

## İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ CERRAHPAŞA YERLEŞKESİ HIZLI DURUM TESPİT ÇALIŞMASI

R. Temur<sup>1</sup>, B. Yıldızlar<sup>2</sup>, E. Damcı<sup>2</sup> ve N.K. Öztörün<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Araştırma Görevlisi, İnşaat Müh. Bölümü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul

<sup>2</sup> Yardımcı Doçent Doktor, İnşaat Müh. Bölümü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul

<sup>3</sup> Profesör, İnşaat Müh. Bölümü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul

Email: peace@istanbul.edu.tr

### ÖZET:

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Yerleşkesinde yer alan yapıların deprem etkileri açısından risk analizinin yapılmasını amaçlayan çalışma kapsamında, hastane olarak servis veren 57 adet yapı irdelenmiştir. Emniyetinin belirlenmesi gereken yapı sayısının sahip olunan süre açısından oldukça fazla olması, söz konusu yapıların doğal olarak yapım yılı mimari alışkanlıkları ve kullanım amacı nedeniyle karmaşık, aynı zamanda düzensiz olmaları nedeniyle analizlerde Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi kullanılmıştır. Üç temel aşamadan oluşan söz konusu çalışmanın ilk evresinde, saha etabına esas teşkil eden bilgilerin derlenmesi açısından değerlendirme kapsamındaki yapılara kimlik bilgilerinin atanması ve mevcut projelerinin tedarik edilmesi işlemlerini içeren arşiv çalışması gerçekleştirilmiştir. İlgili etabın tamamlanması ile birlikte oluşturulan saha ekipleriyle, kullanılan yöntemin veri toplama formları yardımıyla, kapsam dâhilindeki binaların yapısal karakteristiklerinin elde edilmesini içeren ikinci etap çalışmaları tamamlanmıştır. Mevcut çalışmanın son aşamasında ise sahadan gelen veriler, DURTES yönteminin algoritmasını kullanarak ve söz konusu yöntem için özel olarak geliştirilen yazılıma girilerek, risk analizleri hızlı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Nümerik analizler neticesinde; ortak alan içerisinde yer alan ve tümü nitelikli yapılar olan binaların mevcut durumları deprem riski açısından konvansiyonel analizlere göre oldukça hızlı bir şekilde tespit edilmiştir. Her bir yapının risk seviyesi net bir şekilde belirlenmiştir. İnceleme kapsamındaki 19 binanın “Çok Yüksek Risk”, 24 binanın “Yüksek Risk”, 4 binanın “Orta Risk”, 5 binanın “Düşük Risk” ve 5 binanın “Minimum Risk” seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Risk analizi, mevcut binaların değerlendirilmesi, DURTES, Hızlı Durum Tespit.

### 1. GİRİŞ

Ülkemizde 1999 yılında yaşanan depremlerden sonra ağırlıklı olarak gündeme gelen kentsel dönüşüm çalışmaları, 2011 yılında Van’da meydana gelen deprem ile beraber hız kazanmıştır. Bu kapsamda İstanbul Üniversitesi’nin Cerrahpaşa Yerleşkesi’nde kentsel dönüşüm uygulanması ve ilk aşamada mevcut binaların durum tespitlerinin yapılması kararlaştırılmıştır.

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Yerleşkesi’nde farklı boyutlarda, bağımsız 113 yapı birimi bulunmaktadır. Mevcut çalışma kapsamında yerleşke üzerinde öncelikli olan hastane, okul, lojman, öğrenci yurdu, yemekhane ve kütüphaneden oluşan 57 binanın deprem etkileri açısından risk analizinin yapılması amaçlanmıştır.

Emniyetinin belirlenmesi gereken yapı sayısının sahip olunan süre açısından oldukça fazla olması, söz konusu yapıların yapım yılı mimari alışkanlıkları ve kullanım amacı nedeniyle karmaşık, aynı zamanda düzensiz olmaları nedeniyle analizlerde Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi kullanılmıştır.

## 2. HIZLI DURUM TESPİT YÖNTEMİ

Yapıların deprem etkileri karşısındaki davranışları, hasara uğrama veya yıkılma olasılıkları, deprem kaynak özelliklerine, yerel zemin özelliklerine ve yapının özelliklerine bağlıdır. Bu sebeple risk analizi adı verilen çalışmalarda bu üç etkenin çok sayıda bileşeninin bir arada değerlendirilmesi gereklidir. Sadece zemin özelliklerini tanımlayarak veya sadece yapı özelliklerine bağlı olarak gerçekçi bir risk değerlendirmesi yapmak söz konusu değildir.

Karar kriterlerinin deneysel ve teknik verilere bağlanabilmesi, söz konusu verilerin detaylı olarak yerinde elde edilebilmesi ile mümkün olmaktadır. Değerlendirmenin güvenilirlik derecesi ile veri sayısı ve kalitesi arasında doğrudan bir bağlantı bulunmaktadır. Diğer taraftan binlerce yapının bulunduğu şehirleşmiş alanlarda maliyet ve süre kriterleri, projede veri sayısını ve kalitesini kısıtlayan faktörlerdir.

İstanbul'un Bakırköy ilçesinde yapılmış olan “Bakırköy İlçesi Yerleşim Alanlarının Zemin-Yapı Etkileşimine Bağlı Risk Analizi Araştırma Projesi”nde, hızlı tarama yöntemlerinde kullanılacak parametrelerin seçiminde ulusal ve yerel yapılaşmanın özelliklerini dikkate alan özgün bir yöntemin oluşturulmasının gereği dikkate alınmıştır. Bu amaçla, risk analizi çalışması çerçevesinde Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi geliştirilmiştir [1], [2], [4].

DURTES, bina türü yapıların deprem kuvvetlerine karşı yapısal risklerinin belirlenmesi için, gerekli olan minimum sayıda parametre ile güvenilir ve hızlı sonuçlar verebilen, sayısal değerlendirme esasına dayalı yaklaşık bir yöntemdir. DURTES'in temel esasları 1992 Erzincan depreminde belirlenmiş ve yöntemde kullanılan risk puanları takip eden yıllardaki depremlerde elde edilen verilerle kalibre edilerek 2002 yılında “Bakırköy İlçesi Zemin Yapı Etkileşimine Bağlı Risk Analizi Araştırma Projesi” kapsamında 10162 bina üzerinde uygulanmıştır.[3]

DURTES yöntemi belirli bir yapı stoğu üzerinde üç temel aşamada uygulanmaktadır. Söz konusu aşamalar; ekiplerin eğitimi ve arşiv çalışmaları, saha üzerindeki çalışmalar ve nihayetinde elde edilen veriler ışığında analizlerin gerçekleştirilmesi ve söz konusu işlemi takip eden rapor alma uygulamalarından ibarettir.

Saha üzerinde yöntemin uygulaması sırasında bina ile ilgili belirli verilerin elde edilmesi gerekmektedir. Her bir yapı için doldurulacak bina bilgi formu bilgileri, yapının hangi kat olduğu belirtilmesi koşulu ile kat rölövesi, mevcut beton dayanımı, genel özelliklerden başlayarak tespit edilen detay, hasar veya kusurlara ait fotoğraflar derlenecek veri türlerindedir. Söz konusu bilgiler saha ekipleri tarafından bina kod numarası ile ilişkilendirilerek ifade edilmektedir.

DURTES yapıdan elde edilen 100 parametre ile risk analizi yapmaktadır. Analizler için yöntemde özel bir algoritma ve yazılım geliştirilmiştir. [4]

Geliştirilen yazılım aşağıda listelenen gelişmiş özellikleri barındırmaktadır;

- Hızlı bilgi girişi
- Çizim
- Binaya özel raporlama
- Coğrafi bilgi sistemleri ile etkileşim
- CAD yazılımlarına kat planı çizimi oluşturma

Bina ile ilgili değerlendirme ve yorumlar tamamen matematiksel prensiplerle yapılmakta ve raporlar yazılım tarafından otomatik olarak hazırlanmaktadır. Böylece farklı tecrübelerle sahip uzman görüşlerinde yapılabilecek hatalar minimuma indirilmektedir. DURTES yöntemi, detaylı analizi yapılan binaların analiz sonuçları ile kıyaslandığında oldukça makul sonuçlar vermektedir.

Analizler sonucunda her bina için bir "Göreceli Durum Tespit Puanı" elde edilmekte ve yapıların depremde olası hasar riskleri belirlenmektedir.

Yapılar, risk seviyelerine göre 5 ana grupta sınıflandırılmaktadır. Söz konusu risk grupları Minimum risk, düşük risk, orta risk, yüksek risk ve çok yüksek risk seviyeleri olarak nitelendirilmektedir.

Analizler neticesinde binaların risk seviyesi göreceli olarak belirlenmekte ve her bina için binanın kimlik kartı da sayılabilecek bir rapor hazırlanmaktadır. Söz konusu raporlarda, saha çalışmalarında binaya ait elde edilen bilgilerin tamamı ile birlikte, matematiksel esasa dayanan analizin sonuçları, binanın risk seviyesi ve öneriler yer almaktadır (Tablo 1). Yöntemin ilişkilendirdiği risk seviyeleri ve beraberinde getirdiği öneriler ile yorumlar Tablo 1' de görülmektedir.

### **3. UYGULAMA**

Çalışma kapsamında bulunan binaların yerinde incelenmesi amacıyla ikişer kişiden oluşan beş grup oluşturulmuştur. Saha çalışma ekibinde yer alan bu on kişiye DURTES yöntemi hakkında teorik ve uygulamalı eğitimler verilmiştir.

Saha çalışma ekiplerinin eğitimleriyle eş zamanlı olarak Cerrahpaşa Yerleşkesi'nde yer alan binalara ait proje bilgilerini temin etmek amacıyla İstanbul Üniversitesi arşivleri taranmıştır. Projeleri elde edilen binalara ait bilgiler tasnif edilerek bina kod numaraları ile eşleştirilmiş ve saha çalışma ekiplerine sunulacak biçimde hazırlanmıştır. Arşiv taramasının temel amacı binalara ait mevcut bilgiler ışığında rölöve çalışmalarının daha kısa sürede ve daha az hata ile yapılmasıdır.

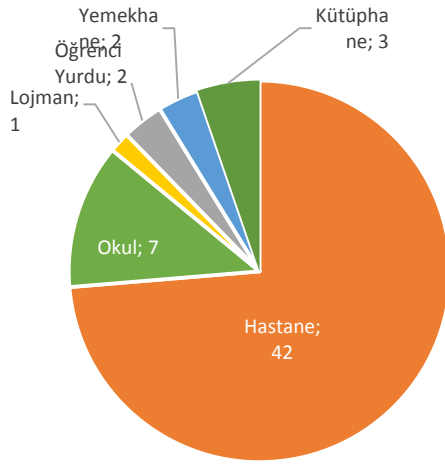
DURTES yöntemindeki puanlama bilgilerinin yer aldığı "Bina Bilgi Formu" saha çalışmalarında görev almak üzere oluşturulan ekipler tarafından, binalar yerinde incelenerek doldurulmuş, binanın taşıyıcı sistem geometrisini ve özelliklerini belirlemek amacıyla rölöve bilgileri elde edilmiştir. Binaların malzeme dayanımı tahribatsız bir yöntem olan ve yüzey sertliğine dayanan beton test çekici ile tespit edilmiştir. Ayrıca binaların genel görünüşü ve yapısal kusurları fotoğraflanmıştır.

Saha çalışmalarından elde edilen puanlama bilgileri, bina rölövesi, malzeme dayanımı ve fotoğrafları yöntemin algoritmasını kullanan özel amaçlı yazılıma girilmiştir. Söz konusu bilgilerle binanın taban kesme kuvveti kapasitesi, binaya etkimesi öngörülen deprem yükleri ve bina puanlamaları hesaplanmıştır. Analiz ve raporlamalar ilgili yazılım tarafından otomatik olarak yapılmıştır.

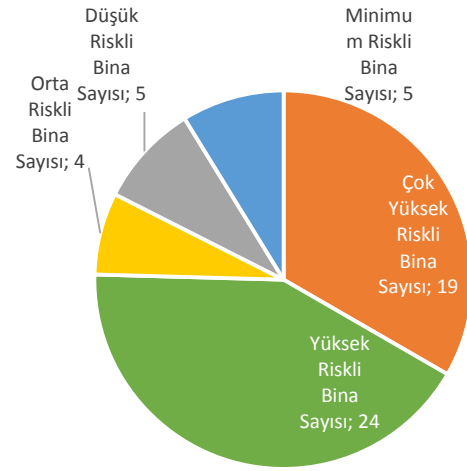
### **4. SONUÇLAR**

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Yerleşkesi'nde yer alan 113 bina biriminden 57 adedi incelenmiştir. Bu binalar kullanım amacına göre sınıflandırıldığında 42 bina hastane, 7 bina okul, 1 bina lojman, 2 bina öğrenci yurdu, 2 bina yemekhane ve 3 bina kütüphane olarak hizmet vermektedir (Şekil 1).

Analizler sonucunda; 19 binanın "Çok Yüksek Risk", 24 binanın "Yüksek Risk", 4 binanın "Orta Risk", 5 binanın "Düşük Risk" ve 5 binanın "Minimum Risk" seviyesinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). İncelenen binaların risk seviyeleri Cerrahpaşa Yerleşkesi'nin planı üzerinde Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 1. İÜ Cerrahpaşa Yerleşkesi'nde yer alan binaların kullanım amacına göre dağılımı



Şekil 2. İÜ Cerrahpaşa Yerleşkesi'nde yer alan binaların risk seviyelerine göre dağılımı



Şekil 3. İÜ Cerrahpaşa Yerleşkesi'nde yer alan binaların risk haritası

## KAYNAKLAR

- [1]: Yıldızlar, B., Gürsoy, G., Damcı, E., Öztörün, N., Çelik, T. (2002). Mevcut Yapı Stoğunun Deprem Riski Açısından Durum Tespiti İçin Bir Yöntem ve Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Kıyaslanması, *Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınması Sempozyumu*, Karadeniz Teknik Üniv., Gümüşhane Müh. Fakültesi, Gümüşhane.
- [2]: Damcı, E., Yıldızlar, B., Gürsoy, G., Öztörün, N.K., Çelik, T. (2003). Bakırköy Özelinde, Türkiye Genelinde Yapı Durum Tespiti İçin Bir Algoritma, *Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İTÜ Süleyman Demirel Kültür Merkezi, İstanbul.
- [3]: Keleşoğlu, M.K., Öztörün, N.K., Çinicioğlu, S.F., Bozbey, İ., Öztoprak, S., Özyazgan, C., Çelik, T. (2003). Deprem Risk Analizi : Bakırköy İlçesi Örneği, *Küçükçekmece ve Yakın Çevresi Teknik Kongresi*, Deprem ve Planlama, Küçükçekmece Belediyesi, 121-132.

[4]: Temür, R., (2006). Hızlı Durum Tespit (Durtes) Yöntemi ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi.

Tablo 1. DURTES bina risk durumlarına göre yorum ve öneriler

<b>Minimum Risk</b> içeren binalar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hızlı tarama yöntemi kriterlerine göre 2007 Deprem Yönetmeliğinin tanımladığı güvenlik seviyesini sağlamaktadır.</li><li>• Kesin çözüm yöntemleri ile yapının emniyetinin kontrol edilmesi yararlıdır.</li><li>• Kesin çözüm yöntemleri uygulansa dahi depremin doğrultu ve içerik özelliklerinde öngörülene nazaran olabilecek farklılıklar ve yapıya ait tespiti mümkün olmayan kesit malzeme özellikleri ve detaylar risk seviyesinde değişikliğe sebep olabilir.</li></ul>
<b>Düşük Risk</b> içeren binalar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hızlı tarama yöntemi kriterlerine göre 2007 Deprem Yönetmeliğinin tanımladığı güvenlik seviyesini <u>sağlamamaktadır</u>.</li><li>• Kesin çözüm yöntemleri ile yapının emniyetinin kontrol edilmesi gereklidir.</li><li>• Binaya özel raporda güçlendirme için eklenmesi gereken olan tahmini malzeme miktarı tanımlanmıştır. Ancak, kullanılacak malzeme miktarı, binanın kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapıldıktan sonra tasarım hesaplarında öngörülen konstrüktif detaylara göre tayin edilmesi önerilir.</li><li>• Konstrüktif detaylar ve geometrileri, binanın gerekli kısımları açılıp tüm detayları görüldükten sonra kullanılacak olan güçlendirme malzemesinin özelliklerine göre belirlenmeli ve tercih edilmelidir.</li></ul>
<b>Orta Risk</b> içeren binalar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hızlı tarama yöntemi kriterlerine göre 2007 Deprem Yönetmeliğinin tanımladığı güvenlik seviyesini <u>sağlamamaktadır</u>.</li><li>• Kesin çözüm yöntemleri ile yapının emniyetinin kontrol edilmesi gereklidir.</li><li>• Binaya özel raporda verilen tahmini değerlerden anlaşılacağı gibi “<b>düşük risk seviyesi</b>”ne kıyasla daha fazla malzeme ve işçilik gerekmektedir. Kullanılacak malzeme miktarı kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapıldıktan sonra tasarım hesaplarında öngörülen konstrüktif detaylara göre tayin edilmesi önerilir.</li><li>• Konstrüktif detaylar ve geometrileri, binanın gerekli kısımları açılıp tüm detayları görüldükten sonra kullanılacak olan güçlendirme malzemesinin özelliklerine göre belirlenmeli ve tercih edilmelidir.</li></ul>
<b>Yüksek Risk</b> içeren binalar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hızlı tarama yöntemi kriterlerine göre 2007 Deprem Yönetmeliğinin tanımladığı güvenlik seviyesini büyük ölçüde <u>sağlamamaktadır</u>.</li><li>• Kesin çözüm yöntemleri ile yapının emniyetinin kontrol edilmesi yararlıdır.</li><li>• Binaya özel raporda verilen tahmini değerlerden anlaşılacağı gibi “<b>orta risk seviyesi</b>”ne kıyasla daha fazla malzeme ve işçilik gerekmektedir. Kullanılacak malzeme miktarı kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapıldıktan sonra tasarım hesaplarında öngörülen konstrüktif detaylara göre tayin edilmesi önerilir.</li><li>• Konstrüktif detaylar ve geometrileri, binanın gerekli kısımları açılıp tüm detayları görüldükten sonra kullanılacak olan güçlendirme malzemesinin özelliklerine göre belirlenmeli ve tercih edilmelidir.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Güçlendirme kararı alınırsa zaman, ekonomi, emniyet ve amaca uygunluk unsurları göz önüne alınarak güçlendirme yapılıp yapılamayacağı belirlenmeli, güçlendirmeye karar verilmesi durumunda; kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapılmalı, yapısal elemanlar ve detaylar belirlenmeli, deprem şartnamesinde öngörülen formatta güçlendirmeye yönelik uygulama projeleri hazırlanmalı, her aşamasında kontrol edilecek şekilde mümkün olan en kısa zamanda imalat uzman personel tarafından gerçekleştirilmelidir.</li></ul> <p><u>Alternatif Öneri:</u></p> <p>Kat azaltması çözüm olabilir. Kontrol edilmelidir.</p> <p>Kullanım değişikliğine bağlı olarak yük azaltması çözüm olabilir.</p> <p>(Bu madde konvansiyonel konut türü binalar için geçerli değildir.)</p>
<p><b>Çok Yüksek Risk</b> içeren binalar</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hızlı tarama yöntemi kriterlerine göre 2007 Deprem Yönetmeliğinin tanımladığı güvenlik seviyesini <u>sağlamamaktadır</u>.</li><li>• Kesin çözüm yöntemleri ile yapının risk seviyesinin kontrol edilmesi yararlıdır.</li><li>• Kesin çözüm yöntemleri ile yapının emniyetinin kontrol edilmesi yararlıdır.</li><li>• Binaya özel raporda verilen tahmini değerlerden anlaşılacağı gibi “<b>yüksek risk seviyesi</b>”ne kıyasla daha fazla malzeme ve işçilik gerekmektedir. Kullanılacak malzeme miktarı kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapıldıktan sonra tasarım hesaplarında öngörülen konstrüktif detaylara göre tayin edilmesi önerilir.</li><li>• Konstrüktif detaylar ve geometrileri, binanın gerekli kısımları açılıp tüm detayları görüldükten sonra kullanılacak olan güçlendirme malzemesinin özelliklerine göre belirlenmeli ve tercih edilmelidir.</li><li>• Güçlendirme kararı alınırsa zaman, ekonomi, emniyet ve amaca uygunluk unsurları göz önüne alınarak güçlendirme yapılıp yapılamayacağı belirlenmeli, güçlendirmeye karar verilmesi durumunda; kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapılmalı, yapısal elemanlar ve detaylar belirlenmeli, deprem şartnamesinde öngörülen formatta güçlendirmeye yönelik uygulama projeleri hazırlanmalı, her aşamasında kontrol edilecek şekilde mümkün olan en kısa zamanda imalat uzman personel tarafından gerçekleştirilmelidir.</li></ul> <p><u>Alternatif Öneri:</u></p> <p>Kat azaltması çözüm olabilir. Kontrol edilmelidir.</p> <p>Kullanım değişikliğine bağlı olarak yük azaltması çözüm olabilir.</p> <p>(Bu madde konvansiyonel konut türü binalar için geçerli değildir.)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kullanımı mutlak gerekli önemli binalar dışında, şehir planlaması, amaca uygunluk, ekonomi, emniyet gibi kriterler göz önüne alındığında bu kriterleri sağlamayan bazı binaların yıkılıp yeniden yapılmasında yarar vardır. Güçlendirme seçeneği tercih edildiği takdirde maliyetin oldukça yüksek olacağı binaya özel raporlarda belirtilen malzeme miktarından anlaşılmaktadır.</li></ul>