



T.C.
ULAŖTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIğI
KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜğÜ
SANAT YAPILARI DAİRESİ BAŖKANLIđI



ULAŖIM VE DAğITIM TESİSLERİ İÇİN
DEPREM YÖNETMELİKLERİ HAZIRLANMASI
VE MÜŖAVİRLİK HİZMETLERİ DANIŖMANLIK
HİZMET ALIMI İŖİ

**YÜKSEL
PROJE**

**NİHAİ RAPORA ESAS TASLAK RAPOR
(ARA RAPOR-3)**

**Elektrik İletim Sistemleri ve İletişim Tesisleri
(Sektör: Dağıtım Tesis ve Sistemleri – B2 - B3)**

MAYIS 2019

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	1
BÖLÜM A – TRAFİKO MERKEZLERİNDE BULUNAN ELEKTRİKSEL DONANIMLARIN DEPREM GÜVENLİĞİ	3
A.1 – GENEL HÜKÜMLER	3
A.1.1 Amaç ve Kapsam	3
A.1.2 Genel İlkeler	3
A.1.3 Tanımlar	3
A.1.4 Terimler: Elektrik Donanımları ve İngilizce Karşılıkları	4
A.2 – DEPREM ETKİSİ	5
A.2.1 Deprem Yer Hareketi Düzeyleri	5
A.2.2 Deprem Yer Hareketi Spektrumları	5
A.2.3 Deprem Yer Hareketi Kayıtları	5
A.3 – ELEKTRİK DONANIMI DEPREM YETERLİLİK DÜZEYLERİ	7
A.3.1 Gerekli Olan Deprem Yeterlilik Düzeylerinin Belirlenmesi	7
A.3.2 Elektrik Donanımı Deprem Yeterlilik Düzeyleri	7
A.4 – YETERLİLİK DÜZEYLERİNİ BELİRLEME YÖNTEMLERİ	7
A.4.1 Deneysel Yöntemler	8
A.4.1.1 Rezonans Frekansı Tarama Testi	9
A.4.1.2 Vurulu Harmonik Sarsma Testi	9
A.4.1.3 Sarsma Tablası Deprem Testi	9
A.4.1.4 Statik Çekme Testi	10
A.4.1.5 Kompozit Yalıtıcı ve Buşing Testleri	10
A.4.2 Hesap Yöntemleri	10
A.4.2.1 Basit Kontrol Yöntemi	10
A.4.2.2 Statik Analiz Yöntemi	10
A.4.2.3 Statik Katsayı Yöntemi	11
A.4.2.4 Dinamik Analiz Yöntemi	11
A.5 – DEPREM TASARIMI VE DEPREM YETERLİLİĞİ DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN GENEL UYGULAMA ÖZETİ	12
A.6 – ELEKTRİK DONANIMI İÇİN YETERLİLİK ÖLÇÜTLERİ	13
A.6.1 Genel Yeterlilik Ölçütleri	13
A.6.2 Özel Yeterlilik Ölçütleri	14
A.6.2.1 Yalıtıcı	14
A.6.2.2 Ayırıcı	15
A.6.2.3 Devre Kesici	16
A.6.2.4 Trafo	17
A.6.2.5 Sıvı Yalıtkanlı Reaktör	17
A.6.2.6 Hava Yalıtkanlı Reaktör	18
A.6.2.7 Ölçü Trafosu	18
A.6.2.8 Devre Anahtarı	19
A.6.2.9 Asılı Donanım	20
A.6.2.10 İstasyon Bataryaları ve Batarya Rafları	20
A.6.2.11 Kablo Başlığı	21
A.6.2.12 Parafudur	21
A.6.2.13 Metal Muhafazalı Trafo	22
A.6.2.14 Gaz Yalıtkanlı Şalt Sistemi (GIS)	22
A.6.2.15 Şönt Reaktörü	23
A.6.2.16 Diğer Elektriksel Donanımlar	24
A.7– ELEKTRİKSEL DONANIMIN SAHADA YERLEŞTİRİLMESİ	24
A.7.1 Asılı Donanım	24
A.7.2 İletkenle Birbirine Bağlı Elektriksel Donanım	25
A.7.3 Elektriksel Donanıma Ait Destek Sistemleri	26
A.7.4 Elektriksel Donanımın Mesnet Ankrası	27
A.7.5 Taban Yalıtımı	27
BÖLÜM B – TRAFİKO MERKEZİNDE BULUNAN YAPI SİSTEMLERİNİN DEPREM TASARIMI	28
B.1 – GENEL HÜKÜMLER	28



B.1.1 Amaç ve Kapsam	28
B.1.2 Genel İlkeler.....	28
B.2 – DEPREM ETKİSİ	28
B.3 – HİZMET BİNALARININ DEPREM TASARIMI.....	28
B.4 – ÇELİK YAPI SİSTEMLERİNİN DEPREM TASARIMI	28
B.5 – TEMELLER VE DAYANMA YAPILARI	30
BÖLÜM C – İLETİM DİREKLERİNİN DEPREM TASARIMI.....	30

TASLAK

BÖLÜM A – TRAFÖ MERKEZLERİNDE BULUNAN ELEKTRİKSEL DONANIMLARIN DEPREM GÜVENLİĞİ

A.1 – GENEL HÜKÜMLER

A.1.1 Amaç ve Kapsam

Yönetmeliğin bu bölümünde elektrik iletim sistemleri kapsamında olan trafo merkezlerinin elektriksel donanımlarının deprem güvenliği, performansa dayalı ilkeler doğrultusunda değerlendirilmektedir.

Bu Yönetmeliğin temel amacı, trafo merkezlerinde bulunan elektriksel donanımın trafo sahasını etkileyecek depremlerden en az düzeyde etkilenmesini ve deprem sonrası işlevini sürdürmesini sağlamaktır. Yönetmelik kapsamında bu amaçla elektriksel donanımın 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.

Bu Yönetmelik yeni yapılacak trafo merkezleri ile mevcut trafo merkezlerinde yapılacak eklemeleri veya planlanan yeni düzenlemeleri kapsamaktadır. Mevcut trafo merkezlerinde bulunan elektriksel donanımın deprem güvenliğinin artırılması amacıyla yapılacak güçlendirmeler yönetmelik kapsamı dışındadır.

Bu Bölüm kapsamında ele alınan trafo merkezleri elektriksel donanımı, Bölüm A.6.2'de adı geçen birimleri kapsamaktadır.

Ülkemizdeki trafo merkezlerine yerleştirilecek tüm elektriksel donanım, bu Yönetmelikte belirtilen ilgili deprem yeterlilik düzeylerini sağlamak zorundadır.

A.1.2 Genel İlkeler

Trafo merkezi kapsamında yer alan her elektriksel donanımın standart ve uygulanabilir deprem tasarım ilkelerine sahip olması gerekmektedir. Bu tasarım ilkeleri içerisindeki ana başlıklar; deprem etkisinin tanımlanması, elektrik donanımlarının performans düzeylerinin belirlenmesi, elektrik donanımlarının yeterli düzeylerinin belirlenmesi ve bu amaç için kullanılması gereken deneysel ve hesap yöntemleridir.

Herhangi bir elektriksel donanımın söz konusu yeterlik düzeyini bir kez sağlaması yeterlidir. Ancak bir donanımda yapılmış olan değerlendirme sonrasında deprem performansını doğrudan etkileyen değişiklikler yapılmışsa, bu donanımın deprem yeterliliğini tekrar değerlendirilmesi gerekmektedir.

Daha önce başka standartlar ya da yönetmelikler kapsamında (IEEE 693, IEC, ISO) yeterlilik almış bir elektriksel donanım bu Yönetmelik kapsamındaki tüm ölçütleri sağlıyorsa yeterlik düzeyinin bir kez daha irdelenmesi gerekmez.

Yapısal açıdan birbirine çok benzeyen aynı tip elektriksel donanımın oluşturduğu grup içerisinde deprem etkisi açısından en kritik olan donanımın değerlendirilmesi yeterli olacaktır. Eğer seçilen donanım deprem yeterliliğini sağlarsa, aynı gruptaki diğer donanımların da deprem yeterliliğini sağladıkları kabul edilecektir.

A.1.3 Tanımlar

Bu kısım, Yönetmelik kapsamında kullanılmış olan ve trafo merkezlerinin elektriksel donanımlarının ve bu donanımların deprem yeterliliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılan yöntemlere ait ifadelerin ve kavramların tanımlarını içermektedir.

Alçak gerilim (AG): 1 volt ile 1 000 volt (1kV) arası gerilim.

Orta gerilim (OG): 1 kV ile 35 kV arası gerilim.

Yüksek gerilim (YG): 35 kV ile 154 kV arası gerilim.

Çok yüksek gerilim (ÇYG): 154 kV'nin üzeri gerilim.

İki eksenli deprem etkisi: Deprem etkisinin deneylerde bir yatay ve düşey yönde uygulanması.

Üç eksenli deprem etkisi: Deprem etkisinin deney veya hesaplarda birbirine dik iki yatay ve düşey yönde uygulanması.

Gevrek malzeme: Göçme öncesi birim şekildeğiştirme miktarı 0.02'yi aşmayan malzeme.

Sünek malzeme: Göçme öncesi belirgin plastik şekildeğiştirme yapabilen malzeme.

Kompozit malzeme: Yalıtıcılarda kullanılan polimer dolgulu fiber bileşenler.

İlk destek: Bir elektrikselsel donanımın yer üstündeki esas desteği. Donanım kendi başına kurulu ise ilk destek kendi yapısal sistemi ve bağlantısıdır. Başka bir donanım veya yapısal sistem üzerine kurulu ise ilk destek bu donanım veya yapı ile onların bağlantılarıdır.

g: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s²).

Yer ivmesi: Deprem sırasında yerin bir noktasındaki ivmenin belirli bir zamandaki değeri.

Maksimum yer ivmesi (PGA): Yer ivmesinin en yüksek değeri. Bu değer tepki spektrumunda sıfır titreşim periyodundaki değerdir.

Yük aktarma hattı: Donanıma etkiyen kuvvetlerin donanım boyunca etki noktasından donanım bağlantısına kadar izledikleri aktarım hattı.

Rezonans frekansı: Zorlanmış harmonik titreşim yapan bir sistemde en yüksek tepki genliğinin oluştuğu frekans. Bu frekansta tepki ile etki arasındaki faz farkı 90 derece olmaktadır.

Tepki spektrumu: Aynı deprem yer hareketi etkisi altındaki tek dereceli yapısal sistemlerin maksimum tepkilerinin sistem periyodu ile değişimini ifade eden grafiksel eğri.

Esnek Donanım: Rezonans frekansı 33 Hz'den düşük olan donanım.

Rijit Donanım: Rezonans frekansı 33 Hz'den yüksek olan donanım.

A.1.4 Terimler: Elektrik Donanımları ve İngilizce Karşılıkları

Akım trafosu: Current transformer

Asılı donanım: Suspended equipment

Ayırıcı: Disconnect switch/Disconnecter

Bara: Busbar

Bara ağı (sistemi): Buswork

Boru (rijit) bara: Rigid bus

Buşing: Bushing

Conta: Gasket

Devre anahtarı: Circuit switch

Devre kesici: Circuit breaker

Gaz yalıtımlı şalt tesisi: Gas insulated switchgear (GIS)

Gerilim barası: Strain bus

Gerilim trafosu: Voltage transformer

Hat sonu yapısı: Dead-end structure

Hava yalıtımlı reaktör: Air core reactor

İletken: Conductor

Kablo başlığı: Cable terminator (pothead)

Metal muhafazalı anahtarlama elemanı: Metalclad switchgear

Ölçü trafosu: Instrument transformer

Paratoner: Lightning arrester

Parafudur: Surge arrestor

Röle: Relay

Şalt sahası: Switchyard

Şalt tesisi (trafo merkezi): Switchgear

Trafo merkezi: Substation

Yalıtıcı: Insulator

A.2 – DEPREM ETKİSİ

A.2.1 Deprem Yer Hareketi Düzeyleri

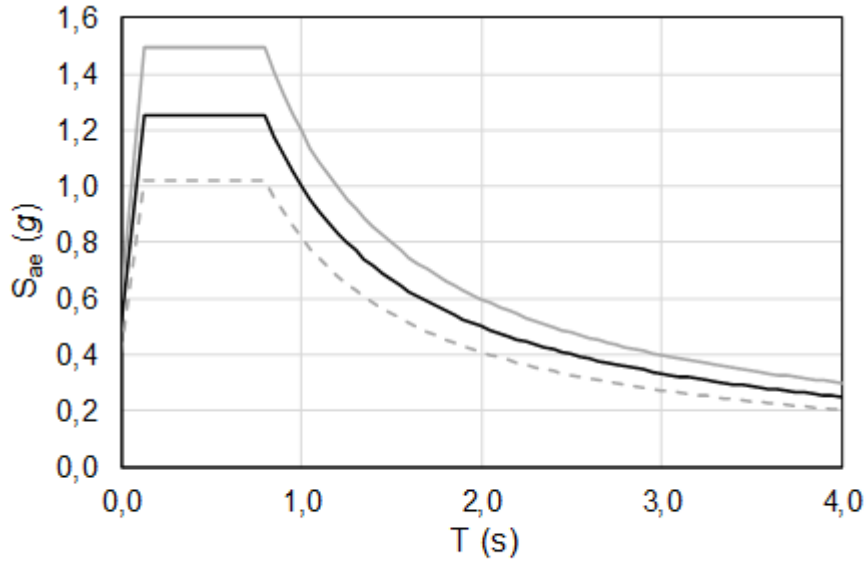
Deprem etkisi iki farklı deprem yer hareketi düzeyi için tanımlanmıştır. Bunlar yüksek ve orta deprem düzeyleridir. Deprem düzeyi, yatay yöndeki maksimum yer ivmesi (PGA) ile belirlenmektedir. Yüksek deprem düzeyine ait $PGA=0.5g$, orta deprem düzeyine ait $PGA=0.25g$ olarak tanımlanmıştır.

A.2.2 Deprem Yer Hareketi Spektrumları

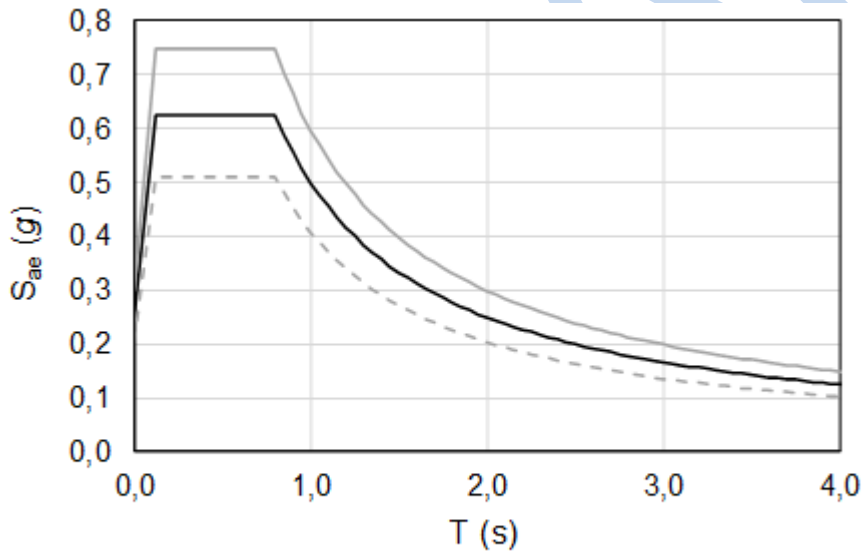
Yüksek ve orta deprem düzeylerine ait standart deprem spektrumları yüzde 2, 5 ve 10 sönüm oranları için aşağıda verilmektedir (bakınız **Şekil 1**). Şekilde verilen standart spektrumlar, sıkı ve orta sıkı zemin özelliklerini temsil etmektedir.

A.2.3 Deprem Yer Hareketi Kayıtları

Yüksek ve orta deprem düzeylerini temsil eden deprem yer hareketi kayıtları, **Şekil 1**'de yüzde 2 sönüm için verilen standart deprem spektrumlarından yararlanılarak zaman tanım alanında elde edilecektir. Deprem yer hareketlerinin tanımlanmasında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) Bölüm 2.5.3'de verilen *Spektral Uyuşum Yöntemi* kullanılacaktır. Elde edilecek deprem yer hareketlerinin kuvvetli kısmının süresi en az 20 saniye olacaktır. Kuvvetli kısmın süresi, ivme-zaman ilişkisinde ivmenin PGA değerinin %25'ine ilk ulaştığı zaman ile son ulaştığı zaman arasındaki farktır. Elde edilen deprem yer hareketi kayıtlarının spektral ivme genlikleri, periyot eksenini boyunca **Şekil 1**'deki standart spektral ivmelerin 5%'inden az, %30'undan fazla olmamalıdır.



— Yüksek Deprem Düzeyi, %5 — Yüksek Deprem Düzeyi, %2
- - - Yüksek Deprem Düzeyi, %10



— Orta Deprem Düzeyi, %5 — Orta Deprem Düzeyi, %2
- - - Orta Deprem Düzeyi, %10

Şekil 1. Yüksek ve orta deprem düzeylerine ait standart deprem spektrumları

A.3 – ELEKTRİK DONANIMI DEPREM YETERLİLİK DÜZEYLERİ

A.3.1 Gerekli Olan Deprem Yeterlilik Düzeylerinin Belirlenmesi

Elektrik donanımları için gerekli olan deprem yeterlilik düzeyleri, trafo sahasının deprem tehlikesine göre, yüksek, orta veya düşük olarak belirlenecektir. Gerekli olan deprem yeterlilik düzeyleri, Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nda tanımlanan 2475 yıllık PGA değerlerine göre trafo sahaları için aşağıda sınıflanmıştır.

PGA \geq 0.5g : Yüksek yeterlilik düzeyi

0.1g \leq PGA < 0.5g : Orta yeterlilik düzeyi

PGA < 0.1g : Düşük yeterlilik düzeyi

2475 yıllık PGA değerlerinin Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan elde edilebilmesi için trafo sahasının coğrafi koordinatlarının ve zemin türünün belirlenmesi gerekmektedir. Zemin türü, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde tanımlanan yöntemlerle belirlenecektir.

Deprem yer hareketi düzeyinin belirlenmesinde kullanılacak PGA değeri, Türkiye Deprem Tehlike Haritası (<https://tdth.afad.gov.tr/>) kullanılarak aşağıda verilen yöntemle tespit edilecektir:

- Trafo sahasının coğrafi koordinatları ile haritaya girilecektir.
- Trafo sahasındaki deprem yer hareketi düzeyi olarak DD-1 seçilecektir.
- Yerel zemin sınıfı tanımlanacaktır.
- Raporlama tamamlanarak trafo sahasının PGA değeri elde edilecektir.

A.3.2 Elektrik Donanımı Deprem Yeterlilik Düzeyleri

Elektrik donanımlarının deprem yeterlilik düzeyleri, yüksek, orta ve düşük olarak sınıflanır. Donanımların deprem yeterlilikleri, yüksek yeterlilik düzeyi için yüksek deprem düzeyindeki deprem etkisi altında, orta yeterlilik düzeyi için orta deprem düzeyindeki deprem etkisi altında belirlenir.

Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur. Ancak donanımın ankraji için uyulması gereken basit kurallar vardır. Ankraj tasarımı donanımın kütle merkezine yatay yönde ağırlığın %20'si, düşey yönde ağırlığın %16'sı uygulanarak TS-500'e göre yapılacaktır. Uygulanan kuvvetlerinin donanım mesnetine yük aktarma hattı boyunca basit bir yük aktarma mekanizması ile iletilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca birbiri ile bağlantılı donanımların bağlantı noktalarında yeterli miktarda gevşeklik ve esneklik bulunmalıdır.

A.4 – YETERLİLİK DÜZEYLERİNİ BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Yeterlilik düzeylerini belirlemek için hem deneysel yöntemler (Madde A.4.1), hem de hesap yöntemleri (Madde A.4.2) kullanılmaktadır. Deneysel yöntemler sadece kritik öneme haiz donanım için uygulanmaktadır. Diğer donanım için analitik model oluşturularak yapılan hesaplar yeterli olmaktadır.

Gerek deneysel yöntemlerle, gerekse hesap yöntemleriyle yeterlilik düzeyi belirlenecek olan donanım servis koşullarında değerlendirilecektir. Servis koşulları donanımın dinamik davranışını etkileyebilecek işletme basıncını, donanımın bağlantılarını ve mesnet koşullarını içermektedir. Mesnet koşullarının deney düzeneğinde tam olarak oluşturulmasının mümkün olmadığı durumlarda mesnet yapısı geçerliliği hesapla kanıtlanan eşdeğer, ama daha basit bir sistemle temsil edilebilir.

Elektriksel donanımın yeterliliğinin deneysel yöntemler veya hesap yöntemleri ile değerlendirilmesi esnasında deprem etkisinin belirlenmesi için deprem spektrumları kullanılır

(Madde **A.2**). Elde edilen spektral ivme değerleri, donanımın salınım periyodu ile sönüm oranına bağlıdır. Salınım periyodu 0.03 saniyeden düşük olan donanımlar için hesaplamalarda doğrudan maksimum yer ivmesi (PGA) değerleri kullanılacaktır.

Deneylerde ölçülen veya analiz ile hesaplanan kuvvetler ve gerilmeler deprem, sabit yük, basınç ve normal işletme yüklerinin etkilerini içermelidir. Yük kombinasyonları (YK), kullanılan yaklaşım (emniyet gerilmeleri yöntemi veya yük ve dayanım katsayıları yöntemi) çerçevesinde farklı şekilde ele alınacaktır. Emniyet gerilmeleri yöntemi için Denklem 1 kullanılacaktır.

$$YK = 1.0 \times G + 1.0 \times E + 1.0 \times S$$

(1)

Denklemde G ölü yükleri, E deprem etkisini ve S servis yüklerini temsil etmektedir. Yük ve dayanım katsayıları yöntemi için ise Denklem 2 kullanılacaktır.

$$YK = 1.2 \times G + 1.4 \times E + 1.0 \times S$$

(2)

Gerek deneysel yöntemlerle, gerekse analiz yöntemleriyle yeterlilik düzeyi belirlenirken uygulanacak olan en son adım, elde edilen kuvvet/gerilme değerleri ile güvenli kuvvet/gerilme değerlerinin karşılaştırılması olacaktır. Elde edilen değerler, izin verilen değerleri geçemez. İzin verilen değerler elde edilirken aşağıdaki hususlar dikkate alınacaktır:

a) Porselen malzeme için; kuvvet/gerilme değerleri, nihai kuvvet/gerilme değerlerinin %50'sini geçemez.

b) Kompozit malzeme için; yalıtkanlar söz konusu olduğunda, kuvvet/gerilme değerleri mekanik tasarım yükü altında elde edilen değerlerin %50'sini geçemez. Kompozit buşing yalıtıcılarına sarsma tablası deneyi veya dinamik analiz uygulanması durumunda, donanımın tepe noktasındaki maksimum yerdeğiştirmeler voltaj seviyelerine göre belirlenecektir. Buna göre maksimum yerdeğiştirme; 35 kV ile 154 kV arasındaki donanımlar için 20 santimetre, 154 kV üzerindeki donanımlar için 30 santimetre olarak alınacaktır. Bu yerdeğiştirmelere temelin veya destekleyici sistemin ötelemeleri veya dönmeleri dahil değildir.

c) Çelik malzeme için; TS648 ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı; Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik'te verilen değerler kullanılacaktır.

d) Alüminyum malzeme için; TS EN 755-1, 755-2 ve diğer ilgili standartlarda verilen değerler kullanılacaktır.

e) Diğer malzemeler için; eğer malzeme gevrekse, elde edilen gerilme değerleri nihai gerilme değerlerinin %50'sini geçemez. Eğer malzeme sünekse, elde edilen gerilme değerleri akma gerilme değerlerinin %50'sini geçemez. Bu durumda burkulmaya karşı güvenlik faktörü 1.7 olarak alınacaktır.

Yeterliliğin belirlenmesi aşamasında donanım özellikleri dikkate alınmalıdır. Daha uzun, daha ağır ve yüksek gerilim seviyesine sahip donanımlar deprem esnasında daha kritik kuvvetlere ve yerdeğiştirmelere maruz kalırlar. Bu nedenle, bu tip donanımlar için basit değerlendirme yöntemleri kullanılamaz.

Donanımın deprem esnasında ve sonrasında işlevselliğini koruması, donanımın sistem içindeki göreceli önemi ve kabul edilen risk seviyesi ile doğrudan bağlantılıdır. Bu husus, tüm elektriksel donanım için ayrı ayrı değerlendirilmiştir (Madde **A.6**).

A.4.1 Deneysel Yöntemler

Donanım yeterliliğinin belirlenmesi için dört farklı deneysel yöntem kullanılacaktır. Bu yöntemler; rezonans frekansı tarama testi, vurulu harmonik sarsma testi, sarsma tablası deprem testi ve statik çekme testidir. Statik çekme testi dışındaki ilk üç test deprem laboratuvarlarında sarsma tablası üzerinde uygulanacaktır.

Deneysel yöntemlerin uygulandığı donanımın son bağlantı noktalarına 154-380 kV arası için 7 kg sabit kütle eklenmelidir. Bu kütleler donanımla birlikte hareket eden iletken bağlantılarını temsil etmektedir.

A.4.1.1 Rezonans Frekansı Tarama Testi

Rezonans frekans tarama testi, başlı başına bir yeterlilik testi olarak kabul edilmez. Bu test sadece donanımın titreşim frekansının (ve sönüm oranının) hesaplanması için sarsma tablası testi öncesi ve/veya sonrası yapılacaktır.

Sarsma tablası üzerinde yapılan testte donanıma harmonik taban hareketi uygulanır. Taban hareketinin harmonik frekansı, donanımın beklenen rezonans frekansının artı/eksi en az 1 Hz aralığında 0.1 Hz aralıklarla değiştirilerek donanımın rezonansa ulaşması sağlanır. Harmonik taban hareketinin genliği 0.1g olacaktır. 33 Hz üzerinde frekans taraması yapmak gerekli değildir.

Elde edilen frekans tarama verileri kullanılarak donanımın sönüm oranı hesaplanır. Donanımın genlik-frekans (veya periyot) ilişkisi genlik spektrumu olarak elde edilir. Bu eğriden yararlanılarak rezonans genliğindeki değer yarisındaki spektrum bant genişliği kullanılarak donanımın sönüm oranı hesaplanır.

Eğer donanımın titreşimsel frekansında deney öncesine göre %20'nin üzerinde bir değişim varsa, donanımın uğradığı hasar detaylı olarak incelenecektir. Ancak tek başına bu durum donanımın yeterlilik testinde başarısız olarak değerlendirilmesine yol açmaz.

A.4.1.2 Vurulu Harmonik Sarsma Testi

Vurulu harmonik sarsma testi, donanım rezonans frekansının daha düşük frekanslarla birleştirilmesinden oluşan sinüs darbeleri altında sarsma tablasında gerçekleştirilir. Test iki aşamada uygulanır. İlk aşamada A.4.1.1'de verilen rezonans frekansı tarama testi uygulanarak test edilen donanımın rezonans frekansı bulunur. İkinci aşamada donanımın rezonans frekansındaki harmonik hareketin daha düşük frekanstaki bir harmonik hareket ile modülasyonu sonucunda vurulu harmonik hareket elde edilerek donanıma uygulanır. Elde edilen yer hareketinde en az 10 adet rezonans vurusu bulunmalıdır. Yer hareketinin maksimum genliği yüksek yeterlilik düzeyi için 0.50g, orta yeterlilik düzeyi için 0.25g olacaktır.

Vurulu harmonik sarsma testi her iki yatay ve düşey yönde ayrı ayrı uygulanır. Yatay yöndeki testlerde yatay hareket ile aynı fazda düşey yönde vurulu hareket de uygulanır. Düşey yöndeki hareketin maksimum genliği, maksimum yatay hareket genliğinin %80'i kadar olacaktır. Düşey yöndeki testte ise sadece düşey yön rezonans frekansı için elde edilen vurulu hareket uygulanır, ancak maksimum düşey genlik ilgili yeterlilik düzeyi genliğinin %80'ine eşit olacaktır.

Emniyet gerilmeleri yönteminin kullanılması durumunda, emniyetli değerler 1.8 katsayısı ile çarpılacaktır. Yük ve dayanım katsayıları yöntemi kullanılması durumunda ise bu katsayı 1.0 olarak alınacaktır.

A.4.1.3 Sarsma Tablası Deprem Testi

Sarsma tablası deprem testi, donanım deprem performansının dinamik olarak ölçülmesi ve yeterliliğinin belirlenmesi için uygulanır. Sarsma tablası testinde kullanılacak yer hareketi kayıtları, hedeflenen yeterlilik düzeyi için tanımlanmış %2 sönümlü ivme spektrumu ile uyumlu olarak A.2.3'e göre türetilen olacaktır. Deney sırasında tabla üzerinde ölçülen hareketin ivme spektrumunun donanımın doğal titreşim (rezonans) frekansındaki değeri, hedef ivme spektrumundaki aynı değer %12'sinden daha farklı olmayacaktır.

Sarsma tablası testinde deprem yer hareketi üç eksenli olarak uygulanacaktır. Düşey yönde uygulanacak taban ivmesi, yatay yönde türetilen taban ivmesi kaydının 0.8 ile ölçeklenmesi ile elde edilecektir. İki yatay yöndeki etkileşimin belirgin olmadığı ispatlanması durumunda sarsma tablası testi bir yatay ve düşey taban ivme bileşeni uygulanarak da yapılabilir. Bu

durumda deprem testi her iki yatay yönde bağımsız olarak uygulanacak veya deney donanımı yatay asal eksenine göre 45 derece döndürülerek sarsma tablasına yerleştirilecek ve yatay ivme kaydı 1.4 ile ölçeklenerek arttırılacaktır.

Elektriksel donanım ile sarsma tablası arasındaki bağlantı gerçek saha koşullarını temsil etmelidir. Deneyler esnasında ankraj bölgelerinde oluşan gerilmeler ölçülmelidir.

Sarsma tablası deneyi öncesinde elektriksel donanım üzerine yerleştirilecek olan ölçme cihazlarının, deprem etkisinin en kritik olduğu bölgelere yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. Ayrıca mesnetlerdeki kuvvetlerin teyit edilmesi için donanımın kütle merkezine veya merkeze çok yakın bir bölgeye ivmeölçer cihazı yerleştirilmesi gereklidir.

A.4.1.4 Statik Çekme Testi

Statik çekme testinde, donanımın tepe noktasına kritik doğrultuda donanım ağırlığının iki katına karşılık gelen bir çekme yükü bir dakika boyunca uygulanır. Yağ dolgulu contalı donanımlara deney sırasında işletme basıncının %50'si uygulanır.

A.4.1.5 Kompozit Yalıtıcı ve Buşing Testleri

Kompozit malzeme ile üretilen yalıtıcılar ve buşinglerin deprem yeterliliğinin belirlenmesi için burada tanımlanan ilave testler uygulanacaktır.

Düşey tekil konsol kolon olarak düzenlenen kompozit yalıtıcılar ve buşingler, üst üste dizilmiş donanımları da kapsamaktadır. Sarsma tablası testinin öncesinde ve sonrasında donanımın mekanik tasarım yükünün %50'si kolonun tepesine her iki yatay yöne uygulanacaktır. Kolonun tepesi ve sabit mesneti arasındaki yatay yerdeğiştirmeler ölçülecektir. Bu yerdeğiştirmeler donanımın yeterliliğinin belirlenmesinde kullanılacaktır.

Sönüm ölçümü için donanımın mekanik tasarım yükünün %25'i kolonun tepesine her iki yatay yöne bir kablo vasıtasıyla uygulanacaktır. Kablo aniden kesilerek donanımın serbest titreşim hareketi yapması sağlanacaktır. Serbest titreşim sırasındaki harmonik yerdeğiştirmeler donanımın tepesinde ölçülecektir. Logaritmik azalım yöntemi ile kolonun sönüm oranı hesaplanacaktır.

A.4.2 Hesap Yöntemleri

Donanım yeterliliğinin belirlenmesi için farklı hesap yöntemleri kullanılır. Bu yöntemler; basit kontrol yöntemi, statik hesap yöntemi, statik katsayı yöntemi ve dinamik hesap yöntemidir. Tüm hesap yöntemlerinde yatay deprem yükleri düşey yükler ve servis yükleri ile birleştirilerek uygulanır. Yapılan analitik hesaplar donanımdan temel bağlantısına kadar yük aktarımını vermelidir.

A.4.2.1 Basit Kontrol Yöntemi

Basit kontrol yönteminde donanım ankrajı, donanımın ağırlığına eşit yatay yük ve ağırlığın %80'i kadar düşey yük altında hesapla kontrol edilir. Başka bir hesaba gerek yoktur.

A.4.2.2 Statik Analiz Yöntemi

Statik Hesap Yöntemi, tüm titreşim frekansları 33 Hz'in üzerinde olan rijit donanımlara uygulanır. Bunun dışında, gerinimölçer takılması mümkün olmayan ve karmaşık geometriye sahip donanımlar için de uygulanır. Bu yöntemde, donanım kütlesi ile maksimum yer ivmesinin saha değeri çarpımı kadar kuvvet donanım kütle merkezine iki yatay ve bir düşey olmak üzere üç yönde eş zamanlı olarak uygulanır. Hesap edilecek donanım, kütle dağılımının daha iyi temsil edilebilmesi için küçük parçalara ayrılıp incelenecektir. Yatay yer ivmesinin saha değeri yüksek yeterlilik düzeyi için 0.5g, orta yeterlilik düzeyi için 0.25g alınacaktır. Düşey yer ivmesinin saha değeri ise yüksek yeterlilik düzeyi için 0.4g, orta yeterlilik düzeyi için 0.2g alınacaktır. İki yatay yön ve düşey yöndeki deprem kuvvetleri altında yapılan analizlerden elde edilen iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler SRSS (karelerin toplamının kare kökü) birleşimi ile

hesaplanacaktır. Sabit yükler ve servis yükleri altında hesaplanan iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler deprem hesabından elde edilen değerlere eklenecektir. Son olarak, elde edilen değerler, izin verilen emniyetli değerlerle karşılaştırılacaktır.

Statik Hesap Yönteminde, donanım için detaylı serbest cisim diyagramları çizilecektir. Eğer donanım parçalara bölünmüş ise her bir parça için ayrı ayrı serbest cisim diyagramı çizilecektir. Diyagramlarda, etkiyen kuvvetler ve ortaya çıkan tepkiler serbest uçtan başlayarak donanımın temeline kadar yük akış yönünü takip edecektir.

A.4.2.3 Statik Katsayı Yöntemi

Statik Katsayı Yöntemi, ilk birkaç titreşim modu sismik etkinin kritik olduğu frekans aralığında bulunan donanımlara uygulanmalıdır. Bu yöntemde, donanım kütlesi ile %2 sönümlü deprem spektrumunun maksimum ivmesinin çarpımı kadar kuvvet 1.5 çarpanı ile artırılarak donanım kütle merkezine her iki yatay yönde uygulanacaktır. Eğer deneyle kanıtlanabilirse daha yüksek sönüm oranları kullanılabilir. Hesap yapılacak donanım, kütle dağılımının daha iyi temsil edilebilmesi için küçük parçalara ayrılıp incelenecektir. Yüksek ve orta yeterlilik düzeyleri için spektral ivmeler **Şekil 1**'den alınacaktır. Yatay kuvvetin %80'i kadar düşey kuvvet de donanımın kütle merkezine uygulanacaktır. Her üç analizden elde edilen iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler SRSS (karelerin toplamının karekökü) birleşimi ile hesaplanacaktır. Sabit yükler ve servis yükleri altında hesaplanan iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler deprem hesabından elde edilen değerlere eklenecektir. Son olarak, elde edilen değerler, izin verilen emniyetli değerlerle karşılaştırılacaktır.

A.4.2.4 Dinamik Analiz Yöntemi

Dinamik hesap yönteminde öncelikle donanımın 3-boyutlu sonlu eleman modeli hazırlanacaktır. Model, donanımın dinamik davranışını temsil edecek yeterli sayıda serbestlik derecesine sahip olmalıdır. Her düğüm noktasında 3 yer değiştirme ve 3 dönme bileşeni olmalıdır.

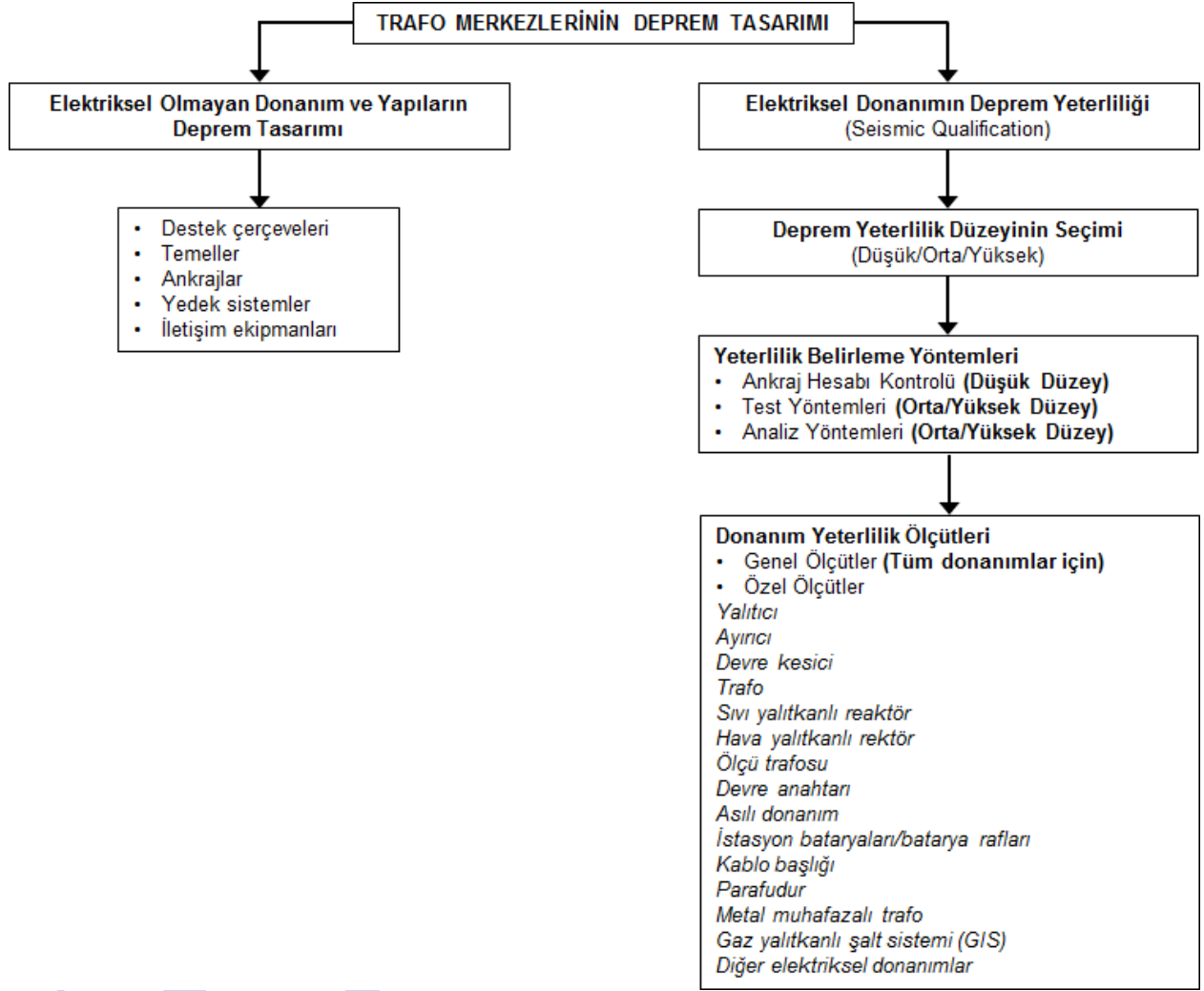
Daha sonra sonlu elemanlar modeline iki yatay ve düşey yönlerde %2 sönümlü ivme spektrumu uygulanarak mod birleştirme yöntemi ile deprem hesabı yapılacaktır. Eğer deneyle kanıtlanabilirse daha yüksek sönüm oranları da kullanılabilir. Yüksek ve orta yeterlilik düzeyleri için yatay yöndeki spektral ivmeler **Şekil 1**'den alınacaktır. Düşey yöndeki ivme spektrumu ise yatay spektrumun 0.8 ile ölçeklenmesiyle elde edilecektir.

Mod birleştirme yöntemi ile elde edilen modal iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler tam karesel birleştirme (CQC) yöntemi ile birleştirilecektir. Sabit yükler ve servis yükleri altında hesaplanan iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler deprem hesabından elde edilen değerlere eklenecektir.

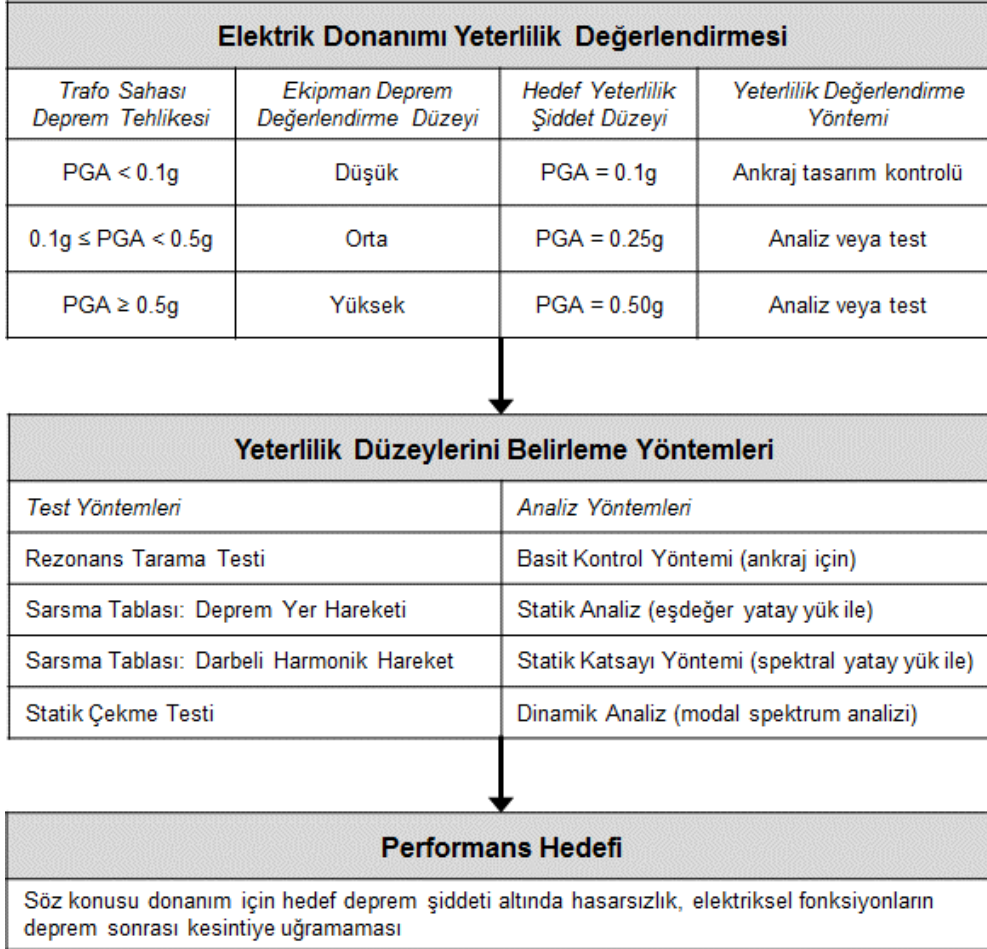
Mod birleştirme yönteminin uygulanmasında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği **Bölüm 4B.2**'de verilen kuralların tümü sağlanacaktır. Hesapta göz önüne alınacak yeterli mod sayısı, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği **4.8.1.1**'e göre belirlenecektir.

A.5 – DEPREM TASARIMI VE DEPREM YETERLİLİĞİ DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN GENEL UYGULAMA ÖZETİ

Yönetmelik kapsamında trafo merkezlerinde uygulanacak deprem tasarımı ve deprem yeterliliği değerlendirme yöntemlerinin uygulamaları aşağıdaki şemalarda özetlenmektedir (Şekil 2-3).



Şekil 2. Trafo merkezlerinde uygulanacak deprem tasarımı yönteminin şeması



Şekil 3. Trafo merkezlerindeki elektrik donanımının deprem yeterliliğinin belirlenmesinde kullanılacak yönteminin esasları

A.6 – ELEKTRİK DONANIMI İÇİN YETERLİLİK ÖLÇÜTLERİ

Elektriksel donanım için genel ve özel yeterlilik ölçütleri belirlenmelidir. Genel yeterlilik ölçütleri her donanım için geçerlidir. Özel yeterlilik ölçütleri ise donanımın yapısı, önemi, fonksiyonu gibi parametrelere bağlı olarak değişkenlik gösterirler ve genel ölçütlere ek olarak sağlanması gereken koşulları temsil ederler.

A.6.1 Genel Yeterlilik Ölçütleri

Elektrik donanımı yeterlilik ölçütlerinin belirlenmesinde üç kriter öncelikle dikkate alınmıştır. Bu kriterler; ilgili donanımın voltaj seviyesi, geçmişteki deprem performansı ve trafo sahasındaki işlevinin önemidir. Donanımın voltaj seviyesi arttıkça depremde hasar görme riski artmaktadır. Bu nedenle voltaj seviyesi arttıkça yeterlilik ölçütlerinin seviyesi de artmaktadır. Bunun yanı sıra bazı donanımların geçmiş depremlerde çok fazla hasar gördüğü gözlenmiştir (özellikle ayırıcı türü düşey konsol çalışan donanım). Diğer yandan işlevsel olarak diğerlerine göre kritik öneme haiz donanımın hasar görme riskinin de daha az olması gerekir. Bu özelliklere sahip donanımlar için de daha yüksek yeterlilik ölçütleri uygulanmaktadır.

Deney veya analiz esnasında iki yatay bir düşey yönden gelen deprem etkilerin birleştirilmesi için SRSS (karelerin toplamının karekökü) yöntemi kullanılacaktır. Bu yöntem sayesinde elde edilen nihai değerler, donanım açısından en kritik gerilmelerin olduğu doğrultuda hesaplanacaktır.

Genel olarak deneylerde ölçülen veya analizlerde hesaplanan gerilmelerin, ilgili malzemenin izin verilen gerilmelerini aşmaması gerekir. Gerilmeler hesaplanırken deprem etkisinin yanı sıra ölü yük, basınç ve servis yüklerinden gelen etkiler de dikkate alınacaktır. Ayrıca yalıtıcı ve buşinglerin ölçülen/hesaplanan göreceli tepe ötelenmeleri voltaj seviyelerine göre belirtilmiş olan değerlerden daha düşük olmalıdır. Donanımın yeterliliğinin sarsma tablası deprem testleri ile belirlenmesi durumunda donanım veya mesnetinde çatlama, burkulma, kopma, kalıcı gevşeme vb. hasarlar olmamalıdır. Donanımın deprem sonrası fonksiyonelliği sarsma tablası deneylerinden sonra uygulanacak fonksiyonellik testleri ile belirlenmelidir. Contalı donanımlarda contadan herhangi bir sızma veya contanın yerinden oynaması gözlenmemelidir.

A.6.2 Özel Yeterlilik Ölçütleri

Madde **A.6.1**'de verilen genel yeterlilik ölçütleri her donanım için geçerlidir. Ancak bazı donanımların kendine has özelliklerine göre ek olarak sağlanması gereken özel yeterlilik kriterleri vardır. Bu kriterler yalıtıcılar, ayırıcılar, devre kesiciler, trafolar, sıvı yalıtkanlı reaktörler, hava yalıtkanlı reaktörler, ölçü trafoları, devre anahtarları, asılı donanımlar, istasyon bataryaları ve batarya rafları, kablo başlıkları, parafudurlar ve metal muhafazalı anahtarlama elemanları, gaz yalıtkanlı şalt sistemleri (GIS) ve diğer elektriksel donanımlar için aşağıdaki maddelerde ayrı olarak tarif edilmektedir.

Donanımın özelliklerine göre belirlenmiş olan ve **A.6.2.1-A.6.2.16** maddelerinde belirtilen yeterlilik değerlendirme yöntemleri, deprem etkileri açısından daha konservatif veya daha kesin bir yöntem kullanılması durumunda değiştirilebilir. Eğer daha basit bir yeterlilik değerlendirme yöntemi kullanılırsa, donanıma gelen deprem etkisinin en az %50 oranında artırılması gerekir.

A.6.2.1 Yalıtıcı

Elektrik iletim sistemlerinde kullanılan yalıtıcılar malzeme özellikleri açısından iki farklı türdedir: porselen ve kompozit.

Porselen yalıtıcı, seramik malzemeden bir gövde ile metal uç parçalardan oluşmaktadır. Seramik malzemenin gevrek kırılma özelliğini taşır. Porselen gövdenin yüzeyi genellikle sırla kaplanarak pürüzsüz hale getirilir.

Kompozit yalıtıcı genellikle fiberglas malzemeden izolatör çekirdeği, silikon kauçuk mahfaza ve metal uç parçalardan oluşmaktadır. Çekirdek, yalıtıcının yük aktaran kısmını oluşturur. Çekirdeğin enkesiti dolu (düşük-orta seviye eğilme momenti koşullarında) veya boşluklu (yüksek seviye eğilme momenti koşullarında) olabilir.

Her iki tip yalıtıcının da kendine has özellikleri mevcuttur. Örneğin, porselen yalıtıcı kompozit olana göre daha ağırdır ve daha kırılımandır, bu yüzden yatay deprem kuvvetleri altında gerilme kontrollerinin yapılması gerekir. Kompozit yalıtıcı ise porselen olana göre daha esnektir ve bu yüzden daha önceden belirlenmiş yerdeğiştirme limitleri ve sistem boşluk toleranslarını sağlaması gereklidir. Ayrıca kompozit yalıtıcı, deprem esnasında iletim sisteminin diğer birimlerinin sebep olduğu şok yüklemeler altında kırılmaya karşı daha dayanıklı bir yapıya sahiptir. Yalıtıcıların deprem yeterliliği irdelenirken, yukarıda bahsi geçen farklı malzeme özellikleri dikkate alınacaktır.

a) Operasyonel Koşullar: Yalıtıcılar deprem sırasında ve deprem sonrası hiç hasar görmemek ve fonksiyon kaybına uğramamak üzere tasarlanmalıdır. Ayrıca deprem sırasında da operasyonel durumunu korumalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Buşing yalıtıcılarının voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü için sarsma tablasında deprem testi,

35-154 kV için statik çekme testi,

35 kV ve altı için doğrudan kabul.

154 kV üzerindeki buşing yalıtıcılarına deprem testi uygulamadan önce rezonans frekansı tarama testi uygulanacaktır. Yalıtıcıyı gerçek trafo üzerinde test etmek mümkün olmadığı için rijit bir mesnet üzerine monte etmek gereklidir. Trafo gövdesinin kendi dinamik özelliklerinin de dikkate alınması gerektiğinden trafo yalıtıcısına gelen yük arttırılacaktır. Buna göre buşing yalıtıcısına uygulanacak ivme değerleri (bakınız **Şekil 1**) hem orta hem de yüksek deprem yer hareketi düzeylerinde iki kat arttırılacaktır.

c) Derlenen veriler: Test/analiz esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; buşing yalıtıcısının mesnet, flanaj, kütle merkezi ve tepe noktalarındaki maksimum ivme değerleri (hem yatay hem de düşey), buşing yalıtıcısının tepe noktasındaki maksimum yerdeğiştirme değeri, porselen ve kompozit yalıtıcıların tabanındaki gerilmeler, yalıtıcının bağlantı yerindeki maksimum gerilmeler ve buşing yalıtıcısını mesnet bölgesindeki kayma miktarıdır.

d) Kabul kriterleri: Sarsma tablası veya statik çekme testine maruz kalan donanımlarda kalıcı hasar (kırılma, kayma, yerinden çıkma vb.), gözle görülür yağ kaçağı ve kırık mesnet flanjlari olmamalıdır. Donanımın herhangi bir bölgesinde elde edilen gerilmeler, izin verilen gerilmeleri aşmamalıdır. Basınç altındaki kompozit yalıtıcının yüzeyinde en ufak bir delik oluşumu bile gözlenmemelidir. Buna ek olarak, kompozit yalıtıcıda çekirdek ile metal uç parça arasında ayrılma gözlenmemelidir.

A.6.2.2 Ayırıcı

Bu maddede yer alan hükümler, ayırıcı türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Ayırıcılar deprem sırasında ve deprem sonrası hiç hasar görmemek ve fonksiyon kaybına uğramamak üzere tasarlanmalıdır. Ayrıca deprem sırasında da operasyonel durumunu korumalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Donanımın voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü için sarsma tablasında deprem testi,

66-154 kV için dinamik analiz yöntemi,

35-66 kV için statik katsayı yöntemi,

35 kV ve altı için doğrudan kabul.

Testler/analizler, ayırıcının anahtarı hem açık hem de kapalı durumdayken gerçekleştirilecektir. Eğer donanımda topraklama anahtarı da mevcut ise; testler/analizler ayırıcı açık-topraklama anahtarı kapalı, ayırıcı açık-topraklama anahtarı açık ve ayırıcı kapalı-topraklama anahtarı açık konumlarında gerçekleştirilecektir.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilmeler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4**'te yer almaktadır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; ayırıcının tepesinde ve anahtarın ucundaki maksimum yer değiştirme ile maksimum ivme (hem

yatay hem de düşey), ayırıcının bağlantı yerinde ve anahtarın bağlandığı mafsalda maksimum gerilmelerdir.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere ek olarak, anahtar hangi konumda (açık veya kapalı) test edildiyse, deney sonunda aynı konumunu korumalıdır. Sarsma tablası deneyleri için; deney sırasında ölçülmüş olan yerdeğişmeler, ayırıcının tasarım sınır değerlerini sağlamalıdır.

A.6.2.3 Devre Kesici

Bu maddede yer alan hükümler, devre kesici türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Devre kesici ve destek yapısı depremden sonra hiç hasar görmemesi ve fonksiyonel kalması için tasarlanmalıdır. Ayrıca deprem sırasında da operasyonel durumunu korumalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Donanımın voltaj değerine göre kullanılması gereken test ve hesap yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü için sarsma tablasında deprem ve darbeli harmonik testleri,
66-154 kV için dinamik hesap yöntemi,
35-66 kV için statik katsayı yöntemi,
35 kV altı için doğrudan kabul.

Söz konusu donanıma sarsma tablası ve darbeli harmonik testler uygulanırken beş aşamalı bir prosedür izlenecektir. İlk aşamada donanıma rezonans frekansı tarama testi uygulanacaktır. İkinci aşamada donanım ve destek sistemi sarsma tablası üzerinde önceden belirlenmiş yer hareketleri altında test edilecektir. Üçüncü aşama bir önceki aşamaya benzemekle beraber, deney sırasında devre kesici sırasıyla açık-kapalı-açık pozisyonlara getirilecek ve böylece donanımın deprem anındaki işlevselliği irdelenecektir. Dördüncü aşamada donanıma darbeli harmonik test uygulanacaktır. Beşinci ve son aşamada ise tekrar rezonans frekansı tarama testi uygulanacak ve donanımın dinamik özelliklerinin test öncesi durumuna göre ne kadar değiştiği incelenecektir.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilimler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4**.'te yer almaktadır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; devre kesicinin tepesinde ve donanıma bağlantı noktasındaki maksimum yer değişmeler, buşing yalıtkanının tepesindeki maksimum ivme, porselen yalıtıcının tabanındaki gerilmeler, mesnet yapısının taban ayağındaki gerilmelerdir.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere ek olarak, destek yapısının kolon tabanlarında ve ek contalarında hiçbir kayma hasarı olmamalıdır. Servis koşulları açısından, deprem etkisi altında devre kesicinin açılması veya kapanması sırasında herhangi bir fonksiyonel kayıp olmaması gerekmektedir. Elektriksel anlamda, servis koşulları altında beklenen değerler belirli tolerans aralıkları içerisinde deprem etkisi altında da sağlanmalıdır.

A.6.2.4 Trafo

Bu maddede yer alan hükümler, trafo türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Trafo depremden hemen sonra hiç yapısal hasar görmemesi ve fonksiyonel kalması için tasarlanmalıdır. Bu koşullar sağlanırken tasarım deprem yükü, ölü yük ve normal servis yükleri ile beraber değerlendirilmelidir.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Trafolarında voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü için statik analiz yöntemi,
35-154 kV için yük aktarımı yöntemi,
35 kV altı için doğrudan kabul.

Statik analiz yöntemi, buşing yalıtkanı, parafudur ve diğer eklentileri ihmal edilerek sadece trafo tankına uygulanacaktır. Analiz sırasında yük aktarımının güvenli bir şekilde yapıldığı gösterilecektir. Buşing yalıtkanı ve parafudur dışındaki eklentilerin analizinde ivme değerleri üç kat büyütülecektir.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilimler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4**.'te yer almaktadır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; trafoya ait buşing yalıtıcısının kritik bölgelerindeki (tepe noktası, trafo ile bağlantı bölgesi, conta seviyesi ve conta seviyesi üzerindeki ağırlık merkezi) maksimum yatay ve düşey ivme, buşing yalıtıcısının tepe noktası ile conta seviyesi arasındaki görelî yatay yer değiştirme, buşing donanımı üzerindeki kritik noktalarda maksimum gerilmeler, buşing donanımı ile trafo arasındaki birleşim noktasında kaymadır.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere ek olarak, trafoya bağlı yalıtıcılarda kırılma, kayma veya yerinden oynama, gözle görülür yağ kaçağı ve conta kırılması şeklinde hasarlar görülmemelidir. Donanımın herhangi bir bölgesinde elde edilen gerilmeler, izin verilen gerilmeleri aşmamalıdır.

A.6.2.5 Sıvı Yalıtkanlı Reaktör

Bu maddede yer alan hükümler, sıvı yalıtkanlı reaktör türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Sıvı yalıtkanlı reaktör depremden hemen sonra hiç yapısal hasar görmemesi ve fonksiyonel kalması için tasarlanmalıdır. Bu koşullar sağlanırken tasarım deprem yükü, ölü yük ve normal servis yükleri ile beraber değerlendirilmelidir.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Sıvı yalıtkanlı reaktörlerde voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü için statik analiz yöntemi,
35-154 kV için yük aktarımı yöntemi,
35 kV altı için doğrudan kabul.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilimler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4.**'te yer almaktadır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; genel anlamda kritik bölgelerdeki maksimum yerdeğiştirmeler, ivmeler ve gerilmelerdir.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir.

A.6.2.6 Hava Yalıtkanlı Reaktör

Bu maddede yer alan hükümler, hava yalıtkanlı reaktör türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Reaktör depremden hemen sonra hiç yapısal hasar görmemesi ve fonksiyonel kalması için tasarlanmalıdır. Bu koşullar sağlanırken tasarım deprem yükü, ölü yük ve normal servis yükleri ile beraber değerlendirilmelidir.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Hava yalıtkanlı reaktörlerde voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü için dinamik analiz yöntemi,
35-154 kV için statik katsayı yöntemi,
35 kV altı için doğrudan kabul.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilimler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4.**'te yer almaktadır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; genel anlamda kritik bölgelerdeki maksimum yerdeğiştirmeler, ivmeler ve gerilmelerdir.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir.

A.6.2.7 Ölçü Trafosu

Bu maddede yer alan hükümler, ölçü trafosu ve benzeri elektriksel donanımların (akım trafosu, gerilim trafosu, kapasitör gerilim trafosu) orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Ölçü trafoları deprem sırasında ve deprem sonrası hiç hasar görmemek ve fonksiyon kaybına uğramamak üzere tasarlanmalıdır. Ayrıca deprem sırasında da operasyonel durumunu korumalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Donanımın voltaj değerine ve donanım yüksekliğine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü veya donanım yüksekliğinde 6.1 m üstü için sarsma tablasında deprem testi,
66-154 kV için dinamik analiz yöntemi,
35-66 kV için statik katsayı yöntemi,

35 kV altı için doğrudan kabul.

Servis koşullarında basınç altında çalışan donanımlar, sarsma tablası deneyi sırasında aynı basınç koşullarında test edilecektir.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilimler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4.**'te yer almaktadır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; donanımın tepe noktasında yerdeğiştirme ve ivme (düşey ve yatay yönlerde) ve yalıtıcının bağlantı yerindeki maksimum gerilmelerdir.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir.

A.6.2.8 Devre Anahtarı

Bu maddede yer alan hükümler, devre anahtarı türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Devre anahtarı ve tüm bileşenleri deprem sırasında ve deprem sonrası hiç hasar görmemek ve fonksiyon kaybına uğramamak üzere tasarlanmalıdır. Ayrıca deprem sırasında da operasyonel durumunu korumalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Devre anahtarlarında voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü için sarsma tablasında deprem testi,
66-154 kV için dinamik analiz yöntemi,
35-66 kV için statik katsayı yöntemi,
35 kV altı için doğrudan kabul.

Söz konusu donanıma sarsma tablası ve darbeli harmonik testler uygulanırken dört aşamalı bir prosedür izlenecektir. İlk aşamada donanıma rezonans frekansı tarama testi uygulanacaktır. İkinci aşamada donanım ve destek sistemi sarsma tablası üzerinde önceden belirlenmiş yer hareketleri altında test edilecektir. Üçüncü aşama bir önceki aşamaya benzemekle beraber, deney sırasında devre anahtarı kapalı pozisyondan açık pozisyona getirilecek ve böylece donanımın deprem anındaki işlevselliği irdelenecektir. Dördüncü ve son aşamada ise tekrar rezonans frekansı tarama testi uygulanacak ve donanımın dinamik özelliklerinin test öncesi durumuna göre ne kadar değiştiği incelenecektir.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilimler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4.**'te yer almaktadır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; devre anahtarı terminallerinde yatay yerdeğiştirme, yalıtıcı kısmının tepe noktasında yatay ve düşey ivmeler, porselen yalıtıcının tabanındaki gerilmeler ve mesnet yapısının taban ayağındaki gerilmelerdir.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir.

A.6.2.9 Asılı Donanım

Bu maddede yer alan hükümler, asılı donanım türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**). Asılı donanımın parçaları ile ilgili detaylar ve sahada yerleştirilmesi ile ilgili hükümler Madde **A.7.1**'de yer almaktadır.

a) Operasyonel Koşullar: Asılı donanım deprem sırasında ve deprem sonrası hiç hasar görmemek ve fonksiyon kaybına uğramamak üzere tasarlanmalıdır. Ayrıca deprem sırasında da operasyonel durumunu korumalıdır. Asılma noktası, mesnet noktası ve yük taşıyan yapı mevcut yükleri güvenli bir şekilde karşılamalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Asılı donanım için statik analiz yöntemleri kullanılacaktır. Askı sisteminde düşey statik yük hesabı yaparken donanımın ağırlığı yüksek yeterlilik düzeyi için 5, orta yeterlilik düzeyi için 3.5 ile çarpılacaktır. Elde edilen değere (eğer mevcutsa) düşey servis yükleri de eklenecektir. Deprem etkisi yatay yönde her iki doğrultuda askı noktalarına donanımın ağırlığının belirli bir oranı olarak uygulanacaktır. Bu oran, yüksek yeterlilik düzeyi için 0.5, orta yeterlilik düzeyi için 0.25 olarak alınacaktır. Elde edilen değere (eğer mevcutsa) yatay servis yükleri de eklenecektir.

Mesnet sisteminde düşey statik yük hesabı yaparken donanımın ağırlığı yüksek yeterlilik düzeyi için 4, orta yeterlilik düzeyi için 2.5 ile çarpılacaktır. Elde edilen değere (eğer mevcutsa) düşey servis yükleri de eklenecektir. Deprem etkisi yatay yönde her iki doğrultuda mesnet noktalarına donanımın ağırlığının belirli bir oranı olarak uygulanacaktır. Bu oran, yüksek yeterlilik düzeyi için 0.5, orta yeterlilik düzeyi için 0.25 olarak alınacaktır. Elde edilen değere (eğer mevcutsa) yatay servis yükleri de eklenecektir.

Yük taşıyıcı sistemin statik analizi için, sınır koşulları askı ve mesnet sistemleri için belirlenmiş olan yüklerden oluşan bir serbest cisim diyagramı çizilecektir. Deprem etkisi yatay yönde her iki doğrultuda taşıyıcı sistemin üzerine yayılı şekilde donanımın ağırlığının belirli bir oranı olarak uygulanacaktır. Bu oran, yüksek yeterlilik düzeyi için 1.0, orta yeterlilik düzeyi için 0.5 olarak alınacaktır.

c) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir. Donanımın ağırlığının askı sistemi tarafından, yatay deprem etkisinin ise mesnet sistemi tarafından güvenli bir şekilde taşındığı teyit edilmelidir. Asılı donanımda askı ve mesnet noktalarının düzensiz dağılımından dolayı deprem esnasında dengesiz yükleme durumları ve buna bağlı olarak burulma türü etkiler oluşmamalıdır.

A.6.2.10 İstasyon Bataryaları ve Batarya Rafları

Bu maddede yer alan hükümler, istasyon bataryası ve batarya rafı türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Batarya rafları; bataryaların deprem sırasında ve deprem sonrası hiç hasar görmemesi ve fonksiyon kaybına uğramaması üzere tasarlanmalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Batarya raflarının özelliklerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

3 veya daha fazla katlı rijit olmayan raflar için sarsma tablasında deprem testi,
2 katlı rijit olmayan raflar için dinamik analiz yöntemi,
Rijit raflar için statik analiz yöntemi.

Batarya raflarına sarsma tablası testi uygulanırken raflar servis koşullarına benzer bir şekilde batarya hücreleri ile doldurulmalıdır. Dinamik test öncesi donanıma rezonans frekansı tarama testi uygulanmalıdır.

Statik analiz sırasında batarya hücrelerinin ağırlığı dikkate alınacaktır.

Eğer batarya rafları yukarıda bahsi geçen yöntemler kullanılarak yeterlilik değerlendirmesinden geçiyse, bataryaların deprem esnasında yerinden oynama, düşme, diğer cihazlara çarpma gibi etkilere maruz kalmayacak şekilde raflara mesnetlenmesi koşuluyla bağımsız bir değerlendirmeye tabi tutulmasına gerek duyulmayacaktır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; batarya raflarının tepesindeki yerdeğiştirmeler ve ivmeler (hem yatay hem de düşey), birleşme noktalarındaki yerdeğiştirme, donanımın tabanında ve birleşim bağlantılarındaki gerilmelerdir.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir. Buna ek olarak, her koşulda, batarya rafları üstlerinde bulunan bataryaları güvenli bir şekilde tutmalı ve hareketini engellemelidir.

A.6.2.11 Kablo Başlığı

Bu maddede yer alan hükümler, kablo başlığı türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Kablo başlıkları deprem sırasında ve deprem sonrası hiç hasar görmemek ve fonksiyon kaybına uğramamak üzere tasarlanmalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Donanımın voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü için sarsma tablasında deprem testi,
35-154 kV için çekme testi,
35 kV altı için doğrudan kabul.

Dinamik test öncesi donanıma rezonans frekansı tarama testi uygulanacaktır.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilmeler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4**'te yer almaktadır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; donanımın tepe noktasında yerdeğiştirmeler ve ivmeler (düşey ve yatay yönlerde) ve donanımın taban bağlantısındaki maksimum gerilmelerdir.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir.

A.6.2.12 Parafudur

Bu maddede yer alan hükümler, parafudur türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Parafudurlar deprem sırasında ve deprem sonrası hiç hasar görmemek ve fonksiyon kaybına uğramamak üzere tasarlanmalıdır. Ayrıca deprem sırasında da operasyonel durumunu korumalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Donanımın voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri; aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü için sarsma tablasında deprem testi,
66-154 kV için dinamik analiz yöntemi,
35-66 kV için statik katsayı yöntemi,
35 kV altı için doğrudan kabul.

Dinamik test öncesi donanıma rezonans frekansı tarama testi uygulanacaktır.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilimler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4.**'te yer almaktadır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; donanımın tepe noktasında yer değiştirmeler ve ivmeler (düşey ve yatay yönlerde) ve yalıtıcının bağlantı yerinde maksimum gerilmelerdir.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir.

A.6.2.13 Metal Muhafazalı Trafo

Bu maddede yer alan hükümler, metal muhafazalı anahtarlama elemanı için elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Metal muhafazalı anahtarlama elemanı ve üstüne monte edilen diğer donanımlar deprem sırasında ve deprem sonrası hiç hasar görmemek ve fonksiyon kaybına uğramamak üzere tasarlanmalıdır. Ayrıca anahtarlama elemanı ve üstündeki donanım deprem sırasında operasyonel durumunu korumalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Donanımın voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

35 kV ve üstü için dinamik analiz yöntemi,
35 kV altı için doğrudan kabul.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilimler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4.**'te yer almaktadır.

c) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir.

A.6.2.14 Gaz Yalıtkanlı Şalt Sistemi (GIS)

Bu maddede yer alan hükümler, gaz yalıtkanlı şalt sistemi (GIS) türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Gaz yalıtkanlı şalt sistemi (GIS) ve üstüne monte edilen diğer donanımlar deprem sırasında ve deprem sonrası hiç hasar görmemek ve fonksiyon kaybına

uğramamak üzere tasarlanmalıdır. Ayrıca trafo ve üstündeki donanım deprem sırasında operasyonel durumunu korumalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Donanımın voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü için sarsma tablasında deprem testi,

66-154 kV için dinamik analiz yöntemi,

35-66 kV için statik katsayı yöntemi,

35 kV ve altı için doğrudan kabul.

Dinamik analiz için; eğer donanımın gerçek boyutları sarsma tablası için büyük geliyorsa, donanım parçalara ayrılarak test edilecektir. Donanımdan ayrılan parçaları temsil etmek için ilave yükler ve/veya mesnet koşulları eklenecektir. Elde edilen sonuçlar konservatif bir yaklaşımla irdelenecektir.

Söz konusu donanıma sarsma tablası ve darbeli harmonik testler uygulanırken beş aşamalı bir prosedür izlenecektir. İlk aşamada donanıma rezonans frekansı tarama testi uygulanacaktır. İkinci aşamada donanım ve destek sistemi sarsma tablası üzerinde önceden belirlenmiş yer hareketleri altında test edilecektir. Üçüncü aşama bir önceki aşamaya benzemekle beraber, deney sırasında GIS sırasıyla açık-kapalı-açık pozisyonlara getirilecek ve böylece donanımın deprem anındaki işlevselliği irdelenecektir. Dördüncü aşamada donanıma darbeli harmonik test uygulanacaktır. Beşinci ve son aşamada ise tekrar rezonans frekansı tarama testi uygulanacak ve donanımın dinamik özelliklerinin test öncesi durumuna göre ne kadar değiştiği incelenecektir.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilimler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4.**'te yer almaktadır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; donanımın üstündeki yalıtıcının tepe noktasında yerdeğiştirmeler ve ivmeler (düşey ve yatay yönlerde), ayrılmış her donanım parçasının kütle merkezindeki ivme (düşey ve yatay yönlerde) ve yalıtıcıların taban kesitindeki maksimum gerilmelerdir.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir. Ayrıca donanıma bağlı yalıtıcılarda kırılma, kayma veya yerinden oynama, gözle görülür yağ kaçağı ve conta kırılması şeklinde hasarlar görülmemelidir.

A.6.2.15 Şönt Reaktörü

Bu maddede yer alan hükümler, şönt reaktörü türü elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken özel yeterlilik ölçütlerini içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Şönt reaktörleri deprem sonrası fonksiyon kaybına uğramamak üzere tasarlanmalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Donanımın voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemleri; aşağıda sıralanmıştır:

154 kV ve üstü için dinamik analiz yöntemi,

35-154 kV için statik katsayı yöntemi,

35 kV altı için doğrudan kabul.

Yeterlilik değerlendirme yöntemleri kullanılmasını gerektirmeyen durumlarda (doğrudan kabul), donanımın ankraj hesapları yapılacaktır. Ankraj hesabında deprem etkisi, donanımın ağırlık merkezine yatay yönde kendi ağırlığı ve düşey yönde ağırlığının %80'i uygulanarak elde edilecektir. Ankraj yükleri hesaplanırken, deprem etkisine ölü yük ve servis yükleri de eklenecektir. Deprem yükleri her iki yönde ayrı ayrı uygulanacak ve gerilimler açısından daha kritik olan yön dikkate alınacaktır. Mesnet ankrajları ile ilgili diğer hükümler Madde **A.7.4.**'te yer almaktadır.

c) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir.

A.6.2.16 Diğer Elektriksel Donanımlar

Bu maddede yer alan hükümler, Madde **A.6.2.1**'den **A.6.2.15**'e kadar adı geçmeyen diğer elektriksel donanımların orta ve yüksek deprem düzeylerinde sağlamaları gereken yeterlilik ölçütlerini geniş kapsamda içerir. Düşük yeterlilik düzeyi için deprem etkisi altında bir değerlendirme yapmaya gerek yoktur (bakınız Madde **A.3.2**).

a) Operasyonel Koşullar: Bu madde kapsamındaki elektriksel donanımlar deprem sırasında ve deprem sonrası hiç hasar görmemek ve fonksiyon kaybına uğramamak üzere tasarlanmalıdır. Ayrıca bu tür donanımlar deprem sırasında operasyonel durumunu korumalıdır.

b) Yeterlilik değerlendirme yöntemleri: Donanımın özelliklerine, önemine ve voltaj değerine göre kullanılması gereken test/analiz yöntemlerine karar verilecektir. Bu yöntemler; sarsma tablasında deprem testi, dinamik analiz yöntemi, statik katsayı yöntemi ve statik analizden biri olacaktır. Gerekli durumlarda, bir donanım için birden fazla test/analiz birarada kullanılabilir.

Hem analiz hem de test yöntemleri kullanılırken donanımın frekans özellikleri önceden belirlenecektir. Eğer gerekirse, test sırasında donanımın frekansındaki değişimleri gözlemlemek için rezonans frekansı tarama testi veya vurulu harmonik sarsma testi uygulanacaktır.

c) Derlenen veriler: Testler/analizler esnasında izlenmesi gereken kritik parametreler; donanımın uç noktalarında ve üstündeki yalıtıcının tepe noktasında yer değiştirmeler, donanımın kütle merkezinde ve üstündeki yalıtıcının tepe noktasında ivmeler (düşey ve yatay yönlerde), donanımı taşıyan destek sisteminin ayaklarındaki ve temelindeki gerilmeler ile yalıtıcıların taban kesitindeki maksimum gerilmelerdir.

d) Kabul kriterleri: Madde **A.6.1**'de yer alan genel ölçütlere uyulması gerekmektedir.

A.7- ELEKTRİKSEL DONANIMIN SAHADA YERLEŞTİRİLMESİ

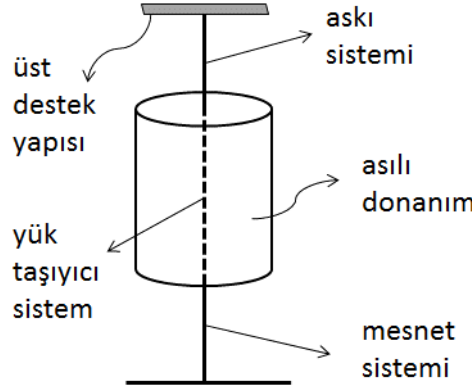
Elektriksel donanımın sahada yerleştirilmesi ile ilgili hususlar, söz konusu donanımın deprem performansını ve yeterliliğini önemli derecede etkiler. Deprem yer hareketinin etkili olduğu yerleştirme ile ilgili durumlar aşağıdaki maddelerde verilmektedir.

A.7.1 Asılı Donanım

Asılı donanım üç farklı yapısal sistemden oluşmaktadır: askı sistemi, mesnet sistemi ve yük taşıyıcı sistem (bakınız **Şekil 4**). Askı sistemi, üstten destek yapısına bağlı olup alttan donanıma bağlanmaktadır. Donanımın asılma noktaları birden fazla olabilir. Mesnet sistemi, donanımın yatay dayanımını sağlar, donanımın deprem gibi yatay etkilere karşı aşırı miktarda yer değiştirme yapmasını engeller. Yük taşıyıcı sistem ise donanıma bağlı asılma ve mesnetleme noktaları arasında yük aktarımını sağlar. Donanımın doğal bir parçası veya yük taşıma amacıyla eklenmiş bir parça olabilir.

Asılı donanım için deprem yatay ivme değerlerinden daha ziyade, düşey ivme ve yatay yer değiştirme değerleri belirleyici olur. Özellikle deprem esnasında oluşan büyük

yerdeğiştirmeler, birbirine bağlı (enterkonekte) donanım açısından olumsuz bir durum yaratmaktadır. Buna ek olarak asılı donanımın mesnet bölgelerinde deprem sırasında ortaya çıkan büyük kuvvet değerleri, donanımın düşük performans göstermesine neden olabilmektedir.



Şekil 4. Asılı donanım, askı ve mesnet sistemleri

- Donanımın asıldığı destek sistemi, söz konusu donanımın salınım hareketi yapmasına izin vermelidir. Bu amaçla, askı sisteminin her iki ucu dönme hareketi açısından serbest tutulmalıdır. Ancak serbest hareket, önceden belirlenmiş yer değiştirme sınırlarını aşmamalıdır.
- Asılı donanım alttan bir mesnet sistemi ile desteklenmelidir. Bu ek sistem, titreşim esnasında istenmeyen ivmelerin ve yerdeğiştirmelerin önlenmesi açısından gereklidir.
- Mesnet sistemi, deprem esnasında asılı donanımın istemsiz olarak salınım yapmasını engellemek için, söz konusu donanımı aşağı yönde çeken bir kuvvet oluşturacak şekilde yerleştirilmelidir. Askı sisteminde olduğu gibi mesnet sisteminin de her iki ucu dönme hareketi açısından serbest tutulmalıdır.
- Hem askı sistemi hem de mesnet sistemi gergin olarak tasarlanmalı, deprem esnasında donanımın darbeye maruz kalmasına yol açacak boşluklar içermemelidir.

A.7.2 İletkenle Birbirine Bağlı Elektriksel Donanım

Kablo veya boru iletkenlerle birbirine bağlı olan elektriksel donanımın yeterli deprem performansı gösterebilmesi için, donanımda ortaya çıkabilecek aşırı yer değiştirmelere ve salınımlara izin veren ve esnek bir düzende kurulmuş olması gerekmektedir. Bu tür esnek bir iletken sistemi sayesinde, donanımların deprem sırasındaki hareketleri ile ortaya çıkabilecek ve sistemin işleyişine zarar verebilecek aşırı kuvvetlerin engellenmesi de mümkün olacaktır. Aşağıdaki maddeler; donanımların bağlantısını sağlayan iletkenlerin deprem esnasında güvenli bir şekilde hareket edip donanımda herhangi bir hasar yaratmaması için gerekli olan hususları içermektedir.

- Kablo tipi iletkenlerde iletkenin asgari uzunluğu (L_t); donanımın üzerine monte edilmiş hareketli ekipmanlar (örneğin yalıtıcı) arasındaki düz mesafenin (L_d , bakınız **Şekil 5**), deprem esnasında ekipmanların salınımları dolayısıyla oluşan göreceli azami yerdeğiştirmelerinin (L_{y1} ve L_{y2} , bakınız **Şekil 5**) ve iletkenin bağlantı noktasında deprem esnasında oluşan tesirleri dikkate alan ek uzunluk parametresinin (L_{ek}) toplanmasıyla hesaplanır. Ek uzunluk parametresinin değeri, konservatif bir yaklaşımla L_d uzunluğunun 1/3'ü kadar alınacaktır.

$$L_t = L_d + (L_{y1} + L_{y2}) + L_{ek} \quad (3)$$

- a) Donanımın daha önce farklı destek sistemleri kullanılarak yeterlilik almış olduğu durumlarda; eğer yeni destek sisteminin eski sisteme göre deprem yüklerini dinamik olarak aktarma açısından eşit veya daha iyi performans gösterdiği kanıtlanırsa, daha önce alınmış olan yeterlilik geçerlidir.
- b) Eğer donanım farklı destek sistemleri üzerine monte edilecekse, bu destek sistemleri içerisinde deprem açısından en kritik olanı seçilecek ve deney ya da analiz bu destek sistemi dikkate alınarak gerçekleştirilecektir. Donanım bu destek sistemi ile birlikte yeterlilik alırsa, diğer destek sistemleri ile de yeterlilik almış sayılacaktır.
- c) Eğer donanım destek sistemi olmadan incelenecekse, donanımın maruz kalacağı tüm ivme bileşenleri (öteleme, dönme ve/veya burulma) taban ivmesi esas alınarak büyütülecektir.

A.7.4 Elektriksel Donanımın Mesnet Ankraji

Dayanıklı ve yeterli ankraj, elektriksel donanımın yeterli deprem performansı göstermesi için gereklidir. Ankraj tasarımını yaparken donanımda deney ya da analiz sonucu ortaya çıkan kuvvetler/gerilmeler dikkate alınacaktır. Donanımın ankraji ile ilgili önemli hususlar aşağıdaki maddelerde verilmiştir:

- a) Kaynaklı ankraj, bulonlu ankraja göre genellikle daha basit ve daha fazla dayanım sağlayan bir çözümdür.
- b) Kaynaklı ankraj kullanılması durumunda kaynağın yeri, boyu, tipi; bulonlu ankraj kullanılması durumunda ise bulon sayısı, çapı, yeri ve mekanik özellikleri ankrajın yapılacağı mesnete gelen deprem yükleri ve diğer servis yükleri göz önüne alınarak belirlenmelidir.
- c) Donanımda veya destek sisteminde genel olarak kullanılan ankraj bulonlarının çapı 10 milimetreden az olmayacaktır. Beton temele ankraj yapılması durumunda, bulon çapı 20 milimetreden az olmayacaktır.
- d) Yük aktarımına katkı veren tüm bulonlar TEİAŞ Şartnamesi'ndeki minimum ankraj kalitesine (GR. 5.8) sahip olacaktır.
- e) Donanımın destek sistemi beton bir temel üzerine yerleştirilmelidir. Beton üzerine uygulanacak bulonlu ankrajlarda, deprem etkisi altında sünek bir davranış elde etmek için ankrajın dayanımına bulonun akması ile ulaşması gerekmektedir.
- f) Kullanılan ankrajın deprem kuvvetlerinin çevrimsel etkisine karşı dayanımı gözden geçirilecektir. Bu etkiler tasarım depreminden gelen kesme, basınç ve kaldırma kuvvetlerini içermektedir.
- g) Elektriksel donanımın deprem esnasında yeterli performans göstermesini sağlamak amacıyla; donanımın mesnetinde sürtünme veya kamalama etkisi ile çalışan mekanik ankraj elemanları kullanılmamalıdır.

A.7.5 Taban Yalıtımı

Elektriksel donanımlarda depreme bağlı atalet kuvvetlerini azaltmak için, bu donanımların temellerinde ya da destek sistemlerinin ayaklarında aşağıdaki hükümlere uyulmak koşuluyla taban yalıtımı kullanılabilir:

- a) Taban yalıtımında kullanılan cihazların istenilen performansları sağladıkları deneylerle kanıtlanacaktır. Deneyler, yeterli altyapıya ve ekipmana sahip laboratuvarlarda bu konularda deneyimli teknik elemanlar tarafından gerçekleştirilecektir.
- b) Elektriksel donanımlarda kullanılan taban yalıtımı cihazlarının bakımı düzenli olarak yapılacaktır.
- c) Çevresel faktörlerden etkilenen taban yalıtımı cihazlarının bu tür etkilerden izole edilmesi sağlanacaktır.

- d) Taban yalıtımı cihazları, donanım için belirlenmiş olan performans hedefleri ile uyumlu yerdeğiştirmeleri karşılayacak kapasitede olacaktır. Buna ek olarak; taban yalıtımı sebebiyle artması muhtemel yerdeğiştirmeler, birbiri ile bağlantılı donanımlar için önerilen boşluk miktarlarını geçmeyecek, donanımların birbirlerine tasarımda öngörülen yüklerden fazlasını aktarmasına yol açmayacaktır.
- e) Taban yalıtımı cihazları, donanımın performans düzeyi ile uyumlu yer hareketi sonunda deprem öncesi pozisyonlarına dönecek ve kalıcı yerdeğiştirmelere maruz kalmayacaktır.
- f) Taban yalıtımı tasarımı, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin 14. Bölümünde yer alan hükümlere göre gerçekleştirilecektir.

BÖLÜM B – TRAFÖ MERKEZİNDE BULUNAN YAPI SİSTEMLERİNİN DEPREM TASARIMI

B.1 – GENEL HÜKÜMLER

B.1.1 Amaç ve Kapsam

Yönetmeliğin bu bölümünde trafo merkezlerinde bulunan yapı sistemlerinin deprem etkisi altında tasarım ilkeleri verilmektedir.

Bu bölüm kapsamında ele alınan trafo merkezlerindeki yapı sistemleri, metal muhafazalı anahtarlama elemanı, şalt, GIS ve güvenlik binalarını, pylonlar, kirişler ve portaller gibi çelik destek yapılarını, istinat duvarlarını, binaların, diğer destek yapılarının ve yer üstü elektrik donanımının temellerini ve temel ankrajlarını kapsamaktadır.

B.1.2 Genel İlkeler

Trafo merkezlerinde bulunan yapı sistemlerinin standart ve uygulanabilir deprem tasarım ilkelerine sahip olması gerekmektedir. Bu tasarım ilkeleri çerçevesindeki ana başlıklar deprem etkisinin tanımlanması, yapı sistemleri için hesap esaslarının tanımlanması ve deprem performans düzeylerinin belirlenmesidir.

B.2 – DEPREM ETKİSİ

Deprem etkisi, Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nda DD-2 deprem yer hareketi düzeyi olarak verilen 475 yıllık %5 sönümlü Yatay Elastik Tasarım Spektrumu ile tanımlanacaktır.

Düşey deprem etkisi Türkiye Binalar için Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen koşullarda **Bölüm 4.4.3** uyarınca dikkate alınacaktır.

B.3 – HİZMET BİNALARININ DEPREM TASARIMI

Trafo sahalarında bulunan başlıca hizmet binaları, metal muhafazalı trafo binası, şalt binası, GIS binası ve güvenlik binasıdır. Bu binalar genellikle 1-2 katlı basit yapılardır.

Bu binaların tasarımı Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne uygun olarak yapılacaktır.

Bina kullanım sınıfı BKS=1 ve bina önem katsayısı I=1.5 alınacaktır.

Binaların performans hedefi DD-2 Deprem Yer Hareketi düzeyi için Kontrollü Hasar (KH) olarak seçilecektir. Dayanıma göre tasarım yaklaşımı uygulanacaktır. Binaların tasarımında kullanılacak sistem davranış (*R*) ve dayanım fazlalığı (*D*) katsayıları, Türkiye Binalar için Deprem Yönetmeliği, **Tablo 4.1**'de *süneklik düzeyi sınırlı taşıyıcı sistemler* için verilen değerlerden alınacaktır.

B.4 – ÇELİK YAPI SİSTEMLERİNİN DEPREM TASARIMI

Trafo sahalarında bulunan başlıca çelik yapılar destek yapıları, pylonlar, tek katlı, tek açıklıklı portal çerçeveler ve direklerdir. Pylon ve direklerin tasarımı genellikle rüzgâr ve buz yükleri tarafından kontrol edilmektedir.

Bu yapıların tasarımında deprem yüklerini içeren yük birleşimleri aşağıda verilmektedir.

$$G + Q + 1.25E_d^H + 0.3E_d^Z + 0.75 SC + 1.1T_w \quad (5)$$

$$0.9G + 1.25E_d^H - 0.3E_d^Z + 0.75 SC + 1.1T_w \quad (6)$$

Burada G sabit yük, Q tüm donanım yükü, E_d^H yatay deprem yükü, E_d^Z düşey deprem yükü, SC kısa devre yükü, T_w tasarımda göz önüne alınan sıcaklık için yatay kablo gerilmesidir. Düşey deprem etkisi yaklaşık olarak aşağıda verildiği gibi dikkate alınacaktır.

$$E_d^Z = (2/3) S_{DS} G \quad (7)$$

Deprem yükleri altında yapılacak hesapta Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde **Bölüm 4.7'**de verilen Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi veya Bölüm **4.8'**de verilen Mod Birleştirme Yöntemi kullanılacaktır.

Çelik yapı sistemleri için taşıyıcı sistem davranış katsayıları ve dayanım fazlalığı katsayıları **Tablo 1'**de verilmektedir.

Tablo 1. Çelik yapı sistemleri için önerilen katsayılar

Yapı Türü veya Elemanı	Sistem Davranış Katsayısı	Dayanım Fazlalığı Katsayısı
Moment aktaran çelik çerçeve	3	2
Kafes kule	3	2
Ankastre mesnet yapısı	2	2
Tüp kesitli direk (pilon)	2	2
Çelik ve alüminyum bara mesneti	2	2
Rijit bara (alüminyum veya bakır)	2	2

Trafo sahasında bulunan çelik yapıların tasarımı taşıma gücü yöntemine göre yapılacaktır. Tasarlanacak yapılar veya elemanlar **Tablo 2'**de verilen yerdeğiştirme sınırlarını sağlayacaktır.

Tablo 2. Tasarlanacak yapılar/elemanlar için yerdeğiştirme / açıklık sınırları

Eleman tipi	Yer değiştirme yönü	Yapı Sınıfı		
		A	B	C
Yatay	Düşey	1/200	1/200	1/100
Yatay	Yatay	1/200	1/100	1/100
Düşey	Yatay	1/100	1/100	1/50

Burada A sınıfı yapılar yerdeğiştirmelerden etkilenecek elektrik donanımını mesnetleyen ve mekanizmalı çalışan destek yapılarını, B sınıfı yapılar yerdeğiştirmelerden etkilenecek olan elektrik donanımını mesnetleyen ancak mekanizmalı çalışmayan destek yapılarını, C sınıfı yapılar ise yerdeğiştirmelerden etkilenmeyecek olan elektrik donanımını mesnetleyen destek yapılarını temsil etmektedir.

Çelik yapı ve elemanların betonarme temellere yapılacak ankrajlarında, deprem hesabından elde edilen mesnet kuvvetleri dayanım fazlalığı katsayısı ile çarpılarak arttırılacaktır. Ankraj çubukları malzemesinin kopma uzaması oranı 0.14'den az olmayacaktır.

B.5 – TEMELLER VE DAYANMA YAPILARI

Trafo sahasında bulunan binaların, yapıların ve sahaya yerleştirilen donanımın temelleri ve dayanma yapılarının deprem yükleri altındaki tasarımı, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği: Bölüm 16'ya göre yapılacaktır.

Betonarme temellere yapılacak ankrajlarda deprem hesabından elde edilen mesnet kuvvetleri dayanım fazlalığı katsayısı ile çarpılarak arttırılacaktır.

BÖLÜM C – İLETİM DİREKLERİNİN DEPREM TASARIMI

İletim direklerinin deprem tasarımında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde süneklik düzeyi sınırlı merkezi çaprazlı çelik çerçeveler için verilen kurallar uygulanacaktır. Hesaplarda $R=3$ ve $D=2$ alınacaktır.

İletim direklerinin deprem tasarımında ortam sıcaklığı, rüzgâr ve buzlanma etkileri ile oluşan yükler deprem yükleri ile birleştirilmeyecektir. Ancak direğe bağlanan iletkenlerin gerilmeleri ve donanımın kütlesi dikkate alınacaktır. İletim direklerinin bu Bölümde bahsedilmeyen tasarım ilkeleri ile ilgili olarak TS EN 50341-1 standardı kullanılacaktır.