

# Kritik Elektrik Altyapılarının ve Ekipmanların Depremlerde Zarar Görmemesi için Değerlendirmeler ve Öneriler



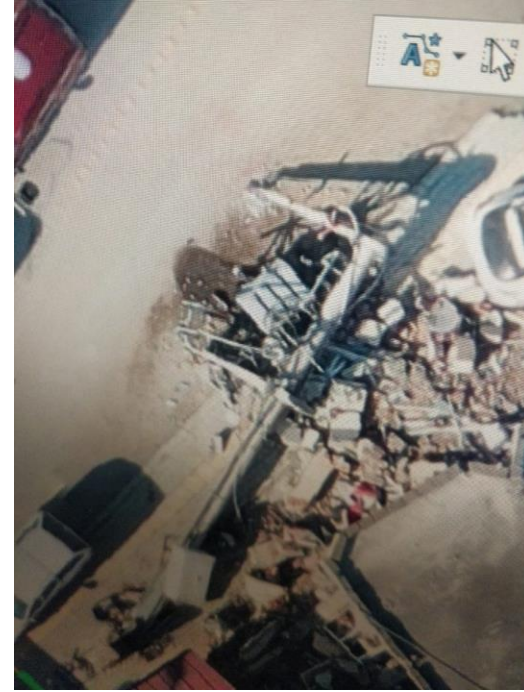
Dr. Osman Bülent Tör  
Mart 2023



- **Türkiye (AFAD):** İşlevini kısmen veya tamamen yerine getiremediğinde çevrenin, toplumsal düzenin ve kamu hizmetlerinin yürütülmesinin olumsuz etkilenmesi neticesinde, vatandaşların sağlık, güvenlik ve ekonomisi üzerinde ciddi etkiler oluşturacak ağ, varlık, sistem ve yapıların bütünüdür.

Kritik Altyapı Sektörleri	AFAD	ABD	AB	Birleşik Krallık
Kimya Sektörü		✓	✓	✓
İletişim Sektörü	✓	✓	✓	✓
Kritik Üretim Sektörü		✓		
Ticari Tesisler Sektörü	✓	✓		
Baraj Sektörü		✓		
Sivil Nükleer Sektör				✓
Savunma Sanayi Ana Sektörü		✓		✓
Acil Durum Hizmetleri Sektörü		✓		✓
<b>Enerji Sektörü</b>	✓	✓	✓	✓
Finans ve Bankacılık Sektörü	✓	✓	✓	✓
Gıda ve Tarım Sektörü	✓	✓	✓	✓
Kamu Hizmetleri	✓	✓		✓
Sağlık		✓	✓	✓
Bilgi Teknolojisi Stratejisi		✓	✓	
Nükleer Sanayi		✓	✓	
Ulaştırma	✓	✓	✓	✓
Su Yönetimi	✓	✓	✓	✓
Araştırma Tesisleri			✓	
Uzay Sektörü			✓	✓
Kültür ve Turizm	✓			

- En önemli sebep yapıların zarar görmesi
- Ekipmanlar depreme dayanıklı bile olsa, yapılarda oluşan hasarlar nedeniyle ekipmanlar zarar görüyor
- Öncelikle, depreme dayanıklı yapılar tasarlanması gerekiyor
- Kritik altyapıların Teknik Şartnamelerinde bu husus ne şekilde göz önüne alınıyor?



# Türkiye'deki kritik altyapı projelerinde benimsenmiş olan uygulama

- “Tip Proje” uygulaması!
- **Tip Projeler:** Pilot bir bölge için tasarlanan ve bölgeye özgü zemin, iklim, topografya, vb. bölgesel koşullar göz önüne alınmadan uygulanan projeler

Avantaj	Dezavantaj
Çok hızlı Teknik Şartname hazırlama, projelendirme ve onay süreçleri	Tip Projeler bölgeye uygun olmayabilir
Proje onayında detaylı analiz yetkinliğine ihtiyaç yok	Bölgeye özgü detaylı tasarım analiz ihtiyacı göz ardı edilebilir

- Adana ve Mersin Bölgesi bina tipi elektrik dağıtım merkezleri ve transformatör merkezleri deprem sonrası yapılan incelemeler
- Yapılardaki kolonların içindeki demirlerin korozyona uğraması (donatı paslanması)
- Hem demir hem de beton zarar görüyor!
- Çözüm: Daha kalın kolon uygulaması olabilir
- Fakat **tip projelerde kolon kalınlıkları sabit**



Arama ifadesi...



1 Aydınlatma (Tip Proje) 2014



2 Elektrik Dağıtım Tesisleri Malzeme Montaj Demontaj Birim Fiyat Tarifleri Kitabı (Ocak-2011)



3 Elektrik Dağıtım Tesisleri Teklif Birim Fiyat Tarifleri Kitabı ( 03.01.2013)



4 ENH AG-AW Bağlıntıları (Yayın 2014-1)



5 ENH İmalat ve Montaj Şartnameleri



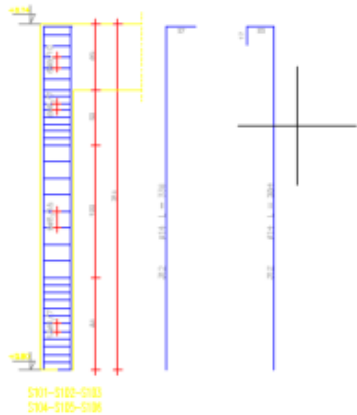
6 Mod Tipi Binalar (Haziran 2014)



Mod 5B Binası

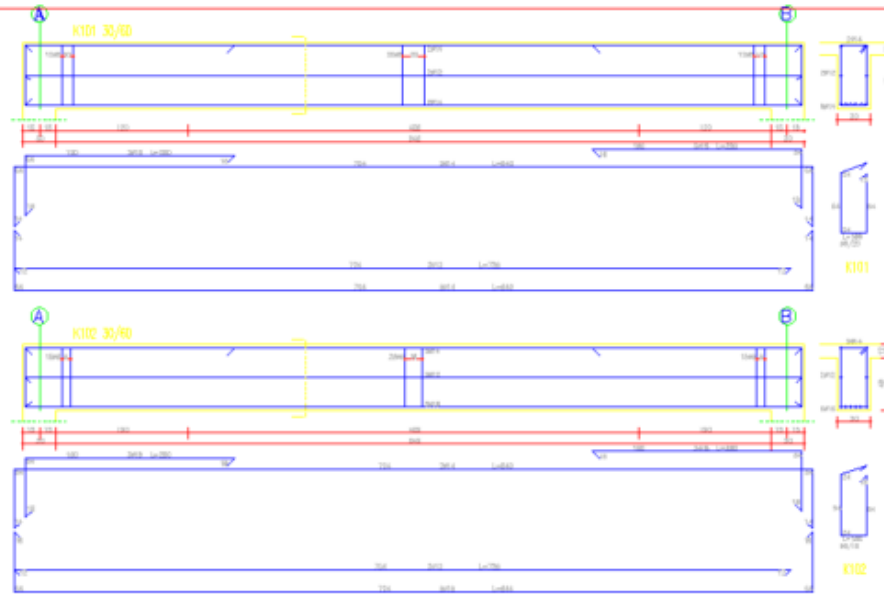


## Tip Proje Örneği



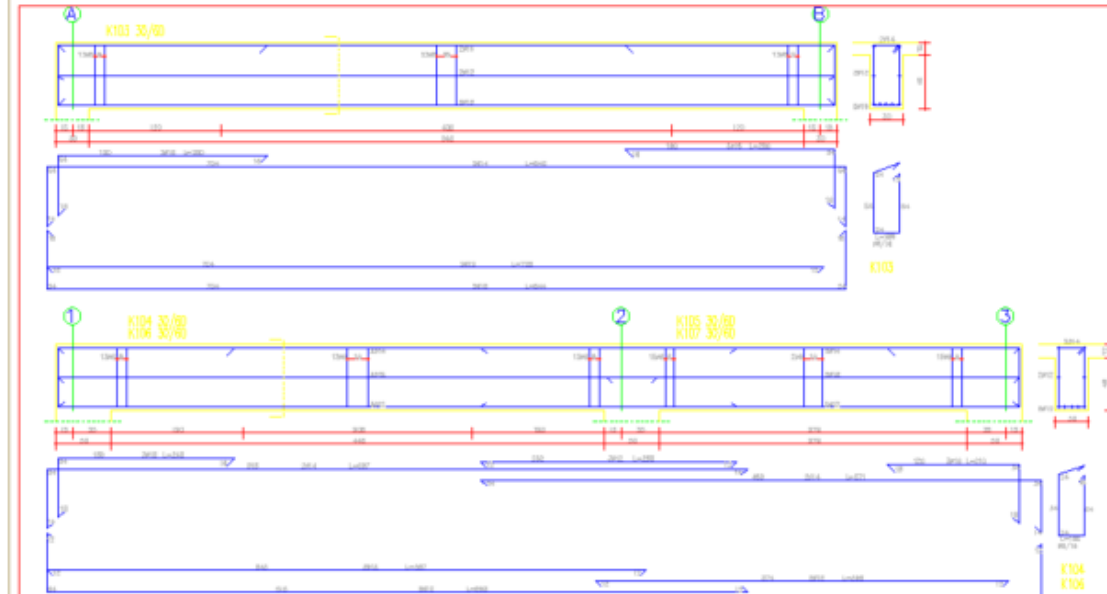
KOLON DETAYI 01/20

M20-8  
RA-8/10



KIRIS DETAYLARI 04/20

M20-8  
RA-8/10

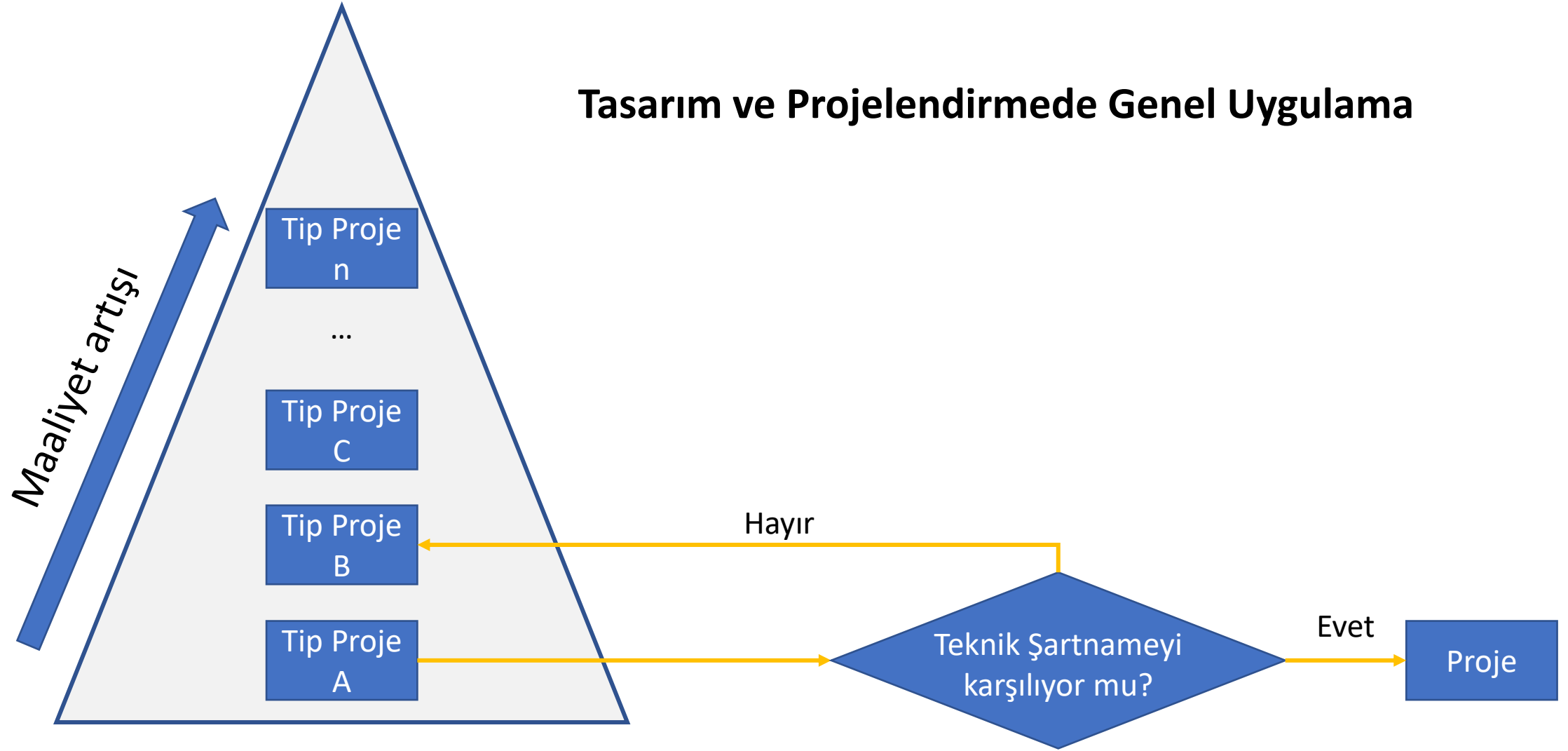


KIRIS DETAYLARI 01/20

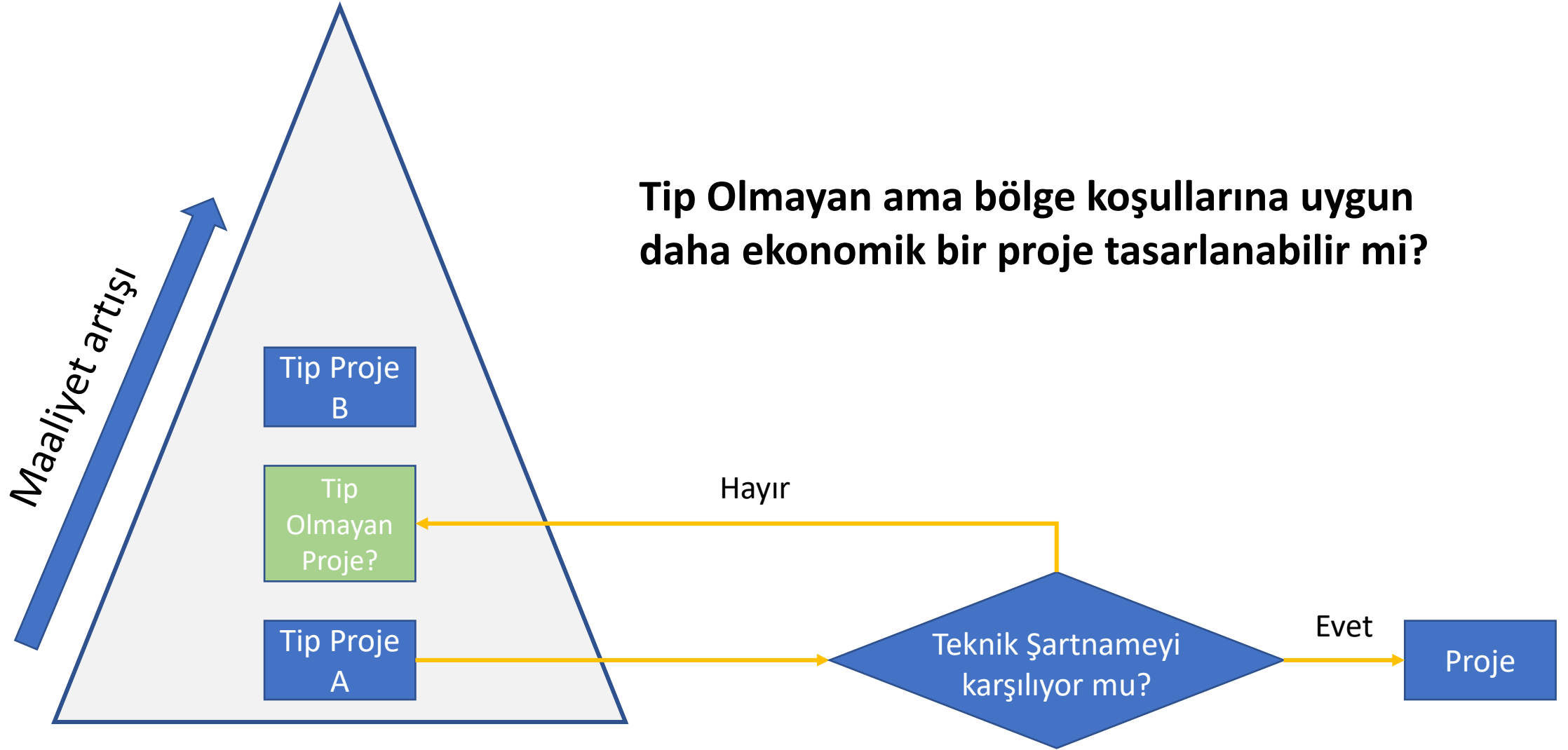
M20-8  
RA-9/10

## Tip Proje Havuzu

## Tasarım ve Projelendirmede Genel Uygulama

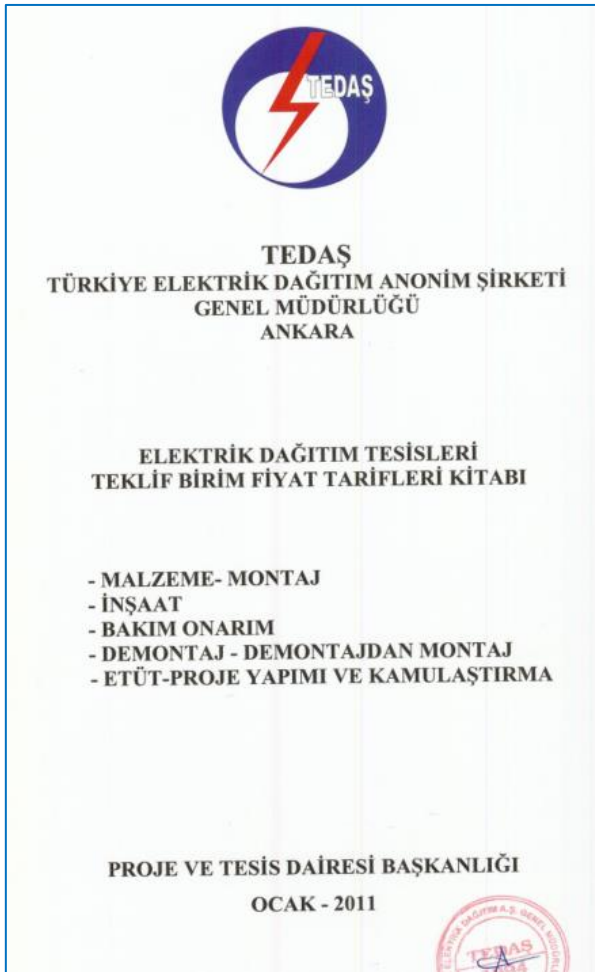


## Tip Proje Havuzu





- Yapının temeli ve kolon-kirişleri zemin etüdüne uygun olmalı
- Tip projelerde temel detayı bölgesel zemin etüdünü içeriyor mu?



## 36. TİP TRAFİO BİNALARİ VE EK İMALATLAR

### 36.1. Tip Trafo Binaları

1999 yılı Deprem yönetmeliğine göre revize edilen Tip trafo binaları, İnşaat İşleri Özel Şartnamesi esasları ve projelerine göre yapılacaktır. Bu binaların projelerinde yer alan imalat detaylarındaki değişen veya kaldırılan pozların yerine yenileri veya idare tarafından gerekli görülecek yeni pozlar kullanılacaktır.

İBE, TEK-1, DAPT, DAPT DM-TM, KÖK, MOD isimleriyle adlandırılan binalarda, tip projesinde olmasa bile baklavalı sac, kablo kanalları, hürelere ait tel kafes kapılar, her türlü malzeme, işçilik ile nakliye, fazla kazı veya dolgular, trafo rayı vs. ile genel giderler bina yapım bedeline dahildir. İdarece bina dış kaplamasının kaletesit yaptırılması, silikon esaslı, akrilik vb. ile boyattırılması halinde ilave bedel ödenmez. Çatı kaplamasının yöresel iklim şartları nedeniyle galvanizli oluklu sac ile yapılması (yalıtımın detayına uygun yapılması kaydıyla) halinde bedel kesilmez. Bunların dışında, Tip projesinde olmayan ve gerekli hallerde yapılması istenen fosseptikler, çevre düzenlemesi, tel çit, trafo temeli vb. imalatlar plan ve detaylarıyla birlikte İdarece teklife esas işlerin listesinde belirtilir.

Binalarda temel alt kotu ile subasman üst kotu arası en az 1.50 m olacaktır. 3 m'ye kadar olan yükseklik fiyata dahildir. 3 m. yüksekliği geçtiği takdirde, geçen kısmın bedeli 3 metreye kadar olan kısım %20 kabul edilerek yeni yapılan yükseklik bu orandan faydalanılarak ödenir. Örneğin su basman yüksekliği 6 metre olarak yapılan binada %20 ilave ödenir.

**NOT:** Tip projesinin içinde bir imalat değişikliği (Hücre bölmelerinin tuğla yerine A tipi sac hücre yapılması vs.) isteniyorsa bu durum teklife esas işlerin listesinde belirtilir.



### 36.2.3. Dağıtım ve Trafo Merkezlerinde Fosseptik Çukuru:

Tip projesine (TİP-I Sızdırmalı Tip, Tip-II Sızdırmaz Tip) uygun olarak yapılacaktır.

### 36.2.4. Trafo Merkezlerinde Trafo Temeli:

Tip projesine uygun olarak yapılacaktır.

### 36.2.5. Bina Yıkılması



# YÖNETMELİKLER, STANDARTLAR

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

Türkiye Elektrik İletim Sistemleri ve İletişim Tesisleri Deprem Yönetmeliği (3 Şubat 2021)  
(3 Şubat 2024 de yürürlüğe girecek.)

**TS EN IEC 60068-3-3** (Aralık-2019) Donanım için sismik deney yöntemleri

**IEC/TS 62271-210:2013** (Metal mahfazalı IEC 62271-200'e ve katı yalıtımlı 62271-201'e uygun kapalı, zemine veya zemine monteli, sismik koşullar altında kullanılması amaçlanan IEC uygun şalt ve kontrol tertibatı tertibatları için sismik yeterlilik, (1 kV ≤ 52 kV )

**EN IEC 62271-207:2012** (52 kV üzerindeki gaz yalıtımlı anahtarlama donanımlarının sismik değerlendirilmesi)

**IEC TR 62271-300: 2016** (YG A.C kesicilerin sismik kalitesi için kılavuz)

**IEC TS 61463:2016** İzolatörler (Sismik sınıflama)

**EN, IEC 60255-21-3:** Elektrik Röleleri Sismik deneyler

**TS EN 1992-4** Betonda Kullanılan Sabitleme Elemanlarının Tasarımı

# YÖNETMELİKLER, STANDARTLAR, KILAVUZLAR

**IEEE Std 693™-2018** Recommended Practice for Seismic Design of Substations

**IEEE C37.81**, Guide for seismic qualification of class 1E metal-enclosed power switchgear assemblies

**IEEE 1527**: Recommended Practice for the Design of Flexible Buswork Located in Seismically Active Areas

**ASCE 113**: Substation Structure Design Guide

- ❖ Sismik deneyler, ilgili malzeme standartlarında zorunlu bir tip deneyi değildir. İsteğe bağlıdır.
- ❖ TEDAŞ Malzeme Teknik Şartnamelerinde istenilmemektedir. TEİAŞ'da ise bazı malzemeler için zorunludur.
- ❖ Ülkemizde akredite bir sismik deney laboratuvarı vardır. Ancak kapasitesi yetersizdir.

## Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

18 Mart 2018 PAZAR Sayı : 30364

### 3.1.2. Bina Önem Katsayıları

Bina Kullanım Sınıfları'na bağlı olarak Bina Önem Katsayıları **Tablo 3.1**'de tanımlanmıştır.

**Tablo 3.1 – Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları**

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	<b>Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</b> <b>a)</b> Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, <u>enerji üretim ve dağıtım tesisleri</u> , vilayet, kaymakamlik ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) <b>b)</b> Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. <b>c)</b> Müzeler <b>d)</b> Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
BKS = 2	<b>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</b> Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.2
BKS = 3	<b>Diğer binalar</b> BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

## BÖLÜM 1 – GENEL HÜKÜMLER

**1.1.7 – Binalar ve bina türü yapıların dışında kalan köprüler, barajlar, kıyı ve liman yapıları, tüneller, boru hatları, enerji nakil hatları, nükleer tesisler, doğal gaz depolama tesisleri gibi yapılar, tamamı yer altında bulunan yapılar ve binalardan farklı hesap ve güvenlik esaslarına göre projelendirilen diğer yapılar bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır.**

**Özel tesisler için Ulaştırma Bakanlığı yetkili kılınmış.  
(Bu nedenle kapsam dışı bırakılmış)**

# Türkiye Elektrik İletim Sistemleri ve İletişim Tesisleri Deprem Yönetmeliği

3 Şubat 2021 ÇARŞAMBA

Resmî Gazete

Sayı : 31384

## YÖNETMELİK

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığından:

### TÜRKİYE ELEKTRİK İLETİM SİSTEMLERİ VE İLETİŞİM TESİSLERİ DEPREM YÖNETMELİĞİ

#### Amaç ve kapsam

**MADDE 1 –** (1) Bu Yönetmeliğin amacı; elektrik iletim sistemleri kapsamında olan trafo merkezlerinin elektriksel cihazlarının, trafo merkezlerinde bulunan yapı sistemlerinin, enerji iletim hatlarında bulunan iletim direklerinin ve iletişim (telekomünikasyon) direklerinin deprem etkisi altındaki performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirme tasarımı için gerekli kuralları ve minimum koşulları belirlemektir.

#### Dayanak

**MADDE 2 –** (1) Bu Yönetmelik, 15/5/1959 tarihli ve 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun ve 10/7/2018 tarihli ve 30474 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 166 ncı maddesine dayanılarak hazırlanmıştır.

#### Uygulanacak esaslar

**MADDE 3 –** (1) Deprem etkisi altında elektrik iletim sistemleri kapsamında olan trafo merkezlerinin elektriksel cihazlarının, trafo merkezlerinde bulunan yapı sistemlerinin, enerji iletim hatlarında bulunan iletim direklerinin ve iletişim (telekomünikasyon) direklerinin değerlendirme ve tasarımı için Ek-1’de yer alan esaslar uygulanır.

#### Yürürlük

**MADDE 4 –** (1) Bu Yönetmelik yayımı tarihinden üç yıl sonra yürürlüğe girer.

#### Yürütme

**MADDE 5 –** (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı yürütür.

[Eki için tıklayınız.](#)

## Ek-1

### DEPREM ETKİSİ ALTINDA ELEKTRİK İLETİM SİSTEMLERİ VE İLETİŞİM TESİSLERİ TASARIMI İÇİN ESASLAR

- Trafo Merkezi Elektriksel Cihazların Deprem Güvenliği
- Trafo Merkezlerinden Bulunan Yapı Sistemlerinin Deprem Güvenliği
- İletim ve İletişim (Telekomünikasyon) Direklerinin Deprem Tasarımı
- Elektronik Haberleşme ve Bilgi Sistemleri Binalarının Deprem Tasarımı

Bu Yönetmeliğin temel amacı, trafo merkezlerinde bulunan elektriksel cihazların trafo sahasını etkileyecek depremlerden en az düzeyde etkilenmesini ve deprem sonrası işlevini sürdürmesini sağlamaktır. Bu Yönetmelik kapsamında bu amaçla elektriksel cihazların deprem güvenliğinin standart ve tutarlı bir yeterlilik sistemi ile belirlenmesini sağlamaya yönelik değerlendirme yöntemleri verilmektedir. Standart değerlendirme yöntemlerinin uygulanması ile aynı zamanda yeterlilik maliyetlerinin azaltılması hedeflenmektedir.

# TEİAŞ Teknik Şartnameleri



170 kV – 420 kV  
ZEMİN ve TEMEL ETÜDÜ TEKNİK ŞARTNAMESİ

HAZIRLAMA: KASIM 2021

## 1. AMAÇ:

Bu şartnamenin amacı, 18 Mart 2018 tarih ve 30364 (Mükerrer) sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği” ile 09 Mart 2019 tarih ve 30709 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Çevre ve Şehircilik Bakanlığının “Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve Rapor Formatına Dair Tebliğ” esas alınarak, Enerji İletim Hatlarında (EİH) kullanılacak durdurucu ve taşıyıcı direk temel tipleri ve gerekli hallerde istinat duvarı uygulama projesi ile zemin iyileştirme projelerinin zemin yapısına göre belirlenmesine yönelik jeolojik ve jeoteknik değerlendirmeleri içeren zemin etüdü ve raporlama işinin teknik esas ve usullerini düzenlemektir.

- **DOĞAL AFET TEHLİKELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ:** Raporun önceki bölümlerinde verilen tüm arazi ve laboratuvar çalışmaları ile analiz, literatür tarama vb. çalışmalar sonucunda, çalışma alanının doğal afet tehlikeleri açısından değerlendirilmesini,



## 400/164 KV, 250 MVA OTOTRANSFORMATÖR TEKNİK ŞARTNAMESİ

- GÜÇ TRANSFORMATÖRÜ
- GİS GÜÇ TRANSFORMATÖRÜ
- ORTA GERİLİM KESİCİLERİ
- ORTA GERİLİM AYIRICI VE TOPRAK BIÇAĞI

**İlk Şartnamelerde 0,25 g  
(IEC Standardı)**

### 1.3. Çalışma Koşulları

Garantili Özellikler Listesinde aksi belirtilmedikçe, sipariş konusu Ototransformatörler aşağıda belirtilen çalışma koşullarında bina dışında kullanılmaya uygun olacaktır.

Aşağıda verilen koşullar, normal çalışma koşulları olup; Teknik Şartname ve eklerindeki değerler bu koşullara göre verilmiştir. Alıcının bu koşullardan farklı talebi olması durumunda; bu talepler ihale öncesinde Alıcı tarafından belirtilecektir. İmalatçı, çalışmalarını ilgili standartlara uygun bir şekilde, Alıcının ihale öncesi bildirdiği talepleri dikkate alarak yapacaktır. Bu çalışmaların sonucunda, Teknik Şartname ve varsa tasarımı meydana gelecek değişiklikler Alıcının onayına sunulacaktır.

-	Deniz seviyesinden yükseklik	2100 m'ye kadar <sup>1</sup>
-	Ortam sıcaklığı	
	. Günlük en yüksek	+45 °C
	. Günlük en düşük	-25 °C
	. 24 saatlik ortalaması	+35 °C'nin altında
-	Bir yıllık ortalama	+25 °C'nin altında
-	En yüksek rüzgar basıncı	
	. Yuvarlak yüzeyde	700 pascal
	. Düz yüzeyde	1200 pascal
-	En yüksek güneş ışınımı	1000 W/m <sup>2</sup>
-	Buz yükü	10 mm, Sınıf 10
-	Endüstriyel kirliliğe açıklık	Evet (Ağır kirlilik)
-	Maksimum nispi nem (24 saatlik ortalama)	% 95
-	Yıldırım düşme olasılığı	Evet
-	Yer sarsıntısı <sup>2</sup>	
	. Yatay ivme	0,5 g (yer seviyesinde)
	. Düşey ivme	0,25 g

<sup>1</sup> Ototransformatörlerin kullanılacağı yerde deniz seviyesinden yüksekliğin 2100 metreyi aşmadığı çevre koşulları için transformatorün harici yalıtımında bir düzeltme faktörü uygulanmayacak olup transformatorün hem dahili hem de harici yalıtımında "2.1. Anma Değerleri ve Performans" başlığı altında belirtilen yalıtım değerleri ile Garantili Özellikler Listesinde belirtilen minimum açıklık değerleri kullanılacaktır.

<sup>2</sup> Ototransformatör; yatay ve düşey deprem ivmesi değerlerine dayanacak ve herhangi bir ünitesinin (buşing vs.) zarar görmesi engellenecek şekilde dizayn edilecek, Ototransformatörün çalışacağı yerde tesisi için gereken proje, resim ve malzemeler ile Ototransformatörün depreme dayanıklılık hesapları Yüklenici tarafından verilecektir. Bu şekilde imal edilen Ototransformatörün montajı ve sabitlenmesi için gerekli her türlü civata, bağlantı elemanları vs. Yüklenici tarafından karşılanacaktır.

## 2.6. Sismik Yeterlilik Koşulları

Kesicilerin sismik yeterliliği; 03/02/2021 tarih ve 31384 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Türkiye Elektrik İletim Sistemleri ve İletişim Tesisleri Deprem Yönetmeliği'ne göre yüksek deprem yeterlilik düzeyinde, işletme pozisyonunda olduğu gibi çelik konstrüksiyon üzerinde ve zemine ankrajlı olarak, sarsma tablasında deprem testi veya dinamik hesap yöntemi ile kanıtlanacaktır.

Sismik yeterliliğe ilişkin yapılan analiz, bu alanda daha önce referansı bulunan bir kuruluş veya bu alanda yetkinliği bulunan bir üniversite tarafından onaylanması koşulu aranacaktır. Alıcının, onay yapan kuruluşu veya üniversiteyi bu konuda yeterli görmemesi durumunda, analiz kabul edilmeyecektir.

Kesicilerin çalışacağı yerde tesisi için gereken proje, resim ve malzemeler Yüklenici tarafından temin edilecektir.

Kompozit izolatörler, güçlendirilmiş fiberglas tüp üzerine silikon kauçuk kaplanmış olacak ve sonlarında metal bağlantılı elemanlarından oluşacaktır.

Silikon kauçuk aleve dayanıklı, boşluksuz, hidrofobik (su tutmayan) özellikte patlama ve dağılmaya dayanıklı olacaktır. Silikon kauçukta kullanılacak baz polimer malzeme (takviye edici dolgu maddelerin ilavesinden önce) %100 silikon kauçuk olacaktır. İlave edilecek dolgu maddeleri izolatörlerin mekanik dayanımı işletme veya kısa devre sırasında oluşabilecek titreşimlere ve atmosferik ve deprem koşullarına uygun olarak seçilmiş olacaktır.

İzolatörler gerek normal işletme koşullarında, gerekse sistemde meydana gelecek aşırı gerilimler nedeniyle oluşacak kuvvetlere dayanacaktır. İzolatörler kısa devrelerden kaynaklanan, deprem ve titreşim sebebiyle meydana gelen kuvvetlere dayanacak ve atmosferik koşullara uygun olacak şekilde tasarlanacak ve imal edilecektir.

## 1.3. Çalışma Koşulları

Garantili Özellikler Listesinde aksi belirtilmedikçe sipariş konusu kesiciler aşağıda belirtilen çalışma koşullarında kullanılmaya uygun olacaktır. Bu koşullar, normal çalışma koşulları olup; Teknik Şartname ve eklerindeki değerler bu koşullara göre verilmiştir. Alıcının bu koşullardan farklı talebi olması halinde; imalatçı, çalışmalarını ilgili standartlara uygun bir şekilde, bu durumu dikkate alarak yapacaktır. Bu çalışmaların sonucunda, imalatçı, Teknik Şartname ve eklerinde meydana gelecek değişiklikleri Alıcının onayına sunacaktır.

### Çevresel Koşullar:

- Deniz Seviyesinden Yükseklik (m)	: 2100 <sup>1</sup>
- Ortam sıcaklığı (°C)	:
. En yüksek	: +45
. En düşük	: -30
. 24 saatlik ortalama	: +35'in altında
- Rüzgâr hızı (m/s)	: 34
- En yüksek güneş ışınımı (W/m <sup>2</sup> )	: 1000
- Buzlanma (mm)	: 20
- Ortam Hava Kirliliği	: Ağır kirlilik (IEC 60815-1'e göre "d- Heavy")
- Maksimum nispi nem (24 saatlik ortalama)	: IEC 62271-1 & 4.1.3
- Yer sarsıntısı (z)	:
. Yatay ivme	: 0.5 g
. Düşey ivme	: 0.4 g

### Sistem Koşulları:

- Nominal sistem gerilimi (kV) (nominal system voltage – IEC 60038)	: 154
---	-------

<sup>1</sup> Kesicilerin kullanılacağı yerde deniz seviyesinden yüksekliğin 2100 metreyi aşmadığı çevre koşulları için kesicilerin harici yalıtımında bir düzeltme faktörü uygulanmayacak olup, kesicilerin hem dâhil hem de harici yalıtımda "2.2. Elektriksel Özellikler" başlığı altında belirtilen anma yalıtım değerleri kullanılacaktır. Yükseltinin 2100 metreyi aştığı çevre koşulları için ise dış yalıtıma uygulanacak düzeltme katsayısı IEC 60071-2 standardında 6.2.2. maddesinde belirtilen formülde, düzeltme uygulanacak yükseltiden 2100'ün çıkarılmasıyla elde edilecek değer formüle yerleştirilmesi (H sembolü) ile hesaplanacaktır.

<sup>2</sup> Kesicinin sismik yeterlilik test veya analizlerinde, 03/02/2021 tarih ve 31384 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Türkiye Elektrik İletim Sistemleri ve İletişim Tesisleri Deprem Yönetmeliği'nde tanımlı yüksek yeterlilik düzeyine karşılık gelen spektrumlar kullanılacaktır.

**Son Şartnamelerde 0,4 g  
(IEEE Standardı)  
2024'te devreye girecek**



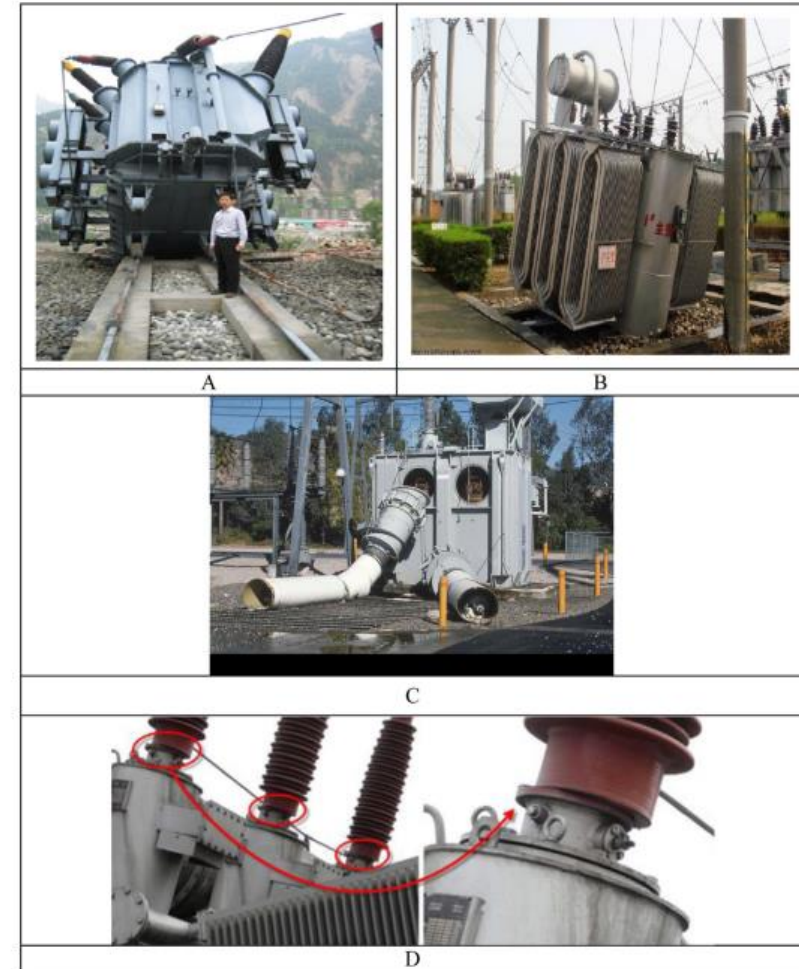
## Deprem'in İletim Sistemi Üzerine Etkilerine Ait Akademik Çalışmalar

Table 5 (continued)

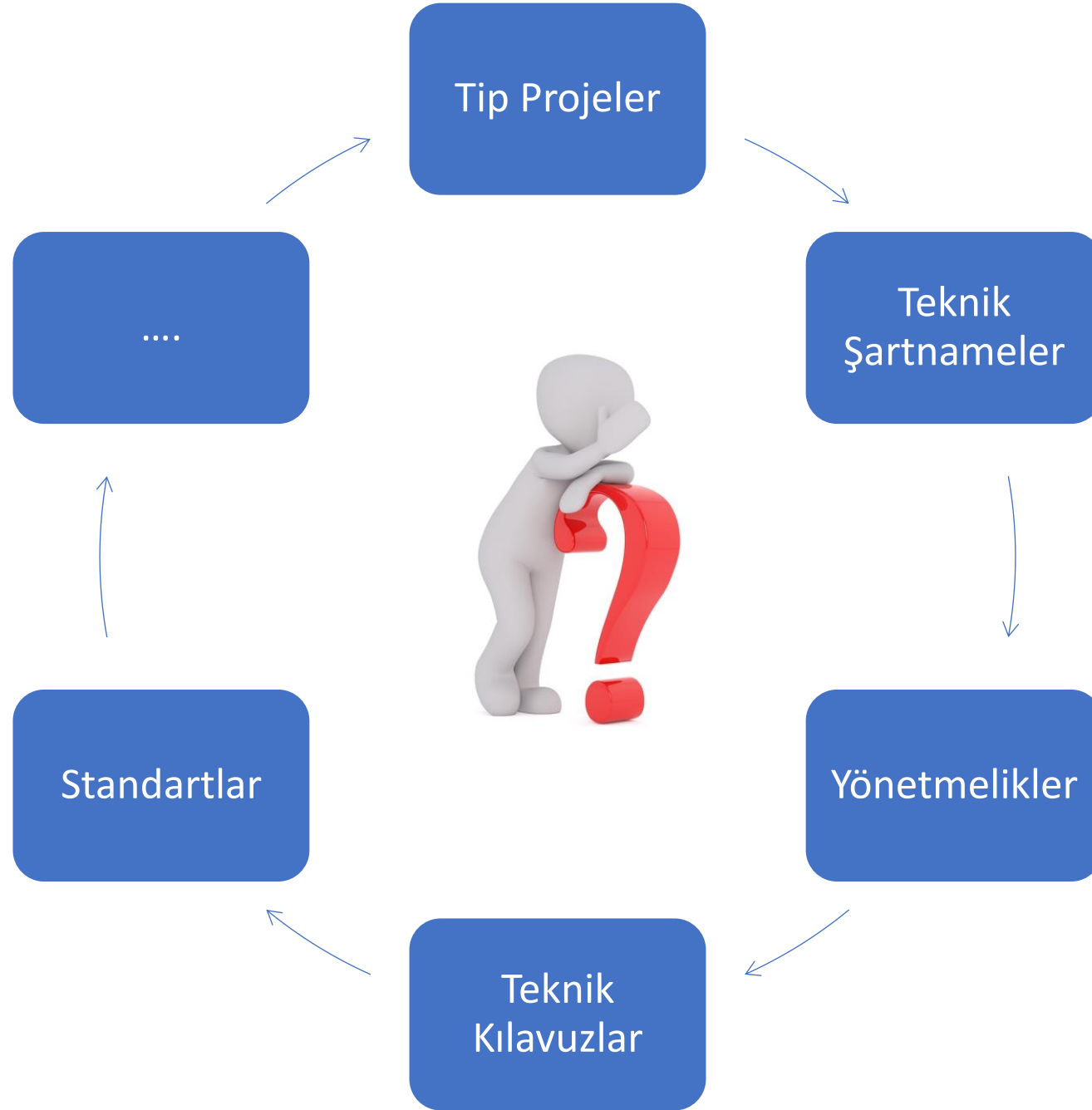
Estimated PGA	Record name	Geometric mean of PGAs in 2 Dir.	Duration (sec)	Magnitud	
0.4 g	Loma Prieta 10/18/89 00:05	0.273	10	7.1	
	Northridge, 1/17/94 12:31	0.312	9	6.7	
	Landers 7/23/92 18:49	0.343	10	7.3	
	Superstition hills 11/24/87 13:16, El Centro	0.303	17	6.5	
	Irpinia EQ, 11/23/80, 19:34:54	0.299	14	6.5	
		<b>Kocaeli 08/17/99, DUZCE</b>	<b>0.334</b>	<b>10</b>	<b>7.6</b>
	Loma Prieta 10/18/89 00:05	0.291	12	7.1	
	Kocaeli 08/17/99, YARIMCA	0.305	16	7.6	
	Loma Prieta 10/18/89 00:05	0.256	24	7.1	
	Loma Prieta 10/18/89 00:05	0.421	17	7.1	
	Northridge EQ 1/17/94,	0.381	9	6.7	
	Tabas, Iran 09/16/78, Dayhook, LN	0.364	14	7.4	
	Loma Prieta 10/18/89 00:05	0.440	8	7.1	
	Canada 12/23/85, SITE 2, 240	0.396	10	6.9	
	Chi-chi 09/20/99, TCU047	0.352	20	7.6	
	Whittier 10/01/87	0.434	6	5.9	
	Loma Prieta 10/18/89, Saratoga Aloha Ave	0.407	10	7.1	
	Chi-chi 09/20/99, CHY041	0.438	29	7.6	
	Northridge 01/17/94, Pacoima Kagel canyon	0.361	11	6.7	
	Northridge EQ 1/17/94, Canyon Country	0.445	9	6.7	
Northridge 01/17/94, LA DAM	0.422	8	6.7		
Northridge EQ 1/17/94, Northridge - Saticoy	0.419	17	6.7		
0.5 g	Chi-chi 09/20/99, TCU045	0.493	15	7.6	
	Kobe 01/16/95 2046, Nishi-Akashi	0.505	15	6.9	
?	Loma Prieta 10/18/89, Capitola	0.484	16	7.1	
	Loma Prieta 10/18/89, Gilroy array #3	0.451	14	7.1	
	Loma Prieta 10/18/89, Waho, 090	0.485	17	7.1	
	Chi-chi 09/20/99, CHY041	0.438	29	7.6	
	Northridge EQ 1/17/94, Beverly Hills	0.523	14	6.7	
	Loma Prieta 10/18/89, Bran	0.476	17	7.1	
	Northridge 01/17/94, Castaic Old Ridge RT	0.540	16	6.7	
	Northridge EQ 1/17/94, Beverly Hills	0.463	12	6.7	

Table 5 List of earthquake acceleration record's specification with maximum bending

**Referans:** Seyed Alireza Zareei, Mahmood Hosseini, Mohsen Ghafory-Ashtiany, Seism probability of a 400kV power transformer using analytical fragility curves, Engineering Analysis, Volume 70, 2016, Pages 273-289, ISSN 1350-6307, <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2016.09.007>.



**Fig. 1.** Typical failure modes of PTR in previous earthquake: A) overturning of an unanchored 110 kV PTR, B) slippage of a 110 kV PTR (A, B were occurred in Wenchuan earthquake) [6], C) damage from the 1994 earthquake to a spare PTR associated with a dc converter station [4,5] D) slippage at the bottom of porcelain bushing and subsequent oil leakage [6].



- Teknik Şartnameler'de **Tip Proje uygulamaları için açıklayıcı bir bölüm olmalı**
  - Ancak **bölgeye özgü koşullar sağlandığı zaman** tip projeler kullanılmalı
  - Onay sürecinde **projenin bölgeye özgü koşulları sağladığı** mutlaka kontrol edilmeli
    - Tip proje veya Özel proje farketmeksizin
    - Proje onayında daha detaylı analiz yetkinliğine ihtiyaç olacaktır → **Olmalıdır!**
    - **Dinamik analiz yöntemleri (sonlu elemanlar analizi) ile test yapmak gerekir...**
  - Bu süreç bölgeye özgü **yeni tip projeler** oluşmasını sağlayabilir → **Sağlamalıdır!**
- Belli periyotlarda **Tip Proje** havuzu değerlendirilmeli ve güncellenmeli

- Tesisin zemin etüdünün kontrolü
- Tesisin yapı özelliklerinin kontrolü
- Tesis proje tasarımının (tip proje veya özel proje) depreme dayanıklılığının kontrolü
  - OG ve AG
- Kullanılan ekipmanın sismik raporlarının (test veya analiz) kontrolü
- Ekipman **montajının** bir kontrol listesi (check list) ile kontrolü ve tutanak ile dokümantasyonu
- Ekipman montajında kullanılan zemin sabitleme ekipmanlarının zorunlu tutulması ve kontrol listesi (check list) ile kontrolü ve tutanak ile dokümantasyonu

- Tip Proje veya Özel Proje olsun, tüm projeler belli varsayımlar altında tasarlanır
  - Binalar → Bölgede meydana gelebilecek deprem şiddeti
  - Elektrik nakil hatları → Buz yükü, rüzgar yükü, deprem şiddeti
- Projedeki varsayımların ötesinde bir durumda (felaket) hasar oluşabilir
  - Bölgesel varsayımlar istatistiki yöntemler ile belli periyotlarda güncellenmelidir
  - Binalar → Deprem haritaları
  - Elektrik nakil hatları → Buz yükü, rüzgar yükü haritaları

# İstatiksel yaklaşım → Uluslararası bir örnek

## Wet Snow & Wind Loadings

### 100 Year Return Values

	Radial Wet Snow Accretion (mm)	Wind Speed (km/hr) at 10m Height	Wind Pressure (Pa) at 20 m Height	Wind Pressure (Pa) at 30 m Height	Wind Pressure (Pa) at 40 m Height
Zone A	70	77	295	320	340
Zone B	70	71	240	260	280
Zone C	50	67	210	230	245
Zone D	50	64	190	205	220

### 75 Year Return Values

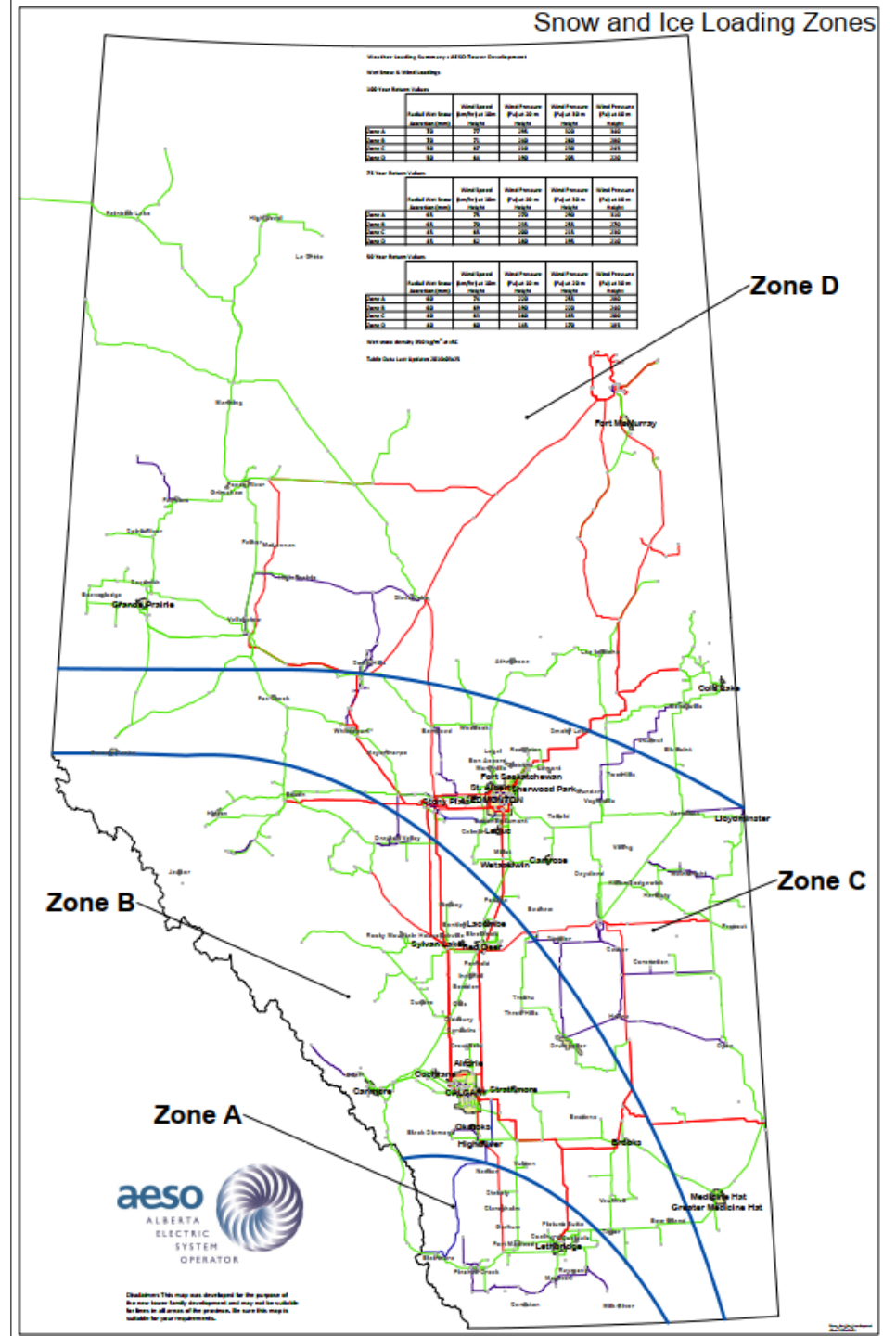
	Radial Wet Snow Accretion (mm)	Wind Speed (km/hr) at 10m Height	Wind Pressure (Pa) at 20 m Height	Wind Pressure (Pa) at 30 m Height	Wind Pressure (Pa) at 40 m Height
Zone A	65	75	270	290	310
Zone B	65	70	235	255	270
Zone C	45	65	200	215	230
Zone D	45	62	180	195	210

### 50 Year Return Values

	Radial Wet Snow Accretion (mm)	Wind Speed (km/hr) at 10m Height	Wind Pressure (Pa) at 10 m Height	Wind Pressure (Pa) at 20 m Height	Wind Pressure (Pa) at 30 m Height
Zone A	60	74	220	255	280
Zone B	60	69	190	220	240
Zone C	40	63	160	185	200
Zone D	40	60	145	170	185

Wet snow density 350 kg/m<sup>3</sup> at -5C

Table Data Last Update: 2010-03-25



- Yapı tasarımlarında istatistiksel yöntemlere dayalı yüklenme haritaları çıkarılmalı ve bu haritalar belli periyotlarda (örn. 5 yıl) güncellenmelidir.
- Proje tasarımında göz önüne alınacak olan varsayım geri dönüş süresi (return period) Teknik Şartnamelerde belirtilmelidir.
- Bu varsayım projenin tasarımını ve dolayısıyla maliyetini etkilemektedir.
- Bu varsayımlara uygun tasarım ve projelendirme yapıldığı halde, varsayımın ötesinde bir felaket meydana gelirse (*zaten ancak o zaman felaket demek gerekir!*):
  - Proje ve tasarımda bir kusur aramamak gerekir.
  - Varsayımlar gözden geçirilmelidir.
  - Bu nedenle belli periyotlarda (örn 5 yılda bir) bu varsayımlar için değerlendirme ve güncelleme yapmak gerekir.
  - Böyle bir süreç işletilirse, henüz bir felaket meydana gelmeden, güçlendirme ihtiyaçları (varsa) tespit edilebilir.

# Sadece yeni yapıların sismik dayanımının sağlanması yeterli mi ?

- Mevcut kurulu tesislerin deprem dayanımlarının incelenmesi ve hasar azaltıcı önlemlerin alınması gereklidir.
  - Lokasyon değişikliği
  - Güçlendirmeler
  - Ekipman değişimleri



- *Power system resilience is the ability to limit the extent, severity, and duration of system degradation following an extreme event.*
- **Extreme event:** Gerçekleşme olasılığı düşük fakat etkisi çok yüksek
- Risk = Olasılık \* Etki
- Deprem felaketinin olasılığı düşüktür fakat riski büyüktür (etkiden dolayı)
- Riskin yüksek olması, önerilen yöntemlerin önemini göstermektedir