

# Deprem Araştırmaları Sanal Konferansı

■ #BilimleBirlikteBaşaracağız

TÜBİTAK 121R042

Deniz Ortamında Farklı Beton Türlerinin Donatı Korozyonu Performansları ile Korozyon Önleme Etkinliklerinin Araştırılarak Betonarme Elemanların Deprem Güvenliğinin Artırılması

**Prof. Dr. Halit YAZICI**

Dokuz Eylül Üniversitesi

■ 30 Mart 2023



TÜBİTAK



## PROJE EKİBİ

### **Yürütücü :**

- Prof. Dr. Halit YAZICI (Dokuz Eylül Üniversitesi)

### **Araştırmacılar :**

- Prof. Dr. Özge ANDIÇ ÇAKIR (Ege Üniversitesi)
- Doç. Dr. Hüseyin YİĞİTER (Dokuz Eylül Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi Ahsanollah Beglarigale (Okan Üniversitesi)

### **Eşgüdüm :**

- Prof. Dr. Ninel ALVER (Ege Üniversitesi)

### **Sektör Desteği :**

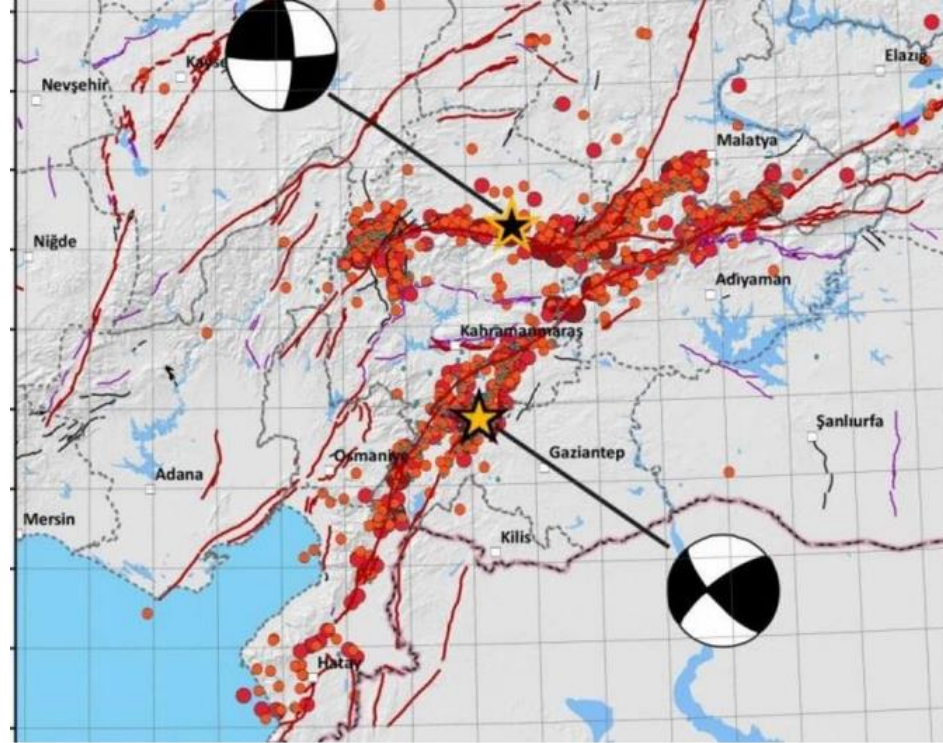
- Bursa Beton A.Ş.



Betonarme elemanlarda donatı korozyonu betonun fiziksel ve kimyasal korumasının aşılması sonucu oluşur. Donatı korozyonu beton ve paspayı tabakasının kalitesi ve çevresel etkiler ile bağlantılı bir süreçtir. DONATI KOROZYONU YAPI SAğLINI OLUMSUZ ETKİLEMETE, PASLANMA İLE OLUŐAN HASARLAR YAPI GÜVENLİĞİNİ VE YAPI ÖMRÜNÜ AZALTMAKTADIR.

DEPREMLERDEKİ BÜYÜK YIKIMLARIN VE HASARLARIN PEK ÇOK FARKLI YAPISAL NEDENLERİ VARDIR. DONATI PASLANMASI DA BU NEDENLERDEN BİRİDİR.

Kahramanmaraş merkezli ve birçok ili etkileyen Deprem Afeti sonrası yapılardaki saha gözlemleri betonarme donatısının korozyonunun çok önemli yapısal zafiyetlere yol açtığını bir kez daha ortaya koymuştur.





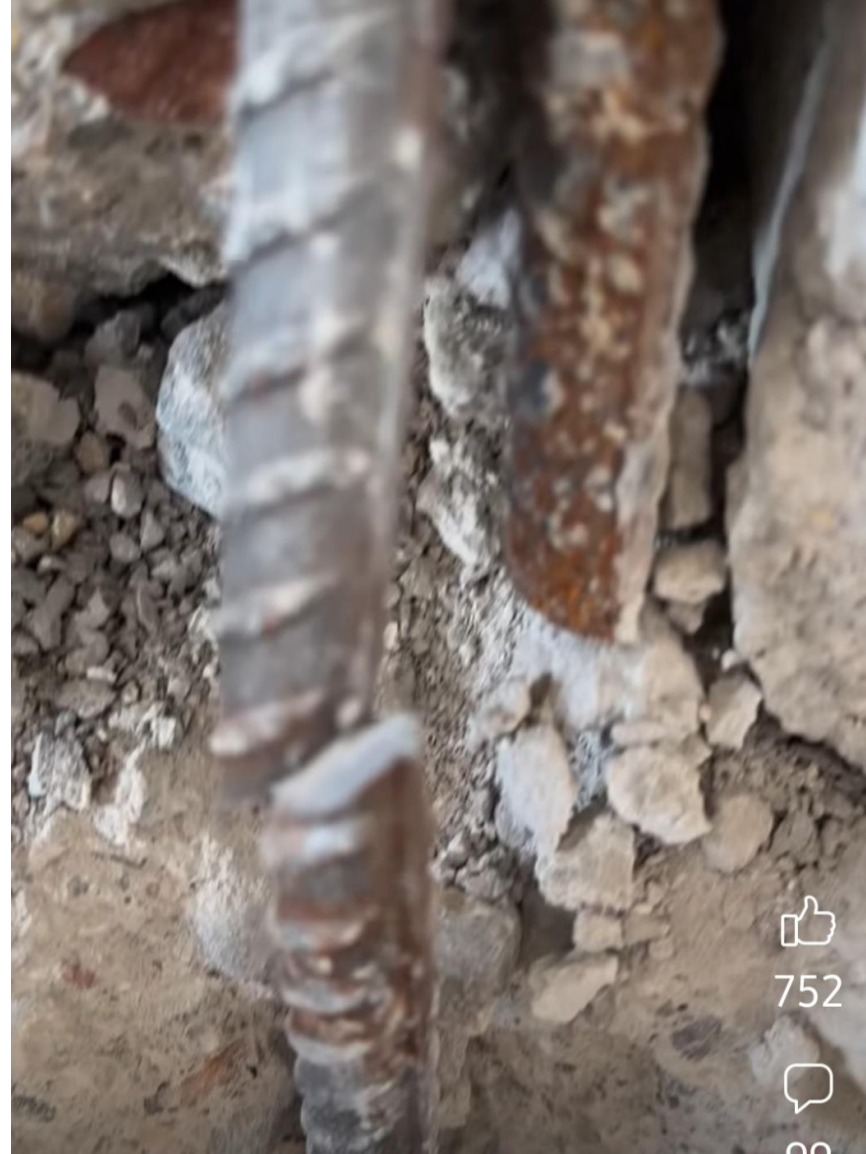
6 Şubat Depremleri sonrası hasarlı bir yapıdaki korozyona uğramış donatı



6 Şubat Depremleri sonrası hasarlı bir yapıdaki korozyona uğramış donatı



6 Şubat Depremleri sonrası korozyon nedeniyle gevrek kırılma gösteren bir donatı



752



6 Şubat Depremleri sonrası korozyon nedeniyle gevrek kırılma gösteren bir donatı



## PROJE ÖZETİ

Çeşitli depremler sonrası çatlak oluşan betonlarda çatlak genişliği ve çatlak oluşumunun donatı korozyonuna etkisinin mevcut yapılar ve yeni yapılacak yapılar açısından incelenmesi deprem güvenliği açısından önemlidir. Bu çalışmada deprem gibi etkilerle betonu çatlamış yapılardaki donatı korozyonun gelişimi en sert koşullardan biri olan deniz ortamında ıslanma-kuruma ile deneysel olarak incelenmektedir.

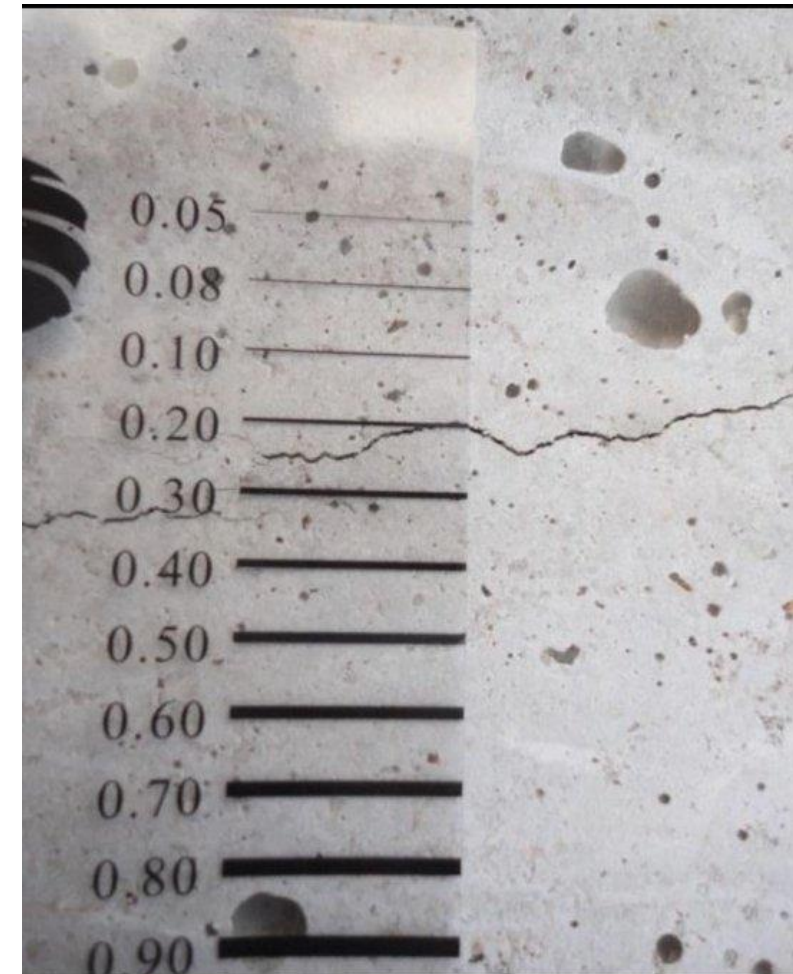
Ayrıca yapısal hafif betonlar ile yüksek performanslı betonların donatı korozyonuna etkisi de kıyaslamalı olarak incelenmektedir.

Puzolanik madde olarak Uçucu kül

Lif olarak makro sentetik lif

Korozyon önleme amaçlı olarak inhibitör katkısı

Çalışmada incelenen başlıca parametrelerdir.





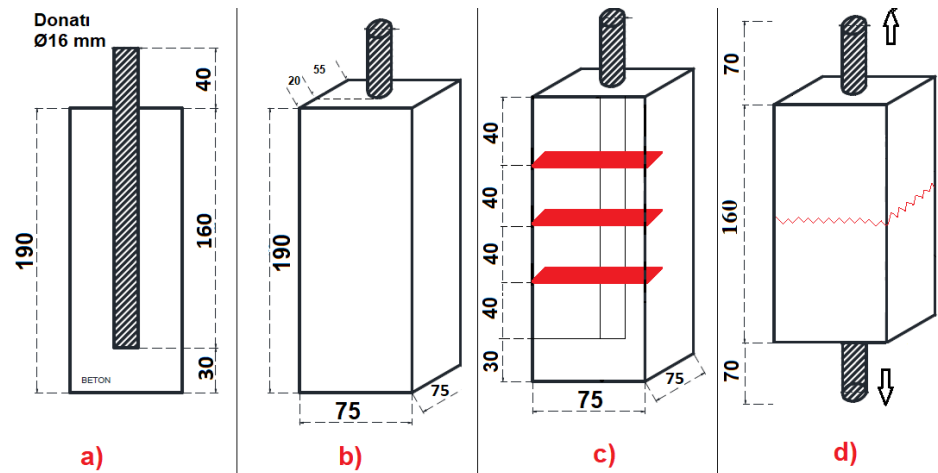


## YAPILAN ÇALIşMALAR

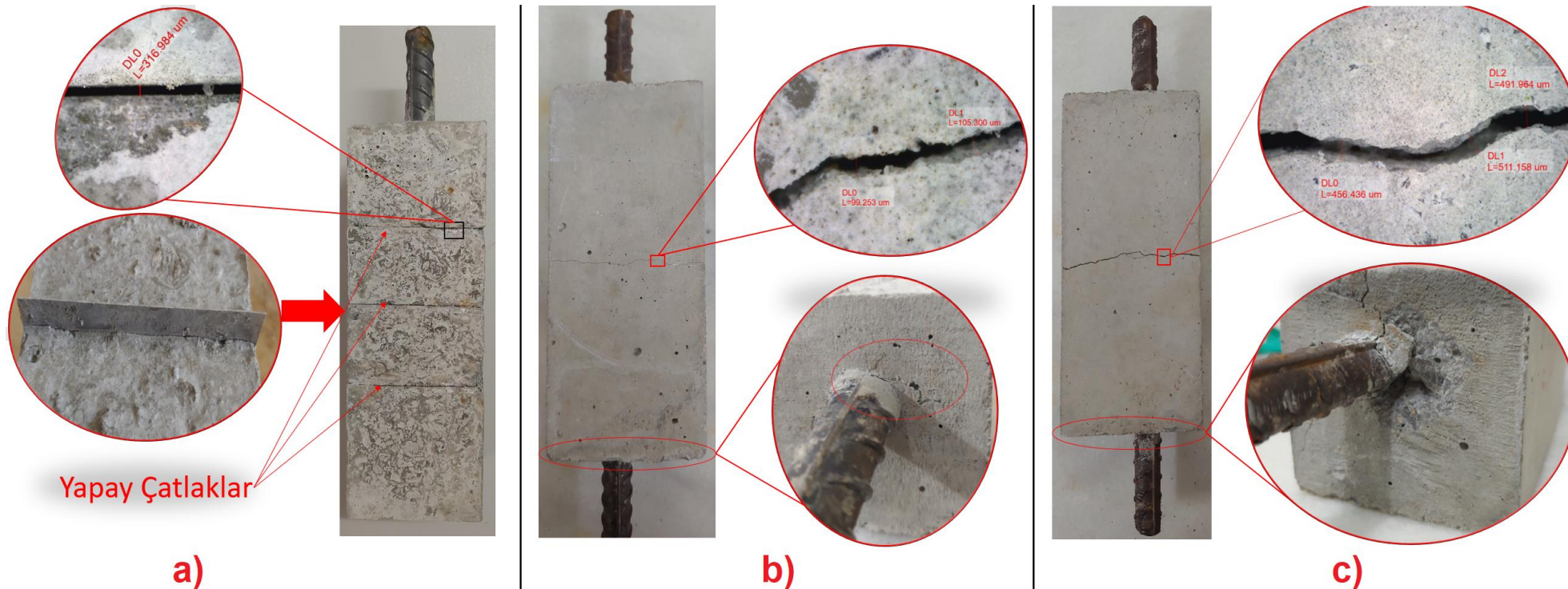
- Gerçek deniz ortamında ıslanma kuruma ile
- Farklı çatlak durumlarında (yapay çatlaklı, yükleme ile çatlamış)
- Farklı beton türlerinin (normal C30, yapısal hafif beton LC30 ve bunların yüksek performanslı türleri (C60 ve LC60))
- Yapısal Hafif betonlar %100 oranında yerli (Menderes Yöresi) pomza ile üretilmiştir.
- Farklı katkıların (Uçucu kül, inhibitör, sentetik lifler) Donatı korozyonuna etkisi araştırılmaktadır



- DÖRT FARKLI BETON TÜRÜNÜN (**C30, C60, LC30 ve LC60**) DONATI KOROZYONUNA DAYANIKLILIKLARININ BELİRLENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI,
- ÜÇ FARKLI KATKININ (**UÇUCU KÜL, KOROZYON İNHİBİTÖRÜ ve MAKRO SENTETİK LİF**) DÖRT FARKLI BETON TÜRÜNDE MEKANİK ÖZELLİKLERE VE DONATI KOROZYONUNA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ
- DÖRT FARKLI TÜRDE VE ÜÇ FARKLI KATKIYA SAHİP BETONLARIN İÇ YAPILARI İLE DONATI KOROZYONU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ,
- BETONDA ÇATLAK DURUMUNDA KOROZYONUN GELİŞİMİNİ TAKİP EDİLMESİ VE ÇATLAK ETKİSİNİN İNCELENMESİ,

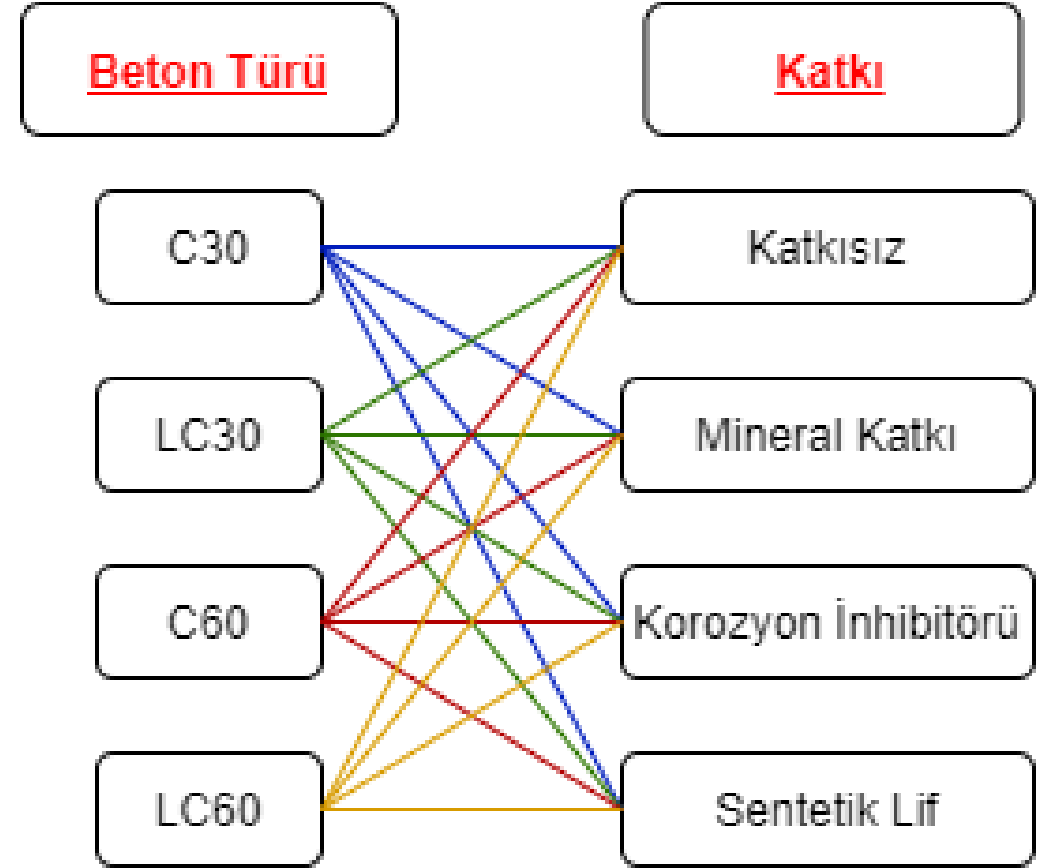


- Çatlak türünün ve boyutunun etkisinin incelenmesi amacıyla yapay çatlaklı ve yükleme çatlaklı numuneler kullanılmıştır. Yapay çatlaklı numunelerde çatlak boyutu 300 µm olarak belirlenmiştir. Yükleme çatlaklı numunelerde bir adet donatının elastik sınırının altında yüklenmiş, bir adet donatının elastik sınırı ile akma sınırı arasında yüklenmiş çatlak durumu vardır. Bu durumlar **orta şiddetli ve şiddetli deprem sonrası oluşacak çatlakları simüle etmek** amacıyla tasarlanmıştır.





Piyasada bulunabilecek üç adet katkı (Uçucu kül, korozyon inhibitörü ve makro sentetik lif) karışımlarda kullanılmak üzere seçilmiştir.





# Yapılan alışmalar



Donatıların Hazırlanması



Donatıların Hazırlanması



Yapay atlaklı Numunelerin Hazırlanması



İki ucundan ve tek ucundan donatı çıkmış numuneler

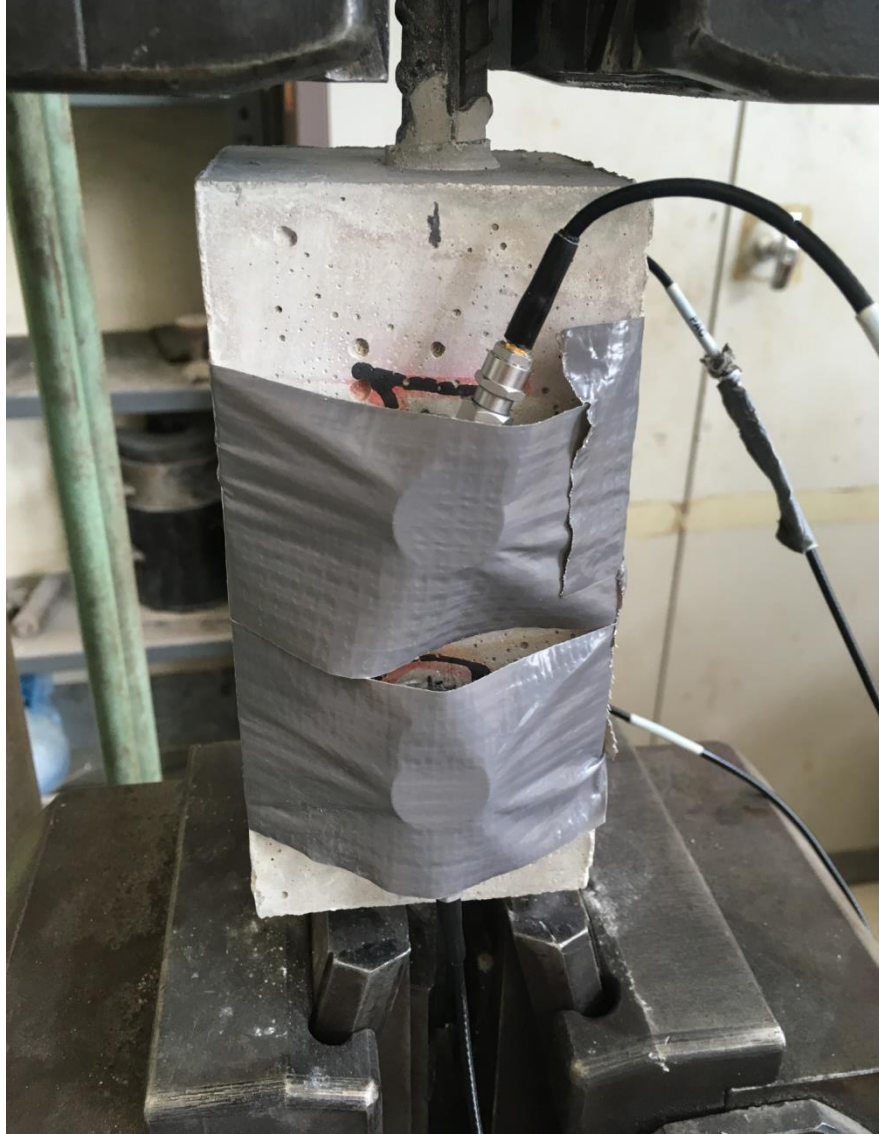




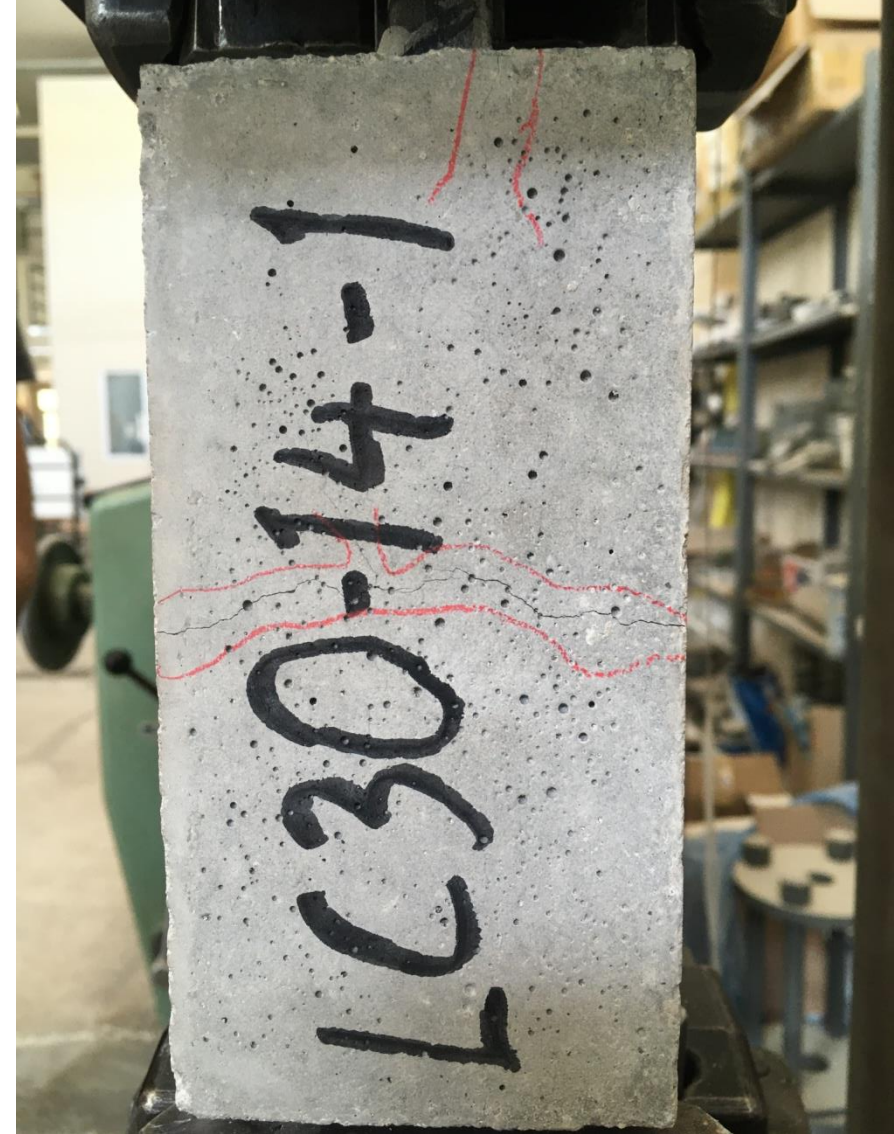
Çekme  
Çatlağı  
Numunesi

Akustik Emisyon

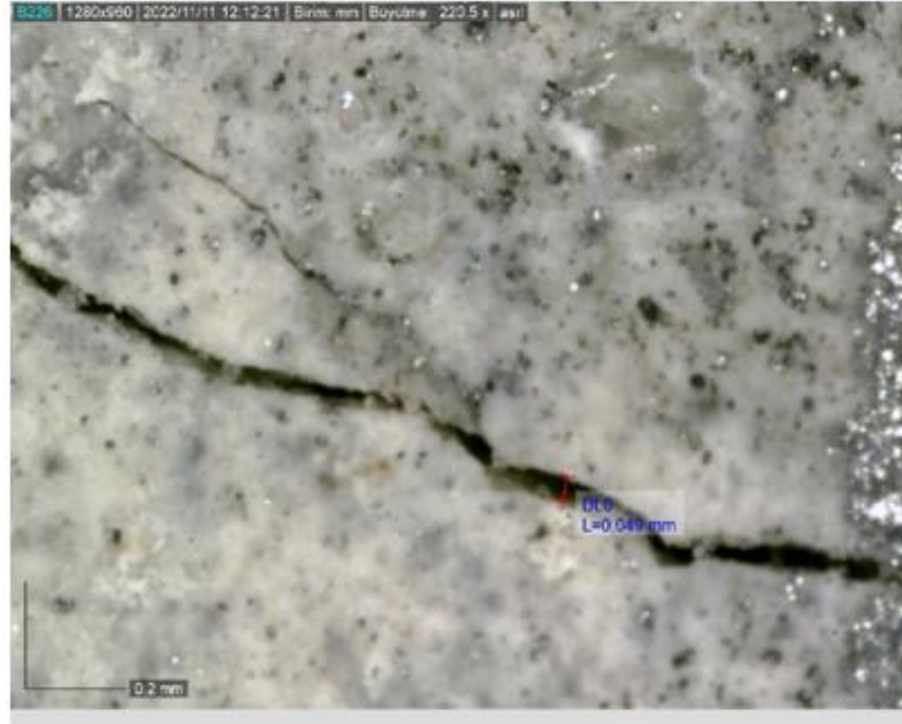
Çekme Çatlaklı Numunelerin Hazırlanması



Akustik Emisyon Probları



Çatlatılmış Numune



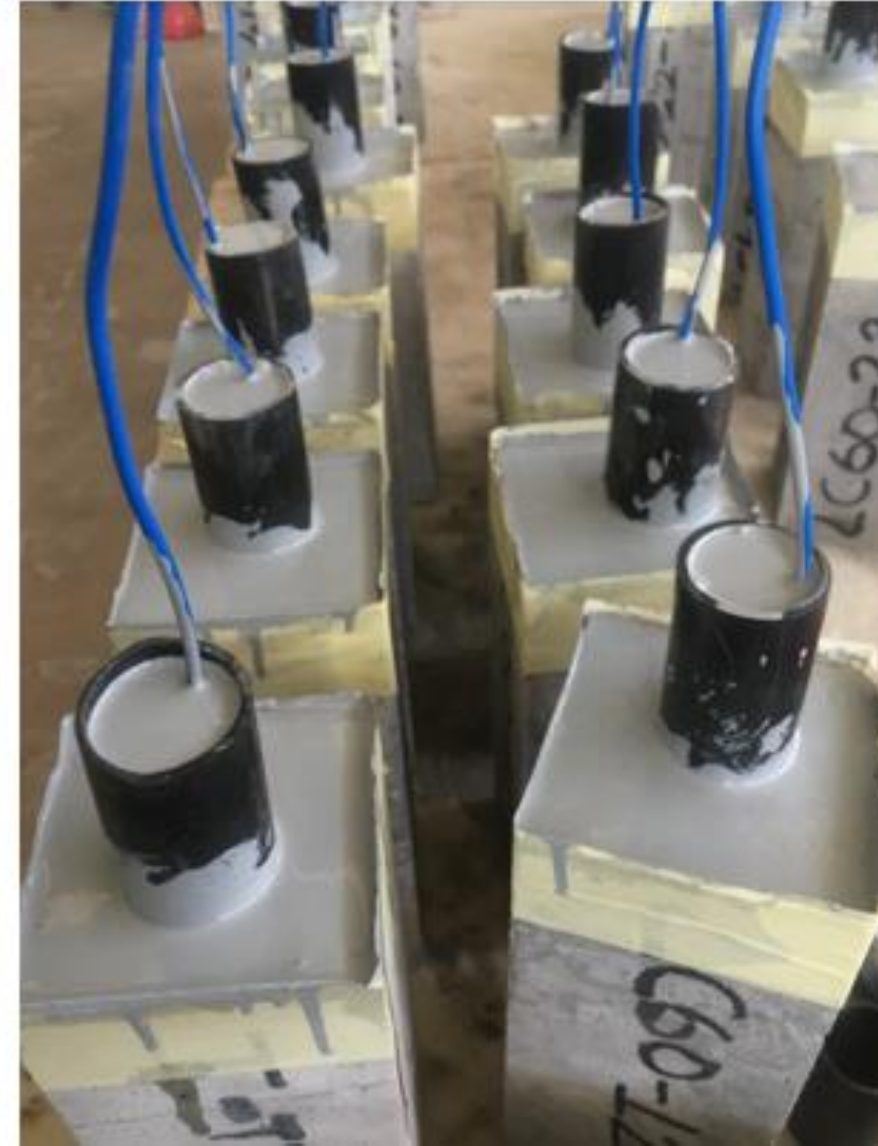
ImageJ programı ile çatlak boy ve genişliklerinin belirlenmesi



Açıkta kalan donatıların epoksi kaplanması ve tüm numunelerin kür işlemleri



Donatı uçlarına bakır kablo bağlanması ve avometre ile temasın kontrolü



Donatılı numunelerin epoksi ile yalıtımının sağlanması



Numunelerin Islanma-Kuruma Platformundaki Görünümü

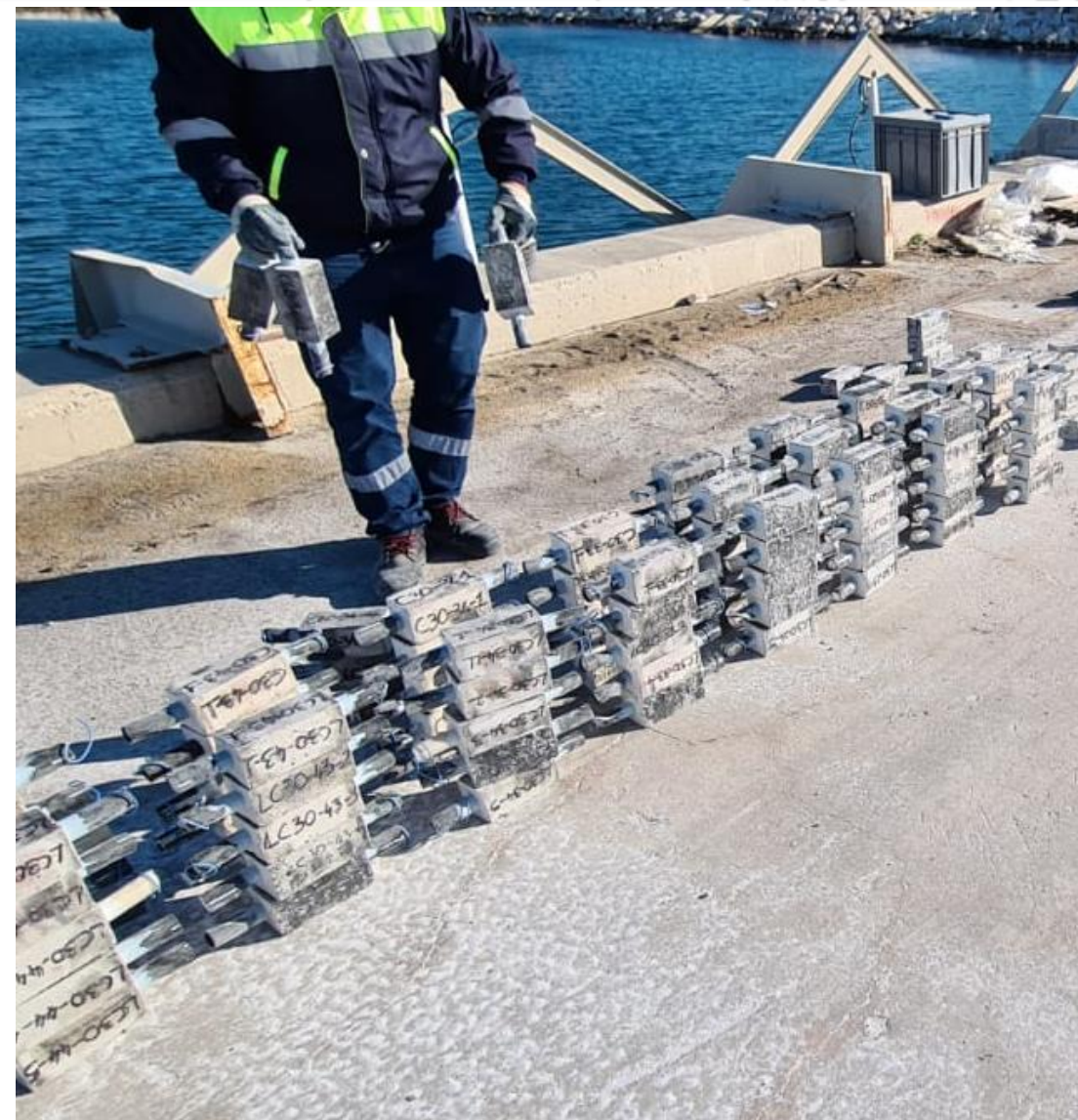


- HAZIRLANAN ÇATLAKLI VE ÇATLAKSIZ ÖRNEKLER GERÇEK DENİZ ORTAMINDA BEKLETİLEREK PERFORMANS TESTLERİ LABORATUVARDA YAPILMAKTADIR. Platform, 12 saat denizde ıslanma – 24 saat havada kuruma yapmaktadır.



Islanma-Kuruma Platformu (Rodaport Limanı, Bursa)



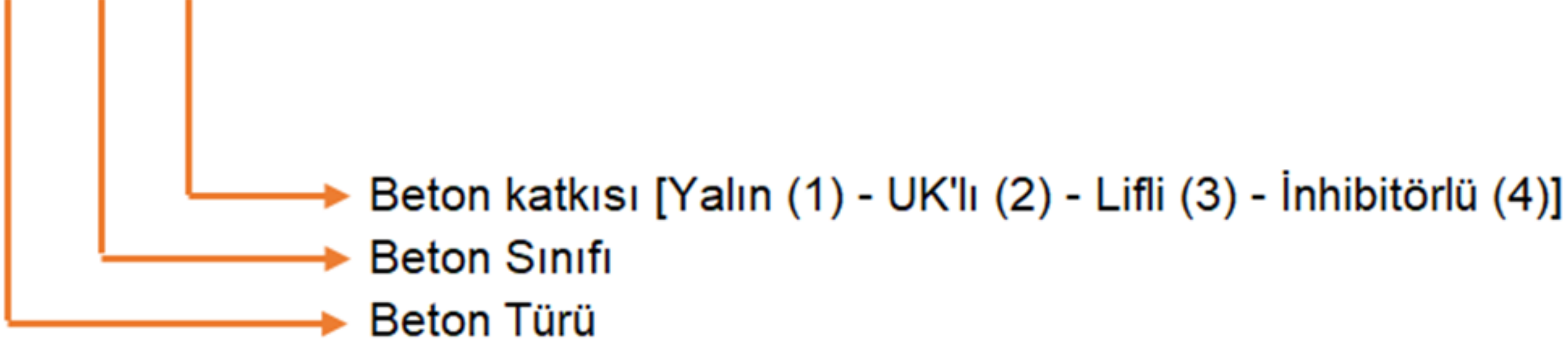


Numunelerin Islanma-Kuruma Platformuna Yerleştirilmesi



# Sonuçlar

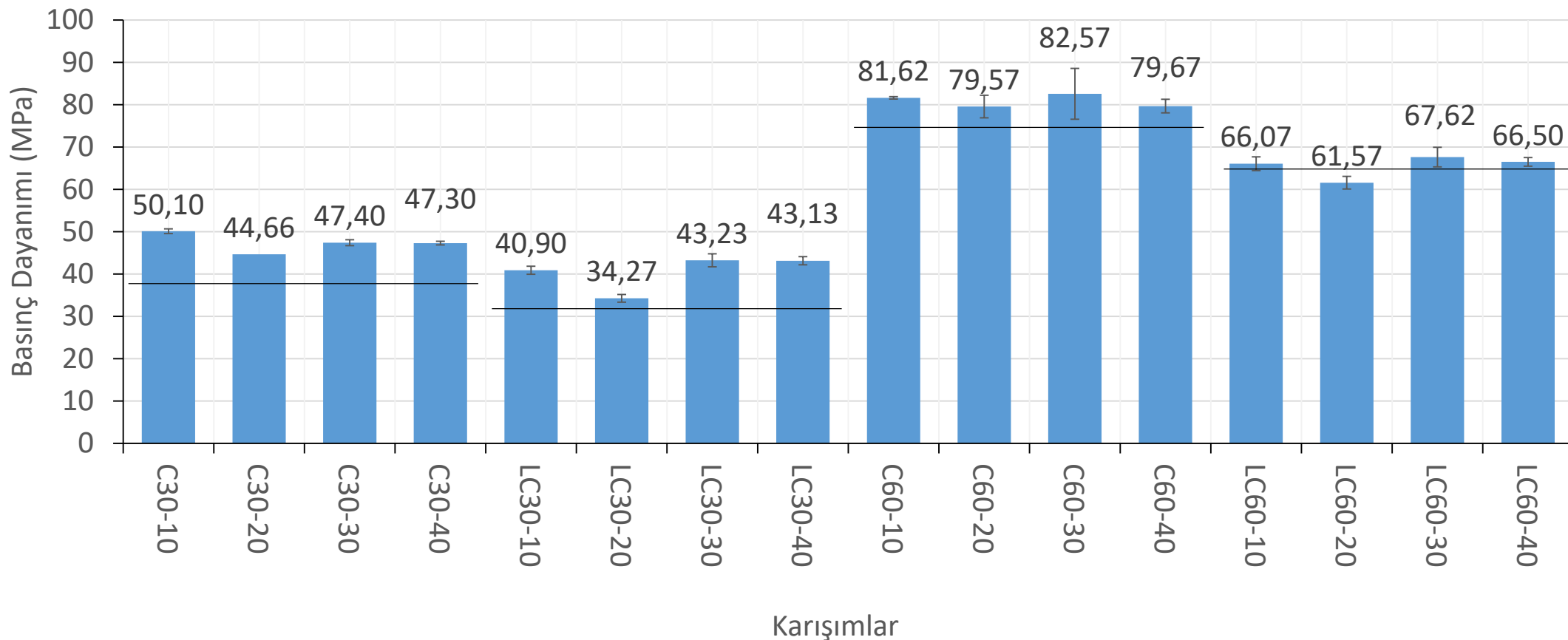
**LC30-10**





# Basınç Dayanımı (90 gün su kürü sonrası)

75\*75\*75 mm Prizma Numuneler



Sınıf Dayanımları

LC30/33

C30/37

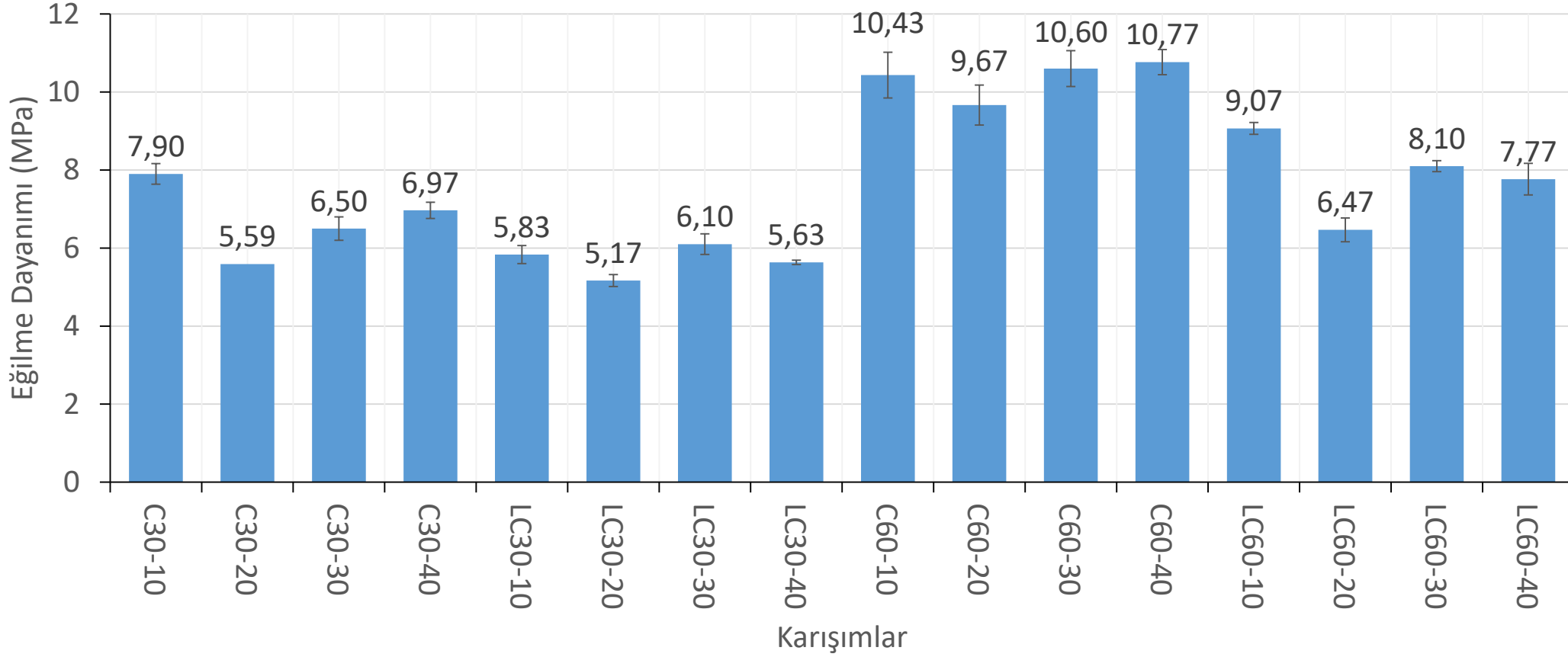
LC60/66

C60/75



# Eğilme Dayanımı (90 gün su kürü sonrası)

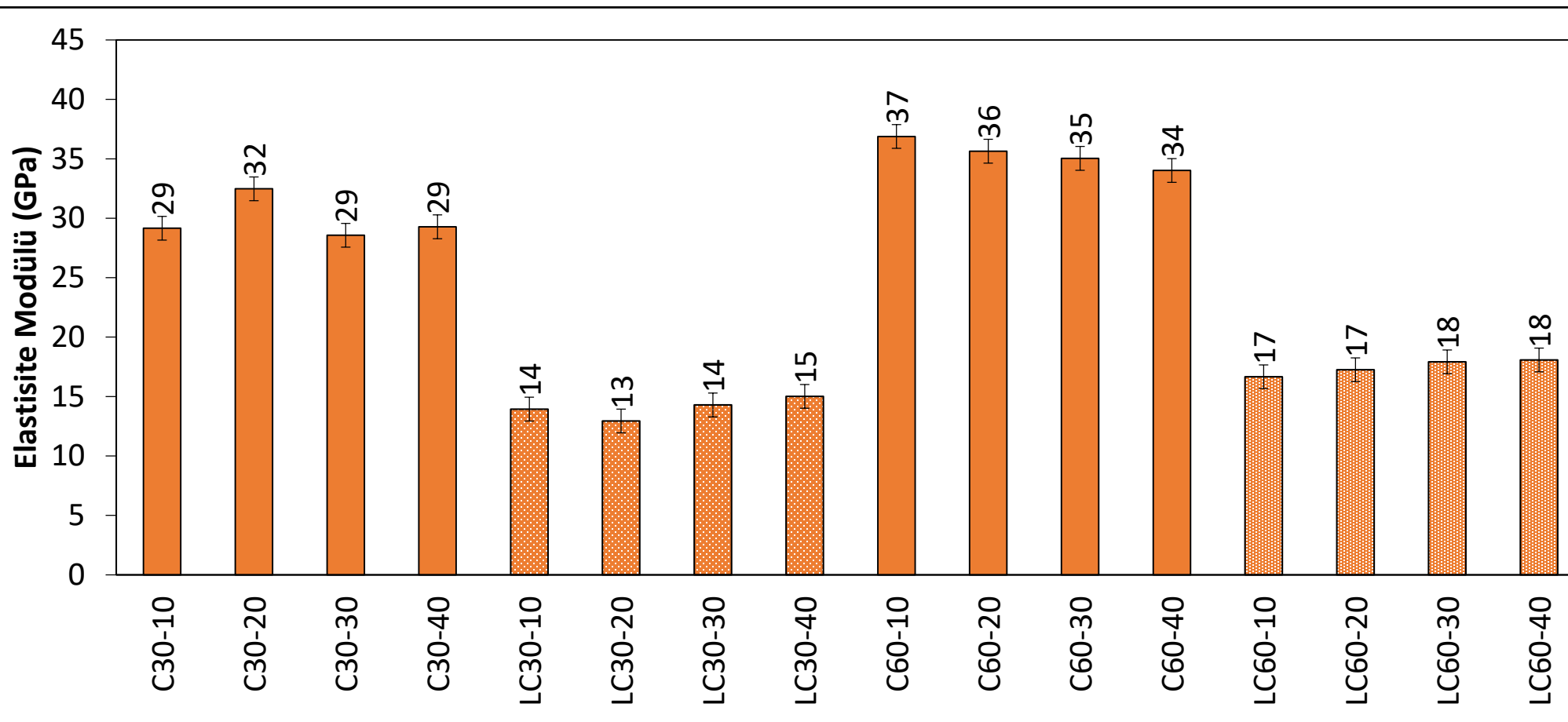
75\*75\*285 mm Prizma Numuneler



UK içeren (20) tüm karışımın eğilme dayanımları bir miktar düşmüştür.



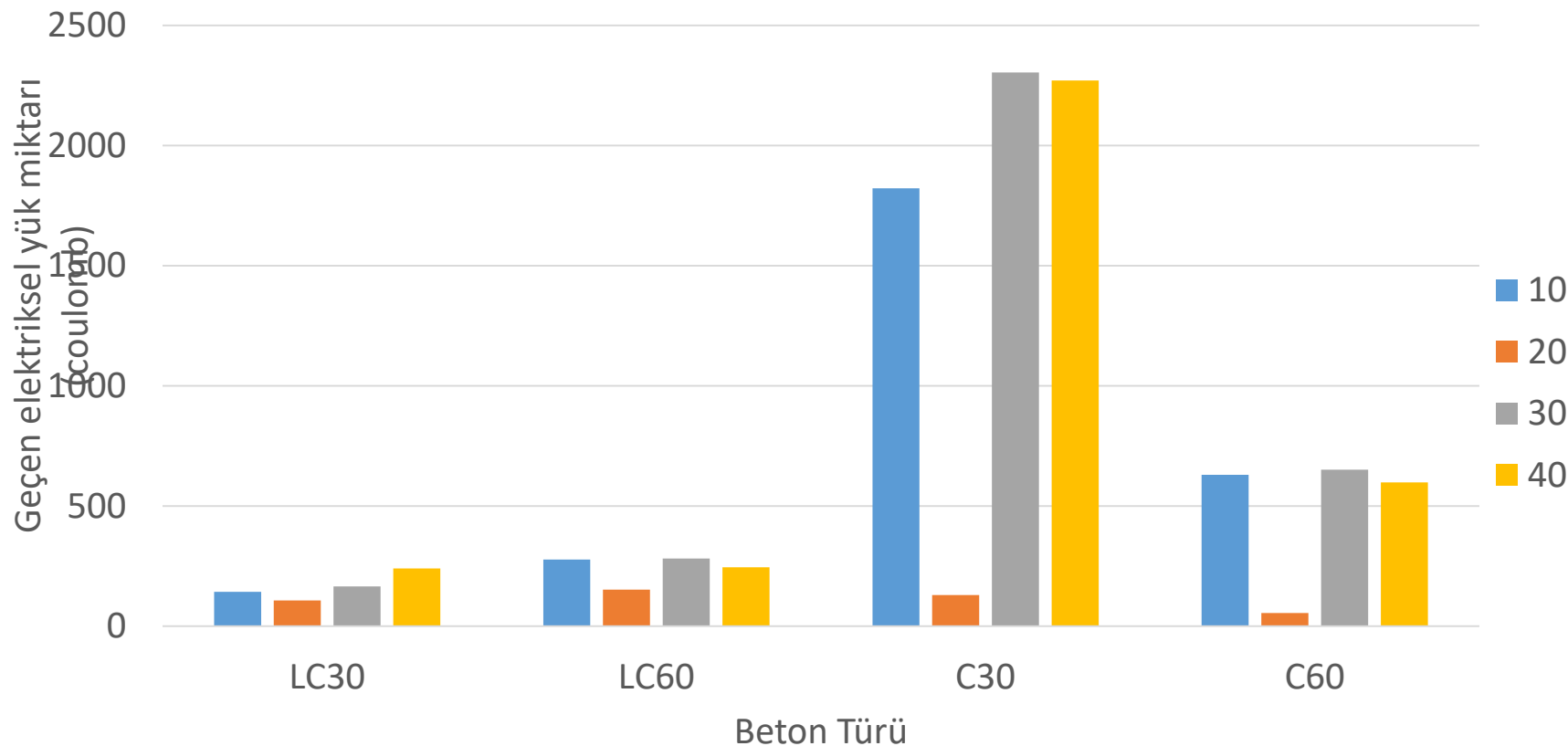
# Elastisite Modülü



- Hafif betonlar, beklenildiği üzere çok daha düşük elastisite modülüne sahiptir



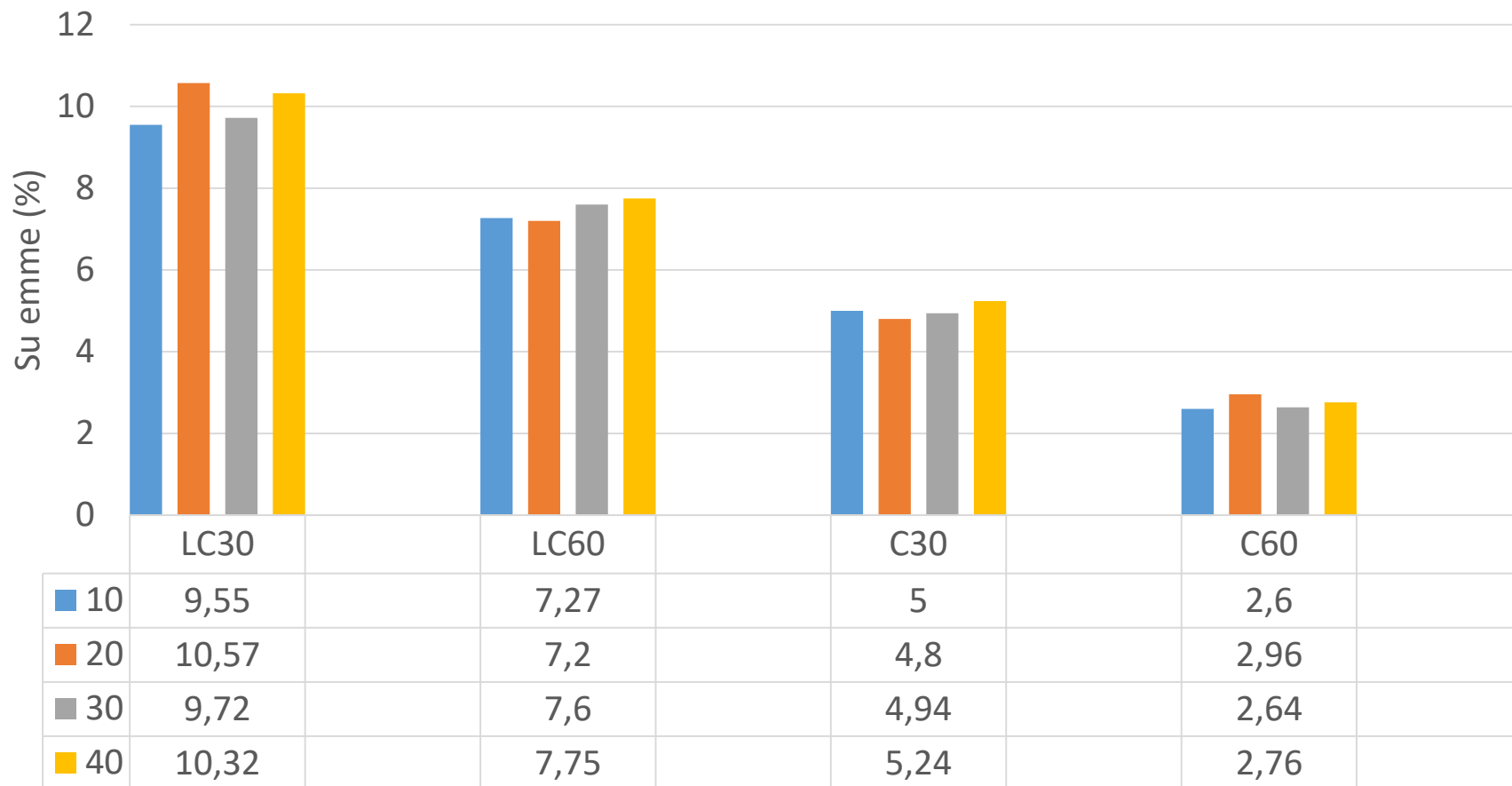
# Hızlı Klor İyon Geçirimsizliği



- Hafif betonların daha düşük geçirimsizliğe sahip olduğu görülmektedir. Bu durum doğrudan düşük geçirimsiz olduklarını göstermez. Pomza agregasında «Reservoir Effect» adıyla bilinen bir etki olabilir.
- Uçucu kül içeren tüm karışımlar çok düşük geçirimsizliğe sahiptir. Bu durum uçucu külün iç yapıyı geliştirmesi ve klor iyonlarını bağlaması ile açıklanabilir.



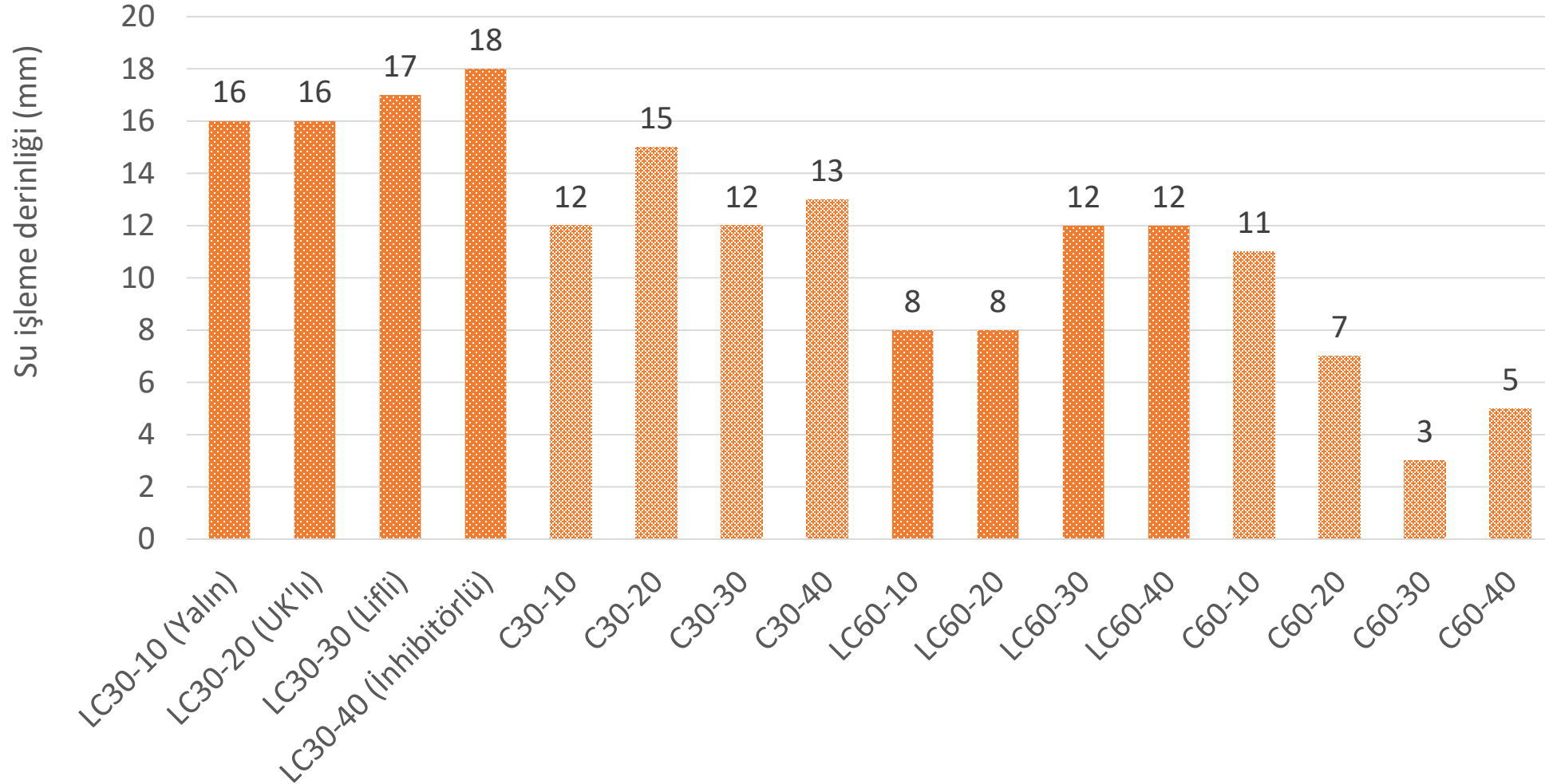
# Ağılıkça Su Emme



- Hızlı klorür iyon geçirimsizlik testinin aksine, su emme testinde hafif betonlar daha yüksek geçirimsizlik sergilemiştir.
- Katkıların (uçucu kül, lif ve inhibitör) su emme testinde kayda değer bir değişikliğe neden olmadığı görülmektedir.



# Basınçlı Su İşleme Derinliği

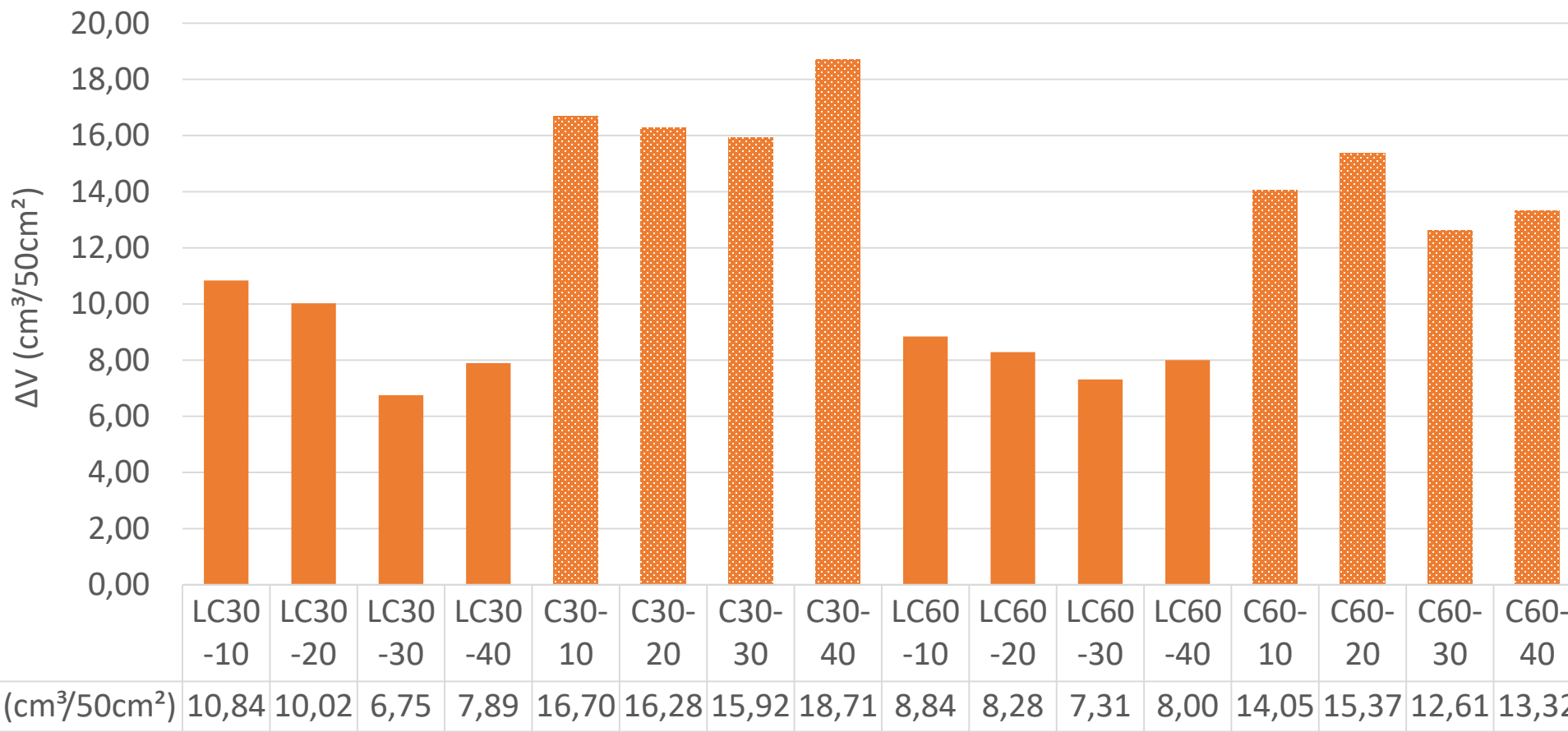


- Beton dayanımının artmasıyla su işleme derinliğinde de azalma görölmektedir.
- Hafif betonlar, su emme testinde olduğu gibi su işleme derinliği testinde de daha geçirimlidir.





# Yüzeysel Aşınma (Böhme Cihazında)



- Hafif betonların aşınma açısından normal betonlara göre çok daha iyi performans sergilediği görölmektedir.
- Lifli betonlarda bir miktar performans artışı görölmüştür.



# Devam Eden ve Yapılacak alışmalar

- GERÇEK DENİZ ORTAMINDAKİ NUMUNELER **100, 350 VE 500 ÇEVİRİM** SONRASI LABORATUVARA GETİRİLEREK ELEKTRO-KİMYASAL YÖNTEM İLE KOROZYON POTANSİYELİ ÖLÇÜMLERİ ALINDIKTAN SONRA TEKRAR GERÇEK DENİZ ORTAMINA GÖNDERİLECEKTİR.
- DENEYLERİ BİTEN NUMUNELERDEN DONATILAR ÇIKARILARAK OLUŐAN KOROZYONUN KARAKTERİZASYONU YAPILACAKTIR. AYRICA DONATILAR TEMİZLENEREK KÜTLE KAYBI TESPİT EDİLECEKTİR.
- SEÇİLEN NUMUNELERDE BETON-DONATI ARA YÜZEYİ İ YAPI ANALİZLERİ İLE İNCELENECEKTİR.
- SEÇİLEN ÖRNEKLER ÜZERİNDE SEM, EDS VB. DENEYLER İLE İÇYAPI İNCELEMELERİ YAPILACAKTIR.



# Devam Eden ve Yapılacak Çalışmalar

- TÜM KARIŞIMLARIN MALİYET ANALİZLERİ YAPILACAKTIR.
- DENİZ SUYU ETKİSİ SONUÇLARINA GÖRE PROJE VERİLERİ KULLANILARAK BİR SERVİS ÖMRÜ TAHMİNİ MODELLEMESİ GELİŞTİRİLECEKTİR.
- GELİŞTİRİLEN MODEL LİTERATÜRDEN TOPLANAN VERİLER İLE DENENECEKTİR.
- LABORATUVARDA YAPILAN DENEYLER VE GERÇEK DENİZ SUYU MARUZİYETİ İLE ELDE EDİLECEK VERİLERİN SERVİS ÖMRÜ TAHMİNİ ANALİZLERİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ ARAŞTIRILACAKTIR.

# Deprem Araştırmaları Sanal Konferansı

■ #BilimleBirlikteBaşaracağız

TÜBİTAK 121R042

Deniz Ortamında Farklı Beton Türlerinin Donatı Korozyonu  
Performansları ile Korozyon Önleme Etkinliklerinin  
Araştırılarak Betonarme Elemanların Deprem Güvenliğinin  
Artırılması

Projeye olan desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a,  
Bursiyerlerimiz Arş. Gör. Rasim Cem SAKA, Bayram TUTKUN, Ege Su BARLAY,  
İrem PINAR, Kerem Őençamlar ve Saeed Moghimi'ye teőekkür ederiz

■ 30 Mart 2023



TÜBİTAK