımlarında değişiklik oldukça azdır. Fakat %3 lük laktik asit eklenmesi ile portlandit oluşumu azalmıştır.
- Düşük miktarlarda (%0.5 ve %1) laktik asit eklenmesi 7 ve 14 günlük basınç dayanımların artmasını sağlamıştır. Fakat yüksek miktarlarda (%3) 7,14 ve 28 günlük basınç dayanımları düşmüştür. Bu durum portlandit oluşumunun azalması ile ilişkilendirilebilir.
- Sitrik asidin dayanım sağlayan hidratların oluşumunu engellemesinin yanında, çimento taneciklerinin çözünmesini (28 güne kadar) engellediği görülmüştür.
- SEM / XRD analizlerinde laktik asit ve sitrik asit ile yapılan karışımlarda(28 günlük) yüksek nihai dayanım sağlayan C-S-H hidratının oluşumu gözlemlenmemiştir.

TEŞEKKÜRLER...

Her türlü soru ve bilgi için..

Çimsa Formülhane

Toroslar Mah. Tekke Cad.

33013 Yenitaşkent/MERSİN

T: 00.90.324 241 23 37 / 241 23 44

F: 00.90.324 454 00 52