

DEPREM BÖLGELERİNDE TESİS EDİLECEK TRANSFORMATÖRLERİN SİSMİK DENEYLERİ, SERTİFİKALANMASI VE MONTAJ ÖNLEMLERİ

Burçin BARAN

ELTAŞ Transformatör Sanayi ve Ticaret A.Ş

burcin.baran@eltas.com.tr

ÖZET

Deprem ülkemizdeki doğal afetler içinde şüphesiz ki en başta yer almaktadır. Deprem esnasında elektrik tesisatının rolü çok önemlidir. Enerji altında çalışan cihazların deprem anında ve sonrasında çalışmaya devam edebiliyor olması oluşacak zararın azalmasını da sağlamaktadır. Bildiride depremde ve ilgili yönetmeliklerden kısaca bahsedilmiştir. Sismik test şartları ve montaj önlemleri de bildirinin konusudur. Bildiride sürekli gelişim ve değişim içinde olan enerji sektörünün ihtiyaçlarından biri olan sismik dayanıma sahip sargıları epoksi reçine ile kaplı kuru tip transformatör tasarımı ana hatlarıyla anlatılmaktadır. Deprem gerçeğinin son derece önemli ve azımsanamayacak şekilde olduğu ülkemizde sismik teste tabi tutulacak kuru tip transformatörün testinin bağımsız uluslararası akredite laboratuvarlarca yapılması ve sertifikalanması gerekmektedir.

GİRİŞ

Türkiye’de doğal afet denildiği zaman şüphesiz ki akla ilk deprem gelmektedir. Ülkemiz çok uzun yıllardır bu gerçeğe ve getirdiği yıkımlarla yüzleşmeye ve yaralarını sarmak için mücadele etmeye devam etmektedir. Yakın geçmişimizden de hatırlanacağı üzere 17 Ağustos 1999 Marmara depremi ve 23 Ekim 2011 Van depremi bunlara örnektir. Her yıkımdan sonra yeniden yapılanma olacağı için burada devlet büyüklerine ve bu konuda söz sahibi olan kişilere büyük görev düşmektedir.

17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen Gölcük merkez üslü depremin ardından yapılan hasar ve can kaybı tespitinde 18.373 ölü ve 48.901 yaralı olduğu görülmüştür. Ayrıca, yıkık-ağır hasarlı 96.796 konut ve 15.939 işyeri, orta hasarlı 107.315 konut ve 16.816 işyeri ve az hasarlı 113.382 konut ve 14.657 işyeri olmak üzere toplam 364.905 hasarlı konut ve işyeri tespiti yapılmıştır.

Ancak yıkımın bu denli büyük olması bile başta hükümet ve diğer siyasi partiler olmak üzere karar verici mekanizmaların yıkımı minimize edecek önlemler almasını

sağlayamamıştır. Ülkemizin büyük çoğunluğunun deprem açısından riskli bölgelerde olması tehlikenin boyutlarını arttırmaktadır.

Buna en bariz örnek olarak Marmara depreminden sonra deprem bölgesinde yapılacak yeni binalara önce kat sınırlaması verilmesi ve belli bir süre geçtikten sonra yine hiçbir şey olmamış gibi çok katlı binalar yapılmaya devam edilmesi gösterilebilir.

Önemli konulardan biride deprem anında elektrik enerjisiyle çalışan cihazların çalışmaya devam etmesinin gerekliliğidir. İşte bizde bu noktada Eltaş Transformatör A.Ş olarak depremin etkilerine dayanıklı ve enerjisini kesmeden çalışmaya devam edebilecek kuru tip transformatör üretimi yapmayı görev bildik.

Bahsi geçen kuru tip transformatörün tasarımı ve detayları bu bildirinin konusudur.

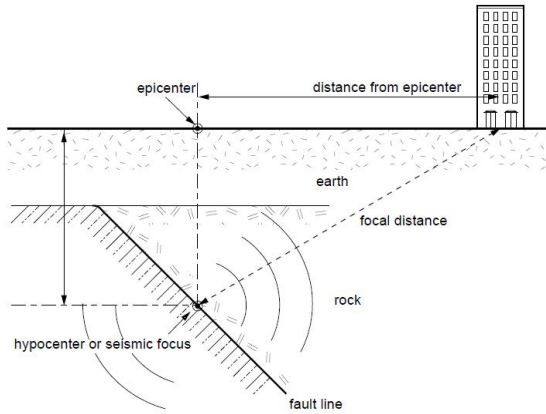
1. ÜLKEMİZDE DEPREM

Kuzey Anadolu fay hattında oluşan depremler yüzeye çok yakın (5-30 km altta) olduğundan oldukça tehlikeli bir karaktere sahiptirler. 17 Ağustosta oluşan

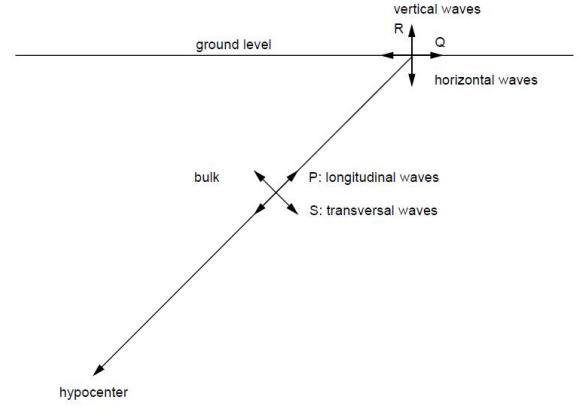
deprem bu fay hattının karakteristik özelliklerini taşımaktadır. Merkez üssü, yüzeyin sadece 10-15 km altındadır.

Depremlerin ana karakterlerinden biri de, aynı Marmara depreminde yaşandığı gibi Richter ölçeğine göre 4-6 şiddetlerine ulaşabilen artçı şokları da beraberinde getirebilmesidir. Depremin herhangi bir bölgede meydana getirdiği elastiki stres, diğer bölgelerde yeni streslerin oluşmasına ve artçı şokların artmasına sebebiyet verebilir. Bu hareketlilik yer kabuğunun normal dengesine ulaşmasına kadar aylarca devam edebilir. Türkiye dünyadaki büyük deprem kuşaklarından birisi olan Asya kuşağında yer almaktadır.

Resim 1 ve Resim 2’de depremin ana kriterlerinden fay hattının kırıldığı nokta (hypocenter) ve simetrik merkez üssü (epicenter) görülmektedir. Burada önemli olan bulunulan yerin merkez üssüne olan uzaklığıyla birlikte sismik kuvvetlerin yatay ve dikey bileşenleridir.



Resim 1



Resim 2

2. ELEKTRİK TESİSATLARINDA DEPREM GÜVENLİĞİ VE YÖNETMELİKLER

Tarihte depremin tesisatlar için önemi ve sismik önlemler alınma gereksinimi ilk olarak 1906 yılında meydana gelen San Francisco depremiyle doğmuştur.

Bu konu hakkında ilk yönetmelik 1927 yılında yayınlanan Tekdüze Bina Kodu (UBC – Uniform Building Code) olmuştur. 2006 yılında da bu yönetmelik yerini Uluslar arası Bina Koduna (IBC – International Building Code) bırakmıştır. Türkiye de deprem yönetmelikleri hazırlanırken IBC ‘den büyük ölçüde yararlanılmıştır.

Türkiye’de ilk deprem yönetmeliği T.C Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından ilk sürümü 1975 yılında yayınlanmış olan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’tir. Daha sonra 1997 yılında Deprem Yönetmeliği olarak güncellenmiştir. 1998 yılında da bu yönetmelikte değişiklik yapılmıştır.

6 Mart 2006 tarihinde Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar Konulu Yönetmelik yayınlanmış ve 1 yıl sonra devreye girmiştir. 3 Mayıs 2007 tarihinde de bu yönetmelikte değişiklikler yapılarak yürürlüğe sokulmuştur.

Madde 2.4.1 'de Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0) Deprem bölgeleri göz önüne alınarak aşağıdaki gibi tanımlanmıştır

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

(A_0) değeri, ülkemizin farklı bölgeleri için belirlenmiş 4 seçenekten ibaret olup, IBC 'den farklı olarak binanın bulunduğu arazi şartlarını içermemektedir. Bu sebepten neredeyse tüm Marmara ve Ege bölgeleri için bu değer 0,4 alınmaktadır. Oysa zemin şartları sadece birkaç kilometre mesafede bile kayda değer değişkenlikler göstermektedir.

Madde 2.4.2 'de de Bina Önem Katsayısı (I) binanın kullanım amacı veya türü göz önüne alınarak aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

I. Deprem ve sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar: (I):1,5

a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, itfaiye bina ve tesisleri, PTT, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık vb.)

b) Toksik, patlayıcı vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar

II. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar: (I):1,4

Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, müzeler vb.

III. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar: (I):1,2

Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları vb.

IV. Diğer binalar: (I):1,0

Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, vb.)

3. SİSMİK DAYANIM TESTİ

Bildirinin başında da belirtildiği gibi deprem esnasında ve sonrasında çalışmaya devam etmesi gereken elektrik cihazlarının sertifika almak için akredite bir laboratuarda sismik dayanım testine tabi tutulması gerekmektedir. Testler ilgili IEC standardı olan "IEC 60068-3-3" Cihazlar için sismik test metotları isimli standarda göre yapılmaktadır. Bu standardın TSE Teknik Kurulu'nun 03 Mart 1998 tarihli toplantısında Türk Standardı olarak kabul edilerek "TS EN 60068-3-3" ismiyle yayımına karar verilmiştir.

Eltaş Transformator A.Ş. olarak biz İspanya'da bulunan VIRLAB akredite laboratuvarını seçtik. Bu laboratuarda sismik test çift eksenli 2500x2500 mm ölçülerinde platform üzerinde yapılmaktadır. Bu platform her biri 150 kN kuvvete sahip birbirinden bağımsız çalışan iki adet silindirle donatılmıştır. Sismik sinyal her yön için bir adet olmak üzere toplam iki adet multi frekans jeneratör tarafından uygulanmaktadır. Bu jeneratörler 0,89-50,8 Hz arasında frekans üretebilen 36 adet sinüsoidal osilatöre sahiptir.

Test önce yatay doğrultuda her iki yönde, ardından dikey doğrultuda uygulanmaktadır. Teste başlamadan önce transformator platforma cıvatarla sabitlenmektedir.

Akabinde aşağıdaki noktalara testte ölçüm almak için ivmeölçerler monte edilir.

- Platform
- Transformatörün ağırlık merkezi
- Transformatörün en üst noktası
- Müşteri özel isteği olan herhangi bir nokta

Son kez kontroller yapıldıktan sonra test aşamalarına geçilir. Test iki aşamalıdır.

3.1 TEST AŞAMALARI

a) Rezonans Frekanslarının Ölçümü

Rezonans frekansını bulmak için transformatöre tek eksenle sinüsoidal titreşim 1-35 Hz ve 35-1 Hz arasında dakikada 1 oktavlık artış hızıyla sabit 0,1 g ivme şeklinde verilir. Rezonans frekansı belirlendikten sonra ağırlık merkezindeki ivmeölçer yardımıyla sönümleme hesaplanır.

b) Sismik Yeterlilik Testi

Uygulanacak zemin ivmesi her yön için alttaki formüllere göre hesaplanır.

$$a_f = a_g \times K \times D$$

Burada “ a_f ” her yön için hesaplanacak zemin ivmesini, “ a_g ” mevcut yer ivmesini, “K” ilave yükseltme faktörünü (kuru tip transformatörde 1 alınır), “D” ise yön faktörünü (yatayda 1; düşeyde 0,5 alınır) göstermektedir.

Türkiye’de TEDAŞ başta olmak üzere çoğu şartnamede istenen yer ivmeleri yatayda 0,5 g ve düşeyde 0,4 g ‘dir.

Ancak TS EN 60068-3-3 standardında da tanımlandığı üzere “D” yön faktörü düşeyde 0,5 olduğu için formül gereği düşeyde uygulanması gereken ivme 0,25 g olmalıdır. Bu durumu ilgili mercilere iletmemize rağmen 0,4 g değerinde düşey ivme ile testin yapılması istendiği ısrarla tarafımıza iletildiği için bizde testi bu şekilde yaptırдық. Ancak bilinmelidir ki TEDAŞ başta olmak üzere çoğu yurtiçi

şartnamede düşey ivme standarttan farklı yazılmaktadır.

Test S1 ve S2 olmak üzere iki seviyede uygulanır. S1 öncü depremin, S2 ise esas depremin simülasyonudur. S1 yatay ivme=0,25g ve düşey ivme=0,2g şeklinde uygulanır. S2 ise yatay ivme=0,5g ve düşey ivme 0,4g şeklinde uygulanır.

Önce beş defa otuzar saniye boyunca S1 uygulanmakta ve sonra bir defa otuz saniye boyunca S2 uygulanmaktadır. Bu test önce yatayda X ekseninde ve 90° dik Z ekseninde aynı anda uygulanır. Ardından aynı test Y ekseninde ve 90° dik Z ekseninde aynı anda uygulanır.

Test sonucunda transformatörün TS EN 60068-3-3 standardının “4.3 – Sıralama Kriterleri” konu başlığındaki “Kriter 0” durumunu sağlaması istenmektedir.

“Kriter 0” şartına göre;

- Görsel olarak transformatörde hiçbir deformasyon oluşmamalıdır.
- Test esnasında transformatöre uygulanan akımda kesinti olmamalıdır.

4. TRANSFORMATÖR MONTAJ ÖNLEMLERİ

Ülkemiz içinde her yerde kabul edilebilir olmasını öngörerek teste tabi tutulacak kuru tip dökme reçineli transformatörü seçerken güncel TEDAŞ şartnamesine uygun olmasını uygun gördük. Seçtiğimiz transformatörün özellikleri;

TEDAŞ-MYD/99-031.A ‘ya uygun

Güç: 1600 kVA

Yüksek Gerilim: 33 kV

Alçak Gerilim: 0,4 kV

Kısa Devre Gerilimi: %6

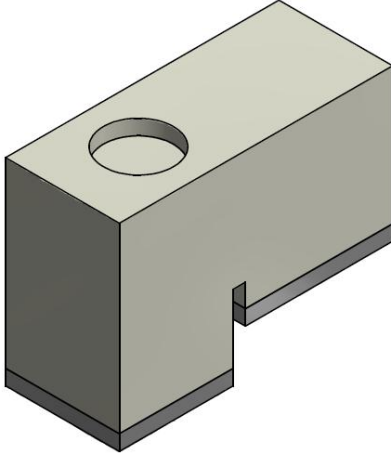
Garanti Edilen Boşta Kayıp: 2550W

Garanti Edilen Yükte Kayıp: 14000W

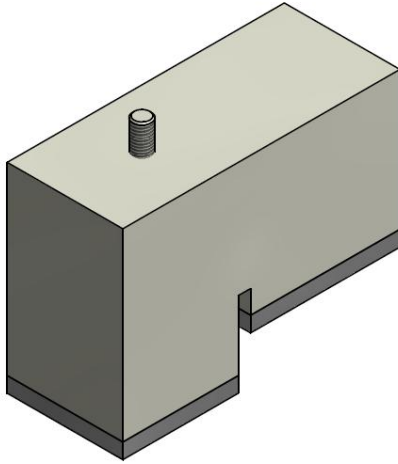
Tasarımı kuvvetlendirmek ve sismik testte etkisini görmek adına normal tasarıma bazı eklemeler yaptık.

a) Dökme Reçine Takozlar

Sismik teste gidecek transformatörde dayanımı arttırmak için özel bir takoz kullandık.

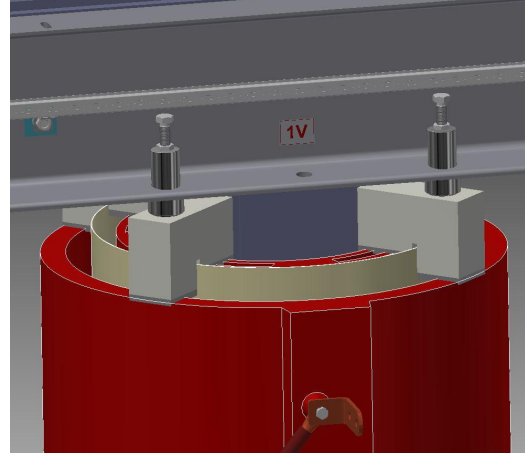


Üst Takoz



Alt Takoz

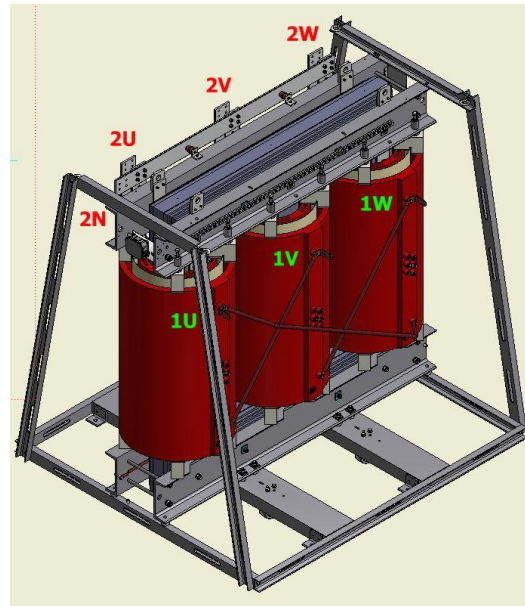
Bobinleri sismik kuvvetlere karşı stabil tutabilmesi için takozların dayanıklı olmasının yanı sıra sağlam şekilde sabitlenmesi de çok önemlidir.



Takozların Monte Edilmiş Hali

b) Deprem Ayakları

Sismik teste gidecek transformatörde dayanımı arttırmak için destek ayağı ve alt köşebendi olarak st37 malzemeden U profillerle destekler kullandık.



Deprem Ayaklarıyla Beraber Dış Görünüş

5. SONUÇ

Büyük illerimiz başta olmak üzere, hemen hemen her ilimizde deprem riski yüksek ve yasal olmayan yapılaşma çoktur. Bu yapıları depreme karşı kuvvetlendirmek için yasal altyapı olmadığından bağımsız şekilde yapı sahiplerinin ilgili kurumların tespitleri doğrultusunda güçlendirme çalışması yaptırmaları gerekmektedir.

Elektrik tesisatındaki sismik dayanım gerektiren cihazların sismik dayanım testleri IEC 60068-3-3 standardına uygun olarak “Bağımsız Uluslar arası Akredite” laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilmiş olmalıdır. Bu testler sonucunda da sertifikalandırma sistemiyle de geçerli kılınmalıdır.

Yapılan tasarım ile TEDAŞ-MYD/99-031.A şartnamesine göre üretilen 1600 kVA 34,5/0,4 kV kuru tip transformatörümüz, 30 Ağustos 2012 tarihinde VIRLAB-İspanya Sismik Test Laboratuvarı’nda sismik dayanım testine tabi tutuldu ve tasarladığımız konstrüksiyon ile ilk seferde başarı ile geçti.

KAYNAKLAR

- 1- TMMOB Bültenleri
- 2- EMO – Binalarda Elektrik Tesisatı Ve Deprem Güvenliği Sunumu Sabri Günaydın
- 3- Wikipedia Web Sitesi
- 4- IEC Web Sitesi
- 5- İlgili EN, IEC Standartları
- 6- VIRLAB - İspanya Sismik Test Laboratuvarı Dokümanları
- 7- Depremler Ve Elektrik Ekipmanları Makine Mühendisi Eric Melmoux
- 8- FEMA – (Federal Emergency Management Agency)
- 9- Jefferson Electric Dokümanları