

BALÇOVA VE SEFERİHİSAR İLÇELERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN YAPI STOĞU ENVANTER VE DEPREM GÜVENLİĞİ ÖN DEĞERLENDİRMESİ PROJESİ SONUÇLARI

Yrd. Doç. Dr. Özgür Özçelik
ozgur.ozcelik@deu.edu.tr

Uzm. Dr. İbrahim Serkan Mısır
serkan.misir@deu.edu.tr

Prof. Dr. Türkay Baran
turkay.baran@deu.edu.tr

Prof. Dr. Serap Kahraman
serap.kahraman@deu.edu.tr

Aydın Saatçi
Öğretim Görevlisi
aydin.saatci@deu.edu.tr

Sadık Can Girgin
Araştırma Görevlisi
sadik.girgin@deu.edu.tr

GİRİŞ

İzmir Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi bir ortak hizmet projesi kapsamında, pilot bölge olarak seçilmiş olan Balçova ve Seferihisar (Merkez) ilçelerinde "Yapı Stoku Envanterinin Oluşturulması ve Yapı Güvenliğinin Deprem Riski Açısından Değerlendirilmesi" konulu 15.11.2011 tarihinde başlayıp 30.11.2012 tarihinde sonuçlanan bir çalışma yürütmüştür. Balçova'da 7,628 ve Seferihisar-Merkez'de ise 2,922 adet olmak üzere toplamda 10,550 betonarme ve yığma-karma yapının envanter bilgisi oluşturulmuş ve bu binalar arasından deprem riski açısından birinci ve ikinci kademe diye adlandırılan yöntemler ile toplamda 5,621 bina değerlendirilmiştir. Okullar, hastaneler ve önemli kamu binaları bu incelemenin kapsamı dışında bırakılmıştır; zira bu tür binaların ayrıca ele alınması gerekmektedir. Kapsam dışında kalan diğer binalar şöyledir: 15 katın üstünde olan yüksek yapılar, seralar, trafolar, müstemilat, kamu binaları, büyük alışveriş merkezleri, köprüler ve havuzlar. Proje kapsamında tamamlanan çalışmaların sonuçları iki farklı rapor halinde Büyükşehir Belediyesine sunulmuştur (Kahraman vd., 2012a, Kahraman vd., 2012b). Bu metinde sadece betonarme binalara ilişkin özet değerlendirmelerde bulunulmuş ve binalar risk açısından öncelik sırasına konurken izlenen "çoklu karar ağacı" yönteminin ayrıntılarına değinilmiştir.

BETONARME BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Son on yılda dünya genelinde betonarme binaların zayıf performansı, mevcut yapıların sismik performans analizi çalışmalarına hız kazandırmıştır. Tek tek binaların değerlendirilmesi söz konusu olduğunda bina hakkında detaylı veri toplanarak bu veriler gelişmiş modelleme ve analiz yöntemleri ile değerlendirilmektedir. Bu tür bir analiz yapının performansı hakkında nihai sonuç verebilmektedir. Ancak yüz binlerce binadan oluşan bir yapı stoğunun değerlendirilmesinde her bina için bu derece detaylı veri toplamak ve gelişmiş analiz yöntemlerini uygulamak imkânsızdır. Bu nedenle daha az veri ile daha basit analiz gerektiren ve daha az zaman alan ön değerlendirme yöntemleri tercih edilmektedir. Bu yöntemler son derece pratik, gelişmiş analiz yöntemlerine kıyasla çok daha uygun maliyetli ve bu anlamda çok sayıda binanın hızlı bir şekilde değerlendirilebilmesi için uygundur. Ön değerlendirme yöntemleri gelişmiş/detaylı yöntemleri asla dışarıda bırakmamakta, bir başka deyişle bu

* Bu bildiri İnşaat Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.

yöntemlerin yerine geçmemektedir. Ön değerlendirme ile öncelikli (riskli) olarak belirlenen ve tüm yapı stoğunun belli bir alt kümesini oluşturan binalar için nihai karar detaylı değerlendirme yöntemleri kullanılarak verilmelidir.

Sismik risk için ön değerlendirme yöntemlerindeki güncel yaklaşım, gelişmişlik sıralamasında olmak üzere, binaları üç farklı aşamada incelemektir: (1) Sokak Taraması, (2) Ön Değerlendirme, (3) Detaylı Son Değerlendirme. Betonarme yapıları öncelik sıralamasına koyabilmek için farklı gelişmişlik düzeyinde altı farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler en genel olarak birinci ve ikinci kademe olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir. Birinci ve ikinci kademe yöntemler arasındaki temel fark, birinci kademe yöntemlerin uygulanabilmesi için gerekli olan bilginin sokak taraması ile elde edilebilir olmasıdır. Bir başka deyişle, yapının proje ve/veya rölöve bilgisine ihtiyaç yoktur. İkinci kademe yöntemler içinse proje ve/veya rölöve bilgisine ihtiyaç bulunmaktadır.

Birinci kademe veya sokak taraması olarak da bilinen yöntemler binaları bir ön-öncelik sırasına koymak için kullanılırken, ikinci kademe yöntemler dikkate aldığı parametre sayısı, bu parametrelerin proje ve/veya rölöve bilgilerinden toplanabilmesi ve bina taşıyıcı sistemine ait verilerin kullanılması nedenleriyle daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Birinci kademe yöntemlerin ikinci kademe yöntemlere göre en önemli avantajı uygulama kolaylığıdır. Herhangi bir karmaşık analiz gerektirmediğinden çok fazla sayıda binaya hızlı bir şekilde uygulanabilmektedir. Yöntemin uygulanması için gerekli zaman 15-30 dakika arasında değişmektedir. Ancak öncelik sıralaması açısından daha güvenilir bir karar verebilmek amacıyla ikinci kademe yöntemlere mutlaka ihtiyaç vardır. İkinci kademe yöntemler geliştirilirken veri toplama yöntemi olarak rölöve bilgilerinin toplanması öngörülmüştür. Böylece değerlendirilen binaların inşa edilmiş durumlarına ait taşıyıcı sistem bilgileri kesin olarak elde edilmektedir. Yöntemin uygulanması için gerekli zaman 3-4 saat arasında değişmektedir.

Bu pilot çalışmada ise taşıyıcı sistem bilgileri, proje bilgilerine ulaşılarak toplanmış, böylece verilerin derlenmesi için gerekli olan zaman büyük ölçüde kısalmıştır. Protokol bütçesine bağlı olarak kısıtlı tutulan çalışan sayısı dikkate alındığında, görece kısa bir süre olan 10 ay içinde, farklı özellikte 5621 adet betonarme bina birinci ve ikinci kademe yöntemlerle değerlendirilmiştir. Binaların tümüne rölöve uygulamak hem proje bütçesi, hem de zaman açısından oldukça zorlayıcıdır. Bu durumda proje bilgileri kullanılarak bile olsa öncelik sıralaması açısından daha güvenilir sonuçlar veren ikinci kademe yöntemlerin tüm binalara uygulanmasının daha önemli olduğu düşünülmüştür.

Betonarme Yapılar (Projeli, Projesiz)

Betonarme binalar projeli ve projesiz olmak üzere iki kategoride toplanmıştır. Projesiz binaların taşıyıcı sistem detaylarına ulaşamadığı için bu binalara birinci kademe yöntemler (sokak taraması), proje bilgilerine ulaşılabilen binalar için hem birinci hem de ikinci kademe yöntemler uygulanmıştır.

Birinci Kademe Yöntemler (Sokak Taraması)

Geçmiş depremlerde benzer binaların gösterdiği performansı dikkate alan ve binaları öncelik sırasına koyan birinci kademe yöntemler, sokak taraması yolu ile elde edilen yapı bilgilerini kullanmaktadır ve herhangi bir karmaşık analiz gerektirmemektedir. Bu yöntemlerin amacı ***hemen müdahale*** gerektiren binaları ortaya çıkarmaktır. Öncelikli binalara, daha ayrıntılı ikinci kademe yöntemler uygulanarak öncelikli binalar için de sıralama yapmak mümkündür.

Pilot çalışma kapsamında ayrıntıları aşağıda verilen birbiriyle ilişkili beş ve sekiz parametrelilik iki adet birinci kademe yöntem kullanılmıştır; ancak burada sadece sekiz parametrelilik yöntemin detayları aktarılmıştır.

Sekiz Parametrelilik Sokak Taraması Yöntemi

1999 Düzce depremde 477 adet hasar görmüş binadan toplanan hasar gözlemleri, hasar ile bazı belli başlı bina özellikleri arasında ilişki olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu özellikler bina serbest kat adedi, yumuşak kat, ağır kapalı çıkma, görünür bina kalitesi, kısa kolon, çarpışma etkisi ve topoğrafik etkidir. Bina hasarı ile ilişkili bir diğer parametre ise yerel zemin durumudur. Belli bir bölgedeki yer hareketinin şiddeti (sismik tehlike) tetiklenen faya uzaklık ve yerel zemin durumuna bağlıdır. Sismik tehlike en büyük yer hızı (PGV) değeri dikkate alınarak yöntem (Sucuoğlu vd, 2003) dâhil edilmiştir. Yöntemde, PGV hız aralıklarına bağlı olarak, en riskliden en az riskliye doğru Bölge-1, Bölge-2, Bölge-3 ve bunlara karşılık gelen PGV değerleri, sırasıyla $60 \leq PGV < 80$, $40 \leq PGV < 60$ ve $20 \leq PGV < 40$ olmak üzere üç farklı yerel zemin durumu tariflenmiştir. PGV hızlarının bir fonksiyonu olarak başlangıç performans skorlarından, farklı ağırlıklar ile tariflenmiş ve hasar ile ilişkili parametrelilere karşılık gelen puanlar, belli bir algoritma kullanılarak çıkarıldığında bina performans skoru hesaplanabilmektedir. Bu nihai performans skoru belli bir eşik değerden küçükse bina yüksek öncelikli, büyükse görece az öncelikli bina olarak sınıflandırılmaktadır. Bu yöntem 1-7 katlı betonarme binalar için kalibre edilmiştir.

İkinci Kademe Yöntemler

Değerlendirme açısından projede üç farklı ikinci kademe yöntem kullanılmıştır. Yöntemlere ait detaylar aşağıda verilmiştir. Bu yöntemlerin uygulanması sırasında gerekli olan taşıyıcı sistem bilgileri için binaların projelerinden elde edilen veriler kullanılmıştır.

Öncelik İndeksi Yöntemi

Mete Sözen ve Ahmed F. Hassan tarafından geliştirilen yöntem (Hassan ve Sozen, 1997), literatürde “Öncelik İndeksi” veya “Hassan-Sözen” yöntemi olarak bilinmektedir. Yönteme Öncelik İndeksi denmesinin nedeni, aynı bölgedeki binalar değerlendirilirken yöntemin binaları birbirine göre rölatif bir sıralamaya sokarak, binaları sismik performans açısından en olumsuzdan en olumluya göre sıralamasıdır. Böylece acil olarak daha ileri düzeyde değerlendirme gerektiren binalar belirlenebilmektedir.

Hassan-Sözen yöntemi ikinci kademe yöntemlerinin temelini oluşturması açısından önemlidir. Yöntem geliştirilirken uygulama kolaylığına özellikle dikkat edilmiştir. Bu nedenle, kullanılan parametreliler kolon, perde duvar ve dolgu duvar alanları gibi rahatlıkla elde edilebilecek yapısal büyüklüklerdir. Yapı hasarı ile direkt ilişkili olan malzeme kalitesi, bina yüksekliği, çerçeve sistemin özellikleri, detaylandırma ve yerel zemin durumu gibi parametreliler dışarıda bırakılmıştır. Yöntem ikinci kademe yöntemler arasında, benzer zemin özelliğine sahip bir bölgede bulunan binaları depremde hasar görme riski açısından sade bir şekilde görelilik olarak sınıflandırmaya imkân tanınması nedeniyle önemli bir yere sahiptir.

Yöntem, 1992 Erzincan depremde az, orta ve ağır hasar görmüş, 1-5 arası değişen kat sayılarına sahip 46 adet monolitik betonarme binanın kolon, perde duvar ve dolgu duvar özellikleri kullanılarak geliştirilmiştir. İncelenen 46 adet betonarme bina arasında tamamen göçmüş bina yoktur. Yöntem kolon (CI) ve duvar (WI) olmak üzere iki adet indeks hesaplamaktadır. Kat görelilik ötelemesi bina hasarı ile direkt ilişkili bir büyüklüktür. Kat ötelemesini kontrol eden yapısal özellik ise genel bina rijitliğidir. Bina rijitliğinin hesabı,

* Bu bildiri İnşaat Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.

dolgu duvarların rijitliğe katkısının belirsizliğinden dolayı oldukça zordur. Bina rijitliğini alanlar ile ilişkilendirebilmek bir başka deyişle rijitlik ile dayanım arasındaki farkı yöntemle yansıtabilmek için kolon, perde duvar ve dolgu duvar alanları farklı ağırlıklar kullanılarak indeks hesabına dâhil edilmiştir.

Geliştirilmiş Diskriminant Analizi Yöntemi

Geçmiş depremlerde oluşan hasarlara bakıldığında, deprem hasarlarının üç temel nedeni olduğu saptanmıştır. Bunlar, (i) uygun olmayan mimarı ve yapısal taşıyıcı formlar, (ii) zayıf detaylandırma ve/veya boyutlandırma, (iii) imalat aşamasında yeterli kontrollerin yapılmamasıdır. Bu problemlere sahip olan yapı, düşük yatay rijitlik nedeniyle yatay deprem kuvvetleri altında büyük şekil değiştirmelere maruz kalmaktadır. Bu duruma paralel olarak zayıf detaylandırma nedeniyle yeterli sünekliğe sahip olmadığı için büyük şekil değiştirmelere karşı koyamamakta ve taşıyıcı sistem göçmektedir.

Az ve orta katlı (2-7 katlı) betonarme binalar için çok sayıda binaya hızlı bir şekilde uygulanabilen ve yapı stoğu içinde yukarıda bahsi geçen üç temel eksikliği barındıran binaları yakalayabilen olasılık esaslı bir yöntem geliştirilmiştir (Yücemen vd., 2004; Yakut vd., 2006). Yöntemin olasılık esaslı olmasının nedeni hem sismik talebin, hem de kapasitenin çeşitli nedenlerle belirsiz olmasıdır. Bu durumda, deprem kuvvetleri altında hasara neden olabilecek potansiyel eksikliklerin değerlendirilmesinde belirsizlikleri de dikkate alabilen istatistik - olasılıksal yöntemleri kullanmak en uygun çözüm olmaktadır.

12 Kasım 1999 Düzce ($M_w = 7.2$) depreminde hasar görmüş 484 bina detaylı bir şekilde incelenmiş ve her bir bina için kat sayısı, plan ve düşey kesit düzensizlikleri, zemin kat taşıyıcı sistemi ve kullanılan malzeme bilgilerini içeren detaylı raporlar hazırlanmıştır. İncelenen 484 bina içinde hiç hasar görmeyen 61, hafif hasar gören 150, orta hasar gören 151, ağır hasar gören 58 ve göçen 64 adet bina bulunmaktadır. Göçmüş olan binalara ait gerekli bilgiler projeleri değerlendirilerek elde edilmiştir.

Toplanan bilgiler ve hasar miktarları incelenerek, hasar ile ilişkili altı farklı indeks belirlenmiştir. Bu indeksler şöyledir: (i) serbest kat adedi, (ii) minimum normalize yatay rijitlik indeksi, (iii) minimum normalize yatay dayanım indeksi, (iv) normalize fazlalık (redundancy) indeksi, (v) yumuşak kat indeksi, (vi) çıkma indeksi. Bu indekslerin kısa tanımları aşağıda verilmiştir:

Serbest Kat Adedi: Zemin kat üstü bağımsız salınan döşemelerin toplam sayısıdır.

Minimum Normalize Yatay Rijitlik İndeksi: Zemin kat toplam yatay rijitlik değerinin bir ölçüsüdür. Bu indeksin hesabında, her iki yönde kolon ve perde duvarların atalet momentleri dikkate alınmaktadır.

Minimum Normalize Dayanım İndeksi: Yapının taban kesme kapasitesinin bir ölçüsüdür. Bu indeksin hesabında her iki yön için kolon, perde duvar ve dolgu duvarların kesme alanları dikkate alınmaktadır.

Normalize Fazlalık (Redundancy) İndeksi: Yapısal sistem içerisinde yatay kuvvetlerin dağılımı ile ilişkili çerçeve sayısının ve sürekliliğinin bir ölçüsüdür. Bu indeksin hesabında zemin kattaki her iki yönde bulunan sürekli çerçeve adedi ve açıklığı sayısı dikkate alınmaktadır.

Yumuşak Kat İndeksi: Zemin kat yüksekliğinin üst katlara göre daha fazla olması yumuşak kat oluşumunun temel nedenlerindedir. Zemin kat yüksekliğinin birinci kat yüksekliğine bölünmesi ile bulunan yumuşak kat indeksi kullanılarak bu olumsuz etki dikkate alınmaktadır.

Çıkma İndeksi: En dışta bulunan çerçeve kirişinin dışına taşan çıkmalar (ağır balkonlar, sarkan döşemeler gibi) kütle merkezini düşeyde üst katlara doğru taşıdığı için hem deprem kuvvetlerini hem de devrilme momentlerini arttırmaktadır. Bu da çok katlı yapıların deprem performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Çıkma indeksi bu etkiyi dikkate almaktadır.

Düzce depremi sonrası hasar verilerinin toplandığı 16 km²'lik (4 x 4 km) bölgenin üniform 20 metre kalınlığında siltli ve killi tabakalara sahip alüvyon birikintilere sahip bir zemin olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla yöntem, farklı zemin özelliklerine sahip bölgelere de uygulanabilmesi için yerel zemin şartlarını dikkate alan parametreler eklenmiştir. Bu amaçla spektral yer değiştirme değeri, yer hareketindeki göreceli değişimi yansıtan parametre olarak seçilmiştir. Spektral ivme değeri yapıların hasar görülebilirliği ile ilişkili olarak sıklıkla kullanılan bir parametredir. Zemin türü ve fay/kaynak uzaklığına bağlı olarak azalım ilişkileri yardımıyla hesaplanabilen spektral ivme değerlerinden spektral yer değiştirme değerlerine geçilmekte ve böylece Düzce için geliştirilmiş olan eşik değerler (Diskriminant Analizi Yönteminde kullanılan değerler) diğer bölgeler için adapte edilmiştir. Farklı zemin özelliklerine sahip bölgelere uygulayabilmek için seçilen temel parametreler fay hattına uzaklık ve zemin türüdür. Zemin türleri kayma dalgası hızlarına bağlı olarak saptanabilmektedir. Kayma dalgası hızına bağlı olarak yöntemde $V_s \leq 200$ m/s, $201 \leq V_s \leq 400$ m/s, $401 \leq V_s \leq 700$ m/s ve $701 \leq V_s$ m/s olmak dört farklı zemin sınıfı kullanılmıştır.

Yöntemin hedefi, istatistiksel bir yöntem olan diskriminant analizi yöntemini kullanarak yukarıda tanımlı hasar ile ilişkili altı farklı indekse bağlı diskriminant fonksiyonlarını kullanarak olası depremlerde meydana gelebilecek hasarları tahmin etmektir. Çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) tekniği olarak da bilinen istatistiksel yöntem, eldeki hasar verisini kullanarak yapının görebileceği *hasar durumlarını* en iyi ayırtıran (discriminate) tahmin değişkenlerini (yukarıda tanımlı indeksleri) belirlemektedir. Yöntemde iki farklı hasar sınıfı (durumu) tanımlanmıştır, bunlar: Hemen Kullanım (IOPC) ve Can Güvenliği (LSPC) performans sınıflarıdır. IOPC performans sınıfı depremden sonra hemen kullanılacak (hasarsız ve/veya hafif hasarlı) binaları ayırtmaktadır. LSPC performans sınıfı ise depremden sonra kullanılmayacak düzeyde hasar gören (ağır hasarlı ve göçen) binaları ayırtmaktadır. Yöntem 2-7 katlı betonarme binalar için geliştirilmiştir.

P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi

Yöntemin (Bal vd., 2007) kökeni, depremlerde can kaybının önlenmesi için mevcut betonarme binaların hızlı bir şekilde taranmasına yönelik geliştirilen *Sifir Can Kaybı Projesi* ve *P5 Yöntemi*'ne dayanır. P25 hızlı değerlendirme yönteminde nihai karar, her bir bina için hesaplanacak P-sonuç puanlarına göre verilir. Bu puanın belirlenebilmesi için, öncelikle ilgili binanın göçme riskini temsil eden yedi ayrı P_i puanı hesaplanır:

P_1 -Temel Yapısal Puanı: Binanın yapısal puanının hesabı için önce bir kritik kat seçilir. Bu çalışma kapsamında olduğu gibi, genellikle binanın zemin katı kritik kat olarak alınır. Bu katın kolon, perde ve duvarlarının rijitlikleri ile bina yüksekliğine bağlı olarak P_0 -Taşıyıcı sistem puanı hesaplanır, daha sonra, beton kalitesi, etriye aralığı, zemin sınıfı, temel türü ve derinliği, asma kat ve kısmi bodrum varlığı, zayıf kolon-kuvvetli giriş, korozyon, burulma ve kütle düzensizliği, döşeme ve düşey doğrultu süreksizliği gibi toplam 14 yapısal düzensizlik faktörü dikkate alınarak P_1 -Yapısal Puanı elde edilir.

* Bu bildiri İnşaat Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.

P₂-Kısa Kolon Puanı: Binadaki kısa kolonların bulunma oranı ve boylarının kat yüksekliklerine oranına bağlı olarak belirlenir.

P₃-Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı: Zemin kat yüksekliklerinin normal kat yüksekliklerinden farklı olması veya yatay kuvvetleri karşılamada önemli bir katkısı olan dolgu duvarlarının zemin katta bulunmaması gibi sebeplerle ortaya çıkan risk, ilgili kritik kat ile üst kat yükseklikleri ve bu katlarda bulunan kolon, perde ve duvarların rijitlikleri dikkate alınarak belirlenir.

P₄-Ağır Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı: Giriş katının üzerindeki çıkmaların yaratacağı kütle düzensizlikleri ve çerçeve süreksizlikleri, çıkma bulunma oranına bağlı olarak belirlenir.

P₅-Çarpışma Puanı: Bitişik nizamdaki binaların çarpışma riski, komşu binaların yükseklikleri, kat seviyeleri, kütle ve rijitlikleri arasındaki farklar, binanın konumu ve çarpışmanın niteliği (merkezi ya da dışmerkezli olması) gibi faktörlere bağlı olarak belirlenir.

P₆-Sıvılaşma Potansiyeli Puanı: Öncelikle çeşitli zemin parametrelerine göre sıvılaşma potansiyeli “az”, “orta” veya “yüksek” olarak belirlenir (Youd vd., 2001, Tezcan ve Özdemir, 2004). Daha sonra yer altı su seviyesine bağlı olarak sıvılaşma riski bulunur.

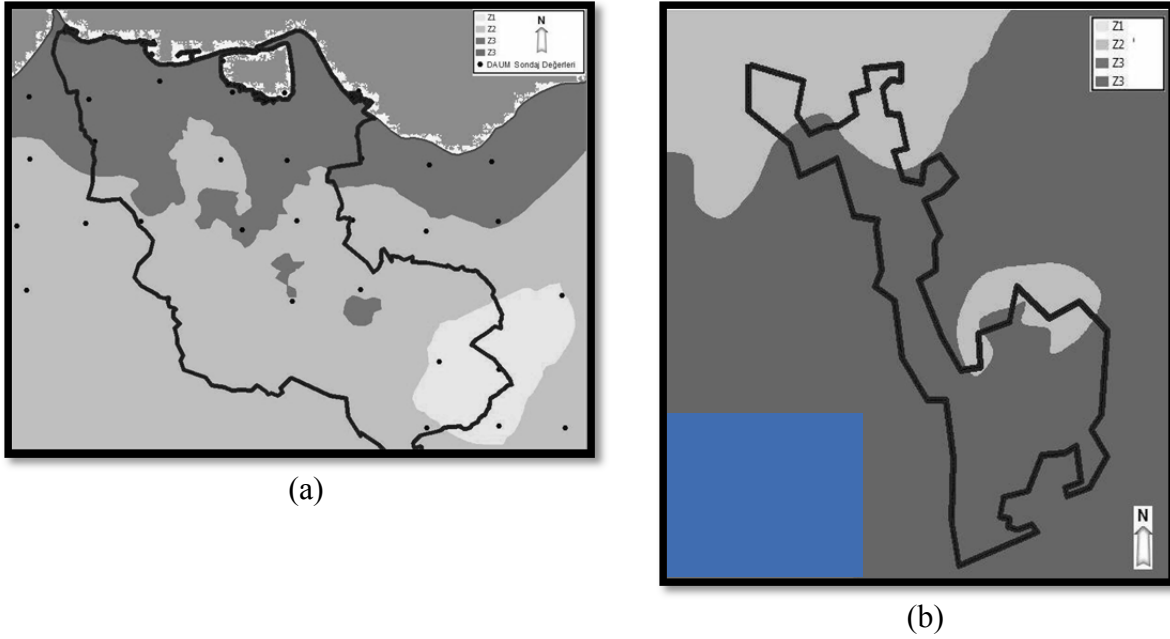
P₇-Toprak hareketleri Puanı: Zemin parametrelerine göre büyük oturma, yanal dağılma, heyelan ya da istinat duvarı göçmesi gibi zemin hareketlerinden birinin olabileceği saptanırsa, yer altı su seviyesine bağlı olarak toprak hareketleri risk puanı belirlenir.

Belirlenen yedi P_i puanının en küçüğü olan P_{min} değerinin α ve β gibi iki düzeltme faktörü ile çarpılması sonucu söz konusu binanın **P-sonuç** puanı elde edilir. Yöntemin uygulanacağı binalar için bir kat sınırlaması olmasa da proje kapsamında kat sayısı 1-15 ile sınırlı tutulmuştur. Zaten Balçova’da bu aralıkta olmayan sadece iki adet bina bulunmaktadır.

YEREL ZEMİN SINIFLARINI İÇEREN HARİTALAR

İkinci kademe yöntemlerden Geliştirilmiş Diskriminant Analizi ve P25 Yöntemleri binaların deprem riskini değerlendirirken yerel zemin koşullarını dikkate almaktadır. Bu nedenle hem Balçova hem de Seferihisar ilçelerinde bina bazında zemin durumlarının değerlendirilmesi gerekmektedir.

Balçova ilçesi zemin sınıflarının belirlenmesinde İZSU tarafından belirlenmiş sulu - kuru dereler, topografya, genel jeoloji bilgileri dikkate alınmıştır. Bölgede tamamlanmış jeolojik ve jeoteknik etüd raporları, DEÜ- Deprem Araştırma Uygulama Merkezi’nin (DAUM) tamamlanmış olduğu bir çalışma kapsamında elde edilmiş sondaj verilerinin proje alanını içeren bölümü de değerlendirmeye alınmıştır. Protokol çerçevesinde, arşiv çalışmaları çerçevesinde binalara ait zemin etütlerinin bulunması durumunda bu bilgiler derlenmiş, İzmir Büyükşehir Belediyesi Bina Envanter Bilgi Sistemi’ne veri girişi yapılmıştır. Detayları Baran vd., 2013’de verildiği üzere, Şekil 1(a)-(b)’de Balçova ve Seferihisar için yerel zemin sınıfını gösteren haritalar elde edilmiştir.



Şekil 1: Yerel zemin sınıfları (a) Balçova, (b) Seferihisar.

GENEL KARAR ŞEMASI VE ÇOKLU KARAR AĞACI

Tablo 1 ve 2’de Balçova ve Seferihisar’da 1. ve 2. kademe yöntemler ile değerlendirilebilen betonarme binalar ile tasnif dışı bırakılmış binaların sayıları verilmiştir.

Tablo 1 Balçova’da değerlendirilen binaların dağılımı.

Değerlendirme Durumu	Bina Sayıları
Tasnif Dışı Betonarme Yapılar	397
Yangın geçirmiş BA Yapılar	3
1. ve 2. Kademe Yöntemlerin Kapsamı Dışında Kalan BA Yapılar	70
1. ve 2. Kademe Yöntemler ile Değerlendirilen BA Yapılar	4.502
Betonarme Yapılar Toplamı	4.968

Tablo 2 Seferihisar’da değerlendirilen binaların dağılımı.

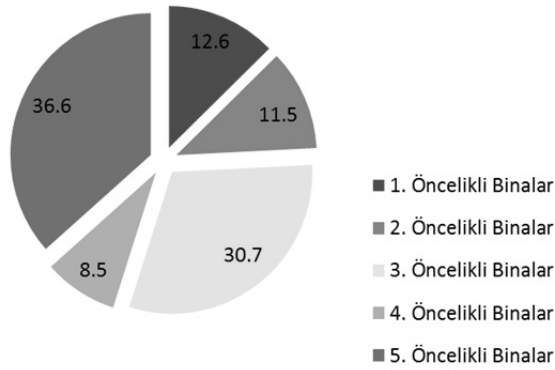
Değerlendirme Durumu	Bina Sayıları
Tasnif Dışı Betonarme Yapılar	215
Hasarlı Betonarme Yapılar	39
1. ve 2. Kademe Yöntemlerin Kapsamı Dışında Kalan BA Yapılar	70
1. ve 2. Kademe Yöntemler ile Değerlendirilen BA Yapılar	1.119
Betonarme Yapılar Toplamı	1.384

Öncelik sınıflaması yapılırken bazı binalar sadece birinci kademe yöntem olan sokak taraması yöntemi ile değerlendirilebilirken, bazı binalar birden fazla ve farklı gelişmişlik düzeyindeki yöntemler ile değerlendirilebilmiştir. İkinci kademe yöntemler dikkate aldığı taşıyıcı sistem parametreleri açısından birinci kademe yöntemlere göre daha gelişmiştir. Nihai öncelik sıralaması yapılırken, aynı bina için birden fazla değerlendirme yönteminin kullanılmasının

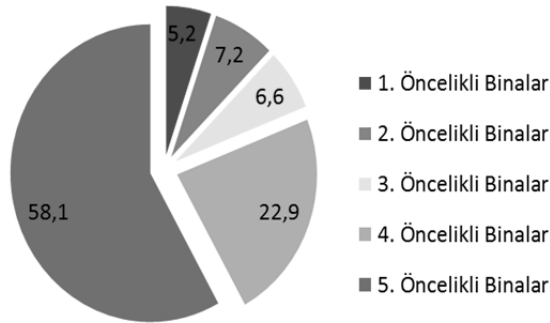
* Bu bildiri İnşaat Mühendisleri Odası adına düzenlenmiştir.

grubuna alınmıştır. Bir başka deyişle öncelik sınıfı yükseltilmiştir. Buradaki temel mantık birinci kademe yöntemlerin güvenilirliği görece az olduğu için bir an önce bu binalara rölöve yapılarak ikinci kademe yöntemlerle değerlendirilmesi ve buradan çıkan sonuca göre de gerekli durumda üçüncü kademe yöntemler (Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen yöntemler ile yapı analizi ve performans değerlendirmesi) ile değerlendirilmesidir. Zaman ve finansal kaynakların limitsiz olduğu ideal bir durumda tabii ki tüm binalar birinci öncelikli sınıfa sokulabilir; ancak karar aşamasında unutulmaması gereken en önemli nokta, bir an önce can güvenliğinin sağlanması gereken binalara yoğunlaşmaktır. Bunu yaparken de finansal kaynaklar ve zaman parametreleri dikkate alınmalıdır.

Şekil 3 ve 4'de Balçova ve Seferihisar ilçelerinde beşli öncelik sıralamasına göre sınıflanmış betonarme binaların yüzdeleri gösterilmiştir.



Şekil 3 Balçova ilçesinde değerlendirilebilen betonarme binaların öncelik durumlarına karşılık gelen bina yüzdeleri.



Şekil 4 Seferihisar (Merkez) ilçesinde değerlendirilebilen betonarme binaların öncelik durumlarına karşılık gelen bina yüzdeleri.

SONUÇLAR

Gerçekleştirilen pilot proje ile envanter çalışmaları, mevcut yapı stokunun risk değerlendirmesi ve ilgili kurumlar arası koordinasyon alanlarında önemli deneyimler edinilmiş, konu ile ilgili insan gücü yetiştirilmesinde sistematik bir katkı sağlanmıştır. Sadece bu açıdan bile değerlendirildiğinde, kentsel dönüşüm çalışmalarının hız kazandığı bu süreçte İzmir kenti ve İzmir'de yaşayan insanlar olarak önemli bir birikime ve altyapıya sahip bulunduğu, projenin ileride diğer ilçelere de genişlemesi potansiyeli düşünüldüğünde çok önemli bir aşamanın başarılı bir şekilde geride bırakıldığı görülebilir. Deprem güvenliğinin sağlanması çalışmalarının bundan sonra izleyebileceği yol haritası şu şekilde verilebilir:

- i. Öncelik sıralaması verilen yapılara 3. Kademe yöntemler (Deprem Yönetmeliği 7. Bölüm) uygulanarak bu yapıların nihai deprem performansının belirlenmesi,
- ii. İncelenen bu yapıların performans düzeylerine bakılarak güçlendirme veya yıkılarak yeniden inşa kararının verilmesi.

Projenin diğer somut çıktıları ise şöyledir:

- i. Sorgulanabilir sayısal bir imar bilgi sistemi oluşturulmuştur (tapu, proje, kullanım ruhsatları vb.),
- ii. Mühendislere eğitim verilerek bina değerlendirmesinde görev alabilecek sertifikalı mühendis havuzu oluşturulmuştur,
- iii. Öncelikli binalar belirlenerek bu binaların iyileştirilmesine yönelik yapılacak bir çalışmanın maliyeti ortaya çıkarılmıştır,
- iv. Senaryo depreminde etkilenmesi olası insan sayısına ilişkin bir tahminde bulunulmuş, bu tahmine bağlı afet sonrası yapılacak çalışmaların boyutu ile ilgili bir öngörü geliştirilmiştir,
- v. Deprem sonrası yapılması gereken kurtarma ve hasar tespit çalışmalarına nesnel bir temel oluşturulmuştur,
- vi. Hasar tespit çalışmalarına hangi bölgeden başlanması gerekeceği, hasarın nerelerde yoğunlaşacağı ve gizli hasara bağlı can kayıplarının önlenmesi (Bayram Oteli örneği) gibi konularda önemli bir noktaya gelinmiştir.

Bundan sonraki aşamada, çalışma İzmir'in diğer bölgelerine genişletilmeli ve İstanbul Master Planında olduğu gibi mevcut yapıların ekonomik olarak güçlendirilmesi, kentsel planlama, yasal, finansal ve sosyal boyutlar çalışılmalı, envanter bilgileri ve öncelik çıktıları risk ve afet yönetimi alanlarına entegre edilmelidir.

KAYNAKLAR

Kahraman, S., Baran, T., Özçelik, Ö., Saatçi, A., Mısır, İ.S., Teomete, E., Girgin, S.C. (2012a). "Yapı Stoku Envanterinin Oluşturulması ve Yapı Güvenliğinin Deprem Riski Açısından Değerlendirilmesi – Balçova". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Ortak Hizmet Protokolü çerçevesinde İzmir Büyükşehir Belediyesi için hazırlanmış rapor, 188 s.

Kahraman, S., Baran, T., Özçelik, Ö., Saatçi, A., Mısır, İ.S., Teomete, E., Girgin, S.C. (2012b). "Yapı Stoku Envanterinin Oluşturulması ve Yapı Güvenliğinin Deprem Riski Açısından Değerlendirilmesi – Seferihisar". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Ortak Hizmet Protokolü çerçevesinde İzmir Büyükşehir Belediyesi için hazırlanmış rapor, 197 s.

Sucuoğlu, H. Yazgan, U. (2003). Simple Survey Procedures for Seismic Risk Assessment in Urban Building Stocks, Seismic Assessment and Rehabilitation of Existing Buildings, NATO Science Series IV/29, pp.97-118.

Hassan, A. F., Sozen, M. A. (1997). "Seismic Vulnerability Assessment of Low-Rise Buildings in Regions with Infrequent Earthquakes", *ACI Structural Journal*, 94:(1), 31-39.

Yüçemen, M.S., Özcebe, G., Pay, A.C., (2004). "Prediction of Potential Damage due to Severe Earthquakes", *Structural Safety* 26, 349–366.

Yakut, A Özcebe, G., Yüçemen, M.S. (2006). "Seismic Vulnerability Assessment Using Regional Empirical Data", *Earthquake Engng Struct. Dyn.*, 35:1187-1202.

Bal, İ. E.; Tezcan, S. S.; Gülay, G.(2007). “Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi için P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi”, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim 2007, s: 661-674, İstanbul.

Baran, T.; Kahraman, S.; Özçelik, Ö.; Saatçi, A.; Mısır, S.; Girgin, S.C. (2013). “Yapı Stoku Envanter Çalışmalarının Önemi”, İzmir Kent Sempozyumu, 28-30 Kasım, 2013, Bildiriler Kitabı.