

YAPISAL OLMAYAN ELEKTRİK TESİSATI İŞLERİ SİSMİK ÖNLEMLER ŞARTNAMESİ

1. TANIM

Bu doküman elektrik sistemlerinin deprem yüklerine karşı korunması için uygulanacak tasarım ve uygulama kriter ve kurallarını içermektedir.

- 1.1. Bu dokümanda tanımlanan iş, işlem ve hesaplar; proje kapsamında yer alan binalar ve bu binaların kullanımına doğrudan etki eden binalarda yer alan elektrik sistemlerinin sismik yüklere karşı korunmasını hedeflemektedir.
- 1.2. Hemen kullanım seviyesinde elektrik tava, busbar gibi dağıtım hatlarındaki hasar ihmal edilebilir derecede az olmalıdır. Trafo, ana pano, jeneratör, UPS ve diğer ilgili elektrik ekipmanları sağlam ve elektrik olduğu anda çalışabilir durumda olmalıdır. Ayrıca gerekiyorsa acil durum elektriği vb. sistemler devreye girecek şekilde hazır olmalıdır.

2. PROJELENDİRME VE TASARIM

2.1. Yapısal olmayan elektrik tesisatı bileşenlerinde oluşacak yatay ve düşey tasarım deprem kuvvetleri aşağıdaki formül ile hesaplanacaktır.

$$F_p = \left[\frac{0,4 \cdot a_p \cdot S_{DS} \cdot Wt.}{\frac{R_p}{I_p}} \right] \cdot \left[1 + \left(2 \cdot \frac{z}{h} \right) \right] \quad 0,3 \cdot S_{DS} \cdot I_p \cdot Wt. \leq F_p \leq 1,6 \cdot S_{DS} \cdot I_p \cdot Wt.$$

$$F_{pv} = 0,2 \cdot S_{DS} \cdot Wt$$

F_p : Yatay tasarım deprem yükü

F_{pv} : Düşey tasarım deprem yükü

a_p : Bileşen büyütme katsayısı. Tablo-1'den elde edilecektir.

R_p : Bileşen tepki katsayısı. Tablo-1'den elde edilecektir.

Wt : Yapısal olmayan bileşenin ağırlığı

I_p : Bileşenin önem çarpanı (ASCE 7.10 Bölüm 13.1.3 kapsamında belirlenecektir.)

S_{DS} : Tasarım deprem düzeyi kısa periyod spektral ivme

z : İlgili katın kotu (m)

h : Toplam bina yüksekliği (m)

- 2.2. Bileşen tipine ve bağlantı şekline göre değişiklik gösteren a_p ve R_p katsayıları aşağıdaki tablo yardımıyla belirlenecektir.
- 2.3. Binanın zemin kotunun, binanın oturduğu alana bağlı olarak değişiklik gösterdiği durumlarda; mimari isimlendirmeye bakılmaksızın en düşük seviyedeki nokta zemin kotu olarak kabul edilecektir. Zemin kotunun aşağısında bulunan alanlar zemin kotu seviyesinde kabul edilerek hesaplama yapılacaktır.
- 2.4. Tava ve busbarlar için W/t koruma noktaları arasında yer alan ağırlıklar dikkate alınarak belirlenecektir.

Mekanik veya Elektrik Donanım	a_p	R_p
Havalandırma, ısıtma, soğutma sistemleri gibi sacdan yapılmış mekanik sistemler	2,5	6,0
Su ısıtıcıları, su soğutucuları, ısı değiştirme sistemleri gibi esnek malzemelerden yapılmış mekanik sistemler	1,0	2,5
Motorlar, türbinler, pompalar, kompresörler, vb. elemanlar	1,0	2,5
Asansörler ve yürüyen merdiven aksamları	1,0	2,5
Jeneratörler, transformatörler, ve benzeri elektrik donanımları	1,0	2,5
İnce sacdan yapılmış kontrol panelleri, enstrüman kabineleri, bağlantı ve değiştirme kutuları ve benzeri donanımlar	2,5	6,0
Haberleşme ekipmanları, bilgisayarlar, cihazlar ve kontrol sistemleri	1,0	2,5
Ağırlık merkezinin altından yatay olarak desteklenen çatıya inşa edilmiş bacalar, kuleler, soğutma ve elektrik sistemleri	2,5	3,0
Ağırlık merkezinin üstünden yatay olarak desteklenen çatıya inşa edilmiş bacalar, kuleler, soğutma ve elektrik sistemleri	1,0	2,5
Aydınlatma sistemleri	1,0	1,5
Diğer mekanik ve elektrik sistemler	1,0	1,5
Titreşim yalıtımı uygulanmış donanımlar	2,5	2,5
İçinden yalıtılmış donanımlar	2,5	2,0
Titreşim yalıtımlı askı sistemleri tarafından taşınan veya içinden yalıtılmış asılı donanımlar	2,5	2,5
Şekil değiştirme kapasitesi düşük malzemelerden (örneğin dökme demir, cam, rijit plastik gibi) yapılmış boru ve tüp sistemleri	2,5	3,0
Şekil değiştirme kapasitesi yüksek malzemelerden yapılmış ve birbirine kaynak veya sert lehimle bağlanmış kanal dağıtım sistemleri	2,5	9,0
Şekil değiştirme kapasitesi yüksek malzemelerden yapılmış ve birbirine kaynak veya sert lehim dışında maddelerle bağlanmış kanal dağıtım sistemleri	2,5	6,0
Şekil değiştirme kapasitesi düşük malzemelerden (örneğin dökme demir, cam, rijit plastik gibi) yapılmış kanal dağıtım sistemleri	2,5	3,0
Elektrik iletim boruları, su boruları, rijit olarak bağlanmış kablo tepsileri	1,0	2,5
Asılı kablo tepsileri	2,5	6,0

Tablo-1: Sistemler İçin a_p ve R_p Değerleri (ASCE-7-10 Tablo 13.6.1)

$$S_{DS} = \frac{2}{3} F_a S_s$$

S_{kat} : Etkin kat ivme katsayısı

S_{DS} : Tasarım deprem düzeyi kısa periyod spektral ivme

S_s : Kısa periyod için spektral ivme

F_a : Kısa periyod zemin büyütme katsayısı.

z : İlgili katın kotu (m)

h : Toplam bina yüksekliği (m)

2.6. S_s değerinin belirlenmesinde; Kandilli Rasathanesi tarafından resmi olarak yayınlanmış ve hesaplamanın yapıldığı tarihte güncel olan veriler ve/veya "Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği" içinde yer alan veriler kullanılacaktır.

2.7. Zemin büyütme katsayıları Tablo-2'de tanımlanmıştır. Zemin sınıfı, projeye ait jeofizik raporundan alınarak, S_s değerine karşılık gelen F_a katsayısı interpolasyon (doğrusal) yapılarak belirlenecektir.

Zemin Sınıfı	Kısa Periyod Zemin Katsayısı, F_a				
	Kısa Periyod İçin Spektral İvme Değeri				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	-	-	-	-	-

Tablo-2: Zemin Katsayısı " F_a " nın belirlenmesi (ASCE-7-10 - Tablo 11.4.1)

3. Kablo Tavalarının ve Busbarların Sismik Yüklere Karşı Korunması

- 3.1. Yüksek-orta gerilim kablo tavaları için tasarım deprem yükü hesabı yapılarak yatay ve düşey kuvvetler hesaplanacaktır. Sismik askı noktaları arası izin verilebilecek maksimum mesafeler enlemesine 9 metre ve boylamasına 18 metre olacaktır.
- 3.2. Kritik tesisat birleşenlerini (yangın tesisatını enerji hatları, acil durum güç üniteleri gb) besleyen kablo tavaları için tasarım deprem yükü hesabı yapılarak yatay ve düşey kuvvetler hesaplanacaktır. Sismik askı noktaları arası izin verilebilecek maksimum mesafeler enlemesine 9 metre ve boylamasına 18 metre olacaktır.
- 3.3. 3.3 nolu maddedinin haricinde kalan kablo tavaları için tasarım deprem yükü hesabı yapılarak yatay ve düşey kuvvetler hesaplanacaktır. Sismik askı noktaları arası izin verilebilecek maksimum mesafeler enlemesine 9 metre ve boylamasına 18 metre olacaktır.
- 3.4. Busbarlar için tasarım deprem yükü hesabı yapılarak yatay ve düşey kuvvetler hesaplanacaktır. Sismik askı noktaları arası izin verilebilecek maksimum mesafeler enlemesine 9 metre ve boylamasına 18 metre olacaktır.
- 3.5. Yapısal olmayan bileşen ağırlığının hesaplanmasında; tavalarda içindeki yer alan kabloların ve tavanın ağırlığı beraber dikkate alınacaktır. İstenirse kablo ağırlığı olarak, tavanın maksimum ağırlık taşıma kapasitesinin % 80'i (imalatlarda tavanın maksimum ağırlık taşıma kapasitesinin % 80'inden fazla yükleme yapılmaması kaydıyla) kullanılabilir. Busbarlar için ilgili busbarın ağırlığı dikkate alınacaktır.
- 3.6. İlgili tava ve busbarların açışal dönüş yaptığı durumlarda dönüş yapılan noktanın 60 cm öncesinde ve dönüş yapılan noktanın 60 cm sonrasında koruma noktası oluşturulacaktır.
- 3.7. İlgili tava ve busbarların dilatasyon geçişlerinde, dilatasyonun başlangıç noktasının 60 cm öncesinde ve dilatasyon bitiş noktasının 60 cm sonrasında koruma noktası oluşturulacaktır.
- 3.8. İlgili tava ve busbarların; tek başına üst noktalarından veya tij ve profil olarak imal edilmiş konsollar üzerinde taşınması durumunda, tava ve busbarın üst kotu ile statik taşıyıcısının bağlandığı yapı elemanı arasındaki mesafenin 30 cm veya daha az olması şartıyla, ilgili tava ve busbar hattının bu şartı aralıksız sağlayan bölümü (bu bölüm içinde 30 cm hiçbir suretle aşılmamış olacaktır) boyunca koruma yapılmayabilir. Ancak bu durumda, askılamada kullanılan askı elemanlarının moment oluşturmayacak tipte olması ve burkulmaya karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Koruma yapılan

alanlardan bu korumasız alanlara geçilirken geçişin 60 cm öncesinde; bu korumasız alanlardan koruma yapılacak alanlara geçilirken geçişin 60 cm sonrasında koruma noktası oluşturulacaktır.

- 3.9.** İlgili tava ve busbarların depreme karşı korunmasında ön gerilmeli, elastikiyeti alınmış, sismik askılama uygulamaları için UL listeli, çelik halatlardan imal edilmiş halat setleri kullanılabilir. Bu kapsamda ilgili ekipmanlar koruma noktalarının iki tarafına tercihen 45° ile monte edilmelidir. Ancak imalat zorluklarının olduğu durumlarda 30° ile 60° arasında açılarda montaj yapılabilecektir. Ancak hiçbir durumda bu montaj açısı aralığı aşılmayacaktır.
- 3.10.** Halat seti seçiminde; 45° bağlantı için ilgili kuvvetinin 1.41 katı, 30° ile 60° arasındaki bağlantı için ilgili kuvvetinin 2 katı büyüklüğünde kuvvet dikkate alınacaktır. Belirlenecek bu kuvvet seçilecek halatın güvenli çalışma değerinden büyük olmayacaktır.
- 3.11.** Halat setlerinde kullanılan sismik halatlar, “*Sismik askılama uygulamaları için UL listeli*” olmak zorundadır. Kullanılan halatların sismik askılama uygulamaları için mevcut UL onayının belgelenmesi ve UL veri tabanından kontrol edilmesi gerekmektedir. Sismik halat setlerinin imalatında sismik askılama uygulamaları için UL listeli olmayan halatlar kesinlikle kullanılmamalıdır. Ayrıca bu setlerin izin verilen güvenli çalışma değerleri ürün kataloğunda belirtilmiş olacaktır. Halat setleri, sahada kolay kullanım ve kontrol kolaylığı için renk kodlarına sahip olacaktır. Halat setlerinin montajı esnasında kolay kurulum bağlantı elemanları kullanılmamalı, halatlar sıkıştırma (swaging) yöntemi ile monte edilmelidir. Sismik halat montajında kullanılacak bağlantı elemanlarının kopma dayanımı en az kullanılan sismik halatın kopma dayanımına eşit olmalıdır.

Sismik Halat	Sismik Halat Kodu	Çap (mm)	Renk Kodu	Kopma Mukavemeti (kg)	UL Yüğü (Newton)
#12 Sismik Çelik Halat	CSB12CBL	2,40	Kırmızı	408.2	2.668
#18 Sismik Çelik Halat	CSB18CBL	3,20	Beyaz	748.3	4.893
#36 Sismik Çelik Halat	CSB36CBL	4,80	Mavi	1814.1	12.455
#48 Sismik Çelik Halat	CSB48CBL	6,00	Sarı	2993.7	20.461

- 3.12.** İhtiyaç olması durumunda; ilgili tava ve busbarlar için statik taşıyıcı olarak tij kullanılıyor ise, deprem sınırlama yapılan koruma noktalarında tij çapı ve uzunluğuna bağlı olarak eğilme momentlerine karşı güçlendirilmesi amacıyla tij güçlendiriciler kullanılacaktır.
- 3.13.** İlgili tava ve busbarlar için statik taşıyıcı bağlantı noktalarında ve/veya koruma noktalarında ankraj için kullanılması düşünülüyorsa seçilen dübellerin ETA C1 yada C2 onaylı olacaktır.

4. Trafoların Korunması

- 4.1.** Trafolar için, tasarım deprem yükü hesabı yapılarak yatay ve düşey kuvvetler hesaplanacaktır. Trafolar; bu kuvvetlere karşı koyacak şekilde sabit olarak zemine bağlanacaktır.
- 4.2** 4.1. maddesinde yer alan tedbirlere ilave olarak UL listeli çelik halatlardan imal edilmiş halat setleri kullanılacaktır. Bu kapsamda ilgili ekipmanlar koruma noktalarının iki tarafına tercihen 45° ile monte edilmelidir. Ancak imalat zorluklarının olduğu durumlarda 30° ile 60° arasında açılarda montaj yapılabilecektir. Ancak hiçbir durumda bu montaj açısı aralığı aşılmayacaktır.
- 4.3.** Halat seti seçiminde; 45° bağlantı için ilgili kuvvetinin 1.41 katı, 30° ile 60° arasındaki bağlantı için ilgili kuvvetinin 2 katı büyüklüğünde kuvvet dikkate alınacaktır. Belirlenecek bu kuvvet seçilecek halatın izin verilen güvenli çalışma değerinden (allowed design strength) büyük olmayacaktır.
- 4.4.** Halat setleri, “Sismik askılama uygulamaları için UL listeli” olmak zorundadır. Halat setlerinin sismik askılama uygulamaları için mevcut UL onayının belgelenmesi ve UL veritabanından kontrol edilmesi gerekmektedir. Sismik halat setlerinin imalatında sismik askılama uygulamaları için UL listeli olmayan halatlar kesinlikle kullanılmamalıdır. Ayrıca bu setlerin izin verilen güvenli çalışma değerleri ürün kataloğunda belirtilmiş olacaktır. Halat setleri, sahada kolay kullanım ve kontrol kolaylığı için renk kodlarına sahip olacaktır.

Sismik Halat	Sismik Halat Kodu	Çap (mm)	Renk Kodu	Kopma Mukavemeti (kg)	UL Yüğü (Newton)
#12 Sismik Çelik Halat	CSB12CBL	2,40	Kırmızı	408.2	2.668
#18 Sismik Çelik Halat	CSB18CBL	3,20	Beyaz	748.3	4.893
#36 Sismik Çelik Halat	CSB36CBL	4,80	Mavi	1814.1	12.455
#48 Sismik Çelik Halat	CSB48CBL	6,00	Sarı	2993.7	20.461

4.7. Ankraj için kullanılması düşünülüyorsa seçilen dübellerin ETA C1 yada C2 onaylı olacaktır.

5. Orta Gerilim Hücreler, Dikili Tip Elektrik Ana Panolar, UPS-Akü Grupları ve Jeneratör Yakıt Tankının Korunması

5.1. Orta gerilim hücreler, dikili tip elektrik ana panolar, UPS-akü grupları ve jeneratör yakıt tankı için tasarım deprem yükü hesabı yapılarak yatay ve düşey kuvvetler hesaplanacaktır. Bu kuvvetlere karşı koyacak şekilde sabit olarak zemine bağlanacaktır.

5.2 5.1. maddesinde yer alan tedbirlere ilave olarak deprem sınırlayıcı çelik halat setleri kullanılacaktır. Bu kapsamda ilgili ekipmanlar koruma noktalarının iki tarafına tercihen 45° ile monte edilmelidir. Ancak imalat zorluklarının olduğu durumlarda 30° ile 60° arasında açılarda montaj yapılabilecektir. Ancak hiçbir durumda bu montaj açısı aralığı aşılmayacaktır.

5.4. Halat setleri, sismik askılama uygulamaları için UL listeli olmak zorundadır. Halat setlerinin “Sismik askılama uygulamaları için mevcut UL” onayının belgelenmesi ve UL veri tabanından kontrol edilmesi gerekmektedir. Sismik halat setlerinin imalatında sismik askılama uygulamaları için UL listeli olmayan halatlar kesinlikle kullanılmamalıdır. Ayrıca bu setlerin izin verilen güvenli çalışma değerleri (allowed design strength) kgf olarak ürün kataloğunda belirtilmiş olacaktır. Halat setleri, sahada kolay kullanım ve kontrol kolaylığı için renk kodlarına sahip olacaktır. Halat setlerinin montajı esnasında kolay kurulum bağlantı elemanları kullanılmamalı, halatlar sıkıştırma (swaging) yöntemi ile monte edilmelidir. Sismik halat montajında kullanılacak bağlantı elemanlarının kopma dayanımı en az kullanılan sismik halatın kopma dayanımına eşit olmalıdır.

Sismik Halat	Sismik Halat Kodu	Çap (mm)	Renk Kodu	Kopma Mukavemeti (kg)	UL Yüğü (Newton)
#12 Sismik Çelik Halat	CSB12CBL	2,40	Kırmızı	408.2	2.668
#18 Sismik Çelik Halat	CSB18CBL	3,20	Beyaz	748.3	4.893
#36 Sismik Çelik Halat	CSB36CBL	4,80	Mavi	1814.1	12.455
#48 Sismik Çelik Halat	CSB48CBL	6,00	Sarı	2993.7	20.461

5.5. Ankraj için kullanılması düşünülüyorsa seçilen dübellerin ETA C1 yada C2 onaylı olacaktır.

6. Jeneratörlerin Korunması

6.1. Jeneratörler; tasarım deprem yükü hesabı yapılarak yatay ve düşey kuvvetler hesaplanacaktır. Bu kuvvetlere karşı deprem açıdan sınırlandırılmış izolatörler veya açık tip izolatörlerle birlikte kullanılacak sismik sınırlandırıcılar kullanılarak korunacaktır.

6.2. 4.6.1. maddesi kapsamında yapılacak koruma Çelik Yaylı Deprem ve Titreşim İzolatörleri veya Sylomer malzemedan titreşim izolatörleri kullanılarak gerçekleştirilecektir. Bu malzemeler aşağıda tanımlara uygun olacaktır.

Çelik Yaylı Deprem ve Titreşim İzolatörleri: Tüm yönlerden gelen deprem yüklerine karşı tasarlanmış çelik muhafazası olan, ayarlanabilir tip yaydan oluşan izolatörlerdir. Deprem hareket sırasında birbirine değebilecek yüzeylerin arası, ekipmanı korumak amacıyla esnek elastomer malzeme ile desteklenecektir. Somun ve civatalar korozyona karşı çinko kaplı olacaktır. Tabandaki levha binaya uygun civatalamaya izin verecektir. Bağlantının tamamı, uygulanan deprem yükten daha büyük yükleri karşılamasına uygun olacaktır. İlgili izolatörlerin, kapasite değerleri kataloğunda belirtilmiş olacaktır.

Sylomer Titreşim İzolatörleri: Sylomer malzemedan imal izolatörlerdir. Yüksek frekanslı titreşimlerin yalıtımı için kullanıma uygun Sylomer pedlerin kapasite değerleri kgf olarak kataloğunda belirtilmiş olacaktır.

6.3. 6.1 ve 6.2 maddesinde yer alan tedbirlere ilave olarak deprem sınırlayıcı çelik halat setleri kullanılacaktır. Bu kapsamda ilgili ekipmanlar koruma noktalarının iki tarafına tercihen 45° ile monte edilmelidir. Ancak imalat zorluklarının olduğu durumlarda 30° ile 60° arasında açılarda montaj yapılabilecektir. Ancak hiçbir durumda bu montaj açısı aralığı aşılmayacaktır.

6.4. Halat seti seçiminde; 45° bağlantı için ilgili kuvvetinin 1.41 katı, 30° ile 60° arasındaki bağlantı için ilgili kuvvetinin 2 katı büyüklüğünde kuvvet dikkate alınacaktır. Belirlenecek bu kuvvet seçilecek halatın güvenli çalışma değerinden büyük olmayacaktır.

6.5. Halat setleri, sismik askılama uygulamaları için UL listeli olmak zorundadır. Halat setlerinin "Sismik askılama uygulamaları için mevcut UL" onayının belgelenmesi ve UL veritabanından kontrol edilmesi gerekmektedir. Sismik halat setlerinin imalatında sismik

askılama uygulamaları için UL listeli olmayan halatlar kesinlikle kullanılmamalıdır. Ayrıca bu setlerin izin verilen güvenli çalışma değerleri (allowed design strength) kgf olarak ürün kataloğunda belirtilmiş olacaktır. Halat setleri, sahada kolay kullanım ve kontrol kolaylığı için renk kodlarına sahip olacaktır. Halat setlerinin montajı esnasında kolay kurulum bağlantı elemanları kullanılmamalı, halatlar sıkıştırma (swaging) yöntemi ile monte edilmelidir. Sismik halat montajında kullanılacak bağlantı elemanlarının kopma dayanımı en az kullanılan sismik halatın kopma dayanımına eşit olmalıdır.

6.7. Ankraj için kullanılması düşünülüyorsa seçilen dübellerin ETA C1 yada C2 onaylı olacaktır.

7. Duvara Monte Tip Tali Elektrik Panolarının Korunması

7.1. Duvara monte tip tali elektrik panoları için; tasarım deprem yükü hesabı yapılarak yatay ve düşey kuvvetler hesaplanacaktır. Bu kuvvetlere karşı uygun dayanıma sahip dübel ve bağlantı elemanı seçimi yapılarak montaj gerçekleştirilecektir.

7.3. Ankraj için kullanılması düşünülüyorsa seçilen dübellerin ETA C1 yada C2 onaylı olacaktır.