

PERFORMANS SIRALAMASI YÖNTEMİYLE MEVCUT BİNALARIN BÖLGESEL DEPREM RİSK DAĞILIMININ BELİRLENMESİ

Ali GÜRBÜZ^{1*}, Muhammed TEKİN²

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Rize, TÜRKİYE

²Gelişim Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

Özet: Deprem riski altındaki yapıların tespit edilmesi ve risk önceliklerinin araştırılması afete hazırlık açısından son derece önem teşkil etmektedir. Bu makale; bir deprem sonrasında binalarda meydana gelecek hasar seviyelerini tahmin etmek için mühendisleri bilgilendirmeyi hedeflemektedir. Deprem riski altındaki bina sayısı göz önüne alındığında bu yapıları tek tek incelemek uzun zaman alan bir süreç oluşturmaktadır. Bu nedenle bölgesel çalışmalar ve hızlı risk analizi yöntemleri oldukça önem teşkil etmektedir. Konuya ilişkin Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 2 Temmuz 2013’de Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren yönetmelikte “Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımını Belirlemek İçin Kullanılabilecek Yöntemler” başlığıyla verilen performans sıralaması yöntemi önerilmiştir. Bu çalışmada; harita üzerinde hayali bir bölge kurgulanmış ve bu bölgedeki yapıların yönetmeliğe göre performans puanları hesaplanmıştır. Örnek yapı stokunda bulunan binalar performans puanlarına göre sıralanarak deprem risk dağılımları incelenmiştir. Bu çalışmada kullanılan yöntem sayesinde çok sayıda binayı hızlı bir şekilde değerlendirmek ve risk önceliklerini belirlemek mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Deprem Risk Analizi, Yapıları Hızlı Değerlendirme Yöntemleri, Performans Sıralaması

DETERMINATION OF THE REGIONAL EARTHQUAKE RISK DISTRIBUTION USING PERFORMANCE POINT METHOD

Abstract: Detection of the structures have damage risk is one of the important issues for earthquake engineering. But there is too much building stock in earthquake zones. This article aims to inform engineers about estimation of buildings damage levels after an earthquake. To make individual solution for each building is a laborious task and it takes a long time. Therefore, the rapid risk assessment methods have been gaining importance. For this purpose; The Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanization has issued a regulation on July 2013. The regulation suggests some rapid assessment methods for distribution of the regional earthquake risk of buildings. In this study; First step methodology of "The Methods to Determine of the Regional Earthquake Risk Distribution for Buildings" was explained according to July 2013 regulation. In this study; a sample region edited on a map then performance scores are calculated for selected buildings. Selected buildings were ranked according to performance scores. Then distribution of earthquake risk of these buildings was examined. Owing to the method used in this study; a large number of buildings will be able to evaluate and prioritize about risks rapidly.

Keywords: Earthquake Risk Assessment, Rapid Assessment Methods, Performance Ranking

*Ali GÜRBÜZ

ali.gurbuz@erdogan.edu.tr

1. GİRİŞ:

Aktif bir deprem kuşağı üzerinde yer alan ülkemizde kısa zaman aralıkları ile yıkıcı depremler meydana gelmektedir [1]. Bu nedenle, ülkemizdeki yapı stoğunun acil olarak incelenip, güçlendirmeye ihtiyacı olan yapıların, uygun güçlendirme yöntemleri ile yenilenmesi zorunlu hale gelmiştir [2]. Türkiye ulusal deprem araştırmaları programı (TUDAP)'a göre ülkemiz topraklarının çok büyük bir bölümü hasar verici şiddette deprem tehlikesi altındadır ve her 8 ayda bir ülkemizde hasar yapıcı deprem meydana gelmektedir [3]. Yine 2005 yılında yapılan araştırma sonuçlarına göre Türkiye'de son yüz yılda meydana gelmiş depremlerde yaklaşık 100.000 kişi hayatını kaybetmiş, 500.000'e yakın bina yıkılmıştır. Sadece 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerinde yaklaşık 20.000 insanımız hayatını kaybetmiştir. 124,000 yıkık-ağır hasarlı konut, 110.000 orta hasarlı konut ve 100.000 az hasarlı konut olmak üzere toplam 334.000 konutta hasar saptanmıştır.. Depremlerin ülkemize verdiği ekonomik zararlar ise 20 milyar Türk Lirasına ulaşmıştır. Bir yapının göçme riskinin ortaya konabilmesi için; zemin ve malzeme parametrelerinin saptanması, yapının bilgisayar modelinin oluşturularak nonlinear yöntemlerle statik veya dinamik analizlerin yapılması gerekmektedir [4, 5].

Ülkemizdeki mevcut yönetmeliklerin de öngördüğü bu değerlendirmeyi yapabilmek için deneysel ve analitik çalışmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir [5]. Ancak çok sayıda bina içeren bir yapı stoku için böyle bir çalışma yükünü gerçekleştirmek, zaman ve finansman açısından neredeyse olanaksız görülmektedir [5, 6]. Sadece İstanbul'daki güvensiz binaların incelenerek güçlendirme işleminin yapılabilmesi için en az 25 milyar dolar ve 25 yıla ihtiyaç vardır [3, 5, 7].

Bu nedenle bölgesel çalışmalar ve hızlı risk analizi yöntemleri oldukça önem teşkil etmektedir [8, 9]. Konuya ilişkin Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından bir yönetmelik hazırlanmıştır. 2

Temmuz 2013'de Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren yönetmelikte; deprem riski altındaki binalar için hızlı değerlendirme yöntemleri önerilmektedir [10]. Bu çalışmada; 2 Temmuz yönetmeliğinde; Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımını Belirlemek İçin Kullanılabilecek 1. Kademe değerlendirme yöntemi açıklanmaktadır.

2. BİNALARIN BÖLGESEL DEPREM RİSK DAĞILIMINI BELİRLEMEK İÇİN KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER

“2 Temmuz 2013 yönetmeliği kapsamında belirli alanlarda önceliklerin ve riskli olabilecek binaların bölgesel dağılımının belirlenmesi amacıyla; bina özelliklerini ve deprem tehlikesini göz önüne alan Birinci Aşama değerlendirme yöntemlerinde binanın dışarıdan ve kısmen içeriden belirlenen ve deprem davranışını etkileyen parametreler kullanılır” [10]. Mevcut malzeme dayanımlarının tahmini için, deneyler yapılmadan uygun kabuller de yapılabilir” (ARAADHK 2013). “Bölgesel risk durumunun tanımlanmasında kullanılacak yöntemler bilim ve tekniğin gereği istatistiksel olarak anlamlı sayıda bina ihtiva eden alanlarda uygulanabilir. Bu yöntemler tekil binada risk değerlendirme amaçlı olarak kullanılamazlar.” [10].

2.1. Betonarme Binalar için Birinci Aşama Değerlendirme Yöntemi

Bu Yöntem 1 ilâ 7 katlı mevcut betonarme binalar için kullanılabilir [10]. Yöntemin kullanılabilmesi için gerekli olan parametreler aşağıda verilmektedir:

1. **Taşıyıcı sistem türü:** Binanın taşıyıcı sistemi belirlenerek, “betonarme çerçeve” (BAÇ) veya “betonarme çerçeve ve perde” (BAÇP) sistemlerinden biri olarak seçilecektir [10].

2. **Kat adedi:** Kritik kat dikkate alınarak serbest kat adedi (n_s) tespit edilecektir [10].
3. **Mevcut durum ve görünen kalite:** Binanın görünen kalitesi malzeme ve işçilik kalitesine ve binanın bakımına verilen önemi yansıtır. Binanın görünen kalitesi iyi, orta ve kötü olarak sınıflandırılacaktır [10].
4. **Yumuşak kat/zayıf kat:** Kat yüksekliği farkının yanı sıra katlar arası belirgin rijitlik farkı da dikkate alınarak gözlemsel olarak belirlenecektir [10].
5. **Düşeyde düzensizlik:** Düşeyde devam etmeyen çerçeve ve değişen kat alanlarının etkisini yansıtmak amacıyla dikkate alınacaktır. Bina yüksekliği boyunca devam etmeyen kolonlar veya perdeler düşeyde düzensizlik oluşturur [10].
6. **Ağır çıkmalar:** Zemine oturan kat alanı ile zemin üstündeki kat alanı arasındaki farklılık belirlenecektir [10].
7. **Planda düzensizlik/Burulma etkisi:** Planın geometrik olarak simetrik olmaması ve düşey yapısal elemanların düzensiz yerleştirilmesi olarak tanımlanır. Binada burulmaya yol açabilecek şekildeki plan düzensizlikleri dikkate alınacaktır [10].
8. **Kısa kolon etkisi:** Bu aşamada sadece dışarıdan gözlenen kısa kolonlar değerlendirmede dikkate alınacaktır [10].
9. **Yapı nizamı/Çarpışma etkisi:** Bitişik binaların konumları deprem performansını çarpışma nedeniyle etkileyebilmektedir. Kenarda yer alan binalar bu durumdan en olumsuz etkilenmekte, bitişik bina ile kat seviyeleri farklıysa bu olumsuzluk daha da artmaktadır. Çarpışma etkisinin söz konusu olduğu durumlar dışarıdan yapılacak gözlemler ile belirlenecektir [10].

10. **Tepe/yamaç etkisi:** Belli bir eğimin üzerindeki yamaçlarda inşa edilmiş binalarda bu etki dikkate alınacaktır [10].
11. **Deprem tehlikesi ve zemin sınıfı:** 2007 deprem yönetmeliğinde belirtilen deprem bölgeleri ve zemin sınıfları ile uyumlu olacak şekilde dikkate alınacaktır [10].

Binaların dışarıdan incelenmesi sonucu toplanacak olan veriler Şekil 2.1'de verilen form kullanılarak kayıt altına alınır.

Toplanan veriler değerlendirilerek her bina için bir performans puanı hesaplanmakta ve elde edilen sonuçlar bölgelerin risk önceliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Betonarme binaların performans puanları, binaların buldukları yerin deprem tehlikesini ve mevcut bina özelliklerini yansıtan parametrelere bağlı olarak hesaplanmaktadır. Tablo 2.1 kullanılarak incelenen her bina için, binanın bulunduğu yerin deprem tehlike bölgesine ve kat sayısına bağlı bir taban puan (TP) belirlenir. Deprem tehlike bölgeleri ile Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ve DBYBHY'de verilen zemin sınıfları arasındaki ilişki Tablo 2.2'de verilmektedir.

Taşıyıcı sistem türünün etkisi olumlu puan olarak dikkate alınmaktadır. BAÇ sistemine sahip binalar için herhangi bir ilave puan verilmeyip, BAÇP sistemli binalarda Tablo 2.1 kullanılarak olumlu parametre puanı (OP) verilmektedir.

Görünen kalite dışındaki tüm olumsuzluk parametreleri için "var" veya "yok" şeklinde tespitler yapılır. Bu tespitlere karşılık gelen olumsuzluk parametre değerleri (O_i) "var" ve "yok" durumları için sırasıyla 1 ve 0 alınır. Görünen kalite değerlendirmesi "iyi" ise olumsuzluk parametre değeri (O_i) 0, "orta" ise 1 "kötü" ise 2 olarak işaretlenir. Her bir parametreye karşı gelen olumsuzluk katsayıları Tablo 2.3'te gösterilmektedir.

Bina için performans puanı (PP) Denklem 2.1'nin uygulanması ile hesaplanmaktadır.

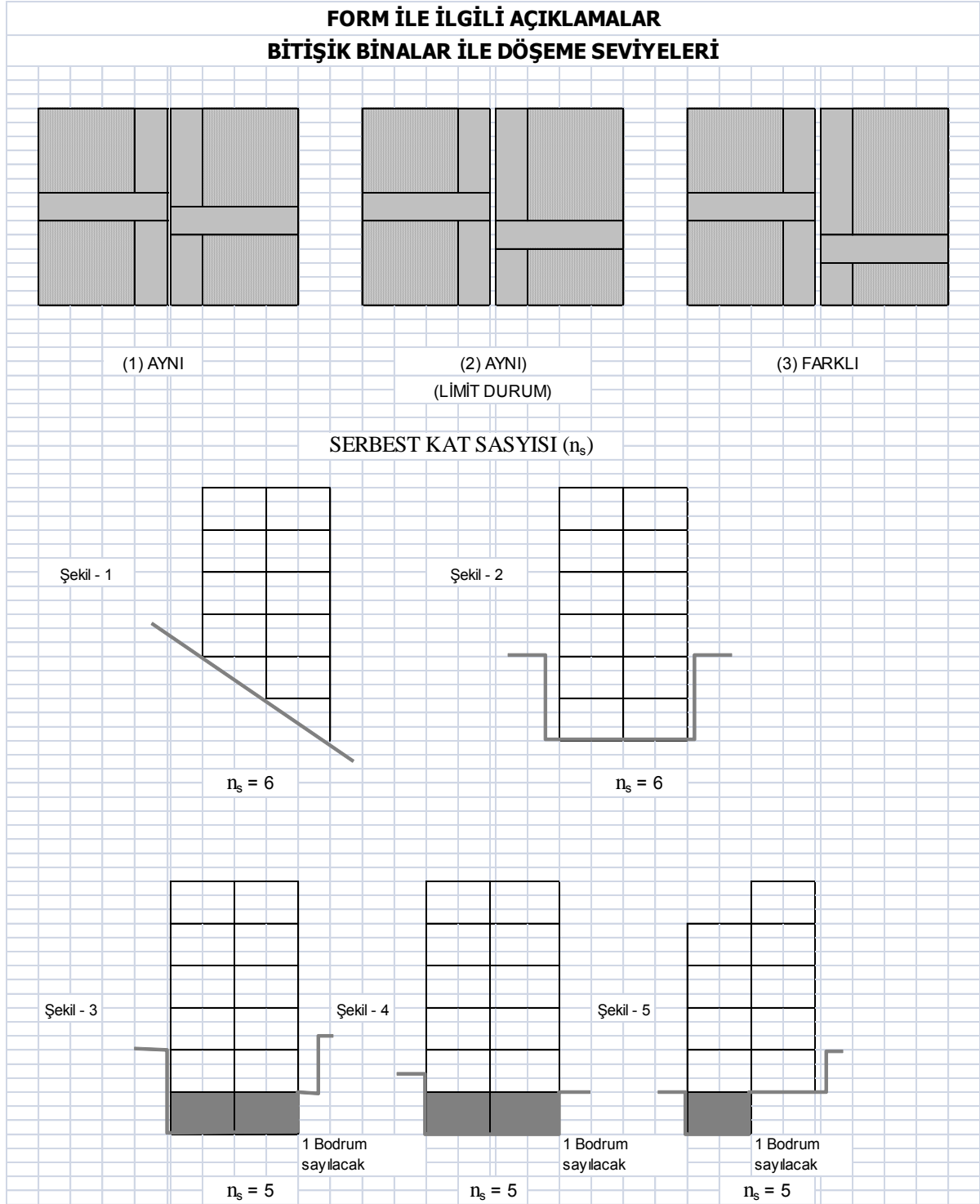
$$PP = TP + \sum_{i=1}^n O_i * OP_i + YSP \dots\dots\dots (1)$$

Denklem 1’de TP taban puanını, O_i her bir olumsuzluk parametresini ($i=1$ 'den 8'e kadar), OP_i olumsuzluk parametre puanını (Tablo 2.4) ve YSP olumlu parametre puanını temsil etmektedir. Yapısal sistem puanları (YSP) Tablo 2.1'de verilmiştir.

İncelenen bölgedeki binalara yöntemin uygulanması sonucu her bir bina için performans puanı PP hesaplanacaktır. Hesaplanan performans puanları büyükten küçüğe doğru sıralanacaktır. Bu şekilde hesaplanan puanların dağılımı kullanılarak bölgeler arasında risk önceliği belirlenebilir.

| BETONARME BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU | | | | | |
|--------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| TARİH : | | | | | |
| FORM 1 BİNA KİMLİK BİLGİLERİ | | | | | Sıra No:..... |
| BÖLGE NO | | | | | |
| MAHALLE | | | | | |
| CADDE / SOKAK | | | | | |
| KAPI NO / BİNA ADI | | | | | |
| PAFTA / ADA / PARSEL | | | | | |
| KENT BİLGİ SİST.NO | | | | | |
| BİNANIN TAHMİNİ YAŞI | | | | | |
| COĞRAFİ KOORDİNATLAR (GPS) (E / N) | | | | | |
| FORM 2 BİNA TEKNİK BİLGİLERİ | | | | | |
| YAPISAL SİSTEM TÜRÜ | | <input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE | | <input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE VE PERDE | |
| SERBEST KAT ADEDİ | |ADET | | | |
| YAPI NİZAMI | | <input type="checkbox"/> AYRIK | <input type="checkbox"/> BİTİŞİK | <input type="checkbox"/> KÖŞEDE BİTİŞİK | |
| BİTİŞİK BİNALARLA DÖŞEME SEVİYELERİ | | <input type="checkbox"/> AYNI | <input type="checkbox"/> FARKLI | | |
| AĞIR ÇIKMALAR | | <input type="checkbox"/> VAR | <input type="checkbox"/> YOK | | |
| ZAYIF / YUMUŞAK KAT | | <input type="checkbox"/> VAR | <input type="checkbox"/> YOK | | |
| KISA KOLONLAR | | <input type="checkbox"/> VAR | <input type="checkbox"/> YOK | | |
| DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK | | <input type="checkbox"/> VAR | <input type="checkbox"/> YOK | | |
| PLANDA DÜZENSİZLİK | | <input type="checkbox"/> VAR | <input type="checkbox"/> YOK | | |
| BİNA GÖRSEL KALİTESİ | | <input type="checkbox"/> İYİ | <input type="checkbox"/> ORTA | <input type="checkbox"/> KÖTÜ | |
| TABİİ ZEMİN EĞİMİ | | <input type="checkbox"/> DÜZ | <input type="checkbox"/> EĞİMLİ (Eğim>30°) | | |
| ZEMİN SINIFI | | <input type="checkbox"/> Z1 | <input type="checkbox"/> Z2 | <input type="checkbox"/> Z3 | <input type="checkbox"/> Z4 |
| NORMAL KATLAR FONKSİYONU | | <input type="checkbox"/> KONUT | <input type="checkbox"/> TİCARET | <input type="checkbox"/> SANAYİ | <input type="checkbox"/> KAMU <input type="checkbox"/> METRUK |

Şekil 2.1: Betonarme binalar için veri toplama formu [10].



Şekil 2.1: Betonarme binalar için veri toplama formu (devam) [10].

Tablo 2.1: Taban ve yapısal sistem puanı tablosu[10]

| Toplam kat sayısı | Taban puanı | | | | Yapısal sistem puanı (YSP) | |
|-------------------|-----------------|-----|-----|-----|----------------------------|------|
| | Tehlike bölgesi | | | | Yapısal sistem | |
| | I | II | III | IV | BAÇ | BAÇP |
| 1 ve 2 | 90 | 120 | 160 | 195 | 0 | 100 |
| 3 | 80 | 100 | 140 | 170 | 0 | 85 |
| 4 | 70 | 90 | 130 | 160 | 0 | 75 |
| 5 | 60 | 80 | 110 | 135 | 0 | 65 |
| 6 ve 7 | 50 | 65 | 90 | 110 | 0 | 55 |

Tablo 2.2. DBYBHY'e göre belirlenen deprem bölgeleri [10]

| Tehlike bölgesi | DBYBHY'e göre deprem bölgesi | DBYBHY'e göre zemin sınıfı |
|-----------------|------------------------------|----------------------------|
| I | 1 | Z3/Z4 |
| II | 1 | Z1/Z2 |
| | 2 | Z3/Z4 |
| III | 2 | Z1/Z2 |
| | 3 | Z3/Z4 |
| IV | 3 | Z1/Z2 |
| | 4 | Tüm zeminler |

Tablo 2.3: Olumsuzluk parametre değerleri (O_i) [10]

| Olumsuzluk parametre no | Olumsuzluk parametresi | Durum 1 | | Durum 2 | |
|-------------------------|------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | | Parametre tespiti | Parametre değeri | Parametre tespiti | Parametre değeri |
| 1 | Yumuşak kat | Yok | 0 | Var | 1 |
| 2 | Ağır çıkma | Yok | 0 | Var | 1 |
| 3 | Görünen kalite | İyi | 0 | Orta (Kötü) | 1 (2) |
| 4 | Kısa kolon | Yok | 0 | Var | 1 |
| 5 | Tepe/Yamaç etkisi | Yok | 0 | Var | 1 |
| 6 | Planda düzensizlik | Yok | 0 | Var | 1 |

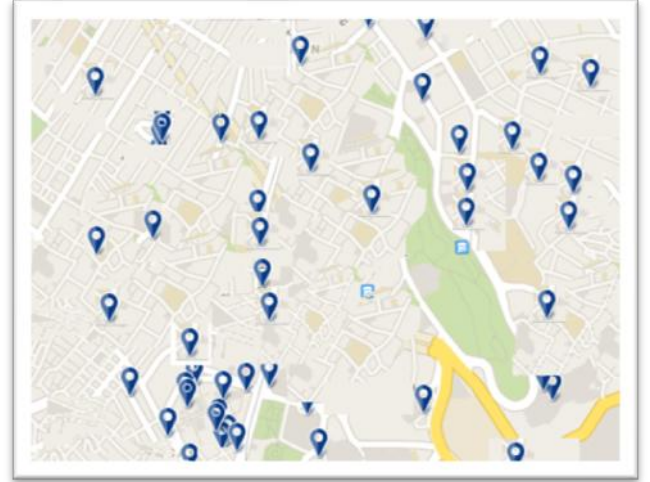
Tablo 2.4: Olumsuzluk parametre puan (OP_i) tablosu [10]

| Toplam kat sayısı | Olumsuzluk parametre puanları (OP) | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------------------------|----------------|------------|-----------------------------------|-------|--------|--------|---------------------|------------------------------|------------|-------------------|
| | Yumuşak kat | Görünen kalite | Ağır çıkma | Kat seviyesi/Bağımsız bina durumu | | | | Düşeyde düzensizlik | Planda düzensizlik / Burulma | Kısa kolon | Tepe/yamaç etkisi |
| | | | | Ayn 1 | Ayn 1 | Farklı | Farklı | | | | |
| 1,2 | -10 | -10 | -10 | 0 | -10 | -5 | -15 | -5 | -5 | -5 | -3 |
| 3 | -20 | -10 | -20 | 0 | -10 | -5 | -15 | -10 | -10 | -5 | -3 |
| 4 | -30 | -15 | -30 | 0 | -10 | -5 | -15 | -15 | -10 | -5 | -3 |
| 5 | -30 | -25 | -30 | 0 | -10 | -5 | -15 | -15 | -10 | -5 | -3 |
| 6,7 | -30 | -30 | -30 | 0 | -10 | -5 | -15 | -15 | -10 | -5 | -3 |

İncelenen bölgedeki binalara yöntemin uygulanması sonucu her bir bina için performans puanı PP hesaplanacaktır. Hesaplanan performans puanları büyükten küçüğe doğru sıralanacaktır. Bu şekilde hesaplanan puanların dağılımı kullanılarak bölgeler arasında risk önceliği belirlenebilir.

3. ÖRNEK UYGULAMA

Şekil 3.1’de sanal olarak türetilen bir harita ve bina yerleşimlerine örnek verilmektedir. Tablo 3.1’de ise uygulamada kullanılmak üzere türetilen 50 adet sanal bina verisi görülmektedir. Binalar ve harita yöntem anlatmak amacıyla üretilmiş olup gerçek veriler kullanılmamıştır.



Şekil 3.1. Uygulama Haritası

Tablo 3.1 aynı zamanda örnek binaların değerlendirmeye esas olan kriterlerini ve performans sıralaması yöntemine göre bu kriterlerin olumlu ve olumsuz puan olarak değerlerini göstermektedir.

Tablo 3.1 Örnek Binalara Ait Veriler

| Bina Kodu | Yapısal Sistem Türü | Kat Adeti | Zemin Türü | YAPI NİZAMI | | AĞIR ÇIKMA | | ZAYIF / YUMUŞAK KAT | | KISA KOLON | | DÜŞEY DÜZENSİZLİK | | PLANDA DÜZENSİZLİK | | EĞİM | | GÖRÜNEN KALİTE | |
|-----------|---------------------|-----------|------------|----------------|-------|----------------|-------|---------------------|-------|----------------|-------|-------------------|-------|--------------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | | | | N ₁ | Değer | N ₂ | Değer | N ₃ | Değer | N ₄ | Değer | N ₅ | Değer | N ₆ | Değer | N ₇ | Value | N ₈ | Değer |
| A01_1 | BAÇ | 3 | Z2 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_2 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_3 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_4 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_5 | BAÇ | 2 | Z4 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_6 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_7 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_8 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_9 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_10 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_11 | BAÇ | 2 | Z4 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_12 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_13 | BAÇ | 2 | Z4 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_14 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_15 | BAÇP | 5 | Z4 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Var | -10 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_16 | BAÇ | 3 | Z4 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | Yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_17 | BAÇ | 3 | Z3 | Ayrık | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_18 | BAÇ | 3 | Z3 | Ayrık | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_19 | BAÇ | 3 | Z3 | Ayrık | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_20 | BAÇ | 3 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_21 | BAÇ | 3 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_22 | BAÇ | 3 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_23 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Var | -10 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_24 | BAÇ | 2 | Z3 | Ayrık | 0 | Var | -10 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_25 | BAÇ | 2 | Z3 | Bitişik | -15 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_26 | BAÇ | 3 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Var | -10 | Yok | 0 | Kötü | -20 |

Performans Sıralaması Yöntemiyle Mevcut Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımının Belirlenmesi

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|---|----|-------|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|----|------|-----|
| A01_27 | BAÇ | 3 | Z4 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Var | -10 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_28 | BAÇ | 4 | Z2 | Ayrık | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | Var | -10 | yok | 0 | Kötü | -30 |
| A01_29 | BAÇP | 6 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Var | -30 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -60 |
| A01_30 | BAÇP | 5 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Var | -30 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Var | -3 | Kötü | -50 |
| A01_31 | BAÇ | 4 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -30 |
| A01_32 | BAÇ | 4 | Z4 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -30 |
| A01_33 | BAÇ | 4 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -30 |
| A01_34 | BAÇ | 3 | Z3 | Ayrık | 0 | Var | -20 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_35 | BAÇ | 3 | Z4 | Ayrık | 0 | Var | -20 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -20 |
| A01_36 | BAÇ | 5 | Z2 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_37 | BAÇ | 5 | Z2 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_38 | BAÇ | 4 | Z3 | Ayrık | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | yok | 0 | Var | -10 | yok | 0 | Kötü | -30 |
| A01_39 | BAÇ | 5 | Z2 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_40 | BAÇ | 4 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Var | -10 | Yok | 0 | Kötü | -30 |
| A01_41 | BAÇP | 6 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Var | -15 | Yok | 0 | Var | -3 | Kötü | -60 |
| A01_42 | BAÇ | 5 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_43 | BAÇ | 5 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_44 | BAÇ | 5 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_45 | BAÇ | 5 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_46 | BAÇ | 5 | Z4 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_47 | BAÇ | 5 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_48 | BAÇ | 5 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_49 | BAÇ | 5 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |
| A01_50 | BAÇ | 5 | Z3 | Ayrık | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Yok | 0 | Kötü | -50 |

4. SAYISAL SONUÇLAR

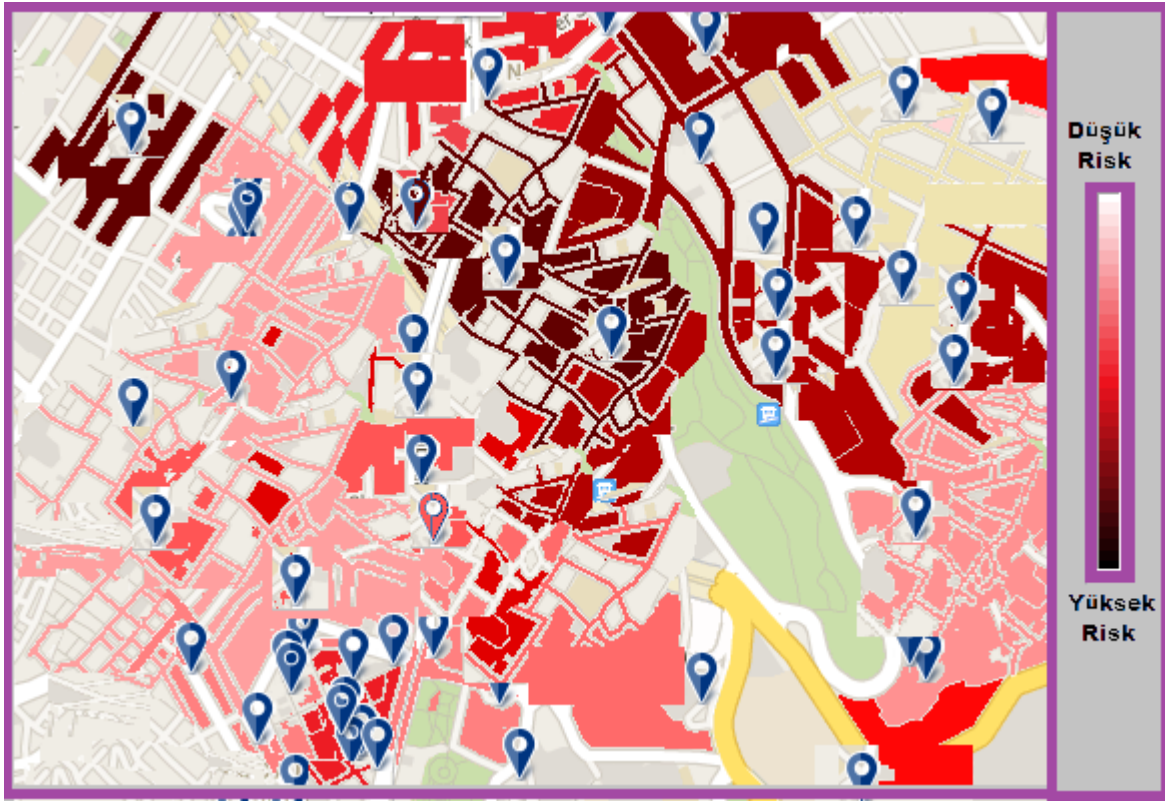
50 adet binaya ait veriler denklem A2.1’de yerine koyularak Binaların performans puanları hesaplanmıştır.

Tablo 4.1 Örnek Binaların Performans Sıralaması

| BİNA KODU | TB | BS | SP | SN _T | Performans Puanı |
|-----------|----|-----|----|-----------------|------------------|
| A01_1 | II | 100 | 0 | 0 | 80 |
| A01_2 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_3 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_4 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_5 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_6 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_7 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_8 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_9 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_10 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_11 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_12 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_13 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_14 | I | 90 | 0 | 0 | 70 |
| A01_15 | I | 60 | 65 | 0 | 65 |
| A01_16 | I | 80 | 0 | 0 | 60 |
| A01_17 | I | 80 | 0 | 0 | 60 |
| A01_18 | I | 80 | 0 | 0 | 60 |
| A01_19 | I | 80 | 0 | 0 | 60 |
| A01_20 | I | 80 | 0 | 0 | 60 |
| A01_21 | I | 80 | 0 | 0 | 60 |
| A01_22 | I | 80 | 0 | 0 | 60 |
| A01_23 | I | 90 | 0 | 0 | 60 |
| A01_24 | I | 90 | 0 | 0 | 60 |
| A01_25 | I | 90 | 0 | -15 | 55 |
| A01_26 | I | 80 | 0 | 0 | 50 |
| A01_27 | I | 80 | 0 | 0 | 50 |
| A01_28 | II | 90 | 0 | 0 | 50 |
| A01_29 | I | 50 | 55 | 0 | 45 |
| A01_30 | I | 60 | 65 | 0 | 42 |
| A01_31 | I | 70 | 0 | 0 | 40 |
| A01_32 | I | 70 | 0 | 0 | 40 |
| A01_33 | I | 70 | 0 | 0 | 40 |
| A01_34 | I | 80 | 0 | 0 | 40 |
| A01_35 | I | 80 | 0 | 0 | 40 |
| A01_36 | II | 80 | 0 | 0 | 30 |
| A01_37 | II | 80 | 0 | 0 | 30 |
| A01_38 | I | 70 | 0 | 0 | 30 |
| A01_39 | II | 80 | 0 | 0 | 30 |
| A01_40 | I | 70 | 0 | 0 | 30 |
| A01_41 | I | 50 | 55 | 0 | 27 |
| A01_42 | I | 60 | 0 | 0 | 10 |

Tablo 4.1’de yüksek puandan alçak puana doğru performans sıralaması (PS) görülmektedir.

Tablo 4.1’de TB taban puanı, SP olumlu parametre puanı, SN_T toplam olumsuz parametre puanını göstermektedir. Tablo’nun son sütununda yer alan performans sıralaması binaların deprem önceliği hakkında yönetmelikçe kabul görmüş bir görüş sağlamaktadır. En düşük puanı alan binalar, depremde hasar olasılığı yüksek olan binalar olarak düşünülmeli, daha ayrıntılı inceleme ve güçlendirme çalışmalarında bu binalara öncelik verilmelidir. Değerlendirilen binalar harita üzerinde incelendiğinde bölgesel deprem riskini ve öncelikli önlem alınması gereken bölgeleri görmek de mümkün olacaktır. Şekil 4.2’de harita üzerinde risk dağılımını gösteren bir örnek görülmektedir.



Şekil 4.2 Temsili Harita Üzerinde Bölgesel Risk Dağılımı

5. SONUÇLAR

Deprem riski altındaki yapıların acil olarak tespit edilmesi, hangi yapı ve hangi bölgelerde tehlikenin daha yüksek düzeyde olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Ülkemiz yerleşim bölgelerinin çok büyük bir kısmı fay hattı üzerinde olduğundan deprem riski altındaki bina sayısı, bu yapıları tek tek incelemeyi zorlaştırmaktadır. Uzun zaman alan bu sürecin sağlıklı olarak tamamlanması için öncelik sıralaması yapılması en doğru yol olacaktır.. Bu nedenle bölgesel çalışmalar ve hızlı risk analizi yöntemleri oldukça önem teşkil etmektedir.

Bu çalışmada anlatılan Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2 Temmuz 2013 tarihli yönetmelikte birinci aşama değerlendirme yöntemleri olarak anlatılan yöntemin uygulaması yapılmıştır. Örnek olarak 50 adet bina verisi kullanılmış ve hızlı bir değerlendirme sunulmuştur. Bu yöntem sayesinde çok daha fazla sayıda binayı hızlı bir şekilde değerlendirmek ve risk önceliklerini belirlemek mümkün olacaktır.

Çalışmadaki binalar performans puanına göre sıralandığında; +80 ile +10 puan arasında bir tablo elde edilmiştir.

Bu yöntemle yapılan tespitler sadece öncelik belirlemek amaçlı olup Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğin ekinde “esaslar” bölümünde tanımlanan “bina deprem performans değerlendirmesi ve güçlendirmesi” amacıyla kullanılamaz [10]. Mevcut bina performans değerlendirmesi ve güçlendirmesi için 2007 deprem yönetmeliği kullanılmalıdır [10].

İncelenen binalar harita üzerinde değerlendirildiğinde bölgesel risk öncelikleri gözlenebilmektedir. Örnek olarak türetilen Şekil 4.2’deki haritada koyu renkli alanlar deprem riski yüksek öncelikli bölgeleri, açık renkli bölgeler düşük öncelikli bölgeleri göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan harita ve binalar yöntemin anlatılması amacıyla verilmiş olduğundan, gerçek bir bölge veya bina stokunu kapsamamaktadır.

Kaynaklar

- [1] Alyamaç, K.E., Erdoğan, E.S., “Geçmişten Günümüze Afet Yönetmelikleri Ve Uygulamada Karşılaşılan Tasarım Hataları”, Deprem Sempozyumu, Kocaeli, 23-25 Mart 2005
- [2]A. Ünal, H.H. Korkmaz, M.Y. Kaltakçı, M. Kamanlı, F. Bahadır ve F.S. Balık, “Deprem Dayanımı Yetersiz Betonarme Çerçevelerin DüzlemDışı Perde Duvar İle Güçlendirilmesi”, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay 25-27 Eylül 2013
- [3] Anon. UDSEP-2023 Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı. AFAD, Ankara (2013)
- [4] Kaplan, H., S. Yılmaz, H. Binici, E. Yazar and N. Çetinkaya. "May 1, 2003 Turkey—Bingöl earthquake: damage in reinforced concrete structures." *Engineering Failure Analysis* **11**(3): 279–291, (2004).
- [5] S. Kahraman, T. Baran, Ö. Özçelik, A. Saatçı, S. Mısır ve S.C. Girgin, “Yapı Stoku Envanter Çalışmaları: İzmir Balçova Ve Seferihisar Pilot Projeleri”, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay 25-27 Eylül 2013

- [6] Singhal, A., Kiremidjian, A.S. "Method for Probabilistic Evaluation of Seismic Structural Damage." *Journal of Structural Engineering* **122**(12): 1459-1467, (1996).
- [7] Spence, R.. Earthquake Disaster Scenario Predictions and Loss Modeling for Urban Areas, LESSLOSS Risk Mitigation for earthquakes and landslides, Report:2007/7, IUSS Press, Pavia, Italy (2007).
- [8] Anon. "Earthquake Loss Estimation Methodology " HAZUS Technical Report Federal Emergency Agency and National Institute **4**(4) (2004).
- [9] Lignos, D. G., Karamanci, E.. "Drift-based and dual-parameter fragility curves for concentrically braced frames in seismic regions." *Journal of Constructional Steel Research* **90**: 209-220, (2013).
- [10] Anon. "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik." T.C Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı, (2013).

Geliş Tarihi:15.05.2014

Kabul tarihi: 20.01.2015