

52
yıl

TÜRKİYE
ATOM ENERJİSİ
KURUMU

NÜKLEER SANTRALLARDA DEPREM GÜVENLİĞİ



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

TAEK'in Görev, Yetki ve Sorumlulukları

- Atom enerjisinin barışçıl amaçlarla ülke yararına kullanılmasında izlenecek ulusal nükleer politikanın esaslarını belirlemek,
- Nükleer güç ve araştırma reaktörleri ile yakıt çevrimi tesisleri için yer, inşaat ve işletme lisansı vermek; gerekli inceleme ve denetimi yapmak, izin ve lisansa uyulmayan hallerde işletme yetkisini geçici veya sürekli olarak iptal etmek,
- Halkın, radyasyonla çalışanların ve çevrenin radyasyondan korunmasını sağlamak için alınması gereken önlemleri belirlemek,
- Nükleer madde ve tesislerin güvenliği ile ilgili esasları belirlemek ve denetlemek,
- Ülkenin nükleer tehlikelere karşı korunma stratejisini belirlemek ,
- Nükleer bilim ve teknoloji alanlarında araştırma yapmak, yaptırmak ve teşvik etmek ,
- Ülkenin nükleer ve radyolojik tekniklerden faydalanmasına yönelik çalışmaları teşvik etmek,
- Nükleer alanda görev yapacak personel yetiştirmek ,
- Uluslararası kuruluşlarla nükleer alanda işbirliği yapmak,
- Ulusal ve uluslararası nükleer hukuk ile ilgili çalışmalar yapmak,
- Nükleer konularda halkı bilgilendirmektir.

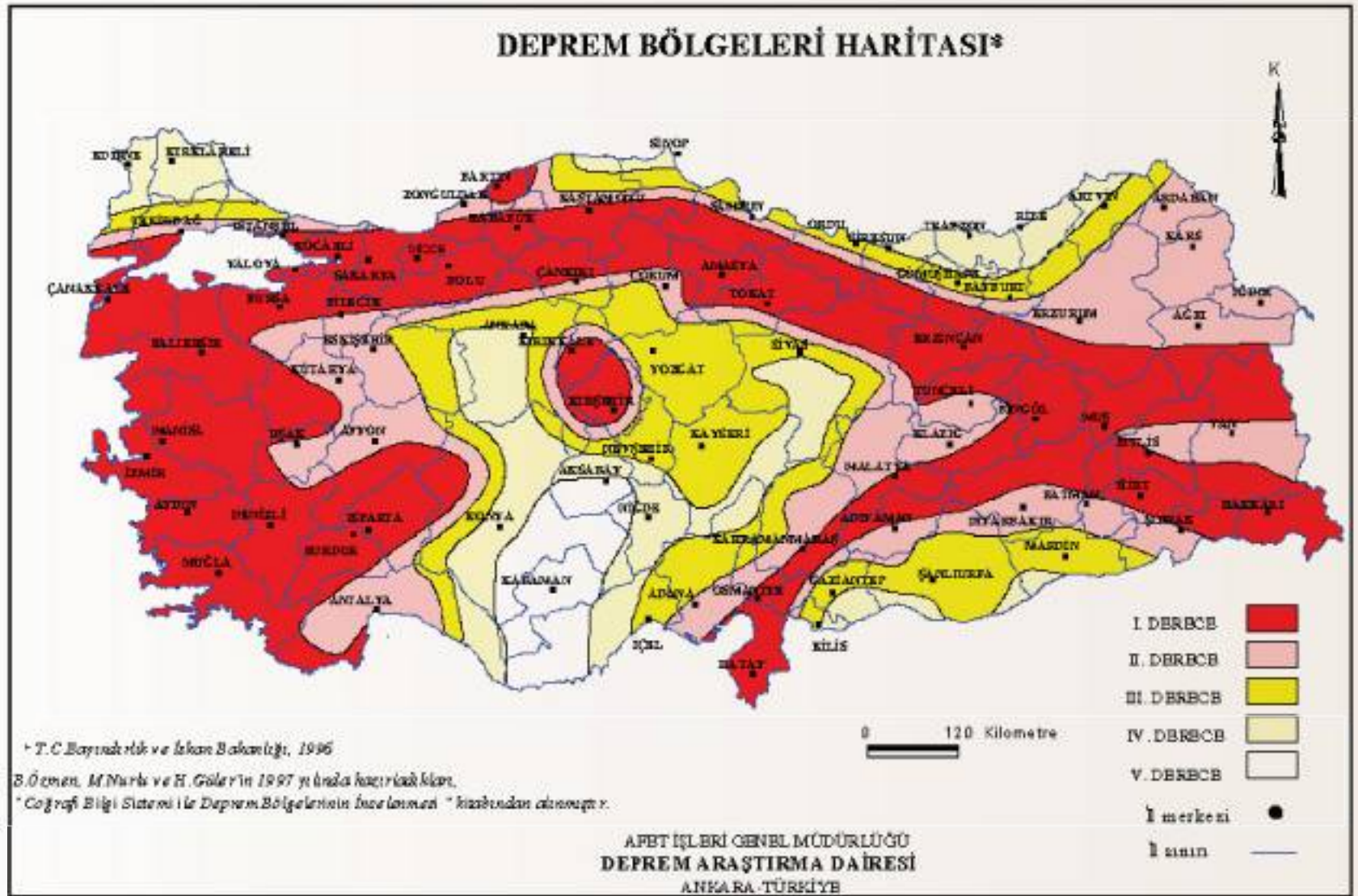
TAEK
Eskişehir Yolu 9. km
06530, Ankara
Tel : (0312) 2958700
Faks : (0312) 2958958
www.taek.gov.tr



NÜKLEER SANTRALLARDA DEPREM GÜVENLİĞİ

Nükleer santral tasarımında deprem, mutlaka gözönüne alınan çok önemli bir faktördür.

Türkiye depreme sık maruz kalan ülkelerden biri olması nedeniyle deprem güvenliği bir çok kişinin ilgisini çekmektedir. Türkiye'nin 780.000 km² alanının bütün bölgeleri aynı derecede sismik aktiviteye sahip değildir. Sismik bakımdan hareketli bir bölgede olabilecek depremlerin yeri, zamanı, büyüklüğü ve diğer özellikleri önceden tam olarak tahmin edilemez. Deprem mühendisliğinde en önemli husus, belirli bir zaman aralığında olabilecek depremlerin inşaat sahasında oluşturabilecekleri etkilerin, özellikle ivme, hız ve yer değiştirme gibi zemin hareketi parametreleri için beklenebilecek en büyük değerlerin saptanmasıdır. Depremlerin zaman, yer, şiddet bakımından gösterdikleri benzerlikler nedeniyle, yapıların tasarımında kullanılacak olan yer hareketi parametrelerinin saptanmasında olasılık ve istatistik yöntemlere dayalı bir yaklaşım kullanılır. Deterministik yaklaşımlara karşın, olasılık yaklaşımı zemin hareketi değişkenleri için tek bir değer yerine bir değerler kümesi ile bu küme üzerinde tanımlanmış bir olasılık dağılımının belirlenmesi şeklinde olmaktadır.



Sismik risk analizinin amacı, eskiden olmuş deprem olaylarına ait eldeki verileri jeolojik, sismolojik, istatistiksel ve diğer bilgilerle düzenli bir şekilde birleştirilerek, inşaat sahasında gelecekte olabilecek sismik etkinlikler için belirli olasılık değerleri saptayabilmektir. Sismik risk analizinin sonucu, genellikle inşaat sahasındaki belirli bir zemin hareketi parametresinin veya deprem şiddetinin bir yıldaki aşılma olasılığını veya ortalama tekerrür süresini gösteren bir eğri şeklindedir.

Nükleer güç santralleri, aktif fay hattının tam üzerinde olmamak koşuluyla değişik seviyelerde deprem riski taşıyan sahalarda inşa edilebilir. Dünyada ABD ve Japonya gibi pek çok ülkede, deprem riski yüksek bölgelere inşa edilmiş bir çok nükleer güç santrali vardır (Örneğin ABD'de Diablo Canyon Santrali 0,75 g depreme dayanacak şekilde tasarlanmıştır). Bu santraller, herhangi bir hasar veya arıza olmaksızın bir çok depreme karşı koymuşlardır. Deprem değerlerine göre tasarlanan ve işletilen santrallerde ana felsefe; olası en büyük depremde dahi, tesisin güvenli bir şekilde durdurulması ve tesisin hiçbir şekilde olumsuz etkilenmemesinin sağlanmasıdır.



NÜKLEER SANTRALLARDA DEPREM GÜVENLİĞİ

Nükleer santral yapı, sistem ve bileşenlerinin dinamik davranışları hakkında veri toplamak ve sismik güvenliği etkileyebilecek olan nükleer tesis temelini taşıyan zemin ve kaya ile tüm zemin yapılarının (doğal ve insan yapısı şevler, bentler, barajlar, vb.) deprem davranış ve stabiliteleri ile ilgili konular belli bir şekilde dikkate alınır. Suya doygun granüler zemin tabakalarının S1 veya S2 deprem yer hareketine maruz kaldıklarında sıvılaşma potansiyelleri tespit edilerek sıvılaşmaya karşı güvenlik sınırlarının yeterli olduğu gösterilir. Yeterli güvenlik sınırlarının sağlanamadığı durumlarda sahanın veya tesisin konumu değiştirilir. Özellikle zeminin farklılaşma gösterdiği durumlarda deprem nedeniyle meydana gelebilecek muhtemel oturmalar (özellikle farklı oturmalar) dikkate alınır. Deprem sırasında ve sonrasında zeminin öngörülen taşıma gücünü kaybetme potansiyeli araştırılır.

Nükleer santrallar;

- S1 ve S2 düzeyine karşılık gelen tasarım davranış spektrumlarının aşılmış aşılmadığının kontrolü (serbest saha davranış spektrumu, kat davranış spektrumu ve seçilen elemanlarla ilgili davranış spektrumu) ve böylece deprem sonrası için gözlem ve santralin durdurulması ihtiyacının değerlendirilebilmesi, tasarımda ve tesisat ve binaların yeterliliklerinde kullanılan analitik metodolojinin uygulanabilirlik düzeyinin değerlendirilebilmesi ve
- Santrali durdurmak için uyarı mekanizmalarının ve alarm sistemlerinin sağlanması

amacıyla yeterli sismik enstrümantasyonla teçhiz edilir.

Her bir nükleer santral sahasına yerleştirilmesi gerekli en az sismik enstrümantasyon sayısı, tipi, ve yerleşimi şu şekildedir:

- Serbest saha yer hareketini kaydetmek için bir adet üç eksenli kuvvetli yer hareketi kaydedicisi,
- Reaktör binası temelini hareketini kaydetmek için bir adet üç eksenli kuvvetli yer hareketi kaydedicisi ve
- Reaktör binasını en fazla temsil eden kata bir adet üç eksenli kuvvetli yer hareketi kaydedicisi.

Sahada S2 serbest saha ivmesi 0,25 g'ye eşit veya büyük ise ek sismik enstrümantasyon yerleştirilir. Enstrümantasyonların kayıt tetikleme değerleri sahanın sismik özelliği ile uyumlu düzeyde olur.



Bir çok ülkede nükleer santrallerin ömürlerinin 50 yıl olduğu kabul edilir. Bu 50 yıllık süreç içerisinde, tasarıma esas teşkil eden depremin olma ihtimalinin çok düşük olmasına dikkat edilir. Eğer ortalama olarak her 5000 yılda tekrarlanması beklenen deprem dikkate alınırsa, işletme sürecinde bu depremin olma ihtimali % 1, eğer 10.000 yıl alınırsa % 0,5 olur. Ülkeler genellikle 5000 veya 10.000 yılda bir tekrarlanması beklenen depremleri santralin tasarımında dikkate alır. Santral güvenliği açısından bu yaklaşım dünyada yeterli görülmektedir.



İstatistik analizlerinde veya olasılık hesaplarında, ne kadar çok ve sık veri elde edilirse hesap sonuçları doğruya o kadar daha yakın olur. Bu durumda eski depremlere yani tarihsel ve aletsel deprem kayıtlarına gitme zorunluluğu vardır. Aletsel kayıtlarda parametreler daha kesindir. Eski yıllara ait kayıtlardan ise beklenebilecek en büyük magnitüdün bulunmasında yararlanılmaktadır. Deprem tehlikesini belirleme çalışmalarında yörenin deprem aktivitesi, tektonik yapı ile birlikte etüt edilerek sismotektonik haritalar yapılmaktadır. Tüm tarihsel ve aletsel deprem verileri ve yapılan bölgesel jeolojik etütler uluslararası standartlara ve güvenlik kriterlerine göre değerlendirilmektedir. Santralin kurulacağı merkezden itibaren en az 150 km yarıçaplı bir alan incelemelere tabi tutulmaktadır. Sismotektonik bölgelemenin amacı kendi içinde homojen bir deprem potansiyeline sahip alanların ortaya çıkarılmasıdır. Sismotektonik bölgeler kendi içinde jeolojik yapı ile depremsellik benzerliğine göre tanımlanmaktadır. Nükleer santrallarda deprem parametrelerinin belirlenmesinde sismotektonik yaklaşımın kullanılması çoğu ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de zorunludur.

NÜKLEER SANTRALLARDA DEPREM GÜVENLİĞİ

Bu çalışmaların nihai amacı "Tasarım Yer Hareketi Seviyesi" nin belirlenmesidir. Bu seviyeler;

İşletme Esas Depremi S1: Nükleer tesisin ömrü boyunca sahada olması beklenen ve tesisin normal işletmeyi sürdürebileceği en yüksek yer hareketi seviyesini;

Güvenli Durdurma Depremi S2: Doğrudan güvenlik sınırı şartlarını ve sahayı etkileyebilecek en yüksek deprem potansiyeline karşılık gelen yer hareketi seviyesini ifade eder.

(S1) ve (S2) yer hareketleri seviyelerinin belirlenmesinde, ABD ve Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) güvenlik standartlarında belirtilen aşağıdaki aşamalar izlenir:

- Sismik olarak aktif bir yapı için, maksimum deprem potansiyeli (magnitüd veya şiddet) sahaya en yakın yapı üzerinde uygun bir yere taşınarak değerlendirilir.
- Sahanın sismotektonik bölgesindeki maksimum deprem potansiyelinin sahada olacağı kabul edilir.
- Bu sahada maksimum deprem potansiyeline neden olacak deprem yer hareketi seviyesinin belirlenmesi için bir azalım fonksiyonu kullanılır.

Nükleer santralda bulunan tüm elemanlar bir deprem olayında güvenliğin temini ve belirlenmiş bir seviyeyi aşan depremlerden sonra bazı elemanların test edilebilmesi için sismik kategori 1, sismik kategori 2 ve kategori dışı olmak üzere sınıflara ayrılır. Sismik kategori 1'e giren tüm yapı, sistem ve bileşenler belirlenir. Bu elemanlar S2 deprem seviyesi yer hareketleri sonuçlarına karşı koyacak şekilde tasarımlanır veya bu seviyede bir deprem kuvvetine karşı koyabilecekleri gösterilir. Kategori 1 aşağıda belirtilen elemanları içerir:

- İşlevsiz kalışı, dolaylı veya dolaysız olarak kaza durumuna neden olabilecek elemanlar,
- Santralin durdurulması, kritik parametrelerin izlenmesi, durdurulmuş durumda tutulması ve uzun dönemde artık ısıнын çekilmesi için gerekli elemanlar,
- Kaza koşullarında radyoaktif sızıntıyı önlemek veya sızıntının belirlenen limitlerin altında tutulmasını sağlamak için gerekli elemanlar.

Güvenlik önlemi olarak, tasarıma esas kazaların sonuçlarını hafifletmek için tasarımlanmış elemanlar da kategori 1'e dahil edilir.

Daha sonra, Sismik kategori 2'ye giren tüm yapı, sistem ve bileşenler belirlenir. Kategori 2'de bulunan elemanlar S1 deprem seviyesi yer hareketleri sonuçlarına karşı koyacak şekilde tasarımlanır. Kategori 2 aşağıda yer alan elemanları kapsar:

- Kategori 1'de yer almayan, normal işletim sınırlarının ötesinde radyoaktivitenin kaçışını önlemek için gerekli elemanlar ve
- Kategori 1'de yer almayan, uzun süre devam edecek ve bu sürede belirlenen şiddette depremin olması mümkün durumlarda kaza koşullarını hafifletmek için gerekli elemanlar.

Kategori 1 ve 2 kapsamına girmeyen bileşenler ise "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik"e tabidir.

Deprem tasarımında inşaat mühendisliği yapıları açısından aşağıdaki hususlar dikkate alınır:

- Taşıyıcı zemin yeterliliği
- Birbirine bağlanmış yapı temelleri veya temel sistemlerinin uygunluğu,
- Optimum rijitlik, yük ve ağırlık dağılımı ve minimum burulma etkilerini sağlamak için yapısal çerçevelerin ve perde duvarların plan içinde dengelenmesi ve simetrik olarak yerleştirilmesi,
- Dinamik ötelemelerden dolayı komşu binaların çarpışma olasılıkları,
- Ek çıkıntı ve bölümlerinin ana yapıya olan bağlantılarının yeterliliği,
- Gerekli yapı elemanlarının özellikle yatay kesme kuvvetlerine olan mukavemetlerinin yeterliliği,
- Yeterli sünekliği sağlamak için ve kesme ve basınç etkileri sonucu doğabilecek ani çökme durumlarını önlemek için gerekli miktarda donatının konulması,
- Donatının uygun şekilde yerleştirilmesi ve dağıtılması,
- Yapı elemanları birleşim yerlerinin doğru tasarımı,
- Aşırı deformasyonların öngörüldüğü durumlarda yapılar üzerinde deprem nedeniyle düşey yükler ve yanal ötelemelerden dolayı meydana gelen P-D etkisi,
- Temel üzerinde yeraltı suyu kaldırma etkisi,
- Dolgu duvarı gibi taşıyıcı olmayan elemanların yapı elemanları üzerindeki etkileri ve
- Farklı deprem hareketlerinin önlenmesi amacıyla yapılan büyük yekpare yapılarda dilatasyon ayrıntıları ile bu yapıları etkileyebilecek sıcaklık gerilmeleri.

Ayrıca deprem yüklerinden etkilenen çelik yapılardaki kaynakların öngörülen standartlara göre kalite kontrolü yapılır.

Deprem tasarımında zemin yapıları aşağıdaki etkiler sonucu yıkılmalara karşı yeterli mukavemette olacak şekilde tasarlanırlar:

- S2 yer hareketi sonucu, sıvılaşma dahil, şev kaymaları,
- Zayıf veya mukavemeti sıvılaşma ile azalan zeminler üzerindeki yapıların kayması,
- Yer hareketleri nedeniyle borularda oluşacak çatlamalar sonucu oluşan sızıntılar ve
- Kıyı sahalarındaki tsunamiler veya göletlerde sayçeler, kaymalar veya kaya düşmesi veya su alma veya su atma sistemlerinin bozulması nedeniyle suların bu yapının üzerinden aşması.

Sismograf

