

**YÜKSEK YAPILARIN;  
İZMİR YÜKSEK YAPI YÖNETMELİĞİ VE YENİ KENT MERKEZİNDE  
YAPILACAK YÜKSEK BİNALAR İÇİN HAZIRLANAN TEKNİK ÖNERMELER  
AÇISINDAN DEĞERLENDİRMESİ**

Necati ATICI  
İnşaat Yüksek Mühendisi  
necatiatic@sonat.com.tr

Soner BİLGE  
İnşaat Yüksek Mühendisi

## GİRİŞ

Son zamanlarda hem ülkemizde hem de İzmir’de yüksek binalar giderek artmaktadır. Kentlerimizi çok yakından ilgilendiren ve kent yaşamını doğrudan etkileyecek bu yapılar konunun özelliği ve niteliği itibari ile uzmanlık gerektiren yapılardır.

Bu konuda 1996 yılında yürürlüğe giren ve çeşitli yıllarda revize edilen "*İzmir Yüksek Yapılar Yönetmeliği*" yürürlüğe girdiği tarihten itibaren içeriği itibari ile Türkiye’deki ilk ve tek Yüksek Yapılar Yönetmeliği olma özelliğini göstermiştir. Bu yönetmelik 1996 yılından günümüze kadar uygulanagelmıştır. Burada kentlerimizi çok yakından ilgilendiren ve kent yaşamını doğrudan etkileyecek yapı tipleri ve yerleri konusunda her türlü etkiden arındırılmış, tarafsız, kentnin teknik alt yapısı konusunda uzman meslek odaları temsilcilerinin, inceleme kurulunda yer alarak ilçe belediyelerine teknik danışmanlık yapması amaçlanmıştır.

Bununla birlikte yakın süreçte meslek odaları ve çeşitli üniversitelerinde katkıları ile İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından "*Yeni Kent Merkezinde (Bayraklı Salhane/Turan Bölgesi – Konak Alsancak Liman Arkası Kesimi ve Salhane Bölgesi) Yapılacak Yüksek Binalar İçin Zemin, Geoteknik Ve Yapı / Deprem Mühendisliği Proje ve Raporlarında Uyulması Gereken Teknik Önermeler*" oluşturulmuştur. Teknik Önermeler Yeni Kent Merkezindeki zayıf zemin koşulları ve dolayısıyla yüksek bina tasarımında özellikle 60 m. den yüksek binalarda *Üst yapı – Derin Temel(Kazık) – Zemin* etkileşiminin ayrıntılı bir biçimde dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu durum son yıllarda giderek Yüksek Yapı tasarımında daha gerçekçi, yapıya özel ve uygulanabilir gelişmiş analizlerin yapılmasını sağlamıştır.

Bu çalışmada hem "*İzmir Yüksek Yapılar Yönetmeliği*", hem de "*Yeni Kent Merkezinde Yapılacak Yüksek Binalar İçin Hazırlanan Teknik Önermeler*" hakkında özellikle genel ilkeleri üzerinde durulacaktır.

## YENİ KENT MERKEZİNDE YAPILACAK YÜKSEK BİNALAR İÇİN HAZIRLANAN TEKNİK ÖNERMELER

Teknik önermelere genel olarak bakıldığında üç bölüme ayrılabiliriz;

1. Zemine Araştırma Çalışmalar (Geoteknik, Jeofizik ve Jeolojik)
2. Üst Yapı – Derin Temel (Kazık) – Zemin etkileşimi,
3. Üst Yapının Analizleri (Ön dizayn ve Performansa analizi ile geçerleyerek çözümü )

## 1. Zemine Araştırma Çalışmalar (Geoteknik, Jeofizik ve Jeolojik)

Teknik Önermelerin ilk maddesi Zemin Araştırma Çalışmasının programlanmasını amaçlamaktadır. Buradaki amaç geoteknik raporu da içeren zemine etüt raporuna esas teşkil edecek zemin araştırma çalışmalarının öncesinde planlanan çalışma hakkında detaylı bilgi veren, yapılacakların akış diyagramını ve içeriğini açıklayan ön bir rapor hazırlanmasıdır.

Bu bölümde karşımıza **Zemin Araştırması Çalışma Programında:**

- *Zemin ve yapı özellikleri,*
- *Zemin deneyleri,*
- *Sondaj sayısı, Sondaj derinliği,*
- *Arazi ve laboratuvar çalışmaları,*
- *Yeraltı su seviyesi,*
- *Sismik, MASW, mikrotremör ve benzeri,*
- *İksa,*
- *Bodrum kat sayısı, temel sistemi (derin temel),*
- *Zemin iyileştirmesi*
- *Yapı için tasarlanan derin temel ve zemin iyileştirmelerine ilişkin uygulama sonrası yapılması planlanan çalışmaların metodolojisi*

olmak üzere statik hesaplarda kullanılacak parametrelerin elde edilmesine yönelik Geoteknik, Jeofizik ve Jeolojik çalışmaların tanımlanmasıdır.

Bu bölümde geoteknik raporu içeren zemine etüt raporunun da aynı zamanda aşağıdaki deney hesap ve kriterlerin yerelması öngörülmektedir:

- Kazıklı veya kazıklı radye temellerde sondaj derinliği hesabı için amprik formüller,
- Dinamik zemin davranışı analizleri için kurulacak zemin modelinin parametrelerini elde etmek üzere yapının yüksekliğine göre belirlenecek olan sondaj derinliği,
- Konsolidasyon ve/veya ödometre vb. deneyler
- Jeofizik ölçümleri ile sahada mikrotremör, MASW ve kuyu içi sismik deneyleri
- Farklı oturma kriterleri (açısal distorsiyon)
- Sıvılaşma hesabı
- İksa Projesi vb.

## 2. Yapı – Derin Temel (Kazık) – Zemin Etkileşimi

Bu bölümde Yapı Derin Temel (Kazık)-Zemin Etkileşimi ele alınacaktır. Öncelikle Yapı-Derin Temel (Kazık)-Zemin Etkileşimi, deprem etkisi altında zemin ortamının, yapı temelinin ve üst yapının birlikte göz önüne alındığı bir modeldir. Bu model çerçevesinde yapı ve zeminin deprem sırasında birbirlerini karşılıklı olarak etkilediği daha gerçekçi bir çözümleme yöntemidir.

Teknik Önermelere göre **H > 60 m.** olan kazıklı yüksek binalar için deprem analizleri aşağıdaki şekilde yapılacağı belirtilmektedir.

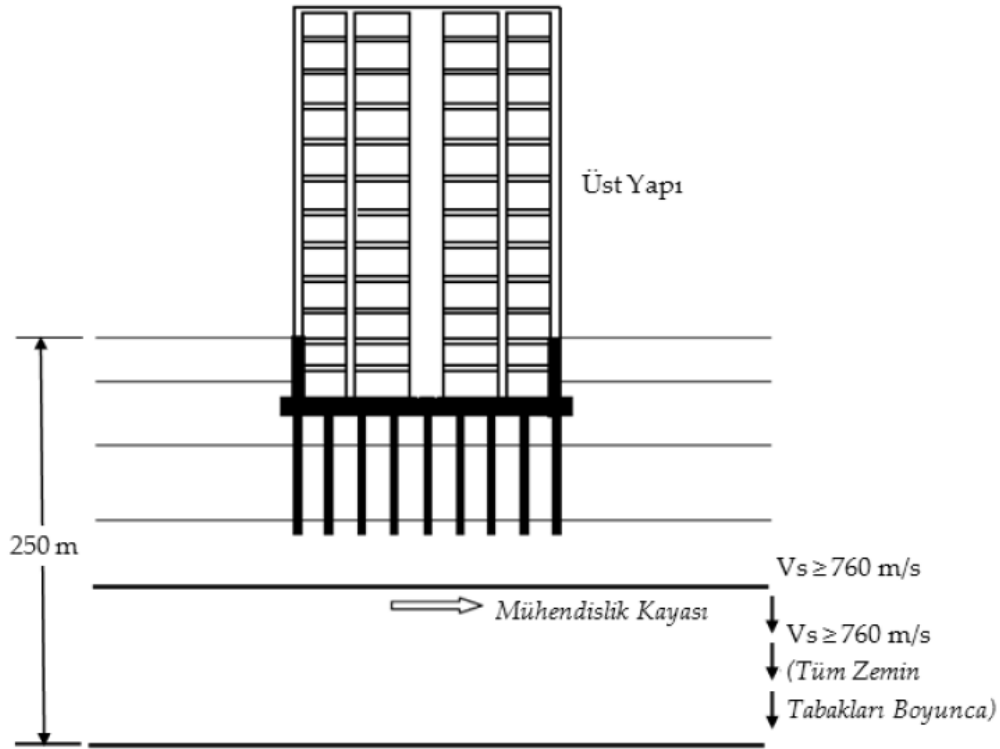
Zemine Araştırma Çalışmalarında elde edilecek bilgileri dikkate alarak, yapı-derin temel(kazık)-zemin etkileşimi analizleri geçerliliği kabul edilmiş bir dinamik yöntem ile yapılacağı bu bölümde belirtilmiştir.

Bu amaçla kullanılabilir bir yöntem olarak yapılacak kinematik etkileşim analizinde, taban kayasında veya kazıkların alt ucundan daha yukarıda olmamak üzere mühendislik taban kayası seviyesinde tanımlanan deprem yer hareketleri göz önüne alınacağı vurgulanmaktadır.

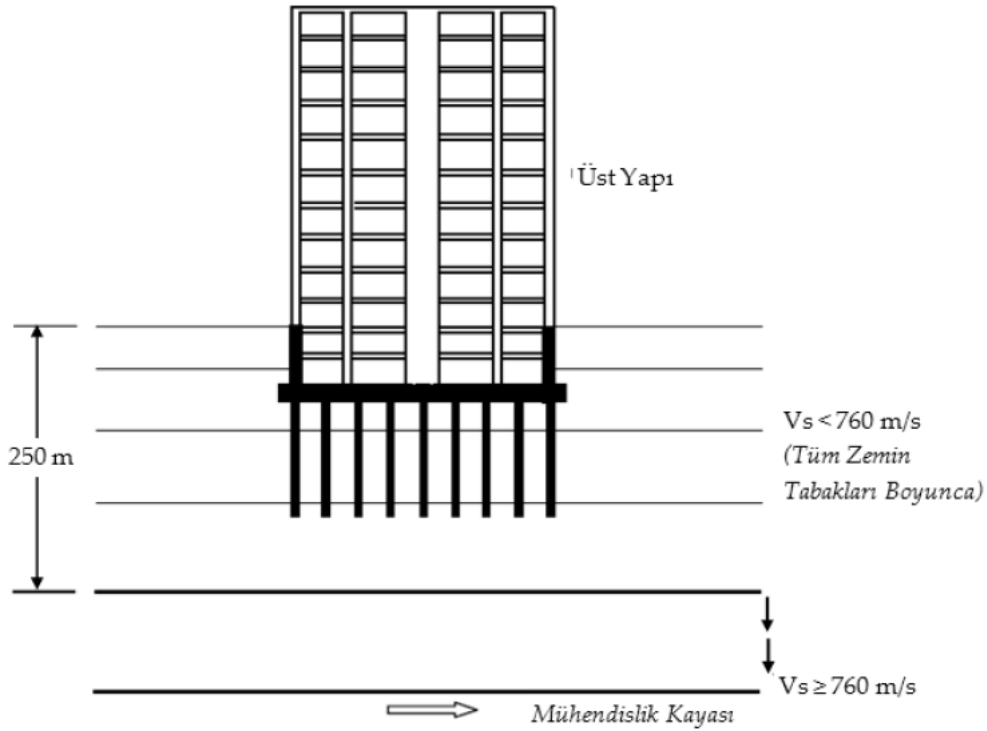
Ana kaya seviyesinin çok derin olduğu zeminlerde, Mühendislik kayası seviyesi, Kayma dalgası hızının  $V_s \geq 760 \text{ m/s}$  olduğu seviyedir. Mühendislik kayası seviyesini belirlemek için 2 adet en az 250 m. derinlikte sondaj yapılacak, sondaj derinliği boyunca zemin tabakalarının özellikleri yanında kayma dalgası hızları da tespit edilecektir. (Şekil-1) Kayma dalgası hızı korelatif ilişkiler kullanılarak belirlenmeyecektir. Sahada doğrudan yapılacak derin jeofizik ölçümlere (*kuyu içi sismik – (cross-hole [karşıt-kuyu])*) dayanan kayma dalga hızları proje hesaplarında kullanılacaktır.

Bununla beraber kayma dalga hızının  $V_s \geq 760 \text{ m/s}$  olduğu zemin tabakasının 250 m. derinlik boyunca tespit edilememesi durumunda, 250 m. derinlikten sonraki tabakalarda  $V_s \geq 760 \text{ m/s}$  değerinin tespit edildiği ilk tabaka mühendislik taban kayası olarak dikkate alınacaktır. (Şekil-2)

Ayrıca tüm bu tabakalar boyunca da zemin tabakaların özelliklerinin ve sınıflandırmasının da tespit edilmesi gerekmektedir.



Şekil 1



Şekil 2

Yeni Kent Merkezinde Teknik Önermelere göre, parsel bazında (sahaya özel) deprem tehlikesinin belirlenmesi için deprem kayıtları seçimi ve ölçeklendirmesi yolu ile **deprem tehlike analizinin** yapılması gerekmektedir. REF [2] de tanımlanan ivme spektrumuna uyumlu deprem kayıtları kullanılarak, Mühendislik kayası seviyesinde elde edilen deprem hareketlerinin zemin tabakalarında ilerleyerek temel tabanına taşınması sağlanır.

REF [2] de belirtilen; Tasarım aşamalarına ve yapının kullanım amacına uygun seçilen (D1), (D2) ve (D3) Deprem Düzeyleri için Teknik Önermelere göre yapılan kinematik etkileşim analizleri sonucunda bina temelinin altında zaman tanım alanında elde edilen “*etkin temel hareketleri*” ve hesaplanan ortalama “*etkin temel ivme spektrumları*” %35 oranında büyütülerek uygulanacağı da öngörülmektedir.

Bu analizde kazık – zemin altsisteminin taban kayasında tanımlanan yer hareketi etkisi altında zaman tanım alanında üç boyutlu nonlineer analizi zorunludur. Bu durum özellikle kazık tasarımında etkin olmaktadır.

### 3. Yapının Performansa Dayalı Çözümü

Teknik Önermelere göre  $H > 60 \text{ m}$ . olan kazıklı yüksek binaların deprem etkileri altında analizinde temel ilke olarak performansa göre tasarımı esas alır. Bu tasarım yaklaşımında, belirli düzeylerdeki deprem yer hareketleri altında yüksek binaların taşıyıcı sistem elemanlarında oluşabilecek hasar sayısal olarak tahmin edilir ve bu hasarın her bir elemanda kabul edilebilir hasar limitlerinin altında kalıp kalmadığı kontrol edilir. Kabul edilebilir hasar limitleri, çeşitli deprem düzeylerinde yapı için öngörülen performans hedefleri ile uyumlu olacak şekilde tanımlanır.

Deprem etkisi altında hesaplanan eleman düzeyindeki hasarı belirlenir. Eleman hasarları şiddetli depremlerde genel olarak doğrusal elastik sınırlar ötesinde meydana gelir. Bu hasarlar

nonlineer deformasyonlara karşı geldiğinden, doğrusal olmayan (nonlinear) analiz yöntemleri kullanılarak şekil değiştirmeyi (deformasyon) esas alan performansa dayalı tasarım kavramına uygun olarak yapılmalıdır.

<i>Tasarım Aşaması</i>	<i>Tasarım Aşaması I-A</i>	<i>Tasarım Aşaması I-B</i>	<i>Tasarım Aşaması II</i>	<i>Tasarım Aşaması III</i>
<i>Tasarım Türü</i>	Ön Tasarım (Boyutlama)	Tasarım	Gerçekleme <sup>†</sup>	Gerçekleme
<i>Deprem Düzeyi</i>	<i>Normal Sınıf Binalarda (D2) Depremi</i>	<i>Normal Sınıf Binalarda (D2) Depremi</i>	<i>Normal Sınıf Binalarda (D1) Depremi</i>	<i>Normal Sınıf Binalarda (D3) Depremi</i>
	<i>Özel Sınıf Binalarda (D3) Depremi</i>	<i>Özel Sınıf Binalarda (D3) Depremi</i>	<i>Özel Sınıf Binalarda (D2) Depremi</i>	
<i>Hedef Performans</i>	Can Güvenliği	Can Güvenliği	Kesintisiz Kullanım	Göçmeme Güvenliği
<i>Analiz Türü</i>	Mod Birleştirme Yöntemi ile Lineer Üç Boyutlu Analiz	Zaman Tanım Alanında Nonlineer Üç Boyutlu Analiz (2*7 Çözüm Ort.)	Mod Birleştirme Yöntemi ile Lineer Üç Boyutlu Analiz	Zaman Tanım Alanında Nonlineer Üç Boyutlu Analiz (2*7 Çözüm Ort.)
<i>Taşıyıcı Sistem Davranış Kats.</i>	$R \leq 7$	-	$R = 1.5$	-
<i>Görelî Kat Ötelemesi Oranı Limiti</i>	% 2	% 2	% 1	% 2.5
<i>B/A Çubuk Elemanlarda Kesit Rijitliği</i>	Etkin Rijitlik (DBYBHY 2007'den)	Etkin Rijitlik (Moment-Eğrilik Eğrisinden)	Etkin Rijitlik (Moment-Eğrilik Eğrisinden)	Etkin Rijitlik (Moment-Eğrilik Eğrisinden)
<i>Dayanım Parametresi</i>	Karakteristik Dayanım	Ortalama (Expected) Dayanım	Ortalama (Expected) Dayanım	Ortalama (Expected) Dayanım
<i>Kabul Kriteri</i>	Dayanım – Görelî Kat Ötelemesi Oranı	Birim Şekildeğiştirme – Görelî Kat Ötelemesi Oranı	Dayanım – Görelî Kat Ötelemesi Oranı	Birim Şekildeğiştirme – Görelî Kat Ötelemesi Oranı

Teknik önermelerde öngörülen Yüksek Yapı tasarımına ilişkin kriterlerden bazıları ise şunlardır:

- Düşey taşıyıcı elemanlarda (kolonlarda) Eksenel kuvvetlerin yüksek mertebelere ulaşması dolayısıyla betonun büzülme etkisi ve gevrek davranışına önlem olarak Normal Kuvvet Düzeyini belirleyen katsayı 0,50'den 0,35'e çekilerek azaltılmıştır.
- Kullanılacak en düşük Beton sınıfı C30 olarak öngörülmüştür.
- C50'den yüksek beton sınıfı kullanımında betonun sünme etkilerinin araştırılarak raporlanması koşuluna bağlanmıştır.
- Beton dökümü sırasında iç-dış sıcaklık farkının 20 C'ı geçmemesi, geçmesi halinde alınacak önlemlerin detaylandırılması belirtilmiştir.
- Yapısal olmayan elemanların (Mimari elemanlarla, Mekanik ve Elektrik donanımlar) deprem etkisi altında irdelenmesi istenmiştir.
- Binanın uygun yerlerine davranış kaydedici sensörler yerleştirilerek Yapı sağlığı izleme sistemlerinin kurulması ile yapının servis ömrü boyunca ve kentte inşa edilecek diğer yapılarda kullanılacak deprem kayıtlarının veri olarak elde edilmesi amaçlanmaktadır.

\* Bu bildiri İnşaat Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.

## SONUÇ

Teknik önermelerle Yüksek yapılarda *zemin araştırma raporunun* düzenlenmesi ile zemin çalışmalarının kapsamlı olarak yapılması amaçlanmıştır.

**Deprem tehlike analizi** ile binaya gelecek deprem etkisinin önceki deprem kayıtları kullanılarak daha gerçekçi elde edilmesi hedeflenmektedir.

Yüksek yapıların tasarımında; deprem etkisi altında davranışı en gerçekçi yöntem olarak modelleyen **performansa dayalı tasarım** yönteminin kullanılması esas alınmıştır. Bu yöntem ile binaların servis ömrü boyunca deprem etkileri altında oluşacak hasarların binanın kullanımına uygun hasar bölgesinde kalmasını amaçlanmaktadır. Kullanım amaçları kesintisiz olan binalarda (hastaneler vb) **minimum hasar**, kullanım amacı konut vb olan binalarda **can güvenliğinin sağlanması** ve kullanım amacı depo vb. olan binalarda **göçmenin önlenmesi** hasar sınırları hedeflenmektedir.

Bu yapıların yukarıdaki bölümlerde anlatılan özelliklerinden dolayı tasarım-uygulama-denetim aşamalarında görev alacak İnşaat mühendislerinin konularındaki uzmanlıklarının belgelenmesi ve İnşaat Mühendisleri Odasının da içinde olduğu mesleki denetim sisteminin kurulması gerekmektedir. Merkezi yönetim, Büyükşehir belediyesi ve ilçe Belediyeleri kentin yapılaşmasındaki sorumlulukları gereği bir kamusal görev olan sağlıklı ve depreme dayanıklı bina inşa edilmesinin sağlanması için meslek odaları ile birlikte çalışmalıdır.

Teknik önerme çalışması buna dair iyi bir örnek olmuştur.

## REFERANSLAR

[1] Bayındırlık ve İskân Bakanlığı (2007). “*Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*”, Resmi Gazete No 26454 – 06.03.2007 (Değişiklik: Resmi Gazete No 26511 – 03.05.2007), Ankara.

[2]Ulaştırma Bakanlığı (2008). “*Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği*”, Resmi Gazete No 26617–18.08.2007 (Değişiklik: Resmi Gazete No 27092 – 26.12.2008) , Ankara.

[3]İzmir Büyükşehir Belediyesi, Yüksek Yapılar Yönetmeliği, 1996

[4]İzmir Büyükşehir Belediyesi, Yeni Kent Merkezinde (Bayraklı Salhane/Turan Bölgesi – Konak Alsancak Liman Arkası Kesimi ve Salhane Bölgesi) Yapılacak Yüksek Binalar İçin Zemin, Geoteknik Ve Yapı / Deprem Mühendisliği Proje ve Raporlarında Uyulması Gereken Teknik Önermeler,

[5]AYDINOĞLU, M.N., “*Zayıf Zeminlerde Yapılan Binalarda Dinamik Yapı – Kazık – Zemin Etkileşimi İçin Uygulamaya Yönelik Bir Hesap Yöntemi*”. Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı, Rapor No. 2011/1, Mayıs 2011, İstanbul. [http://www.koeri.boun.edu.tr/depmuh\\_index.aspx](http://www.koeri.boun.edu.tr/depmuh_index.aspx)

[6]AYDINOĞLU, M.N., “*Deprem Etkisi Altında Yüksek Binalarda Tasarım Sorunları*”, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Seminer Sunumu, 4 Ocak 2013

[7]AYDINOĞLU, M.N., “*Zayıf Zeminlerde Yapılan Binalarda Deprem Etkisi Altında Yapı – Kazık – Zemin Etkileşimi*”, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Seminer Sunumu, 12 Nisan 2012