KÖPRÜ YÖNETİM BAKIM VE ONARIM

Alp Caner

Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti Başkanı,
Ankara, Türkiye

IABSE Vakfı Başkanı,
Zurih İsviçre

4 Mayıs 2020

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti

Cemiyetimiz 1955 senesinde kurulmuş olup ülkemizde TS500 şartnamesinin esaslarını belirlemiştir.

Merkezi Zurih'de bulunan IABSE'nin temsilcisidir.

Son 20 sene içerisinde 10'dan fazla konferans ve çalıştay düzenlemiş olup bu etkinliklerde kurucu üyemiz olan KGM, TCDD, Ulaştırma Bakanlığı'nın manevi desteğini almıştır.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

IABSE Etkinliklerimiz

IABSE etkinliklerine ve IABSE çalışma grubu teknik çalışmaların cemiyetimiz son on senedir katılmaktadır.

- IABSE Mesnet ve Derz Grubu Başkanlığı (Alp Caner) Yapım sırasında mesnet yerleşiminde dikkat edilmesi gerekenler teknik yazısı

- IABSE Vakfı Başkanlığı – (Alp Caner) Nepal' da Okul Deprem Güçlendirme için 25000 USD bağış yaptık.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti Çalışma Grupları

- Deprem Çalışma Grubu (Aktif)
- Köprü Yönetim, Bakım ve Onarım Çalışma Grubu (Kurulum Aşamasında)
- Özel Köprü Tasarım ve Yapım Çalışma Grubu (Kurulum Aşamasında)

Amaç: Teknik Yayın Dizileri Oluşturmak

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Ana Başlıklar

1. Köprü Yıpranma
2. Köprü Yönetimi Nedir?
3. Uluslararası Köprü Muayene Esasları
4. Çeşitli Bakım ve Onarım Yöntemleri
5. Örnek Bakım ve Onarım

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Köprü Yıpranma

Modern çağımızda köprüler beton ve çelikten yapılmaktadır.

Beton köprülerde oluşan çatlaklardan içeri su sızması ile donatı paslanması ile güç kaybı yaşayabilmektedir.

Çelik köprüler için yorulma sorunu vardır .

Son yirmi sene içinde ülkemizde 90 kadar köprü ya çökmüştür ya da endişe verici duruma geldiğinden bakıma ihtiyaç duyulmuştur.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Bakım Gören Beton Köprülerimiz

1935 Yapımı Beton Kemer Köprü Aşırı Paslanma - Çorum

2011 – Beton Kutu Kesit Köprü – Aşırı Sehim - Malatya

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Bakım Gören Çelik Köprülerimiz

- 1973 Yapımı Çelik Köprü İstanbul

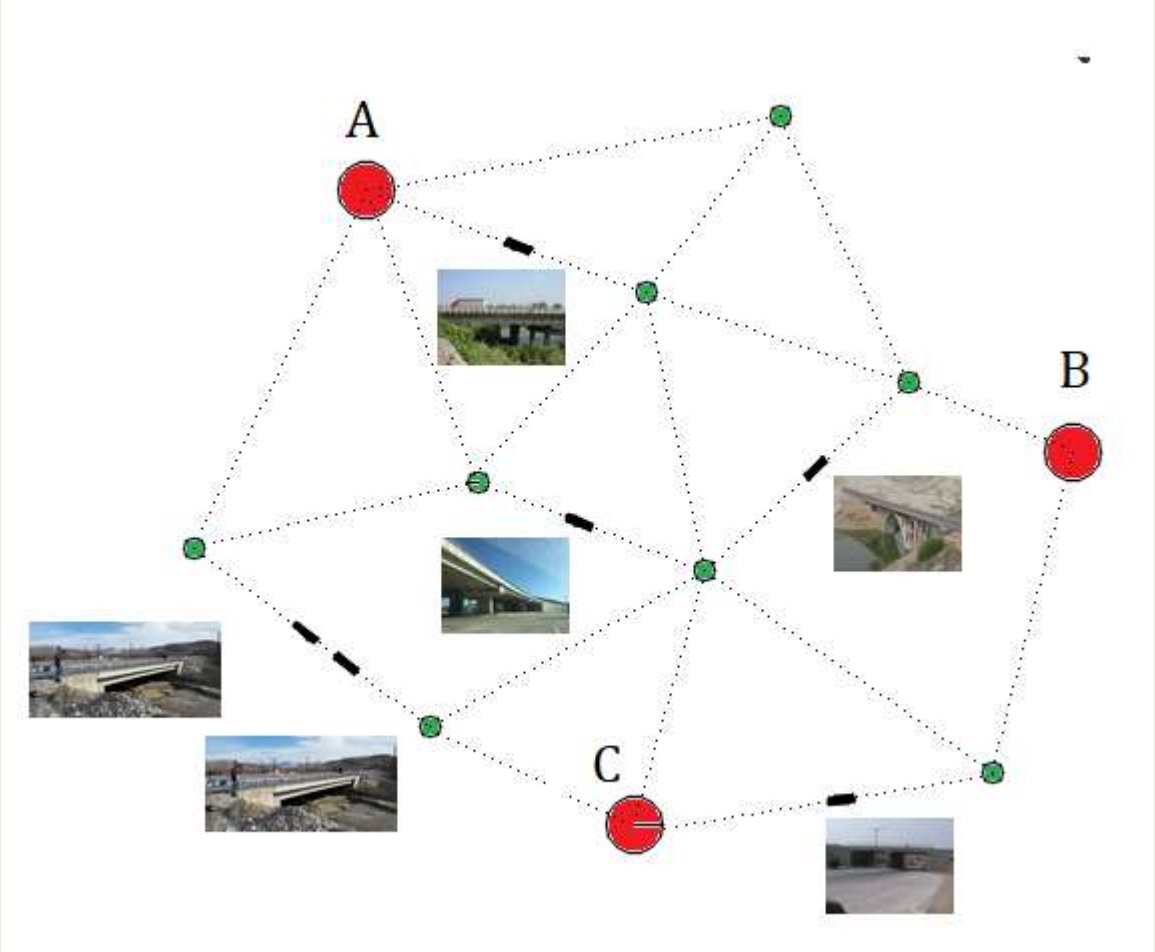
- 2005 senesinde halatı kopmuştur.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Köprü Ağı Yönetimi



Yönetim İçeriği

- Köprü Yaşı
- Tasarım Şartnamesi
- Yol Tipi
- Trafik Geçişi
- Çevre (Nehir, vb)
- Deprem Tehlikesi
- Muayene Ekibi, Eğitim
- Yıpranma Hesapları
- Olası Yapısal Zayıflıklar
- Tehlikeler ve Riskler
- Kalan Ömür Hesabı
- Bakım Öncelikleri
- Hareketli Yük Puanı
- Yapay Zeka Karar Analizi
- Yıpranma Testleri

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Veri Tabanı Oluşturulması ve Saklanması

Bir önceki sayfada oluşturulan bilgilerin elektronik ortamda saklanması gerekmektedir. Köprünün karnesine (malzeme tipi, açıklık sayısı, en uzun ve en kısa ayak, ayak tipi, üst yapı tipi gibi) ilave olarak muayene, onarım ve bakım işlemleri düzgün olarak kaydedilmelidir.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Örnek: Onarım için Köprü Trafiğe Kapanması (52 gün)

Dikkat! FSM'de onarım yoğunluğu başladı

En Çok Okunan Haberler

Bingöl'de çok sayıda silah ve mühimmat ele geçirildi

Cumhurbaşkanı Erdoğan, kızları kaçırılan aileyle görüştü

Yüzgeci az kalsın kopacaktı! Son anda

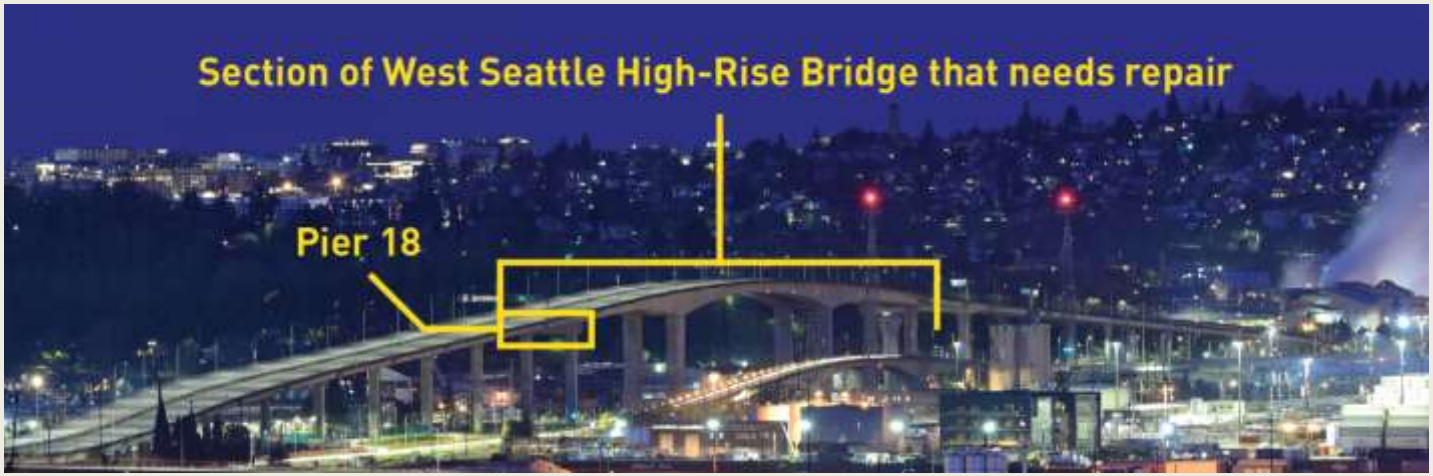
ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Batı Seatle Köprü Kapanması Mart 2020

Betonda oluşan çatlakların köprü muayenelerinde raporlanması sunucunda köprü Mart 2020'de trafiğe kapanmıştır.



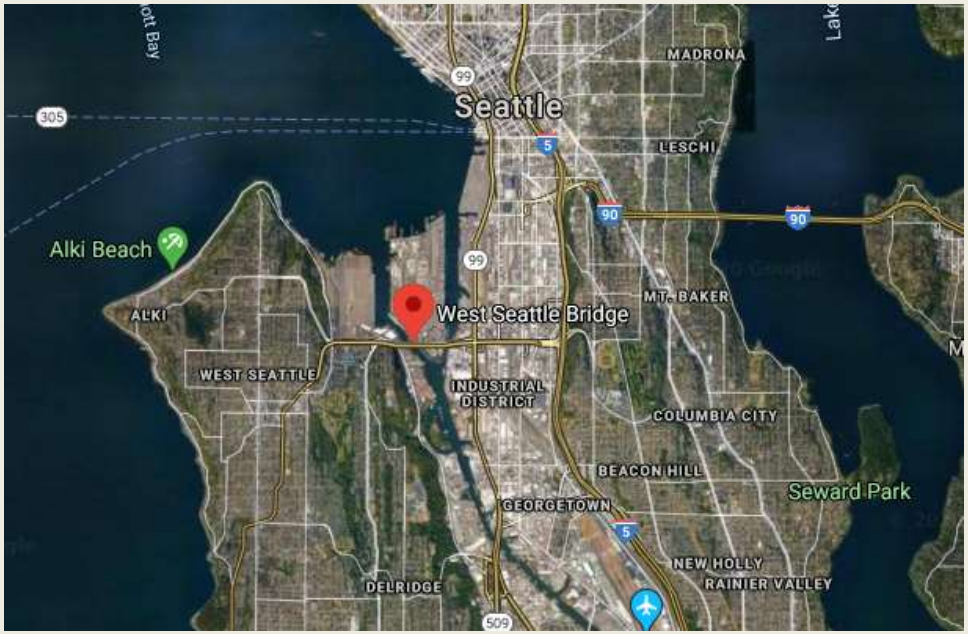
ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Batı Seatle Köprüsü Önemi

Günde trafik yoğunluğu olarak 100000 araç geçmektedir.



ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Batı Seatle Köprü Kapanması Süreci

Tarih	Köprü Durum	Halka Etkisi	Önlem
2013	Seatle Karayolları köprüde çatlak tespit eder	Yok	Muayene Sıklığı Artırılsın
2014-2019	Senelik muayeneler düşük tehlike çatlak büyümesi tespit eder	Yok	Bakım ve Yapısal İzleme
Ağu 2019	Bir muayenede orta tehlike çatlak büyümesi tespit eder	Yok	Çatlak epoksi ile doldurulur ve muayene sıklığı 1 ay olur
Ekim-Ara 2019	Çatlak büyümeye devam eder	Yok	Strateji analizleri başlatılır
21 Şubat 2020	Danışman trafik azaltılsın der	Şerit azaltma planlanır	Strateji tartışılır ve tamir önerileri gündeme gelir
19 Mart 2020	Danışman daha büyük bir sorun olduğunu fark eder	Köprü kapanması düşünülsün der	Seatle Karayolları her gün köprüye gider
23 mart 2020	Danışman yeni büyüten çatlaklar bulur	Köprünün servis dışı kalması istenir	Karayolları köprüyü servis dışı bırakır

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Örnek Köprü Yönetim Stratejisi – New Brunswick

Strateji	Halk için Önemli	Yol Ağı için Önemli	Kısa Vade	Uzun Vade
1	Çok	Çok	Minimum dayanımı garantilenmeli	Trafik başka yola yönlendirilmeli ve köprü korumaya alınmalı
2	Az	Çok	Minimum dayanımı garantilenmeli	Trafik başka yola yönlendirilmeli ve köprü yenilenmeli
3	Çok	Az	Minimum dayanımı garantilenmeli	Servis dışı bırakılmalı
4	Az	Az	Minimum dayanımı garantilenmeli	Servis dışı bırakılmalı

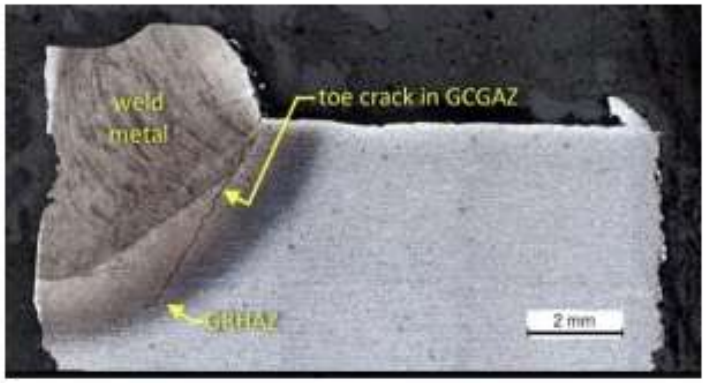
ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Örnek: Jefferson Barrack Köprüsü Servis Dışı

Yük dağılımında alternatifi olmayan kaynak çatladığı için trafiğe kapatılmıştır.



ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Talihsiz Köprü: I35W Çelik Yorulma

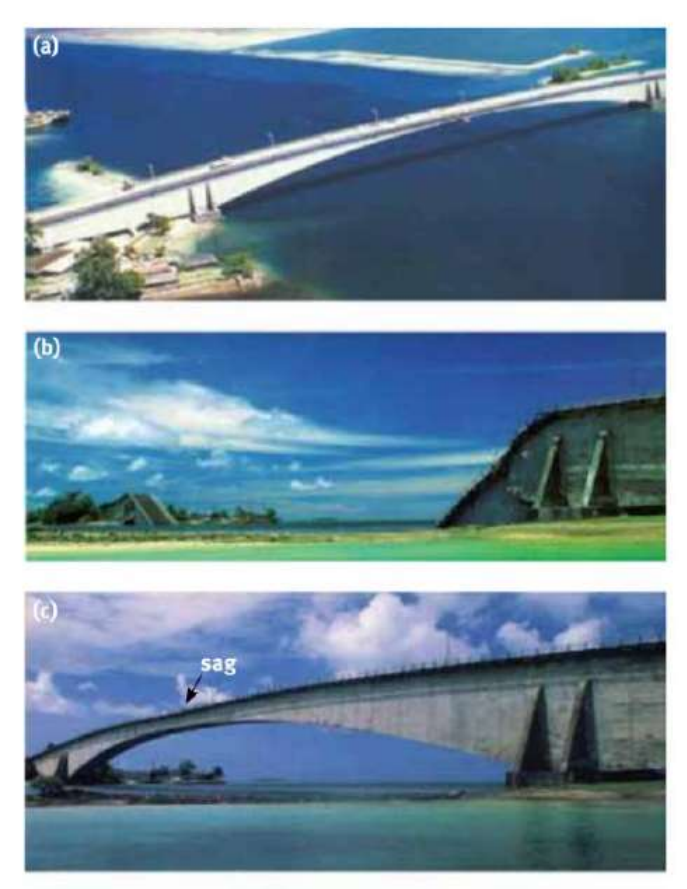
Tahmini değiştirme maliyetleri iki katına (400 milyon USD) çıkmıştır.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Talihsiz Köprü: Palau Ardgerme Dengeli Konsol Çökme



Köprü ek ardgerme verilerek tamir edilmeye çalışılıyor. Sorun daha da hızlanarak köprü çöküyor.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Doğrudan Oluşan Köprü Maliyetleri

Ana Yatırım Maliyetleri

- Fikir
- Planlama
- Fizibilite
- Tasarım Planı
- İhale
- Tasarım ve Yapım

Yapı Ömrü Maliyetler

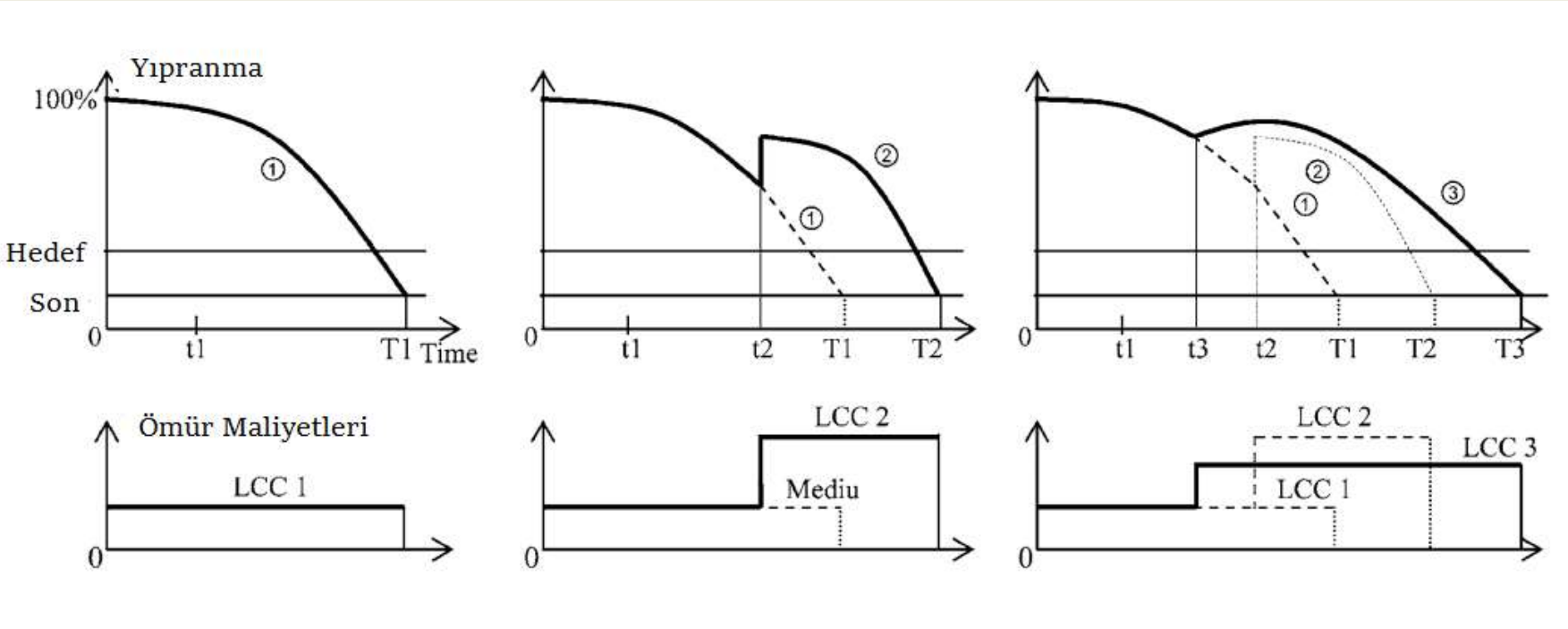
- Muayene
- Bakım
- Onarım
- Eleman Yenilenmesi

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Vietnam Köprü Yönetim Sistemi Yapı Ömrü Müdahaleleri Senaryoları



Müdahale Yok

Orta Derece Müdahale

Çoklu Müdahale

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Köprü Trafiğe Kapanması Ekonomik Kayıplar

Onarım Masrafları

Alternatif yol uzaması

Emisyon

İş gücü kaybı

Köprü Çökmelerinin Yaşama Etkileri

- İnsan (ölüm ve yaralanmalar, psikolojik hasarlar)
- Ekonomik (trafik gecikme maliyeti, yeniden yapım ve tamir maliyetleri vb.)
- Çevresel (ek karbondioksit salınımı, enerji kullanımı vb.)
- Sosyal (itibar kaybı, halkın güveninin azalması vb.)

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Akıllı Köprüler

Elektronik ölçüm cihazları ile köprü yapısal davranışı izlenerek herhangi bir anormal durumda sistem ikaz verebilir. İkaz derecesine göre müdahale planları yapılabilir.

Uluslararası Köprü Muayene İncelemeleri

Almanya
Amerika Birleşik Devletleri
Birleşik Krallık
Danimarka
Finlandiya
Fransa
İspanya
İtalya
Norveç
Polonya

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Almanya Köprü Muayene Tip

Muayene	Sıklık	Sonuç
Ana	6 yıl	Dokunma mesafesinden her elemanın detaylı incelenmesi ve yapının durum notunun belirlenmesi. Onarım, temizlik, tamirat ve detaylı muayene gerekliliklerinin belirlenmesi
Küçük	6 yıl, ana muayeneden 3 yıl sonra	Gözle her elemanın incelenmesi. Ana muayenede tespit edilen hasar ve bozulmaların kontrolü
Plansız	Gerektiğinde	Yapının durumunu etkileyen büyük olay ve afetlerden sonra
Mevzuat gereklilikleri	Gerektiğinde	Diğer kod ve standartlarla birlikte mekanik ve elektriksel aksamın muayenesi

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Almanya Köprü Muayene Puan

Seviye	Açıklama
0	Hasarsız veya hasar varsa bile yapısal stabiliteyi bozmamaktadır.
1	Eleman bazında hafif bozulmalar var ve yapısal stabiliteyi bozmamaktadır. En yakın rutin bakım programına alınmalıdır.
2	Eleman bazında bozulmalar eleman stabilitesini bozmakta ve aynı zamanda yapısal stabilite az da olsa etkilenmeye başlamış durumdadır. Orta vade de bakım yapılmalıdır.
3	Elaman bazında bozulmalar önemli derecede yapısal stabilteyi bozmaya başlamıştır ve kısa vade de önlem alınmalıdır.
4	Eleman ve yapısal stabilite kalmamıştır. Hemen önlem alınmalıdır.

Muayene Yazılım : SIB-Bauwerke

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

ABD Köprü Muayene Tipleri

Muayene Tipi	Sıklık	Açıklamalar
Genel	5-7 sene	Yapısal hasarları ve stabilite bozulmalarını tespit için yapılır ve genellikle bu sırada özel sektörden de destek alınır.
Periyodik Bakım Muayenesi	1 sene	Geçen sene durumuna göre bir değişiklik olup olmadığı görsel olarak tespit edilir.
Ara Muayene	Ek muayene gerektiğinde	Gözlenmesi gereken hasarlı bir durum olduğunda yapılır.
Üstünkörü (cursory)	İdare ister ise	Yürüyüş hızında yapılan sadece görsel olarak bozulmaları hızlı bir şekilde görmek için yapılan muayene.
Su Altı Muayenesi	5-7 sene	Dalgıç lisansına sahip ve sonar kullanmasını bilen bir ekip ile hidrolik etkilerin köprünün durumunu etkileyip etkilemediği hususunda gözlem yapmak için kullanılır.
Acil Durum	Kaza, tren raydan çıkması, yangın ve deprem sonrası	Kazalar sonrası yapısal stabilite kontrol edilir. Eğer afetin kaynağı deprem ise aşağıdaki tabloya göre gözlem yapılır.

Deprem Şiddeti (Richter)	Müdahale Seviyesi	Uzaklık	Önlem
0-4.99	I		Hız düşürülmez
5-5.99	II	160 km	Düşük Hız
6-6.99	III	320 km	Durdur
	II	480 km	Düşük Hız
7 ve üstü	III	emirler doğrultusunda	Durdur
	II	emirler doğrultusunda ama 6-6.99' daki uzaklıklardan az olamaz	Düşük Hız

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

ABD
Köprü Muayene Puan
Eyaletler Arası Değişebilir

Durum	Açıklama
1	Acil durum – acil müdahale gerekli
2	Kötü durum - öncelikli müdale gerekli
3	Ortalama Durum – onarım gerekebilir
4	Orta Üstü – bakım gerekli
5	İyi

Onarım Sıralaması	Açıklama
1	Öncelikli – onarım gerekli
2	Kısa Vade – 1-3 sene içinde onarım gerekli
3	Rutin Bakım – 3-7 sene içinde müdahele gerekli
4	Uzun vade – 7-15 sene içinde müdahale gerekli
5	Onarım gereksiz

Yazılım
PONTIS

AASHTO
Ware

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Birleşik Krallık Köprü Muayene Tipleri

- Yüzeysel muayene: İdare görevlisi tarafından düzenli yapılan incelemelerdir. Gözle farkedilebilecek hasarların tespitine dayanır. Eğer görevli tehlikeye yok açabilecek herhangi bir hasar fark eder ise koruyucu önlemleri alır ve durumu yetkili üst kurumlara bildirir.
- Genel muayene: Köprüde, gözle incelenebilecek tüm parçaların herhangi bir yardımcı araç kullanılmadan ve trafiği durdurmadan yapılan incelemesidir. En son genel / Ana incelemeden sonra, iki yıldan az olacak zaman aralıkları ile yapılır.
- Ana muayene: Köprünün tüm yapısal ve çevresel parçaları, dokunma mesafesinden özel araçlar ve trafik düzenlemeleri ile incelenir. Ana muayene başta anlaşılan zaman aralıkları ile yapılır. Genel olarak altı yılda bir olan bu süre önemsiz köprüler için 10 yılda bir mertebesine çekilebilir. Yeni yapılarda, köprünün trafiğe açılmasına bir ay kala yapılır.
- Özel Muayene: Köprünün belirli alanlarının ya da hasarlarının incelenmesidir. Diğer muayene türleri sırasında farkedilen hasarların detaylandırılması için yapılır. Buna ek olarak özel yük geçen köprüler gibi olağan dışı durumlarda da uygulanır.

Birleşik Krallık Köprü Muayene Değerlendirme

Büyüklük	Açıklama
A	Belli belirsiz hasar
B	Hafif; toplam alanın / uzunluğun %5'ten azı etkilenmiş
C	Ortalama; toplam alanın / uzunluğun %5 - %20 'si etkilenmiş
D	Geniş; toplam alanın / uzunluğun %20'den fazlası etkilenmiş

Şiddet	Açıklama
1	Belli belirsiz hasar
2	Ufak / acil olmayan hasarlar
3	Sonraki yıllıkonarım programına dahil edilmesi gereken hasarlar
4	Hemen onarım gerektiren ağır hasarlar

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Danimarka Köprü Muayene Tipleri

Muayene Türü	Uygulama Sıklığı	Sonuçlar
Standard	1 – 6 yıl	Köprüyü meydana getiren 13 ana elemanın görsel incelemesi; tamirat, temizleme, onarım veya detaylı inceleme gerekliliklerine karar verilmesi.
Ana	<6 yıl	Metodlar, alanlar ve benzeri detayları içerecek şekilde önerileri ortaya çıkaracak detaylı görsel incelemeler.
Özel	Gerek olduğunda	Hasarsız testlerle birlikte detaylı görsel incelemeler.

Danimarka Köprü Muayene Değerlendirme

Puan	Açıklama
0	Önemsiz bozulmalar, yeni durumdaki yapı elemanları.
1	Küçük hasarlar. Zamanla hasar artabilir. Onarım gerekli değil.
2	Uzun dönemde sıkıntı yaratabilecek hasarlar. Gerekli görülürse onarılabilir.
3	Birkaç yıl içerisinde sorun çıkarabilecek hasarlar. Birkaç yıla onarım gerekecek.
4	Ağır hasar, yakın dönemde fonksiyon kaybı yaşanacak ve onarım gerekecek.
5	Eleman tamamıyla hasar görmüş, kullanılamaz durumda. Hemen onarım gerekli.

DANBRO - Yazılımı

Finlandiya Köprü Muayene Tipleri

Muayene Tipi	Sıklık	Açıklama
Yıllık	1 yıl	Yoldan sorumlu kişiler yıllık olarak görsel muayenede bulunmak zorundadırlar.
Genel	5 – 8 yıl (köprü durumuna göre)	Finnra onaylı uzmanlar tarafından yapılır.
Ana	5 yıl	Genel muayenenin özel araç gereç ile desteklenmiş halidir. Hasarsız testler ve örnek alma da uygulanır. Lisans veya yüksek lisans mezunu onaylı kişiler tarafından yapılır.
Özel	Gerektiğinde	Diğer muayenelerde nedeni saptanamayan ya da tamir planı oluşturulamayan hasarlarda uygulanır. Yüksek lisans ya da daha yüksek dereceye sahip uzmanlar tarafından yapılır.
Sualtı	5 yıl	Yüksek su hızı ya da hareketli buz tehdidi olan köprülerde özel uzmanlar tarafından yürütülür.
Yapısal Sağlık İzleme	Sürekli	Önemli bir hat üzerinde bulunan, alternatifi olmayan, ağır vasıta geçişi olan ve araçlara ağırlık sınırı konamayan köprülerde uygulanır.

Finlandiya Köprü Muayene Değerlendirme

Köprünün veya Parçanın Durum Seviyesi	Açıklama
1	Yeni veya yeniye yakın
2	İyi
3	Orta
4	Zayıf
5	Çok Zayıf

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Fransa Köprü Muayene Tipleri

Muayene Tipi	Sıklık	Sonuç
Yıllık Kontrol	1 yıl	Değişim ve hasar tespiti
IQOA muayenesi	3 yıl	Eğer o yıl içerisinde detaylı muayene yapıldı ise, bu detaylı rapora göre muayene yapılır. Detaylı muayene yapılmadı ise standard formlara uyulur.
Detaylı periyodik muayene	Orta ve büyük köprülerde, temel olarak 6 yılda bir yapılır, ancak değişiklikler olabilir: •kuvvetliler için 9 yıl •gerekli ise 3 yıl •zayıflar için 1 yıl	Köprünün sağlıüğını belirten detaylı rapor. Köprü muayenesi ve yapısı hakkında özel eğitimli kalifiye mühendis tarafından yönetilip sürdürülür.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Fransa Köprü Muayene Değerlendirme

Not	Açıklama
1	İyi durumda, standardla belirtilmiş rutin onarım yeterli
	Ufak hasarlara sahip iyi durumda, özel onarım gerekli
2	Çevresel ekipmanı etkileyen orta hasarlar ya da köprünün yapısını etkileyen ufak hasarlar Acil değil
2E	Yukarıdaki ile aynı; ancak hızlı yapısal bozulmaları engellemek için acil onarılması gerekli
	Yapısal hasarlı tamir gerekli
3	Büyük yapısal hasarlar var, ancak acil harekete geçmek gerekli değil
3U	Yukarıdaki ile aynı; ancak hızlı yapısal bozulmaları engellemek için acil onarılması gerekli
NE	İncelenmedi

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

İspanya Köprü Muayene Tipleri

Muayene Tipi	Sıklık	Açıklama
Rutin	1 – 6 ay	Gözle muayene uzman olmayan ekip tarafından yapılır. Temizlik ve basit tamirler uygulanır. Önemli hasarlar var ise özel muayene planlanır.
Ana (Genel)	15 – 21 – 27 ay	Gözle muayene eğitimli personel tarafından yapılır. Sıklık süresi köprünün önem derecesine göre belirlenir. Önemli hasarlar var ise özel muayene planlanır.
Ana (Detaylı)	5 – 7 – 9 yıl	Detaylı gözle muayene eğitimli personel tarafından yapılır. Gerekli koşullarda özel ulaşım metodları kullanılır (vinç vs). Sıklık süresi köprünün önem derecesine göre belirlenir. Önemli hasarlar var ise özel muayene planlanır.
Özel	Gerektiğinde	Detaylı gözle muayeneye ek olarak hasarsız test metodları, sayısal analizler, örnek alma gibi detaylı işlemlerden gerekli olanlar uygulanır. Deneyimli teknik ekip gerektirir.

İspanya
Köprü Muayene Değerlendirme

Not	Açıklama
0 – 20	Hasarsız ya da birkaç önemsiz hasar
20 – 40	Başlangıç seviyesinde veya ilerleyebilecek hasar
40 – 60	İlerleyen hasar. Orta/yakın dönemde onarım gerekli
60 – 80	Yapısal davranışı etkileyebilecek ağır hasar. Yakın dönemde onarım gerekli
80 – 100	Çok ağır hasar. Köprünün tamamı ya da bir bölümü yapısal sınırlarında. Önlem alınıp acil onarım gerekli

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

İtalya Köprü Muayene Tipleri

Muayene Tipi	Sıklık	Personel	Açıklama	Sonuç
Genel (sistematik)	3 ay	Eğitimli personel	Her yapısal parçanın uzaktan gözle muayenesi	Hasar raporu
	1 yıl	Mühendis		
Ana	1- 2- 4 yıl	Mühendis	Her yapısal parçanın yakından gözle muayenesi	Hasar tablosu
Özel	ihtiyaçta	Mühendis	Her yapısal parçanın yakından gözle muayenesi, hasarsaız testler ve örnek alma	Rapor

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

İtalya
Köprü Muayene Değerlendirme

Not	Açıklama
0	Hasarsız
1	Hafif bozulmalar, hasar yok. Özel bir işleme gerek yok
2	İlerleyebilecek hafif bozulmalar. Özel bir işleme gerek yok
3	İlerleyen bozulmalar. Özel bir işleme gerek yok
4	İlerleyen bozulmalar. 5 yıla kadar önlem almaya gerek yok
5	Yapısal güvenliği etkilemeyen ancak 5 yıl içerisinde onarımı gerekecek hasarlar
6	Güvenliği tehdit etmeyen ancak iki yıl içerisinde onarım gereken hasarlar
7	Güvenlik katsayılarını düşüren, iki yıl içerisinde onarılması gereken hasarlar

Norveç Köprü Muayene Tipleri

Muayene Tipi	Sıklık	Açıklama
Genel	Altından su geçmeyen 10 metreden kısa köprülerde 2 yıl; hareketli, 10 metreden uzun veya 10 metreden kısa olup altından su akan köprülerde 1 yıl	Amaç köprünün taşıma ve güvenliğini etkileyecek hasarların tespit edilmesidir. Muayene gözle yapılır.
Ana	Altından su geçmeyen 10 metreden kısa köprülerde 10 yıl; 10 metreden uzun veya 10 metreden kısa olup altından su akan köprülerde 5 yıl, hareketli köprülerde 3 yıl	Köprünün genel durumu ve onarım gerektiren durumlar incelenir. Yakın görsel muayeneye ek olarak ölçümler ve malzeme incelemeleri yapılabilir.
Ana Sualtı inceleme	5 yıl, gerekli görülürse sıklaştırılabilir.	Su altında kalan temel ve diğer yapı elemanları incelenir.
Özel	Gerektiğinde	Tespit edilen hasarlar hakkında detaylı bilgi edinmek ve çözüm yolları araştırmak için yapılır.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Norveç
Köprü Muayene Değerlendirme

Not	Açıklama
1	Hafif hasar, müdahale gerekli değil
2	Orta hasar, sonraki 4 – 10 yılda müdahale
3	Ciddi hasar, sonraki 1 – 3 yılda müdahale
4	Kritik hasar, hemen ya da ½ yıl içinde müdahale
9	İncelenmedi

Polonya Köprü Muayene Tipleri

Muayene Tipi	Sıklık	Sonuç
Rutin	3 ay	Olası hasarlar ve özel/Ana muayene gerekliliği. Personel tarafından yapılır.
Genel	1 yıl	Güvenlik durumu, olası hasarlar, Ana/özel muayene gerekliliği. Köprü alanında ders almış inşaat mühendisi tarafından yapılır.
Ana	<5 yıl	Güvenlik durumu, olası hasarlar, Ana/özel muayene gerekliliği. Köprü alanında ders almış inşaat mühendisi tarafından idare edilen bir ekip muayene eder.
Özel	Gerektiğinde	Muayene edilen elemanın güvenlik durumu, onarım/yenileme gerekliliği vb. Kalifiye uzmanlar (üniversiteler vb) tarafından karmaşık metodlar kullanılır.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Polonya
Köprü Muayene Değerlendirme

Not	Açıklama
5	Uygun
4	Yeterli
3	Tehlike sinyali
2	Yetersiz
1	Acil durum öncesi
0	Acil durum

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Türkiye Köprü Muayene Puan

Ülkemizde bulunan köprü sahibi kurumlar genelde dört puanlı bir sistemi tercih etmektedir

Örnek Puanlama – Ard Germe Ankraj Kafası

1-Normal 2- Takip 3- Bakım 4 – Öncelikli

Hasar Düzeyi
1 □ Yok veya az
2 □ Hafif
3 □ Orta
4 □ Ağır

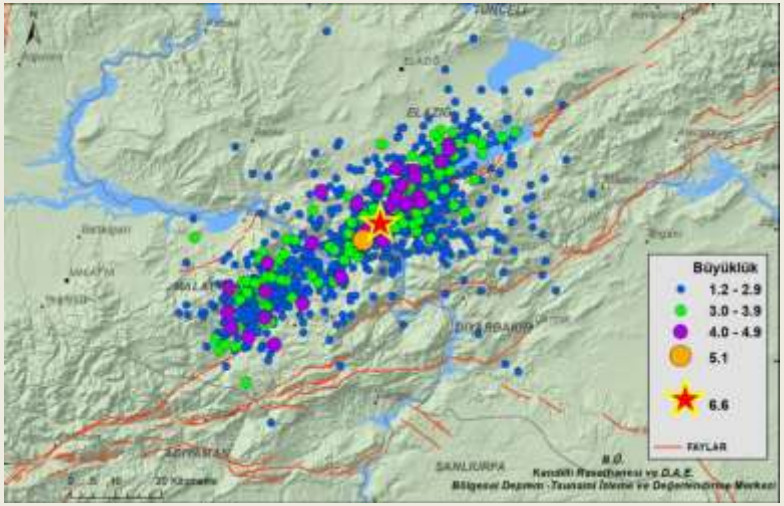
ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Örnek: Doğal Afet Sonrası İnceleme

Faya 1 km yakın ve bir çok artçı depreme dayanmış olan 70 senelik çelik kompozit köprü sadece uç bölgesinde hafif kaymıştır. Drone+bulut teknolojisi ile ölçüm alınabilmektedir.



ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Genel Değişkenler

- Muayene tipleri,
- Muayene sıklıkları,
- Muayene sırasında kullanılacak durum değerlendirmeleri
- Muayene sonrası yapılacak stratejilerin belirlenmesi
- Muayene için yazılım

Uluslararası Muayene Ekibi Sorumlulukları

Avrupa'da yapılan köprü muayeneleri sırasında muayene ekibi hasarı gözlemenin ve raporlamanın ötesinde aynı zamanda hasarın nedenlerini de araştırmakla görevlendirilmektedir. Bunun neticesinde Amerika Birleşik Devletlerinde yapılan uygulamaya ters düşerek muayene eden ekip sorumluklarını genişleterek bakım ve onarım önerileri de verebilmektedir. Her iki uygulamada da durumun önemine göre bir üst komisyon veya heyet bakım ve onarım için yapılan öneriyi onaylamakta veya revize etmektedir. Örnek olarak Finlandiyalı muayene ekibi muayene sırasında hasara ne zaman bakıma yapılacağını aşağıdaki gibi belirleye bilemektedir.

- Hasar hemen onarılmalıdır.
- Hasar 2 sene içinde onarılmalıdır.
- Hasar 4 sene içinde onarılmalıdır.
- Hasar gelecek bir zamanda onarılmalıdır.
- Onarıma gerek yok.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Avrupa Ülkelerinde En Sık Uygulanan Köprü İyileştirme Çalışmaları

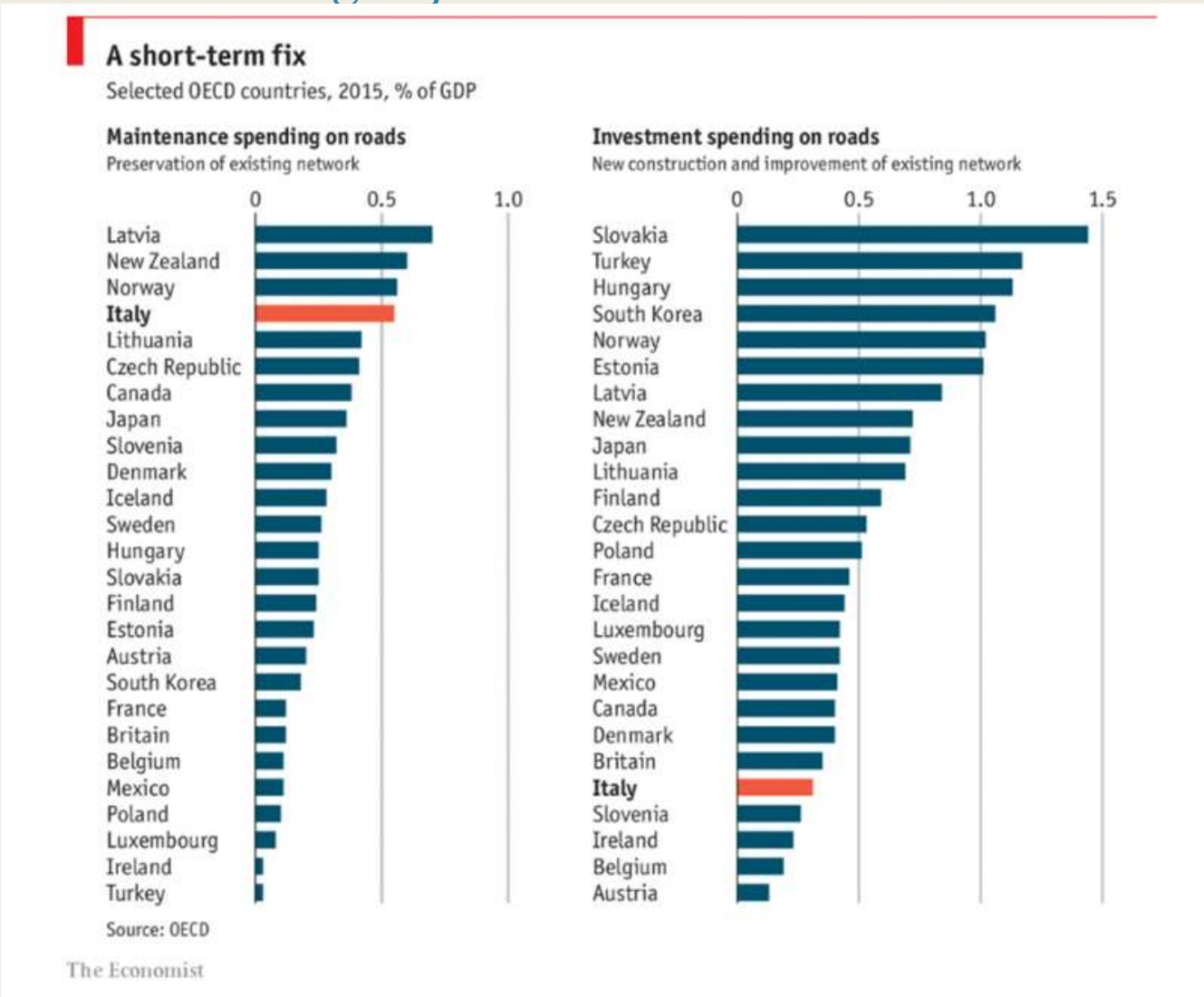
İyileştirme Etkinliği	**17 Avrupa Ülkesinin Ortalama Puanı (10 üzerinden ve 10 en sık veya önemli durumu tanımlamaktadır)**
Çelik boya işleri	6.8125
Beton tamiri	6.5000
Kargir yapı yama tamiri	5.6250
Paslanmış çelik yama tamiri	5.5625
Su yalıtımı	5.4375
Mesnet değişimi	4.2500
Temelerin alttan desteklenmesi	4.2500
Yaklaşım dolgusu tamiri	4.1250
Donatı değiştirme	2.8750
Tendon değiştirme	1.4375
Alkali – Silika Klorid Reaksiyonu	1.3125
Pas koruyucu katodik sistem	0.6875
Köprü genişletme	0.5000

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Ülkelerin Yol Ağı İçin Bakım Onarım Harcamaları



ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Onarım Tavsiyeleri

- Temeller (malzemenin dağılması, orta ayak oyulma, düzensiz oturma)
- Orta Ayaklar (yığma yapıda ezilme ve çatlama, aşınma, sıva dökülmesi, bel verme, çatlaklar)
- Oyulma Koruma
- Mesnetler
- Çelik Köprüler
- Beton Kirişler

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Örnek Durum Değerlendirme ve Onarım Tavsiyeleri

Eleman	Durum	Tarif	Onarım Tavsiyeleri
Stabilite Elemnaları (Rüzgar ve Deprem Kirişleri, Çaprazlar, Enlemeler, Berkitmeler)	1.Seviye,Normal	Yeni durumda veya yeni duruma yakın	Yok
	2. Seviye, Takip	Seyrüsefer güvenliğini, yapısal stabiliteyi tehlikeye atmayan ama az derecede de olsa paslanma başlangıcı, şekil bozukluklarının olduğu durum	Durumun takibi aksi belirtilmediği sürece 6 aylık umumi muayenelerde yapılır.
	3. Seviye, Bakım Yıllık Bakım Onarım Kapsamında Gerçekleştirilecek	Kesit azalmasını başlatabilecek derecede paslanma; yapısal davranışı az da olsa etkileyebilecek şekil bozuklukları; çatlamalar; gevşeme; aşırı gerginlik	Pasın temizlenip parçanın yeniden boyanması ve kesit kaybı varlığının tespit edilmesi; şekil bozukluğunun sahada giderilmesi; çatlağın tamir edilmesi; gevşekliğin düzeltilmesi
	4.Seviye, Öncelikli Acil Müdahale Gerekli	Kesit kaybı olan ileride derecede paslanma; yapısal davranışı etkileyecek büyük şekil değişikliği; yarılmalar; gevşeme; aşırı gerginlik	Pasın temizlenmesi ve oluşan kesit kaybının parça eklenmesi veya parça değişimi ile giderilmesi; şekil bozukluğunun sahada veya fabrikada giderilmesi, giderilemiyor ise parça değiştirilmesi; yarılan parçanın tamiri veya değiştirilmesi; gevşekliğin düzeltilmesi

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Bakım ve Onarım Aşamaları

(1) Bozulmanın tespiti

(2) Bozulmanın sebebinin araştırılması

(3) Mevcut yapının dayanımının değerlendirilmesi

(4) Onarıma olan ihtiyacın belirlenmesi

(5) Onarım metodunun seçimi ve onarım metodunun geliştirilmesi

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Bozulmanın Sebepleri

(1) Orjinal yapım sırasında kalitenin sağlanamamış olması

(2) Çelik veya donatının dayanımımın gerekliliklerini sağlamaması

(3) Çevresel etkenler

(4) Yetersiz taşıma kapasitesi

(5) Dış etkiler altında fiziksel hasar oluşması

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Hasar Derecesinin İncelenmesi

1) Görsel Muayene Sonuçlarının Değerlendirilmesi.

2) Mevcut Durumun Yapısal Değerlendirmesi: Mevcut hasarlı durumun yapısal sistem üzerinde taşıma kapasitesini ne kadar azalttığı anlaşılmalıdır.

3) Hasarsız Testler : Bu tip testler mühendisler tarafından karar verilmelidir. Bu alanda çeşitli test metotları sonuç güvenirlikleri bilinerek kullanılmalıdır.

4) Örnek Alma : Hasarlı bölgelerden beton dayanımı için karot alımı, donatı çekme testi için örnek alınması gibi durumlar göz önüne alınmalıdır.

5) Yük Testi : Bu metot kullanıldığı durumlarda genelde sehimler, birim şekil değiştirmeler ve titreşimler ölçülmektedir. Daha önce belirlenen test yükü çeşitli hızlarda ve statik pozisyonlarda köprü üzerinden geçirilerek ve stop halinde test yapıldıktan sonra teorik tasarım değerleri ile karşılaştırılmalıdır. Test öncesi güvenli taşıma kapasitesi belirlenmelidir.

Örnek: Yüzeysel Onarımlar

Yüzeyden Ölçülen Hasar Derinliği	Uygulama
20 -30 mm	Ankraj bulonlarına gerek kalmadan ile yapılabilir
30 -100 mm	Ankraj bulonları gerekir. Aralıkları taşıdıkları yüke göre hesap edilmelidir.
➢ 100 mm	Ankraj bulonları veya normal donatı ankraj çubuğu olarak kullanılabilir. Aralıkları taşıdıkları yüklere göre belirlenebilir.

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Örnek: Alkali Silika Hasar Onarım

Galvanik kapsülleme metodunu kullanılabilir ve bu metodun uygulama adımları aşağıda kısaca belirtilmiştir:

- ASR hasarı olan kısım sıyrılıp alınır. ASR hasar derinliği kritik ASR miktarı tespit edilerek yapılır.

-Sıyrılan bölgeye beton yeniden dökülerek Galvanik anotlarla kaplanır

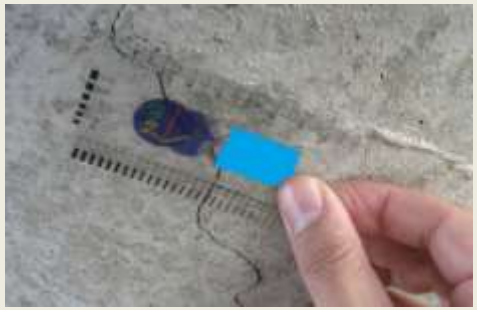
ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

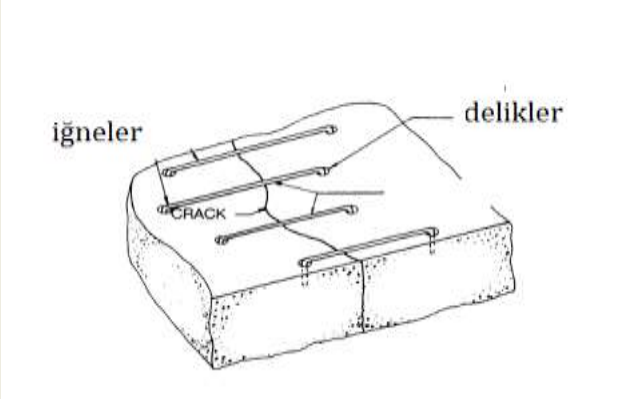
Örnek: Çatlak Onarımı

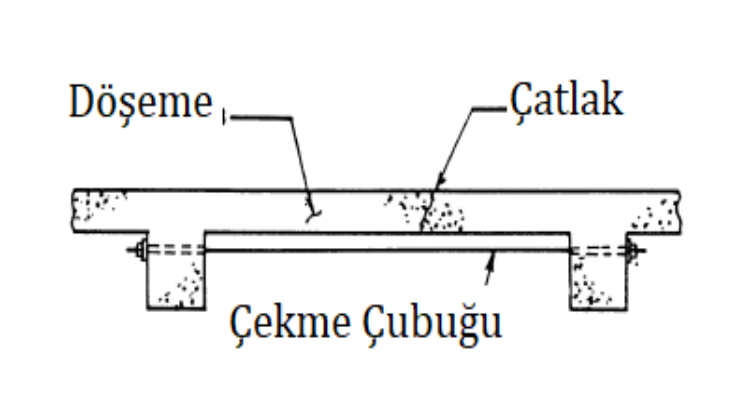
Çatlak onarımı için genelde epoksi enjeksiyonu kullanılmaktadır. Bu onarım metodunun etkin olduğu çatlak aralığı 0.07 – 6 mm arası değişmektedir. Enjeksiyon öncesinde enjeksiyon istasyonlarının açlışılmış olması gerekir. Bazı elemanları epoksi enjeksiyonu öncesi ön yükleme yapmak gerekebilir. Çatlaklar basit bir ölçek ile aşağıda gösterildiği gibi ölçülebilir



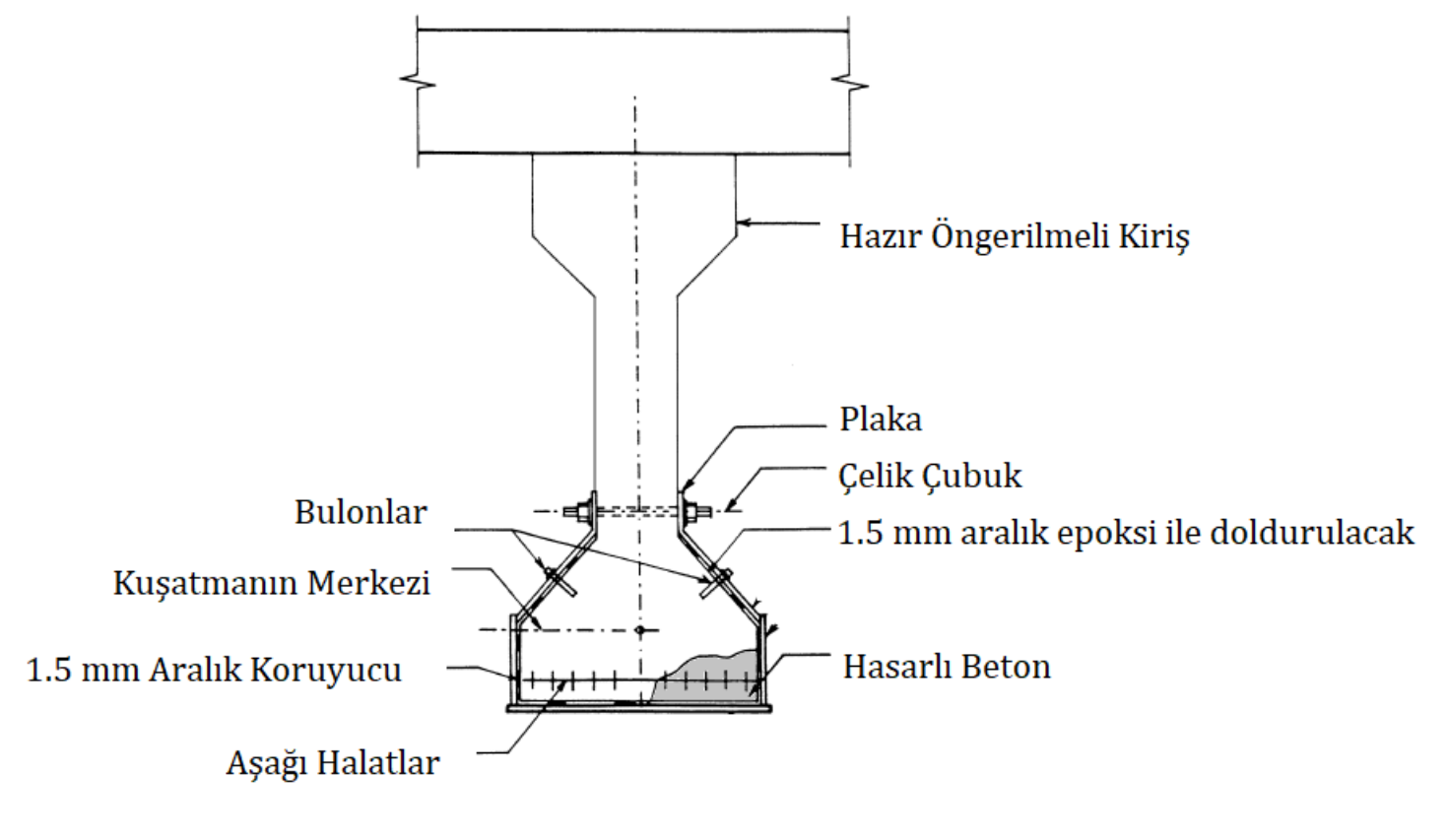
Örnek: Çatlak Onarım

Epoksi alternatif olarak çatlak etrafı dikilebilir veya gergi çubukları ile betona basınç verilebilir.

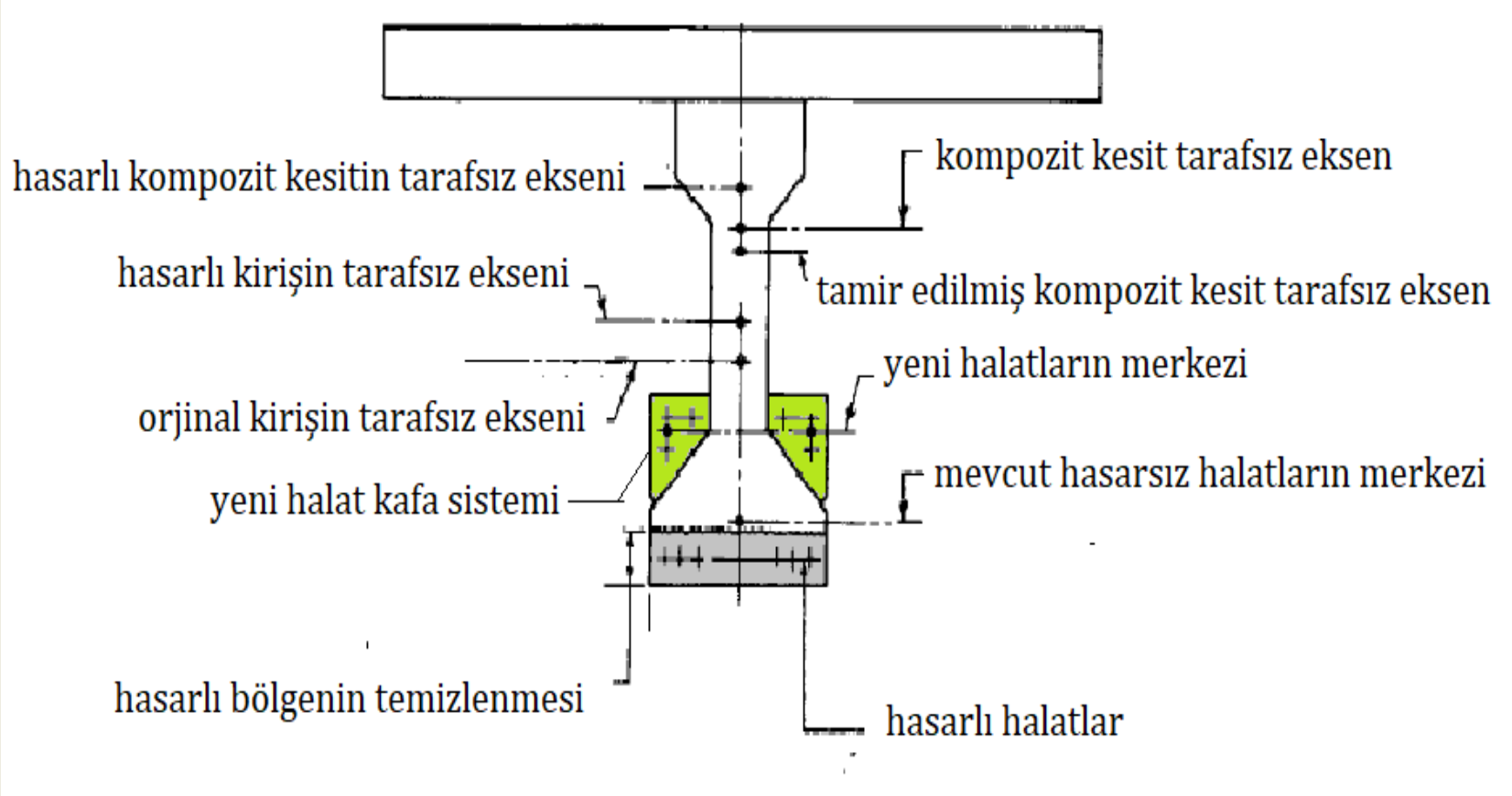




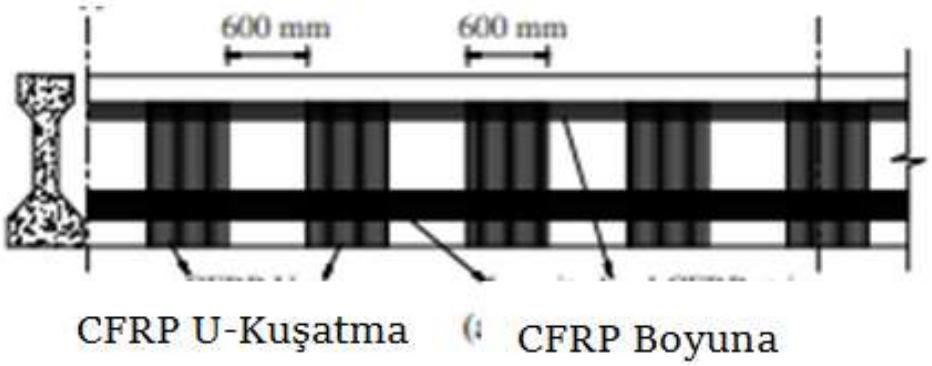
Örnek: Kiriş Tamiri Çelik Kuşatma

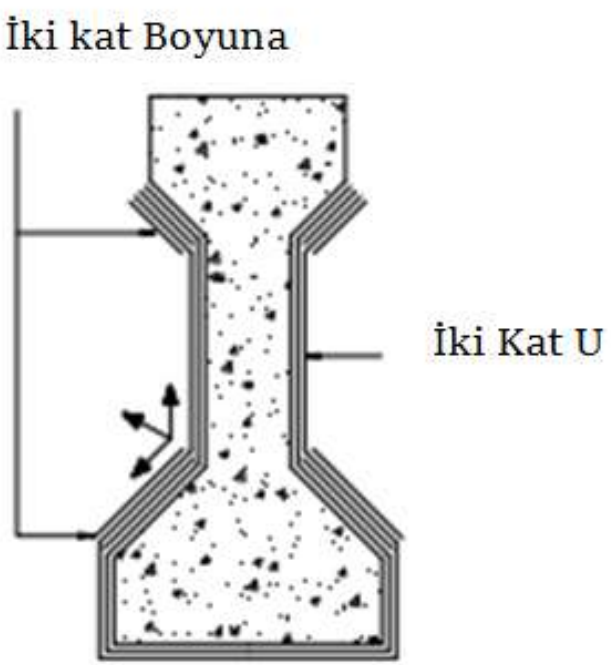


Örnek: Dış ArdGerme

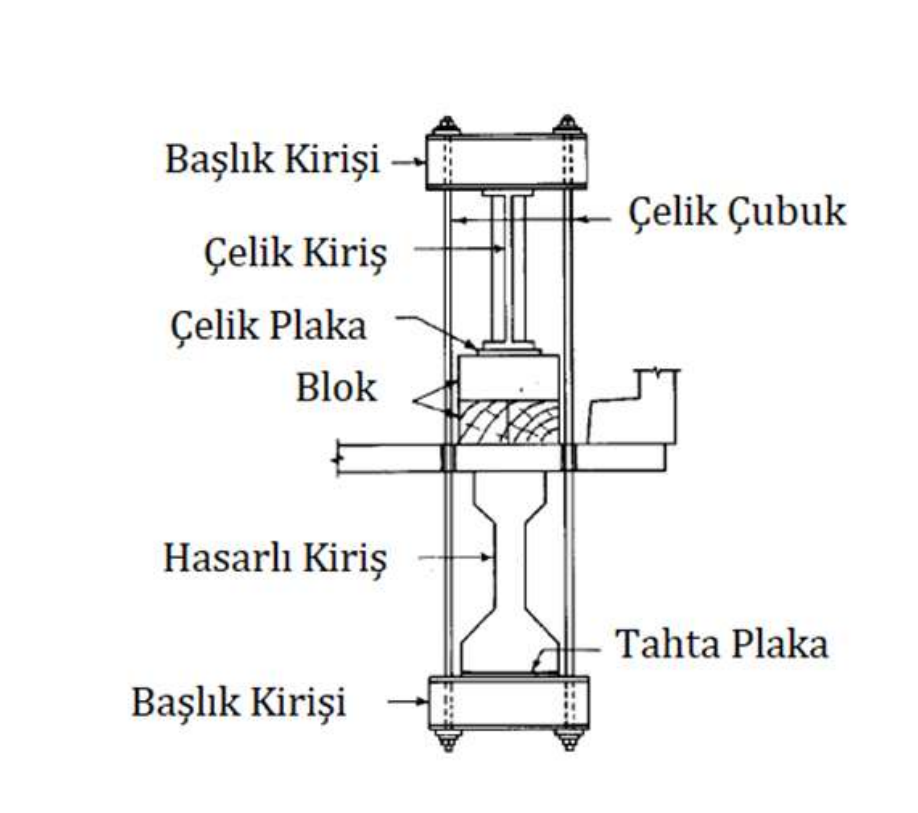


Örnek Kiriş Fiber Kuşatma





Örnek: Tamir Sırasında Kiriş Stabilitesi



Örnek: Başlık Kirişi Stabilitesi

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Kaynaklar

- AREMA Şartnamesi

-https://sdotblog.seattle.gov/2020/04/22/west-seattle-bridge-an-update-on-pier-18/

-Köprüler Bilgisi Ders Notları, Köprüler ġube Müdürlüğü, TCDD, Ankara, Mayıs 2009.

-Bridge Inspection and Maintenance Indian Railways Institue of Civil Engineering, PUNE 411001, Aralık 2005

-Bridge Evaluation Quality Assurance in Europe, US DOT, FHWA, March 2008.

-TCDD Köprü Muayene Esasları

-Emergency Closure and Repair of St. Louis' Jefferson Barracks Bridge – Structure Congress 2020

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE

Kaynaklar

- Prioritization Framework for Asset Management of New Brunswick's Covered Bridges – J. Perf. Cons Fac. 2020
- Cost-Efficient Procurement of Bridge Infrastructures by Incorporating Life-Cycle Cost Analysis with Bridge Management Systems – J. Bridge Eng 2015
- Computerized Database for Maintenance and Management of Highway Bridges in Vietnam – 2008
- Parametric Effects on Evaluation of an Impact-Damaged Prestressed Concrete Bridge Girder Repaired by Externally Bonded Carbon-Fiber-Reinforced Polymer Sheets – J of Perf Cons Fac 2015

ODTÜ

TÜRKİYE KÖPRÜ VE İNŞAAT CEMİYETİ
TURKISH ASSOCIATION FOR BRIDGE AND STRUCTURAL ENGINEERING

Turkish Group IABSE