



TMMOB İMO
İSTANBUL ŞUBESİ

ANKRAJ TASARIM ESASLARI

İnş. Müh.
Çağdaş Ilgaz Şenel

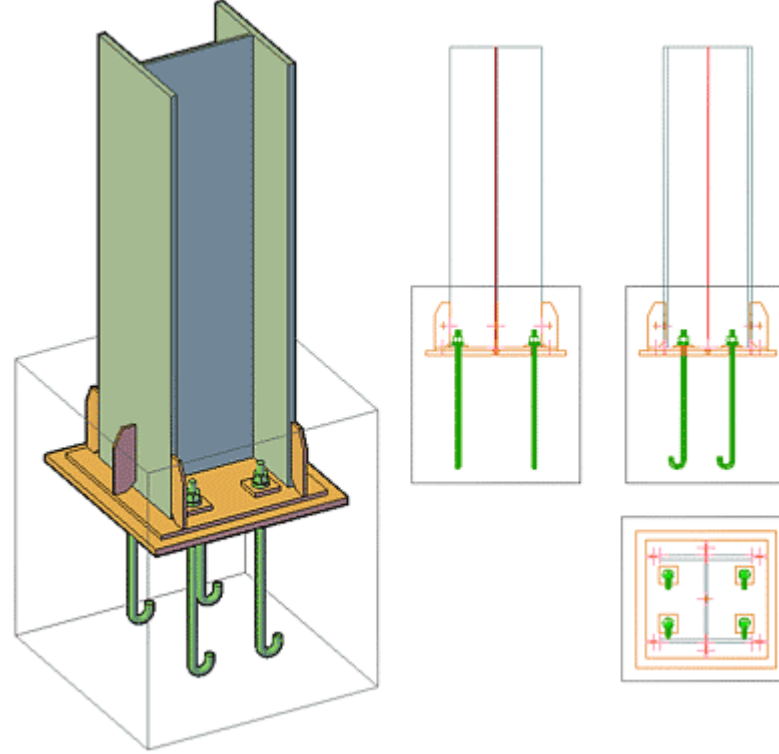


AJANDA

- Beton-Çelik Bağlantısı Nedir?
- Yönetmelikler
- Ankrajlarda Yenilme Modları
- Sismik Tasarım
- Yorulma Tasarımı
- Tasarım Yazılımları
- Projede ve Uygulamada Dikkat Edilmesi Gerekenler
- Örnek Çözüm
- Sorular



BETON-ÇELİK BİRLEŞİMİ



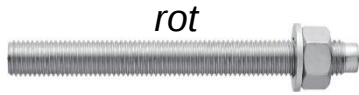
Çelik Eleman & Beton Bağlantısı



ART-MONTAJLI BETON-ÇELİK BİRLEŞİMİ

«Bağlantı elemanları (ankrajlar)
kullanılarak sistem bütünlüğü
sağlanır.»

Kimyasal Ankrajlar Çelik-Beton Bağlantıları



&



kimyasal ankraj
(epoksi)

Mekanik Ankrajlar (Çelik-Beton Bağ.)



ÖRNEK YAPISAL OLMAYAN ELEMAN BAĞLANTILARI

- Çelik kolon ve kiriş bağlantıları
- Çelik çatı uygulamaları



- Makina montajı
- Bayrak direği montajı
- Dış cephe uygulamaları



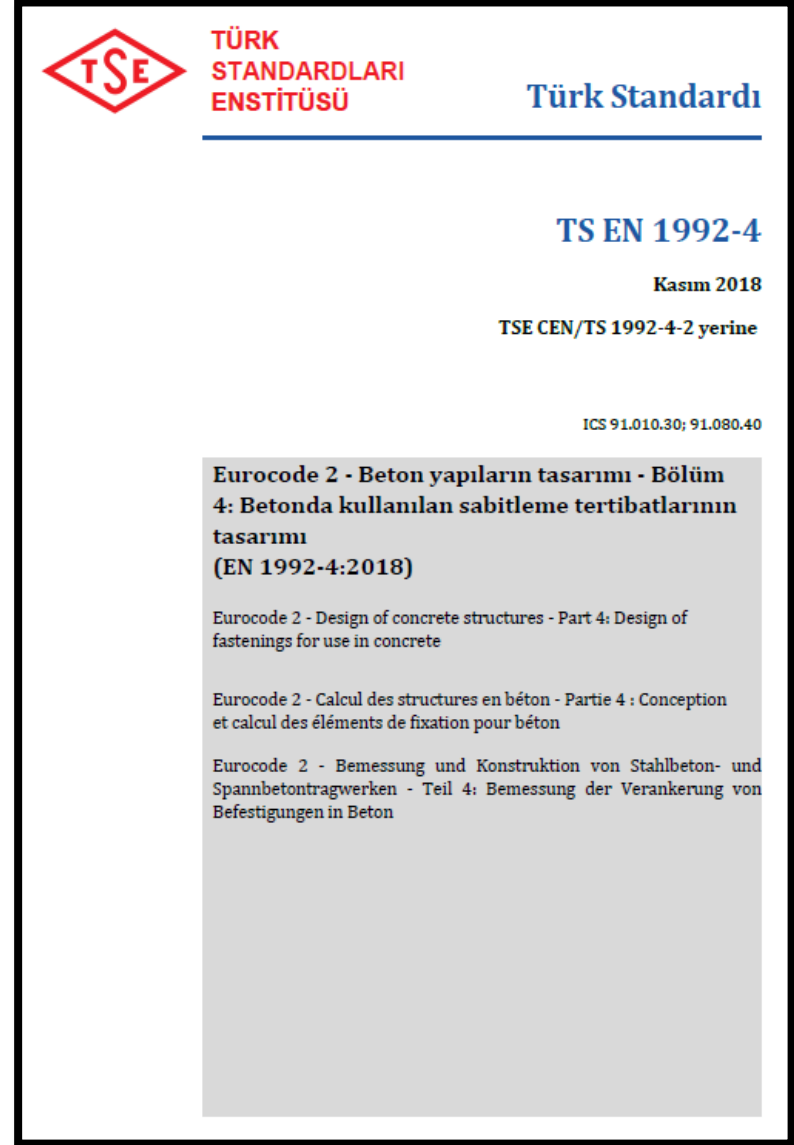
ANKRAJ TASARIMINDA KULLANILAN YÖNETMELİKLER



ANKRAJ TASARIMINDA KULLANILAN YÖNETMELİKLER

1.2.3 – Bu Yönetmeliğe göre deprem etkisi altında tasarımı yapılan binalar, malzeme ve işçilik koşulları bakımından Türk Standartları ile *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Genel Teknik Şartnamesi*'ne, 10.07.2013 tarihli ve 28703 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan *Yapı Malzemeleri Yönetmeliği*'ne, 26.06.2009 tarihli ve 27270 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan *Yapı Malzemelerinin Tabi Olacağı Kriterler Hakkında Yönetmelik* kurallarına uygun olacaktır.

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu



TS EN 1992-4

1.2 Bağlantı elemanı tipleri ve sabitleme tertibatı grupları

(1) Bu EN'de bağlantı elemanı tasarım teorisi¹ (bk. Şekil 1.1) kullanmaktadır ve bu teori aşağıdakilere uygulanır:

- a) başlı bağlantı elemanları, ankraj ve kanal arasında rijit bağlantısı olan (ör. kaynaklı, dövme) ankraj kanalları gibi yerinde döküm bağlantı elemanları;
- b) genişleme bağlantı elemanları, kesik uçlu bağlantı elemanları ve beton vidaları gibi art montajlı mekanik bağlantı elemanları;
- c) art montajlı kimyasal bağlı bağlantı elemanları ve kimyasal bağlı genişleme bağlantı elemanları.

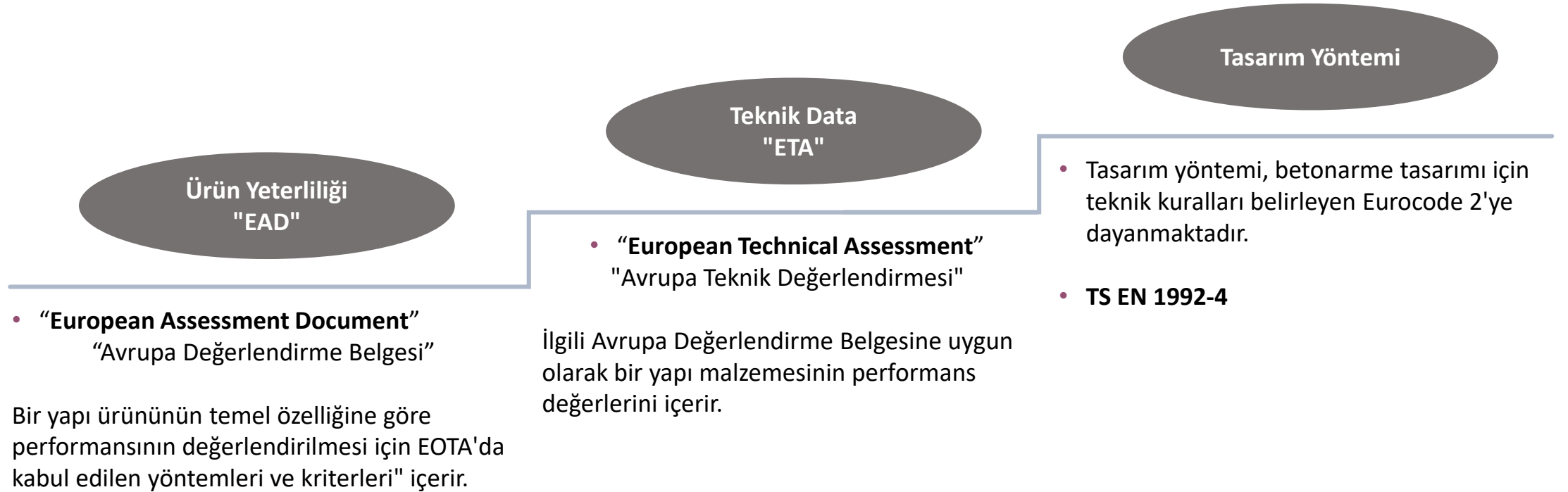
(2) Diğer bağlantı elemanı tipleri için tasarım hükümlerinin değiştirilmesi gerekebilir.

(3) Bu EN, bu EN'e atıfta bulunulan ve bu EN tarafından istenen verileri sağlayan, betonda belirtilen uygulama için belirlenmiş uygunluğa sahip bağlantı elemanları için geçerlidir. Bağlantı elemanının uygunluğu, ilgili Avrupa Teknik Mamul Şartnamesi'nde belirtilmiştir. Bağlantı elemanının uygunluğu ilgili Avrupa Teknik Mamul Şartnamesi'nde belirtilmiştir.



ETA NEDİR? AVRUPA TEKNİK MAMUL ŞARTNAMESİ

Avrupa Mevzuat Yapısı



KAHOOT! ZAMANI

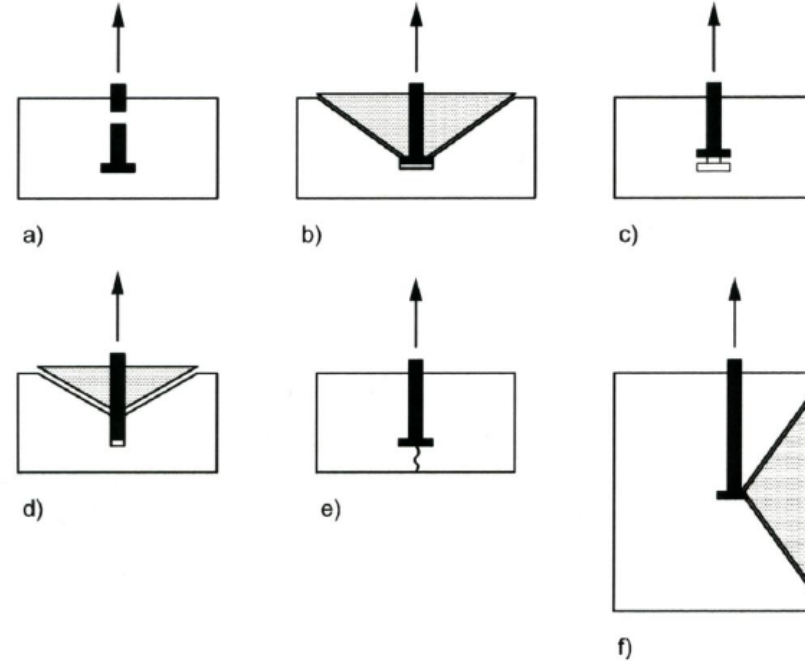
SORU: 1-2



YENİLME MODLARI...



ÇEKME YÜKLERİ ALTINDA HASAR TİPLERİ



Açıklama

- a) çelik hasarı
- b) beton konik kopma hasarı
- c) sıyrılma hasarı
- d) kimyasal bağlı bağlantı elemanlarının birleşik sıyrılması ve beton hasarı
- e) beton yarıлма hasarı
- f) beton patlama hasarı

Şekil 7.1 — Çekme yükü etkisindeki başlı ve art montajlı bağlantı elemanlarının hasar şekilleri



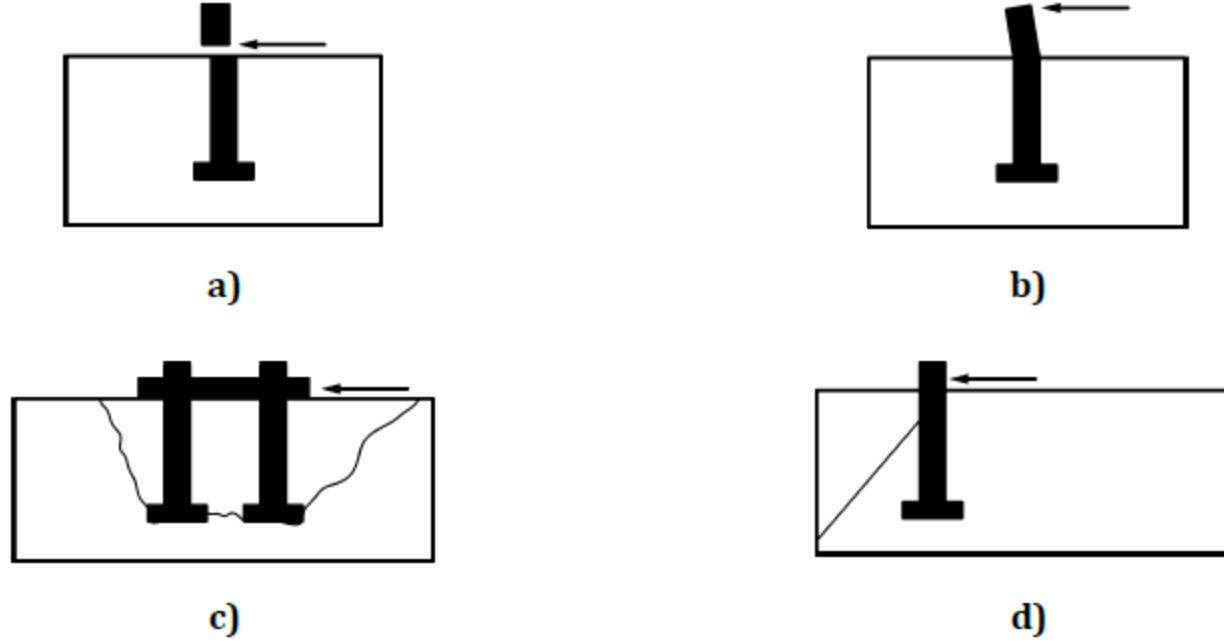
ÇEKME YÜKLERİ ALTINDA GEREKLİ TAHKİKLER

Çizelge 7.1 — Çekme etkisindeki başlı ve art montajlı bağlantı elemanları için gereken tahkikler

	Hasar şekli	Tekil bağlantı elemanı	Bağlantı elemanı grubu	
			En fazla yükü taşıyan bağlantı elemanı	Grup
1	Bağlantı elemanı çelik hasarı	$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	$N_{Ed}^h \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	
2	Beton konik kopma hasarı	$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		$N_{Ed}^g \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$
3	Bağlantı elemanı sıyrılma hasarı ^a	$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$	$N_{Ed}^h < N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$	
4	Birleşik sıyrılma ve beton kopma hasarı ^b	$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$		$N_{Ed}^g \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$
5	Beton yarıлма hasarı	$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}}$		$N_{Ed}^g \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}}$
6	Beton patlama hasarı ^c	$N_{Ed} \leq N_{Rd,cb} = \frac{N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc}}$		$N_{Ed}^g \leq N_{Rd,cb} = \frac{N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc}}$
7	Donatı çeliği hasarı	$N_{Ed,re} \leq N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$	$N_{Ed,re}^h \leq N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$	
8	Donatı ankraj hasarı	$N_{Ed,re} \leq N_{Rd,a}$	$N_{Ed,re}^h \leq N_{Rd,a}$	
^a Art montajlı kimyasal bağlı bağlantı elemanları için gerekli değildir.				
^b Başlı ve art montajlı mekanik bağlantı elemanları için gerekli değildir.				
^c Tahkik gerektiren durumlar için bk. 7.2.1.8 (1).				



KESME YÜKLERİ ALTINDA HASAR TİPLERİ



Açıklama

- a) kuvvet kolsuz çelik kopma hasarı
- b) kuvvet kollu çelik kopma hasarı
- c) beton kaldıraç zorlaması hasarı
- d) beton kenar kopma hasarı

Şekil 7.9 — Başlı ve art montajlı bağlantı elemanlarının kesme yükü altında hasar şekilleri



KESME YÜKLERİ ALTINDA GEREKLİ TAHKİKLER

Çizelge 7.2 — Kesme etkisindeki başlı ve art montajı bağlantı elemanları için gerekli tahkikler

	Hasar şekli	Tekil bağlantı elemanı	Bağlantı elemanı grubu	
			en fazla yükü taşıyan bağlantı elemanı	grup
1	Kuvvet kolsuz bağlantı elemanının çelik hasarı	$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	$V_{Ed}^h \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	
2	Kuvvet kollu bağlantı elemanının çelik hasarı	$V_{Ed} \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{Ms}}$	$V_{Ed}^h \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{Ms}}$	
3	Beton kaldıraç zorlaması hasarı	$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$		$V_{Ed}^g \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$ ^a
4	Beton kenar kopma hasarı	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		$V_{Ed}^g \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$
5	İlave donatının çelik hasarı ^b	$N_{Ed,re} \leq N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$	$N_{Ed,re}^h \leq N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$	
6	İlave donatının ankraj hasarı	$N_{Ed,re} \leq N_{Rd,a}$	$N_{Ed,re}^h \leq N_{Rd,a}$	
^a İstisna için bk. 7.2.2.4 (4).				
^b Donatı üzerinde etki eden çekme kuvveti Bağıntı (6.6)'ya göre V_{Ed} 'den hesaplanır.				



ART-MONTAJLI BAĞLANTILAR İÇİN ÖZET

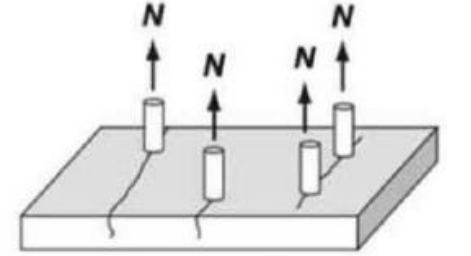
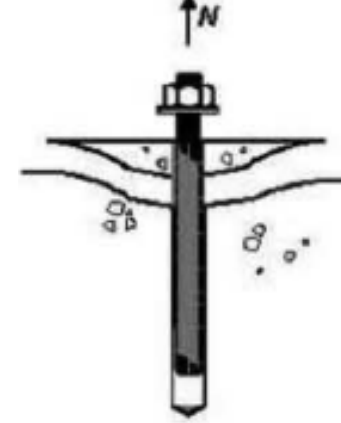
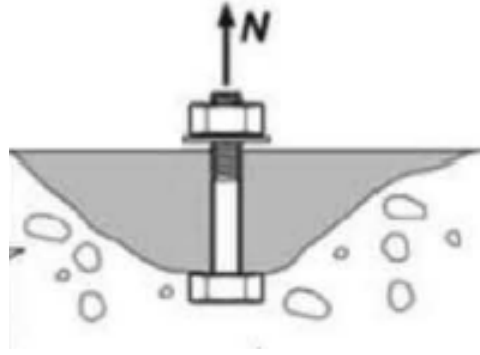
Çelik
Hasarı

Beton Konik
Kopma

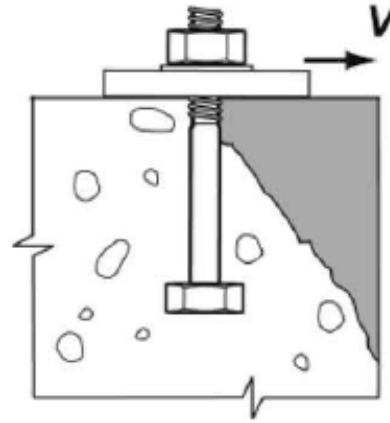
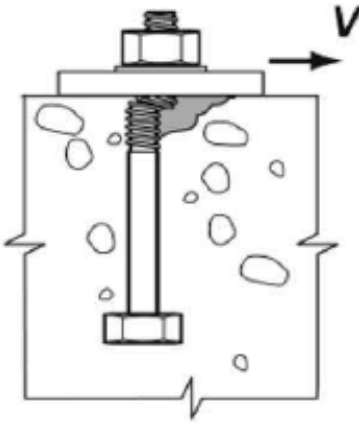
Sıyrılma

Beton Yarılma

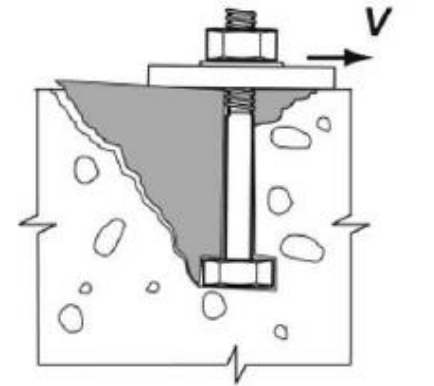
Çekme Yüğü



Kesme Yüğü



Kaldıraç Zorlaması



PEKİ BU YENİLME MODLARINI HANGİ DURUMLARDA GÖZLEMLERİZ?

Statik Durum

Sismik Durum

Yorulma Etkisi (Fatigue)

Yangın

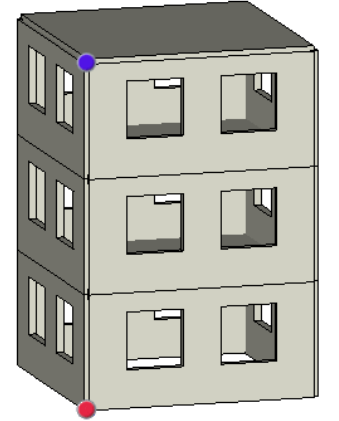


KAHOOT! ZAMANI

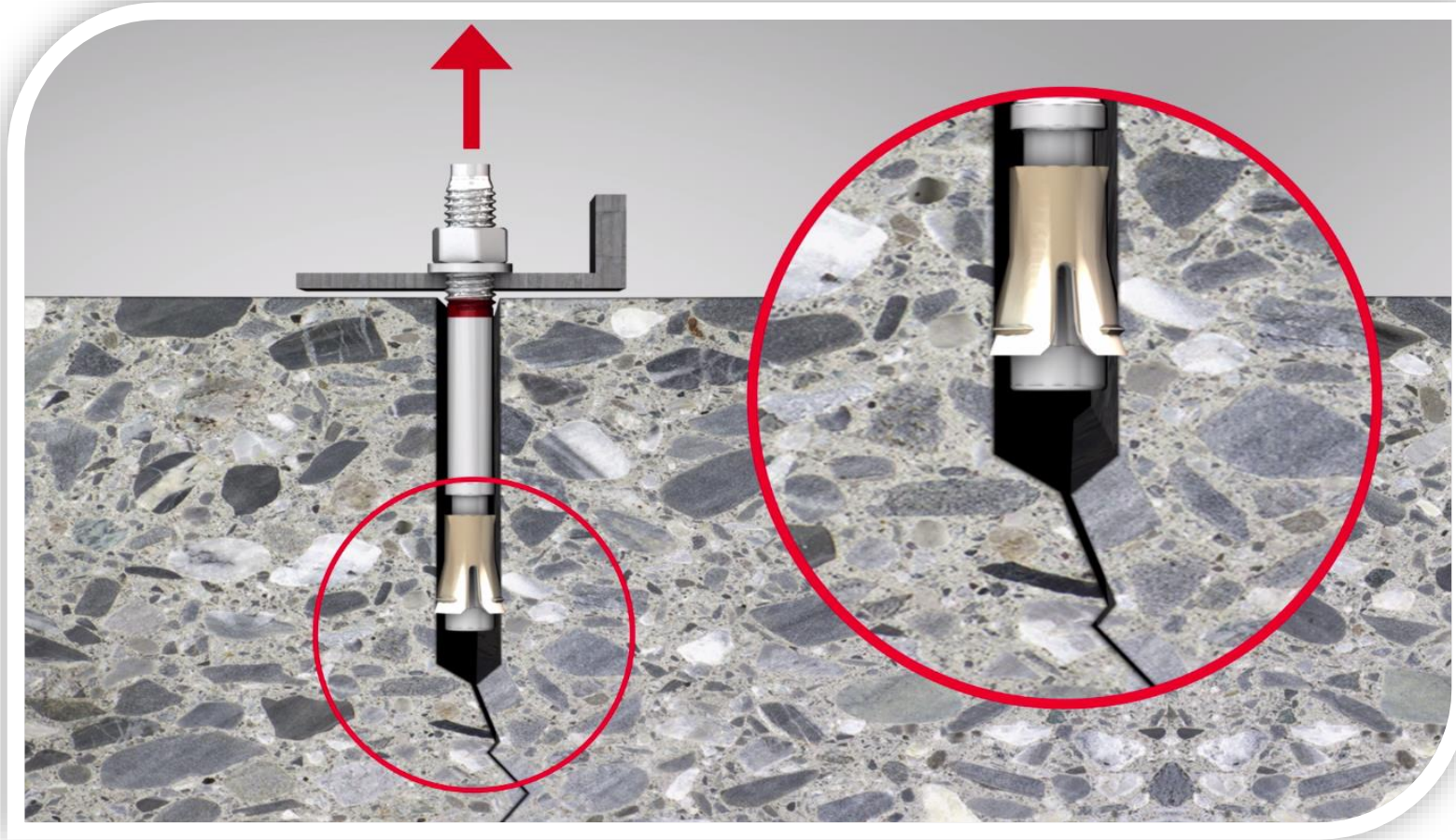
SORU: 3-4-5



ANKRAJLARDA SİSMİK TASARIM



ANKRAJINIZ SİSMİK ETKİLERE GÖRE TEST EDİLMİŞ Mİ?



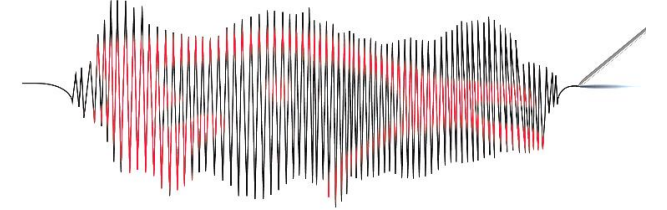
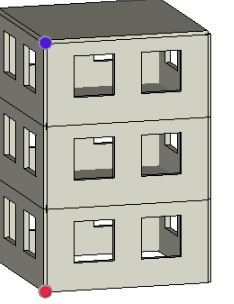
Deprem süresince çatlayan betonda ankrajların betona tutunması zorlaşır.

- **DEPREM ANKRAJLARI** düşen dayanım değerleri ile çalışmaya devam eder,
- Deprem ankraji olmayanlar ise deprem anında betondan sıyrılır.



SİSMİK PERFORMANS KATEGORİLERİ

TS EN 1992-4 göre iki adet deprem değerlendirme sınıfı mevcuttur.



Yapısal Olmayan Elemanlar		
İvme	Önem Katsayısı II veya III	Önem Katsayısı IV
< 0.05g	Sismik Şartlar Yok	
0.05g to 0.1g	C1	C2
> 0.1g	C2	

Yapısal Elemanlar	
İvme	Önem Katsayısı II, III ve IV
< 0.05g	Sismik Şartlar Yok
0.05g to 0.1g	C2
> 0.1g	

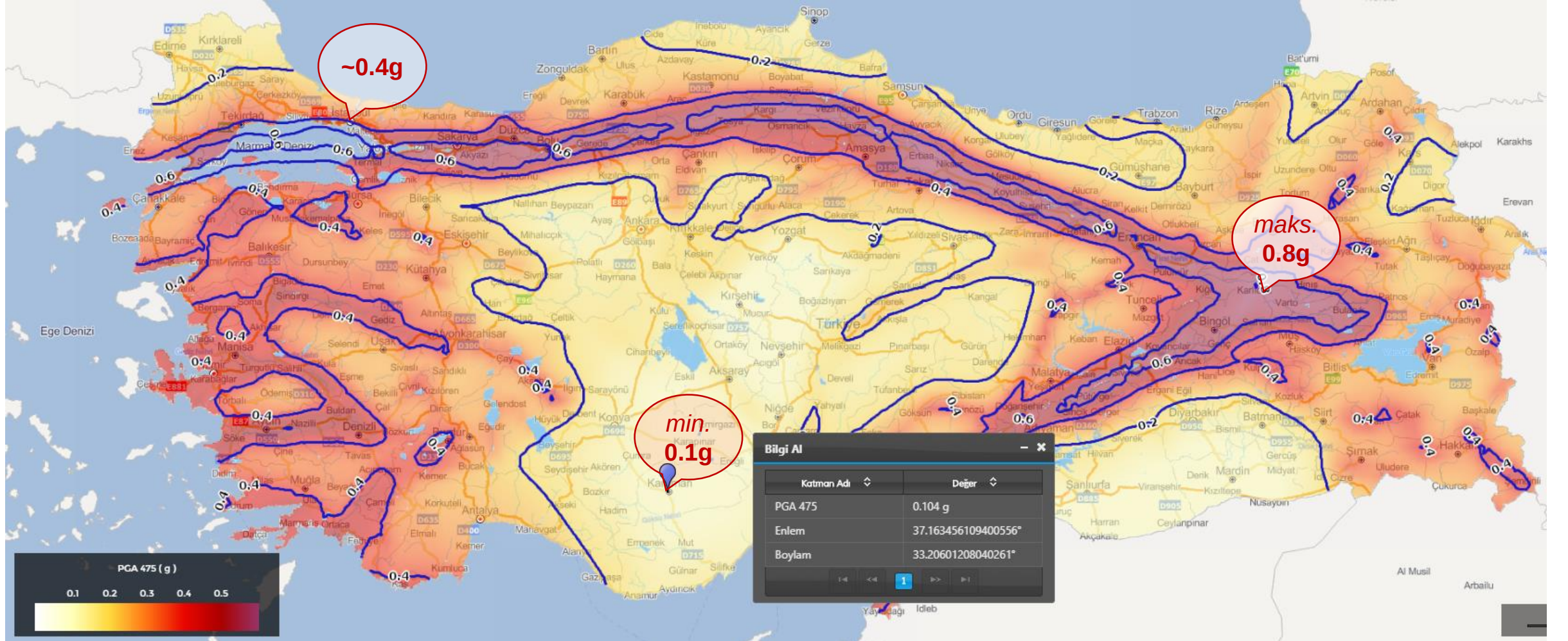
Türkiye «C2» Deprem Bölgesidir.

☐ **TS EN 1992-4**
dokümanına ve
ETA
Onayındaki
«C2» deprem sınıfı
verilerine göre
tasarım yapılmalıdır.

**Ankrajların «Sıyrılma Dayanımı»
C1 ve C2 deprem sınıfları
için farklılık gösterir.**



DEPREM TEHLİKE HARİTASI

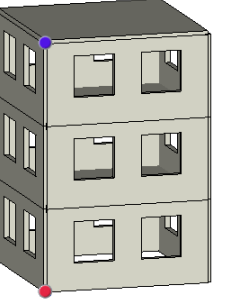


Türkiye’de minimum deprem ivmesi (PGA 475) 0,1g’dir. C2 deprem sınıfı alt sınırının (0,05g) üzerindedir.

«Tüm Türkiye C2 deprem kategorisinde yer almaktadır.»



HER DÜBEL C2 SİSMİK ONAYLI DEĞİLDİR



ETA ONAYI

CSTB
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
54 avenue Jean Jaurès
CHAMPS SUR MARNE
F-77447 Marolles-Valley Codex 2
Tél. : (33) 01 64 68 82 82
Fax : (33) 01 60 05 70 37

Member of
ETA
www.eta.eu

European Technical Assessment
ETA-20/0541
du 21/11/2020

English translation prepared by CSTB - Original version in French language

General Part

Nom commercial:
Trade name: Injection system **Hilti HIT-RE 500 V4**

Famille de produit:
Product family: Cheville à scellement avec tige filetée, fers à béton, douille taraudée Hilti (R/N) et cheville de traction Hilti (HZA(R)) pour usage dans le béton.
Bonded fastener with threaded rods, rebar, internally threaded sleeve Hilti (R/N) and Hilti tension anchor HZA(R) for use in concrete.

Titulaire:
Manufacturer: Hilti Corporation
Feldkircherstrasse 100
FL-6484 Schaan
Principality of Liechtenstein

Usine de fabrication:
Manufacturing plants: Hilti Plant

Cette évaluation contient:
This Assessment contains: 52 pages incluant 49 pages d'annexes qui font partie intégrante de cette évaluation.
52 pages including 49 pages of annexes which form an integral part of this assessment.

Base de l'ETE:
Basis of ETA: EAD 330499-01-0601

Cette évaluation remplace:
This Assessment replaces:

Translators of this European Technical Assessment in other languages shall fully correspond to the original issued document and should be identified as such. Communication of this European Technical Assessment, including transmission by electronic means, shall be in full. However, partial reproduction may be made, with the written consent of the issuing Technical Assessment Body. Any partial reproduction has to be identified as such.

Bir kimyasal ankraja ait farklı performans değerleri ;

A. Statik – Çatlaksız Beton Yapışma Dayanımları

Table C1: Essential characteristics for threaded rods under tension load in concrete

Threaded rod, HAS-U-..., HIT-V-..., AM...8.8	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Temperature range I: 40°C / 24°C	19	18	18	17	15	15	15	14

B. Sismik – C2 Deprem Sınıfı Yapışma Dayanımları

Table C33: Essential characteristics for threaded rods under tension load for seismic category C2 in concrete

Threaded rod, HAS-U-..., HIT-V-..., AM...8.8	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Temperature range I: 40°C / 24°C	1)	3,3	6,5	5,8	6,0	5,0	5,2	

-%62

Her ankrajın
«C2» Deprem
Performansı
Yoktur !
Her ankraj
deprem
bölgesinde
kullanılamaz!

«En yüksek performanslı deprem ankraji»nın dahi deprem durumunda statik durum performansına göre yapışma dayanımı **%62 dayanım kaybetmektedir.**



KAHOOT! ZAMANI

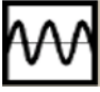
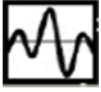
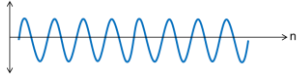
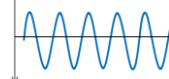
SORU: 6-7-8



ANKRAJLARDA YORULMA TASARIMI



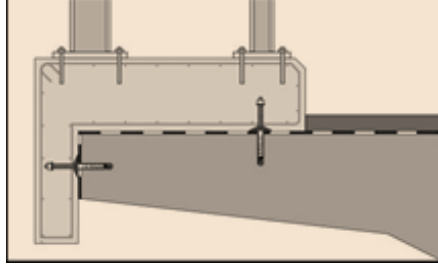
YORULMA ZAMANLA DEĞİŞEN VE YÜKSEK ORANDA TEKRAR EDEN BİR YÜKLEMEDİR

Sınıflandırma	 	 	 
	Yorulma [Sıklıkla Değişken Yükleme]	Sismik [Dinamik Etki]	Şok [Dinamik Etki]
Yük Döngüsü veya Sıklığı	$10^4 < n < 10^8$ 	$10^1 < n < 10^4$ 	$1 < n < 20$ 
Deformasyon Oranı	$10^{-6} < \varepsilon' < 10^{-3}$	$10^{-5} < \varepsilon' < 10^{-2}$	$10^{-3} < \varepsilon' < 10^{-1}$
Örnekler	Trafik, Makineler, Vinç, Hava landırma, Rüzgar ve Dalga vb.	Depremler Yapay Depremler	Patlama Güvenlik Bariyerleri

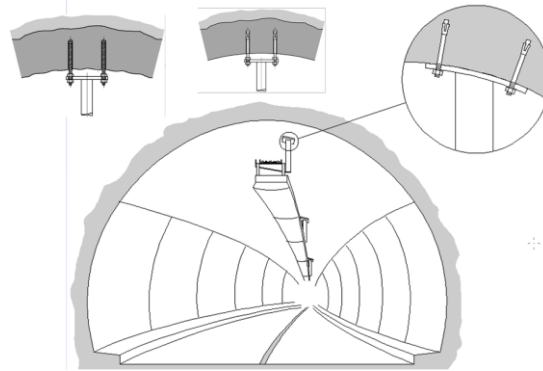


YORULMAYA MARUZ KALAN UYGULAMA ÖRNEKLERİ

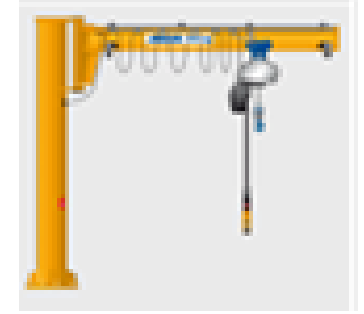
Köprüler



Tünel Uygulamaları



Makineler

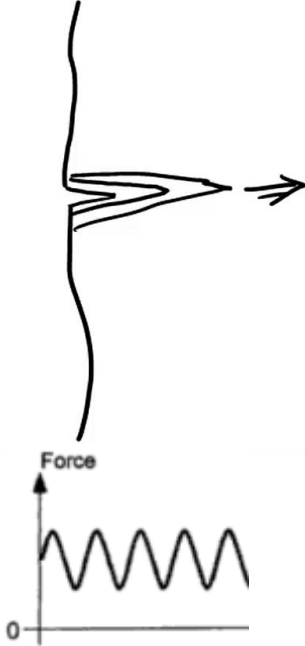


YORULMAYA BAĞLI OLUŞAN ÇATLAKLAR YAYILARAK MALZEMENİN KIRILMASINA NEDEN OLABİLİR

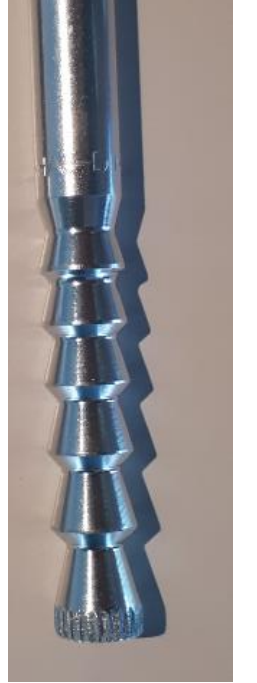
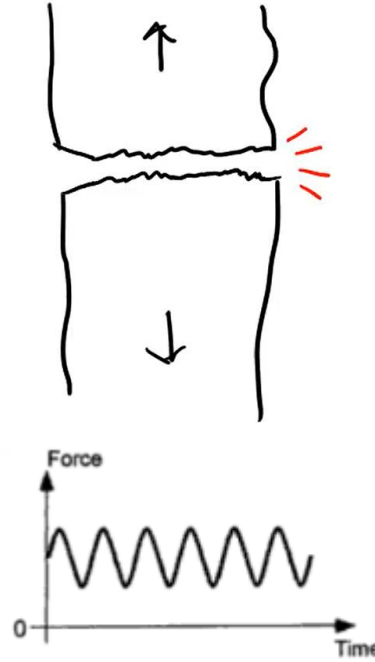
Çatlak Oluşumu



Çatlağın Yayılması



Kırılma



Oval köşeler ve sıcak haddelenmiş çelik yorulmaya karşı daha dirençlidir.

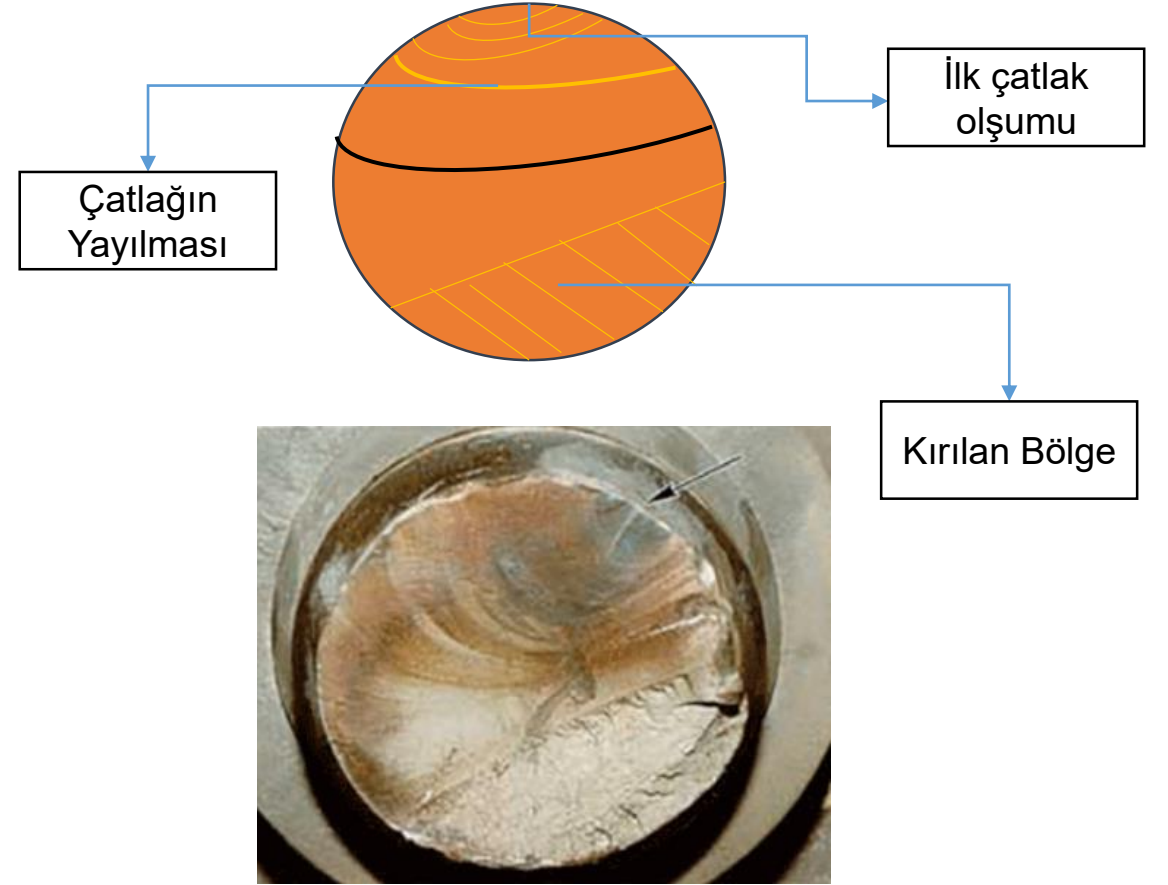
Statik yüklemeye maruz kalan malzemelere göre yorulma yüküne maruz malzemelerin ömrü daha kısadır.



YORULMAYA BAĞLI ÇATLAK OLUŞUMU

Statik Yük Dayanımı: 100kN +
Yorulma Dayanımı: $2 \cdot 10^6$ l.c., ± 15 kN

Kırılma 300.000 yük döngüsü sonrası



KAHOOT! ZAMANI

SORU: 9



PROJEDE DÜBEL (ANKRAJ) MARKA-MODELİ BELİRTİLMELİ Mİ?

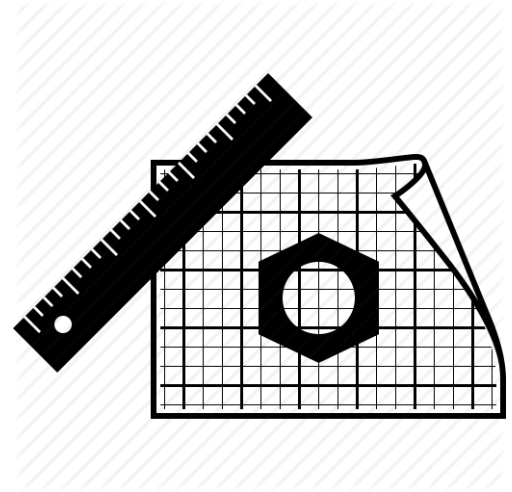


4.5 Proje şartnamesi

- (1) Proje şartnamesi tipik olarak aşağıdakileri içermelidir:
 - a) Tasarımda kullanılan beton dayanım sınıfı ve betonun çatlaklı veya çatlaksız kabul edildiğinin beyanı. Çatlaksız beton kabul edilmişse, tahkik gereklidir (bk. 4.7).
 - b) Tasarımda öngörülen çevresel etkiler (bk. EN 206).
 - c) Sorumlu tasarımcı tarafından doğrulanıp onaylanmadıkça bağlantı elemanlarının adedi, imalatçısı, tipi ve geometrisinin veya ankraj kanalı veya kanal cıvatalarının imalatçısı, tipi ve geometrisinin değiştirilmemesi gerektiğini belirtilen bir not.
 - d) İnşaat çizimleri veya yardımcı tasarım belgeleri aşağıdakileri içermelidir:
 - 1) bağlantı elemanlarının veya ankraj kanallarının yapıdaki toleranslar dahil konumu;
 - 2) bağlantı elemanlarının adedi ve tipi (gömme derinliği dâhil) veya ankraj kanallarının ve kanal cıvatalarının tipi;
 - 3) sabitleme tertibatlarının veya ankraj kanallarının toleranslar dahil ara mesafesi ve kenar mesafesi (normalde bunlar sadece pozitif toleranslarla belirtilmelidir);
 - 4) tespit elemanı kalınlığı ve delik boşluklarının (varsa) çapı;
 - 5) eklentinin tespit elemanı üzerindeki toleranslar dâhil konumu;
 - 6) tespit elemanı ve beton yüzeyi arasında muhtemel bir dolgu katmanının, ör. sıva veya yalıtım, maksimum kalınlığı;
 - 7) (özel) montaj talimatları (varsa). Bunlar imalatçının montaj talimatlarıyla çelişmemelidir.
 - e) İmalatçının montaj talimatlarına atıf.
 - f) Bağlantı elemanlarının belirtilen gömme derinliği sağlanarak monte edilmesi gerektiğini belirten not.
- (2) Montaj için ilave kalite güvencesi sağlamak üzere proje şartnamesinde yerinde montaj esnasında deneme yüklemesi yapılmasını gerektirebilir.

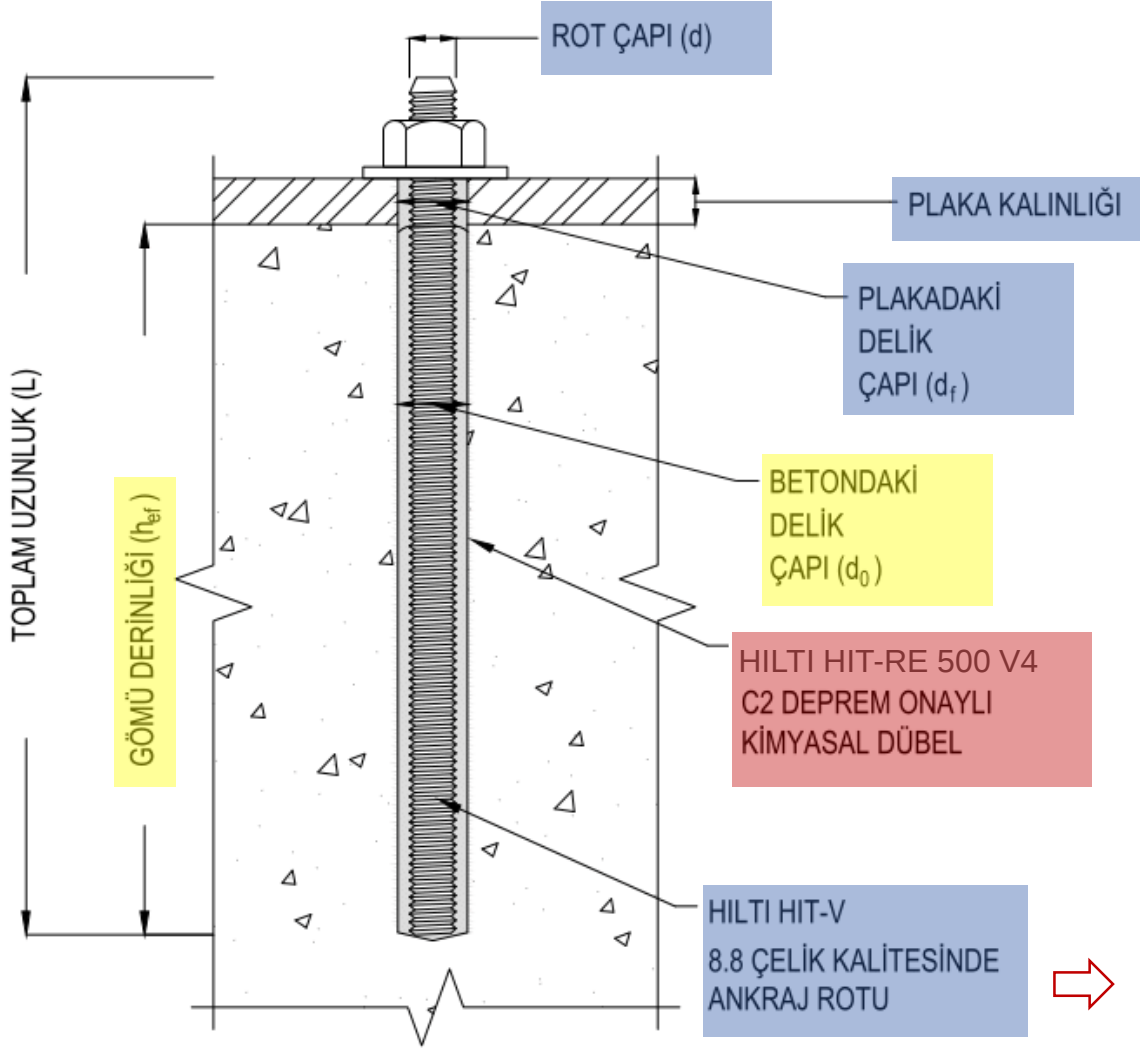


ANKRAJ PROJE DETAYLARI NASIL VERİLMELİ?



A1. KİMYASAL ANKRAJ PROJE DETAYLARI

Kimyasal Ankraj



Rot Çapı (d)	Betondaki Delik Çapı (d_0)	Plakadaki Delik Çapı (d_f)	Maks. Tork Değeri (T_{maks})
[mm]	[mm]	[mm]	[Nm]
M8	10	9	10
M10	12	12	20
M12	14	14	40
M16	18	18	80
M20	22	22	150
M24	28	26	200
M27	30	30	270
M30	35	33	300

⇒ **Paslanmazlık Sınıfı !**



DOĞRU PASLANMAZLIK SINIFI SEÇİLMELİDİR !



Galvanize Çelik
Paslanma etkisi çok
uzun sürmeden
gözlenir



Sıcak Daldırma Galvanize Çelik
Paslanmazlık özelliği normal bir
galvanize oranla 10 kat daha
iyidir



Paslanmaz Çelik
Galvanize kaplı karbon çeliğine
göre daha performanslı
olmakla beraber yinede
çürüme tipi korozyon görülebilir

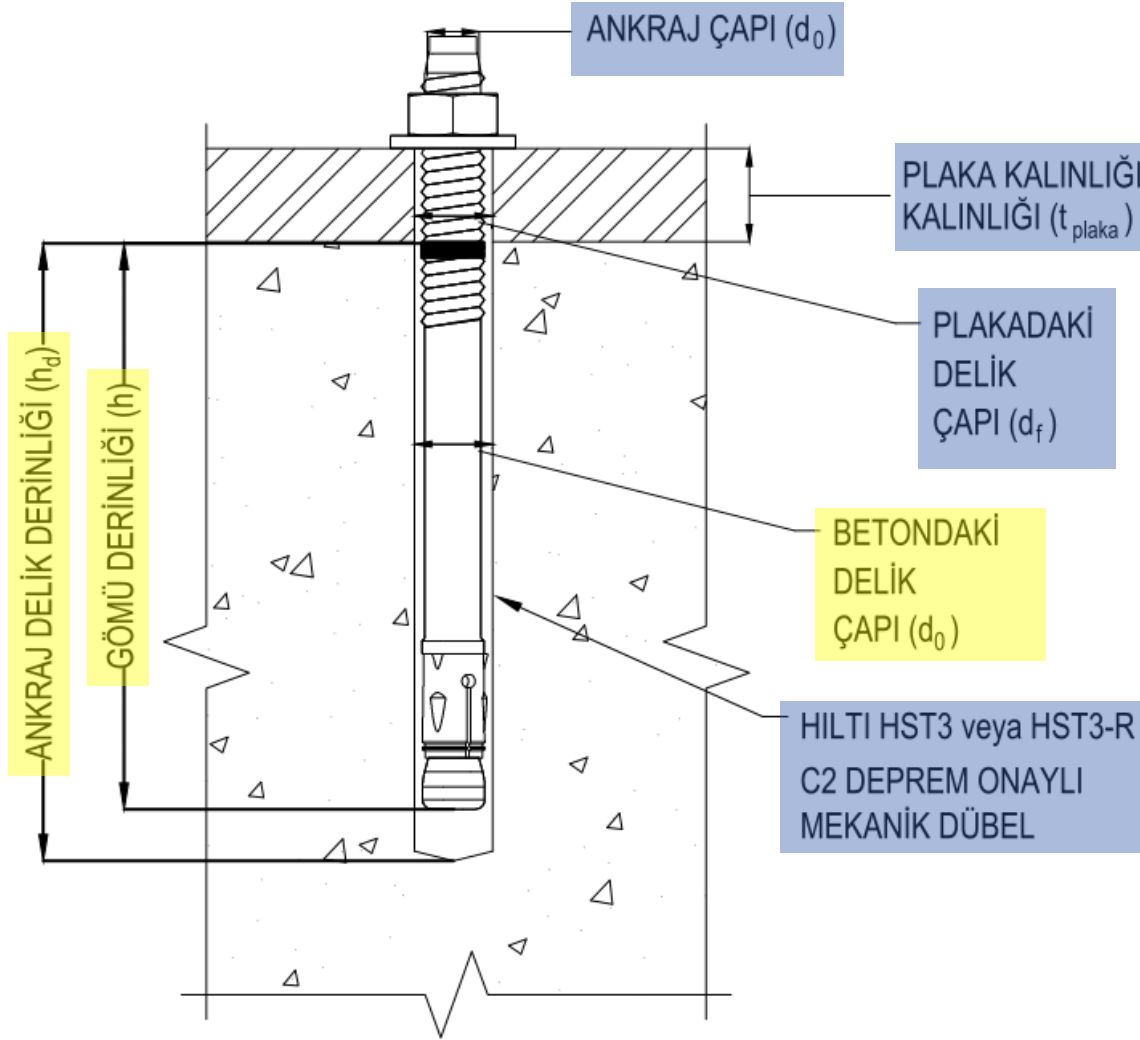


**Yüksek Korozyon
Dayanımlı Çelik (HCR)**
Yüksek seviyede molybdenum
katkısı çürümeye karşı
direnci ciddi oranda arttırmaktadır



A2. MEKANİK ANKRAJ PROJE DETAYLARI

Mekanik Ankraj



HILTI HST3 veya HST3-R MEKANİK DÜBELİ

Mekanik Dübel Çapı	Kurulum Değerleri				Gömü Derinliği & Plaka Kalınlığı		
	Ankraj Çapı ve Beton Delik Çapı	Maksimum Plaka Delik Çapı	Somun Çapı	Kurulum Tork Değeri	Ankraj Gömü Derinliği	Ankraj Etkili Gömü Derinliği	Ankraj Delik Derinliği
	d_0	d_f	d_s	T_{kur}	h	h_{ef}	h_d
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Nm)	(mm)	(mm)	(mm)
M8	8	9	13	20	54	47	59
M10	10	12	17	45	68	60	73
M12	12	14	19	60	80	70	88
M16	14	18	24	110	98	85	106
M20	20	22	30	180	116	101	124
M24	24	26	36	300	143	125	151



A2. MEKANİK ANKRAJ UYG. DETAYLARI– TORKLAMAMANIN ÖNEMİ

Bir mekanik (genleşme tipi) dübel sadece doğru tork uygulandığı zaman güvenli olarak çalışacaktır.



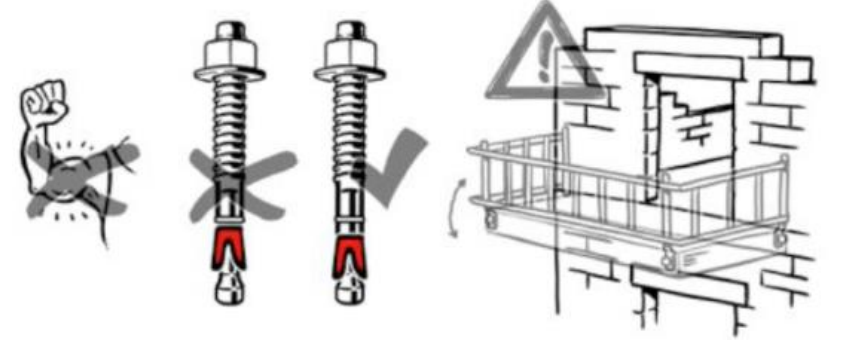
**FAZLA
TORK→**

Betona zarar verir. Güvenilir değil!

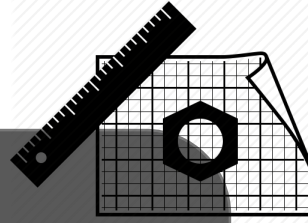


**AZ
TORK→**

Yeterince tutunamaz. Güvenilir değil!



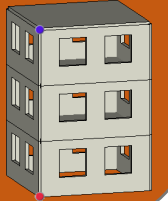
ÖZETLE...



1. Kimyasal & mekanik ankrajlar birer yapı elemanıdır.
HESABI YAPILMALIDIR.



2. «C2 Deprem Onaylı ETA Belgesi» olan ankraj ile «Sismik tasarım» esaslarına göre hesap yapılmış olmalıdır.



3. Hesabı yapılan ankraj elemanı ile ilgili detaylar **paftada açıklayıcı bir şekilde verilmelidir.**

4. Uygulama hatalarının kritik olması sebebi ile uygulama prosedürü projelerde verilebilmektedir.



TASARIM YAZILIMLARI



TASARIM YAZILIMLARI

HILTI PROFIS ENGINEERING



- Yerinde Bırakma / Art-montajlı Ankraj Tasarımı
- Taban Plakası Tasarımı (FEM)
- Berkitme Tasarımı
- Kaynak Bağlantıları Tasarımı
- Profil Gerilme Kontrolü
- Beton Basınç Kontrolü



KAHOOT! ZAMANI

SORU: 10-11-12



Teşekkür ederiz.

Çağdaş Ilgaz Şenel
İnş. Müh.

HILTI Mühendislik Ekibi

cagdas.senel@hilti.com

