Fırat Üniv. Müh. Bil. Dergisi
30 (1), 219-231, 2018

Science and Eng. J of Fırat Univ.
30(1), 219-231, 2018

Sokaktan Tarama Yöntemiyle Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımının Belirlenmesi: Erzurum – Yenişehir Örneği

Dilek OKUYUCU[1], Gökçe Kaan SAVAŞ[2], Burak GEDİK[2], M. Fatih ŞUŞARLIOĞLU[2] ve Tarık KARA[2]

[1] Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum.
[2] Erzurum Teknik Üniversitesi (mezun), ERZURUM
okuyucu@erzurum.edu.tr

(Geliş/Received: 19.09.2017; Kabul/Accepted: 11.02.2018)

Özet

Anadolu coğrafyası dünyanın sismik olarak en aktif bölgelerinden birisidir. Sıklıkla yıkıcı nitelikteki depremlerin yaşanıyor olması mevcut yapı stoğunun teknik olarak incelenmesini ve kentsel dönüşümü zorunlu kılmıştır. Yapılar için bölgesel sismik risk dağılımlarının tespiti kentsel dönüşüm çalışmalarına önemli bir altlık oluşturmaktadır. Bu çalışmada, 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun kapsamında tanımlanan riskli yapıların tespitine ilişkin esaslar çerçevesinde Erzurum ili Palandöken ilçesinde sınırları belirlenen alanda bulunan betonarme yapılar incelenmiştir. Uygulama, Erzurum Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğrencileri tarafından lisans bitirme tezi çalışması kapsamında yapılmıştır. Sunulmuş olan sonuçların proje destekçisi Palandöken Belediyesi tarafından kentsel dönüşüm faaliyetlerinde bölgesel önceliklendirmelerin belirlenmesi amacıyla kullanılması öngörülmektedir. Çalışma bölgesinde bulunan toplam 1194 adet betonarme yapı incelenmiş, yapıların 18 adedi 8 ve daha çok sayıda katlı olduğu için risk değerlendirmesi aşamasında yönetmelik gereği kapsam dışı bırakılmıştır. 6306 sayılı kanunun uygulama yönetmeliğinde yer alan birinci aşama değerlendirme yöntemi bina performans puanlarının hesap esaslarını belirlerken, puana göre yapı riskinin belirlenmesi işini çalışmayı yapan kişilere bırakmıştır. Bu durumda, bina performans puanlarının istatistiki olarak incelenmesi sonucunda yapılar 5 ayrı risk grubuna dağıtılmıştır. Değerlendirilen 1177 adet betonarme yapının %7.2' sinin yüksek riskli, %62.4' ünün orta derecede riskli, %7.3' ünün düşük riskli, %22' sinin güvenli ve %0.7' sinin çok güvenli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: sokaktan tarama yöntemi, deprem riski, kentsel dönüşüm, Erzurum, Palandöken

Determination of Regional Seismic Risk Distribution of Structures by Sidewalk Survey Method: Erzurum – Yenişehir Example

Abstract

Anatolian land is one of the most active seismic zones of the world. Frequent occurrence of destructive earthquakes has made technical evaluation of existing building stock and urban renewal compulsory. Evaluation of regional earthquake risk distribution of buildings is of importance for urban renewal studies. In this study, seismic risk distribution of reinforced concrete (RC) buildings located in Erzurum-Palandöken town were studied in accordance with Law 6306 about Transformation of The Lands under Disaster Risk. The evaluation was conducted by senior class Civil Engineering students at Erzurum Technical University and presented as graduation thesis. Results of the study are expected to be valued by Palandöken Municipality for urban renewal studies. Total of 1194 reinforced RC were studied; and among these buildings 18 of them were omitted since the guideline of law is not valid for buildings having more than 8 stories. First level evaluation method of Law 6306 defines fundamentals of building performance score calculation and lets technical people to assign risk level of buildings. Hence, buildings were divided into 5 risk groups for 1177 RC buildings. 7.2% of the building stock was defined to be at the high-risk level; whereas 62.4% of moderate-risk level, 7.3% of low-risk level, 22% of safe and 0.7% of very safe.

Keywords: *sidewalk survey method, earthquake risk, urban renewal, Erzurum, Palandöken*

1. Giriş

Türkiye, sismik olarak dünyanın en aktif bölgelerinden birisi üzerine kuruludur. Geçmişte yaşanan yıkıcı depremler çok büyük mal ve can kayıpları ile sonuçlanmıştır. Yıkılan ve hasar gören yapıların teknik incelemeler sonucu pek çok yapısal kusur ile inşa edildikleri ve büyük çoğunluğunun nitelikli mühendislik hizmeti almamış yapılar olduğu tespit edilmiştir. 1992 Erzincan Depremi bu açıdan önemli derslerin çıkarıldığı bir felaket olarak tarihe geçmiş ve sonrasında başlatılan çalışmalar 1997 yılında Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY, 1997)' in yayınlanması ve 1998 yılında yürürlüğe girmesi ile sonuçlanmıştır. [1]

1999 Kocaeli Depremi ise binlerce insanımızın hayatını kaybettiği ve ülke ekonomisinin önemli kayıplar verdiği bir başka felaket olarak kayda geçmiştir. Anadolu coğrafyasında yaşanmış önceki depremlere benzer şekilde bir takım teknik kurallara uyulmasıyla birlikte önlenebilecek yapısal hasarlar nedeniyle yıkılan yapıların çokluğu; yeni yapılacak yapıların modern deprem yönetmeliklerine uygun olarak yapılması zorunluluğunu bir kez daha gözler önüne sermiştir. Yapılan kapsamlı çalışmalar neticesinde 1998' de yürürlüğe giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik metni güncellenerek Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik olarak (DBYBHY, 2007) yürürlüğe girmiştir. [2] Söz konusu yönetmelik esasen yeni yapılacak yapılar için uyulması gereken teknik kuralları içermekle birlikte, mevcut yapıların sismik performanslarının değerlendirilmesi ve artırılmasına ilişkin temel kuralları da barındırmaktadır. Buna ek olarak, standartlara uygun kaliteli yapı yapılması için proje ve yapı denetimini sağlamak amacıyla 2001 yılında yürürlüğe giren 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun ise ancak 2010 yılında tüm Türkiye'de uygulanmaya başlanmıştır. [3]

Yukarıda ifade edilen çalışmalar yeni yapılacak yapıların deprem güvenliğinin sağlanması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ülkemiz nüfusunun %90' ından fazlasının 1., 2., 3. ve 4. derece deprem bölgelerinde yaşadığı, 20 milyonu aşkın yapı stoğunun bulunduğu ve bu yapıların 5 milyon kadarının 1999 sonrası inşa edildiği ifade edilmektedir. [4] Bu durum olası depremlerde oluşabilecek can ve mal kayıplarının önlenmesi ve azaltılması adına mevcut yapı stoğunun deprem güvenliğinin incelenmesi ve gerekli önlemlerin alınması sorununu gündeme getirmiştir. Yapıların tekil olarak incelenerek deprem güvenliklerinin araştırılması hususu ileri düzey mühendislik bilgisi gerektiren ve zaman alan bir çalışmadır. Anadolu coğrafyasının pek çok diri fay ile örülü olması ve modern yönetmelikler dâhilinde nitelikli mühendislik hizmeti almadan inşa edilmiş mevcut yapı stoğundaki bina sayısının çokluğu pratik yöntemlerle hızlı bir şekilde deprem risklerinin belirlenmesini zorunlu kılmıştır.

Binaların sismik risk durumlarının (*bölgesel sismik risk dağılımları şeklinde*) hızlı tarama yöntemiyle kısa zamanda ve pratik bir şekilde belirlenebilmesi adına Amerikan Acil Durum Yönetimi Ajansı (FEMA) tarafından yapılan çalışmalar 1988 yılında el kitabı olarak yayınlanmış ve yürürlüğe girmiştir. [5,6] Sokaktan tarama yöntemi olarak adlandırılan metot esasen 4 aşamalı bir çalışmanın yürütülmesi üzerine kuruludur:

1. Çalışmanın yapılacağı bölgenin belirlenmesi
2. İncelenen yapıya verilen bina performans başlangıç puanının yapıda mevcut yapısal kusurlar dikkate alınarak azaltılması suretiyle bina performans nihai puanının hesaplanması
3. Hesaplanan performans puanları üzerinde istatistiki çalışma yapılarak risk sınıflarının ve bu sınıflar için puan aralıklarının belirlenmesi
4. Binaların nihai performans puanları dikkate alınarak 3. aşamada belirlenen risk sınıflarına dağıtılması ve tekil olarak risk durumlarının belirlenerek bölgesel dağılımın ortaya konulması

Bununla birlikte, yöntemin tekil olarak yapılara uygulanabilen ve yapının deprem güvenliği hakkında çıkarım yapılmasına olanak sağlayan bir yöntem olmadığının altı çizilmelidir. Yöntem, istatistiki olarak anlamlı sonuçlar alınabilecek sayıda yapı barındıran bölgelerde uygulanabilmektedir. İncelenen bölgedeki yapıların tekil olarak hesaplanan bina performans puanları üzerinden gerçekleştirilen istatistiki çalışmalar neticesinde o bölgedeki binalar için sismik tehlike sınıflarının sınırlarını belirleyen

performans puanları belirlenir ve her bir binanın hangi tehlike sınıfında olduğu ortaya konulur. Yöntem bina performans puanlarının hesaplanması esaslarını net olarak ortaya koyarken, risk sınıflarının belirlenmesi ve puan aralıklarının ortaya konması işini uygulamacı teknik kişilere bırakmaktadır. FEMA tarafından ortaya konulan yöntem 2002 yılında güncellenmiş [7] ve mühendislik dünyasında bilinen adıyla FEMA P - 154 dokümanı üçüncü sürüm olarak 2015 yılında yayımlanmıştır. [8]

FEMA yöntemi olarak bilinen hızlı tarama tekniğinin ülkemiz için uyarlanması çalışmalarının geçmişi 2006 yılına dayanmaktadır. Temür (2006) çalışmasında mevcut yapıların hızlı bir şekilde durum tespitlerinin yapılabilmesine olanak sağlayan bir yazılım geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. [9] Sucuoğlu (2007) çalışmasında ülkemizin kentsel yerleşimlerinde bulunan orta yükseklikteki (1-6) katlı betonarme binalar için geliştirilen risk değerlendirme yöntemi açıklanmıştır. Geliştirilen yöntem yapı stokları içerisinde yer alan binalar için sokaktan gözlenebilen bina parametrelerini kullanarak (*bina serbest kat sayısı, yumuşak katlar, ağır çıkmalar, görünen yapı kalitesi*) bir risk sıralaması yapmaktadır. Çalışmada türetilen bina performans skorunun hesaplanması amacıyla kullanılan ortalama değer fonksiyonunun kalibrasyonunda 1999 Düzce depremi sonrasında yapılan saha çalışmalarında derlenen ve 454 binayı kapsayan bir veri tabanı kullanılmış ve İstanbul – Fatih ilçesinde gerçekleştirilen uygulama çalışmasının sonuçlarına yer verilmiştir. [10] İlgili çalışma ayrıca detaylandırılarak Sucuoğlu, Yazgan ve Yakut (2007) tarafından uluslararası camiaya sunulmuştur. [11] Yöntem birinci aşama değerlendirme yöntemi olarak işletilmekte ve bu değerlendirme sonucunda deprem riski yüksek olarak belirlenen binaların daha kapsamlı inceleme için ikinci kademe detaylı değerlendirme kapsamına alınması önerilmektedir.

Ülkemizdeki mevcut yapı stoğunun depreme dayanıklı hale getirilmesi çalışmaları kapsamında bir taraftan bina risk durumlarının belirlenmesi adına yöntem geliştirme çalışmaları yürütülürken öte yandan riskli olduğu tespit edilen yapıların dönüştürülmesine ilişkin yasal düzenlemeler yapılmıştır. Özellikle 1997 öncesi inşa edilmiş olan yapıların depremde hasar görme ihtimalinin fazla olduğu teknik olarak düşünülebilir. Bu sebeple mevcut yapı stoğumuzun deprem performansı açısından değerlendirilmesi ve risk arz ettiği tespit edilenlerin en kısa zamanda dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu durum, ülkemizde kentsel dönüşümü bir zorunluluk haline getirmiş olup; bu kapsamda 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun hazırlanmış ve 16 Mayıs 2012 tarihli ve 28309 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. [12] Bu Kanun'un amacı afet riski altındaki alanların dönüşümünü ve riskli yapıların yıkımını sağlayarak ülke genelinde güvenli ve yaşanılabilir alanlar oluşturmak olup, bu amaç doğrultusunda Kanun kapsamında yapıların tekil olarak veya topluca dönüştürülmesi öngörülmektedir. 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun' un uygulama yönetmeliğinde yukarıda ana hatları ve geliştirilme süreci hakkında bilgiler sunulan birinci aşama değerlendirme yönteminin uygulama esasları detaylandırılmış ve yöntemin binaların bölgesel deprem risk dağılımını belirlemek için kullanılabilecek bir yöntem olduğu ifade edilmiştir.

Binaların bölgesel sismik risk dağılımının belirlenmesi ya da bir başka deyişle risk durumlarına göre sıralanması özellikle yerel yönetimlerin kentsel dönüşümde önceliklendirme yaparken doğru alandan başlamalarına olanak sağlayan bir çalışma olduğuna dikkat çekilerek; Tozlu, Anıl ve Şahmaran (2015) tarafından Niğde ilinde örnek bir çalışma gerçekleştirilmiştir. [13] 6306 Sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası kapsamında yer alan hızlı değerlendirme tekniğinin geniş kapsamlı bir saha uygulaması olarak yayımlanan çalışma dâhilinde 1550 adedi betonarme olmak üzere toplam 2076 adet yapının incelendiği ifade edilmekte ve yönetmelikte sunulan yönteme dair eleştiriler ortaya konmaktadır.

Bu çalışmada, 6306 sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası uygulama yönetmeliği kapsamında yer alan hızlı değerlendirme tekniği Erzurum ili Palandöken İlçesi Yenişehir bölgesinde uygulanmıştır. Çalışma, Erzurum Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü lisans son sınıf öğrencileri tarafından lisans bitirme tezi projesi

kapsamında gerçekleştirilmiştir. Proje, Palandöken Belediyesi tarafından desteklenmiş olup elde edilen bulguların Yenişehir bölgesinde gerçekleştirilecek kentsel dönüşüm çalışmalarına altlık oluşturması öngörülmektedir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma yapılan bölge hakkında bilgi

Çalışma Erzurum ili Palandöken ilçesi sınırları içerisinde yer alan Yenişehir bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Bölge, Palandöken Dağı eteklerinde ve Palandöken Belediyesi sorumluluk alanı içerisindedir. 1980 sonrasında imara açılan alanda kooperatifleşme çalışmaları hızla yürütülmüş ve düzenli bir kentleşme örneği ortaya konmuştur. 2009 yılında Doğu Anadolu Bölgesi'nin ilk büyük alışveriş merkezinin Yenişehir bölgesinde açılmasıyla birlikte Erzurum'da ticaretin bölgesel olarak en yoğun olduğu semt Yenişehir olmuştur. Çalışmanın gerçekleştirildiği alana ait uydu görüntüsü Şekil 1' de sunulmaktadır.



Şekil 1. Uygulamanın gerçekleştirildiği Yenişehir bölgesi uydu görüntüsü [14]

Bölgede Palandöken Belediyesi tarafından belirlenen alan içerisinde büyük çoğunluğu 30 yaşın üzerinde 1194 adet betonarme bina değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bölge 2. Derece deprem bölgesinde yer almakla birlikte MTA Diri Fay Haritası' nda açıkça gösterildiği üzere Palandöken Fay' ına oldukça yakın bir konumdadır. [15]

2.2.Sokaktan tarama tekniği uygulaması hakkında bilgi

Çalışma saha ve ofis çalışması olmak üzere 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. Öncelikle çalışma yapılacak alan belirlenmiş ve yerinde incelemeler yapılmıştır. Çalışma yapılan bölgenin hâlihazır haritası ve hava fotoğrafları temin edilmiş ve saha çalışması öncesi binalar harita üzerinde kodlanmıştır. Sahada incelenen binanın GPS koordinatları alınmış, mümkün olan tüm açılardan fotoğrafları çekilerek arşivlenmiştir. Bina bilgi formlarının sahada matbu evrak üzerinde doldurulmasının ardından toplanan veri bina performans puanı hesabı için elektronik ortama aktarılmıştır. Veri işleme ve değerlendirme çalışmaları Microsoft Excel yazılımı kullanılarak yapılmıştır. [16] Bina performans puanı hesabı ve sonrasındaki istatistiki çalışma detayları aşağıda sunulmaktadır.

2.2.1. Bina performans puanı hesabı

Bina performans puanı hesabında 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun' un uygulama yönetmeliği EK-A bölümünde detayları sunulan yöntem takip edilmiştir. Bina performans puanı hesabı için öncelikle Şekil 2' de sunulan ve betonarme binalar için hazırlanmış olan veri toplama formu doldurulmuş ikinci aşamada ise Denklem 1' de sunulan formül kullanılarak bina performans puan hesabı gerçekleştirilmiştir.

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

Denklem 1 kullanılarak yapılan bina performans puanı hesabındaki temel yaklaşım; binaya kat sayısı ve bulunduğu tehlike bölgesi dikkate alınarak verilen *taban puan* ve yapısal taşıyıcı sistem dikkate alınarak verilen *yapısal sistem puanı* üzerinden binada tespit edilen *olumsuzluk parametreleri* için hesaplanan puanların toplamının düşülmesi ile nihai bir performans puanı elde edilmesidir. İlgili yönetmelikte betonarme yapılar için; yumuşak kat, ağır çıkma, görünen kalite, kısa kolon, tepe/yamaç etkisi, düşeyde ve planda düzensizlik unsurları olumsuzluk parametreleri olarak dikkate alınmaktadır. Denklem 1' de yer alan terimler aşağıda açıklanmaktadır. Bu terimlerin sayısal

karşılıkları yönetmelikte yer alan tablolardan elde edilmiştir.

PP: Bina performans puanı

TP: Taban puanı

O_i: Olumsuzluk parametre değeri

OP_i: Olumsuzluk parametre puanı

YSP: Yapısal sistem puanı

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	☐ BA ÇERÇEVE			☐ BA ÇERÇEVE VE PERDE	
SERBEST KAT ADEDİ	.... …..ADET				
YAPI NİZAMI	☐ AYRIK	☐ BİTİŞİK	☐ KÖŞEDE BİTİŞİK		
BİTİŞİK BİNALARLA DÖŞEME SEVİYELERİ	☐ AYNI	☐ FARKLI			
AĞIR ÇIKMALAR	☐ VAR	☐ YOK			
ZAYIF / YUMUŞAK KAT	☐ VAR	☐ YOK			
KISA KOLONLAR	☐ VAR	☐ YOK			
DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK	☐ VAR	☐ YOK			
PLANDA DÜZENSİZLİK	☐ VAR	☐ YOK			
BİNA GÖRSEL KALİTESİ	☐ İYİ	☐ ORTA	☐ KÖTÜ		
TABİİ ZEMİN EĞİMİ	☐ DÜZ	☐ EĞİMLİ (Eğim>30°)			
ZEMİN SINIFI	☐ Z1	☐ Z2	☐ Z3	☐ Z4	
NORMAL KATLAR FONKSİYONU	☐ KONUT	☐ TİCARET	☐ SANAYİ	☐ KAMU	☐ METRUK

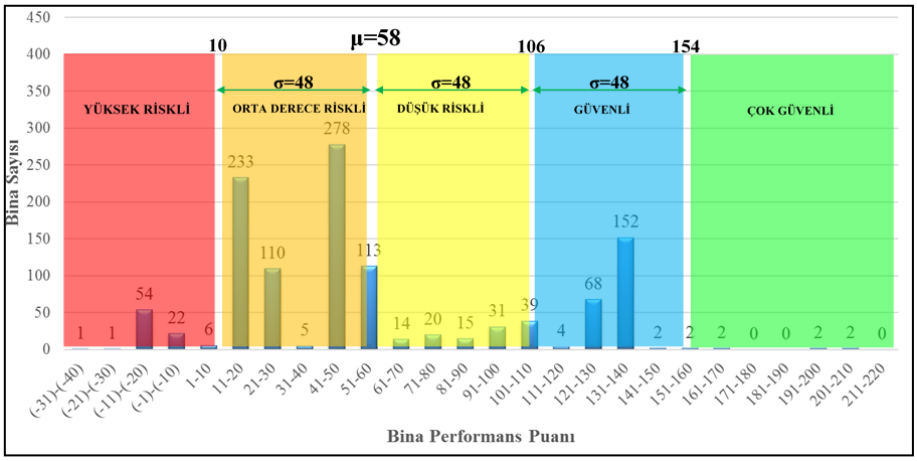
Şekil 2. Betonarme binalar için veri toplama formu

2.2.2. İstatistiki çalışma ve risk sınıflarının belirlenmesi

6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun' un uygulama yönetmeliği uyarınca yukarıda detayları açıklanan yöntem ile Palandöken İlçesi Yenişehir bölgesinde toplam 1194 adet betonarme bina için performans puanı hesabı yapılmıştır. Yönetmelik performans puanı hesabını detaylandırmakla birlikte bölgesel olarak risk sınıflarının belirlenmesi ve binaların risk durumlarının tespiti işini uygulamacı kişi/kişilere bırakmaktadır. Bu durumda, yöntem sadece istatistiki olarak güvenilir değerlendirmeler yapılabilecek sayıda yapı üzerinde gerçekleştirilen çalışma neticesinde bölgesel risk sınıflarının belirlenmesi işini mümkün kılmaktadır. 1194 adet binaya ilişkin istatistiki veri bu anlamda yeterli kabul edilmiştir.

Risk sınıflarının belirlenmesi işinde öncelikle bina performans puan ortalaması ve standart sapma değerleri elde edilmiştir. Çalışma sonucunda bina performans puanı ortalaması 58.2 ve standart sapma değeri 48.2 olarak hesaplanmıştır. Ortalamadan standart sapma miktarınca uzaklaşmak suretiyle Şekil 3' te şematik olarak gösterilen risk sınıfları belirlenmiştir. Çalışmada; risk sınıfları olarak ***yüksek riskli, orta derece riskli, düşük riskli, güvenli ve çok güvenli*** olmak üzere toplam 5 grup oluşturulmuştur.

Risk sınıflarına ait performans puanı aralıkları ve hava fotoğrafı üzerinde yapının risk durumunu işaretlemek amacıyla belirlenen renkler Tablo 1' de sunulmaktadır. İncelenen binaya ait performans puanının Tablo 1' de sunulan aralıklar içerisindeki yerine bakılarak bina risk durumu belirlenmiş ve bina hava fotoğrafı üzerinde ilgili renk ile işaretlenmiştir.



Şekil 3. Bina sismik risk sınıflarının tespiti

Tablo 1. Bina performans puan aralıkları ve risk sınıfları

Renk	Bina performans puan aralığı	Risk sınıfı
Kırmızı	10’ dan az	Yüksek riskli
Turuncu	11 - 60	Orta derece riskli
Sarı	61 – 105	Düşük riskli
Mavi	106 – 155	Güvenli
Yeşil	156’ dan fazla	Çok güvenli

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1.Veri üzerinde genel değerlendirme

Mart – Haziran 2017 döneminde gerçekleştirilen çalışma neticesinde öncelikle incelenen bölgedeki binalara ait istatistiki veri ortaya konmuştur. Binaların tahmini yaş ortalaması 27.8 yıl olarak belirlenirken, en yaşlı binanın tahminen 40 yıllık olduğu ve en genç binanın çalışma tarihi itibariyle 2 yıl önce inşa edildiği tespit edilmiştir. Bölgenin zemin özellikleri Palandöken Belediyesi tarafından sağlanan inceleme raporları üzerinden değerlendirilmiş ve çalışma alanının Z2 sınıfı zemin olduğu belirlenmiştir.

Değerlendirmeye alınan binaların %72.2’ sinin konut, %19.1’ inin ticaret amaçlı kullanılan yapılar olduğu tespit edilirken yapıların %3.2’ sinin kamu yapısı ve %0.5’ inin metruk yapı olduğu belirlenmiştir. Bölgede sanayii yapısı bulunmamaktadır. Bölgedeki yapıların kullanım durumlarına ilişkin istatistiki veri Tablo 2’ de sunulmaktadır.

Tablo 2. Bina fonksiyon dağılımına ilişkin sayısal veri

Bina Fonksiyonu:	Konut	Ticaret	Sanayii	Kamu	Metruk	Toplam
Bina Sayısı:	922	228	0	38	6	1194

Kat sayısı bakımından yapılan incelemede 6 katlı konut yapılarının çoğunluğu oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu durum esasen bölgenin düzenli kooperatifleşme ile yapılaşmış olmasının doğal bir sonucudur. 6 katlı yapılar incelenen binaların %73.1’ ini oluştururken bu rakamı %16.8 ile bir katlı yapılar takip etmektedir. Tek katlı yapıların tamamının ticari amaçla kullanılan iş yerleri olduğu tespit edilmiştir. Bölgedeki binaların kat sayısına ilişkin istatistiki veri Tablo 3’ te sunulmaktadır.

Tablo 3. Bina kat sayısı dağılımına ilişkin sayısal veri

Kat sayısı:	Bir	İki	Üç	Dört	Beş	Altı	Yedi	Sekiz	Dokuz	Toplam
Bina sayısı:	200	29	17	16	16	873	25	6	12	1194

Bölgede yapılan çalışmada yapıların %99.4' ünün **(***1187 bina***)** düz ve kalan %0.6' lık kısmının **(***17 bina***)** eğimli arazide inşa edildiği belirlenmiştir. Yapıların nizam durumu incelendiğinde yarısından fazlasının kenar bitişik nizam konumunda olduğu görülmüştür. Ayrık nizam olan yapıların %14.4, bitişik nizam olan yapıların %27.5 ve köşede bitişik nizam olan yapıların %58.1 oranında olduğu tespit edilmiş olup sayısal veri Tablo 4' te sunulmuştur.

Tablo 4. Bina nizam durumu dağılımına ilişkin sayısal veri

Nizam durumu:	Ayrık	Bitişik	Köşede Bitişik	Toplam
Bina sayısı:	172	328	694	1194

Yapı taşıyıcı sistem türü bakımından yapılan inceleme neticesinde binaların %90.9' unun betonarme çerçeve türü taşıyıcı sisteme sahip olduğu ve kalan %9.1' lik kısmının ise betonarme çerçeve + perde türü taşıyıcı sistem üzerine inşa edildiği belirlenmiştir. Bina taşıyıcı sistem türüne ilişkin istatistiki veri Tablo 5' te sunulmaktadır.

Tablo 5. Bina taşıyıcı sistem türü dağılımına ilişkin sayısal veri

Taşıyıcı Sistem Türü:	Betonarme Çerçeve	Betonarme Çerçeve + Perde	Toplam
Bina Sayısı:	1085	109	1194

Planda ve düşeyde düzensizlikler konusunda yapılan çalışma sonucunda yapıların sadece %0.5' inde **(***6 bina***)** düşeyde düzensizlik tespit edilirken bu oran planda düzensizliğe sahip binalar için %0.3 **(***4 bina***)** olarak hesaplanmıştır.

Bina olumsuzluk parametreleri olarak incelenen kısa kolon, ağır çıkma ve yumuşak kat durumuna ilişkin istatistiki veri Tablo 6' da sunulmaktadır. Burada herhangi bir binanın söz konusu olumsuzluk parametrelerinin birden fazlasına aynı anda sahip olabildiği dikkate alınmalıdır.

Tablo 6. Kısa kolon, yumuşak kat ve ağır çıkma unsurlarının varlığına ilişkin sayısal veri

Olumsuzluk parametresi:	Kısa kolon	Ağır çıkma	Yumuşak kat
Bina sayısı:	853	323	290

İncelenen yapılarda en çok gözlemlenen yapısal kusur kısa kolon varlığı olmuştur. Binaların %71.4' ünde kısa kolon durumu tespit edilmiştir. Yapılarda ağır çıkma ve yumuşak kat bulunma durumları oransal olarak nispeten birbirine yakın çıkmıştır. Ağır çıkma bulunan yapıların oranı %27.1 iken yumuşak kata sahip yapıların toplam yapı sayısı içerisindeki oranı %24.3 olarak tespit edilmiştir.

Çalışma esnasında proje ekibinin en çok zorlandığı husus bina görsel kalitesi parametresi hakkında karar vermek olmuştur. Uygulamacıyı normal koşullarda dahi zorlayan, sübjektif bir değerlendirme kriteri olan bina görsel kalitesi parametresi hakkında karar vermek dışardan ısı yalıtımı yapılmış binalar için son derece zor olmuştur.

9 Ekim 2008 tarih ve 27019 tarihli Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren Isı Yalıtımı Yönetmeliği her ne kadar yönetmeliğin yürürlüğe giriş tarihinden önce yapım işi ihalesi ilan edilmiş olan kamu binaları ve yapı ruhsatı alınmış özel binalar hakkında yönetmelik hükümlerinin uygulanmayacağını açıkça ifade

etse de; incelenen bölgedeki pek çok yapıda dışarıdan mantolama uygulamasıyla ısı yalıtımı işlemi gerçekleştirilmiş olduğu gözlemlenmiştir.[17] Isı yalıtımı uygulaması kullanıcılar tarafından bölgenin ağır kış iklim koşullarında enerji tasarrufu yapılması amacıyla yapılmaktadır. İncelenen binalardaki ısı yalıtım uygulaması durumuna ilişkin istatistiki veri Tablo 7' de sunulmaktadır. Değerlendirilen betonarme binaların %37.9' unda dışarıdan mantolama uygulaması ile ısı yalıtımı yapıldığı tespit edilmiştir.

Tablo 7. Dışarıdan mantolama uygulamasıyla ısı yalıtımı durumuna ilişkin sayısal veri

Isı yalıtımı:	**Var**	**Yok**	**Toplam**
Bina sayısı:	453	741	1194

Dışarından ısı yalıtımı yapılmış binalar estetik olarak güzel görünmekle birlikte binanın gerçek görsel kalitesinin tespitini olanaksız kılmaktadır. Mantolama ile dış cephe görünümü yenilenmiş binalar için görsel kalite parametresi hakkında karar verilirken; 1997 yılında yayımlanan ve 1998 yılında yürürlüğe giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik uygulaması referans alınmıştır. Uygulamada bölgenin ağır karasal iklim koşullarının durabilite sorunlarına yol açtığı gerçeğinden hareketle; söz konusu yönetmelik yürürlüğe girmeden önce inşa edilmiş ısı yalıtımlı binalar için görsel kalite orta olarak kabul edilirken, bu yönetmelik sonrası inşa edilmiş ısı yalıtımlı binalar için görsel kalite parametresi iyi olarak değerlendirilmiştir.

Saha çalışması esnasında pek çok binada balkon bulunduğu tespit edilmiştir. Balkon türü unsurlar için her ne kadar yönetmelik uyarınca bina performans puanı hesabında ayrıca bir kalem olmasa da gözlemlenen uygulamalar bu durumun da ayrıca incelenmesi gerektiği sonucunu doğurmuştur. İncelenen binaların 922 adedinde (*toplam bina sayısının %72.2' si*) balkon bulunduğu tespit edilmiştir. Bu balkonların %21.1' i gömme balkon kalan %78.9' luk kısmı çıkma balkon şeklinde inşa edilmiştir. Balkonların %39.6' sı sadece kat döşemesi devamı niteliğindeki konsol döşeme tarafından taşınmaktayken, %59.3' ünün kirişler ile ve % 1.1' inin yapı dışında imal edilmiş küçük kesitli düşey taşıyıcılar ile desteklendiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, özellikle çıkma balkonların büyük çoğunluğunun oldukça ağır duvar malzemeleri kullanılmak suretiyle kapatıldığı, pek çoğunun ise olası bir depremde dökülerek sokaktaki canlı ve cansız unsurlar için tehlike oluşturabilecek parçalara sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde, çoğunluğu mermerden imal edilmiş pencere denizliklerinin de olası bir depremde binadan kopma ihtimalinin yüksek olduğu kanısına varılmıştır.

İncelenen balkonların % 28.1' inden olası bir depremde parça koparak dış alana dökülme ihtimalinin olmayacağı öngörülmüştür. Bununla birlikte, parça kopma ihtimali az olan balkon oranı %57.3 iken ihtimalin yüksek olduğu balkon oranı %14.6 olarak hesaplanmıştır. Bu hususa ilişkin ulusal yönetmeliğimizde herhangi bir parametre yer almazken, FEMA-P 154 uyarınca sismik tehlikesi yüksek olan bölgelerde yapılan bina performans puanı hesabında kopma ihtimali olan parçalar değerlendirmeye alınmaktadır; ilgili form görüntüsü Şekil 4' te sunulmaktadır. Söz konusu balkon uygulamaları için Şekil 5 ve Şekil 6' da örnekler sunulmaktadır.


Address:
Zip:
Other Identifiers:
Building Name:
Use:
Latitude: Longitude:
S_S: S_1:
Screener(s): Date/Time:
No. Stories: Above Grade: Below Grade: Year Built: EST
Total Floor Area (sq. ft.): Code Year:
Additions: None Yes, Year(s) Built:
Occupancy: Assembly Commercial Emer. Services Historic Shelter
Industrial Office School Government
Utility Warehouse Residential, #Units:
Soil Type: A Hard Rock B Avg Rock C Dense Soil D Stiff Soil E Soft Soil F Poor Soil DNK If DNK, assume Type D
Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK
Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building
Irregularities: Vertical (type/severity)
Plan (type)
Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
Parapets Appendages
Other:

Şekil 4. FEMA-P 154 sismik tehlikesi yüksek bölgeler için bina bilgi formu



Şekil 5. Düşeyde yer yer çelik profillerle desteklenmiş balkon uygulaması

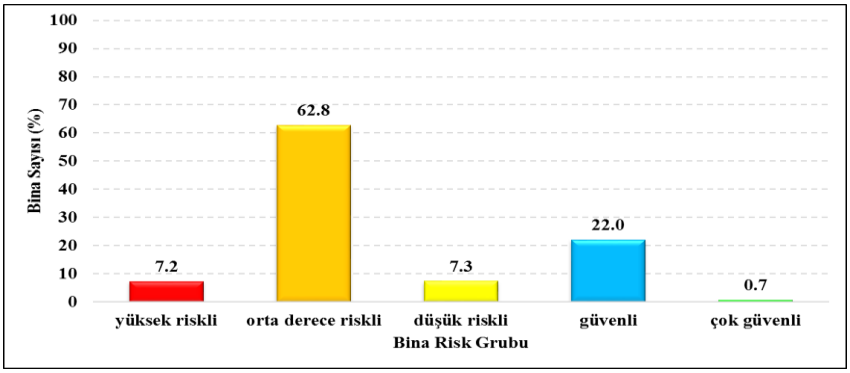


Şekil 6. Dış cephe kapatmak suretiyle odalara katılan balkon uygulaması

3.2.Bina risk durumu değerlendirmesi

Veri değerlendirme sürecinin ikinci aşamasında bina performans puanları üzerinde yapılan istatistiki çalışma neticesinde risk sınıfları ve bu sınıflara ilişkin bina performans puanı sınırları Tablo 1' de sunulduğu şekliyle belirlenmiştir. İncelenen yapılar için en küçük bina performans puanı -45 olarak hesaplanırken en yüksek puan 210 olarak belirlenmiştir. Kapsam dâhilinde (*yönetmelik 8 kat ve üstü yapıları kapsamamaktadır*) incelenen toplam 1177 adet bina için performans puanı ortalaması 58.2, standart sapması 47.6 olarak belirlenmiştir. Tablo 1' de sunulan risk sınıfları dikkate alınarak yapılan hesaplama neticesinde 85 binanın yüksek riskli, 739 binanın orta derece riskli, 86 binanın düşük riskli, 259 binanın güvenli ve 8 binanın çok güvenli olduğu sonucuna varılmıştır. Bina risk durumuna ilişkin istatistiki veri Tablo 8 ve Şekil 7' de sunulmuştur. Tablo 8' de sunulan değerler bölgede incelenen toplam betonarme yapı sayısı üzerinden verilmiştir.**Tablo 8.** İncelenen binaların tamamı için risk durumu değerlendirmesine ilişkin sayısal veri

Renk	Risk sınıfı	Sayı	Yüzde (%)
Kırmızı	Yüksek riskli	85	7.2
Turuncu	Orta derece	739	62.8
Sarı	Düşük riskli	86	7.3
Mavi	Güvenli	259	22.0
Yeşil	Çok güvenli	8	0.7
	TOPLAM:	**1177**	**100**



Şekil 7. Bina risk durumuna ilişkin istatistiki veri
(toplam bina sayısına oranla % değerler)

Çalışma sonucunda, incelenen ve yönetmelik kapsamı dâhilinde değerlendirilen 1177 adet betonarme yapının %70' inin yüksek ve orta derece riskli yapılar sınıfında olduğu belirlenmiştir. Bu yapılar genel olarak Yenişehir bölgesinin imara açıldığı dönemin ilk zamanlarında inşa edilen konut yapılarıdır. Pek çoğu 30 yaşın üstünde olan yapıların bölgenin ağır iklim koşulları ile birlikte iyice yıprandığı ve ekonomik ömürlerini tamamlama aşamasında oldukları düşünülebilir. Güvenli olarak belirlenen yapıların tamamına yakını tek katlı ticari yapılardır ve Marketler bölgesinde yoğunlaşmıştır.

Çalışmada ayrıca bina fonksiyonuna (konut, ticaret, sanayii, kamu ve metruk) bağlı olarak her yapı grubunun kendi içerisinde risk durumlarına ilişkin istatistiki veri tablolaştırılmış ve Tablo 9' da sunulmuştur. Çalışma alanında sanayii yapısı bulunmadığından bu yapılara ilişkin bir istatistik sunulmamaktadır.

Tablo 9. Konut Yapılarının Risk Durumunu Gösterir İstatistiki Veri

	Bina fonksiyonu:	**Konut**		**Ticaret**		**Kamu**		**Metruk**	
Renk	**Risk Sınıfı**	**Sayı**	**Yüzde (%)**	**Sayı**	**Yüzde (%)**	**Sayı**	**Yüzde (%)**	**Sayı**	**Yüzde (%)**
Kırmızı	Yüksek riskli	101	11.0	0	0.0	1	2.6	0	0.0
Turuncu	Orta derece riskli	731	79.3	1	0.4	6	15.8	1	16.7
Sarı	Düşük riskli	60	6.5	13	5.7	12	31.6	4	66.7
Mavi	Güvenli	30	3.3	213	93.4	12	31.6	1	16.7
Yeşil	Çok güvenli	0	0.0	1	0.4	7	18.4	0	0.0
	TOPLAM:	**922**	**100**	**228**	**100**	**38**	**100**	**6**	**100**

Yenişehir bölgesinin güncel hava fotoğrafı üzerinde Şekil 7' de kullanılan renklendirme ölçeği dikkate alınarak binalar işaretlenmiş ve bölgesel risk durumu görsel olarak ifade edilmiştir. İlgili çalışma Şekil 8' de sunulmaktadır. Fotoğraf incelendiğinde yüksek ve orta derece riskli yapıların bölge geneline yayılmış olduğu görülmektedir. Güvenli olarak kabul edilen yapılar mavi etiketle işaretlemiş ve Marketler bölgesi olarak adlandırılan alanda yoğunlaşmıştır. Çok güvenli olarak kabul edilen 8 adet yapının en yaşlısı 16 yıllık olup en fazla 4 katlı binalar bu grupta yer almıştır. Çok güvenli grupta yer alan yapıların tamamı betonarme çerçeve+perde türü taşıyıcı sisteme sahip yapılardır.



Şekil 8. Yenişehir bölgesi betonarme bina risk dağılım durumunu gösteren hava fotoğrafı

4.Değerlendirme ve Öneriler

Bu çalışmada, 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun kapsamında tanımlanan riskli yapıların tespitine ilişkin esaslar çerçevesinde Erzurum ili Palandöken ilçesi sınırları içerisinde Palandöken Belediyesi tarafından sınırları belirlenen alanda bulunan betonarme yapıların deprem risk durumları belirlenmiştir. Uygulama, Erzurum Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü son sınıf öğrencileri tarafından lisans bitirme tezi çalışması kapsamında grup çalışması olarak yapılmıştır. Çalışma sonuçlarının proje destekçisi Palandöken Belediyesi tarafından kentsel dönüşüm faaliyetlerinde bölgesel önceliklendirmelerin belirlenmesi amacıyla kullanılması öngörülmektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar ana hatlarıyla aşağıda sunulmaktadır.

- Çalışma kapsamında toplam 1194 adet bina için değerlendirme yapılmış 18 adedi yönetmelik uyarınca kat sayısının 8'den fazla olması nedeniyle kapsam dışı bırakılmıştır. Toplam 1177 adet bina üzerinde deprem risk değerlendirmesi yapılmıştır.
- Çalışma incelenen bölgedeki binaların birbirlerine göre risk durumlarını ortaya koyan, bölgesel bir risk dağılımı değerlendirme çalışmasıdır. Bir başka deyişle, ***incelenen bölgedeki yapıların risk durumlarına göre kendi içlerinde sıralanması*** çalışmasıdır. Tekil olarak bina bazında yapılmış deprem güvenliği belirleme çalışması değildir.
- İncelenen bölgedeki betonarme yapıların %7.2' nin yüksek riskli, %62.8' inin orta derece riskli, %7.3' ünün düşük riskli, %22' sinin güvenli ve %0.7' sinin çok güvenli sınıfında olduğu hesaplanmış ve güncel hava fotoğrafı üzerinde risk durumlarına gösterir renklendirme çalışması yapılmıştır.
- Palandöken Belediyesi' nin kentsel dönüşüm çalışmalarına yüksek riskli binalardan başlaması ve çalışmayı orta derece riskli binalar ile devam ettirmesi önerilmektedir.
- Saha çalışması süresince halkın kentsel dönüşüm konusunda genel olarak bilinçli ve binalarının yenilenmesi konusunda talepkâr oldukları gözlemlenmiştir.
- İmar planları oluşturulmadan önce benzer çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.
- Çalışma neticesinde bir tür sağlama yapılması amacıyla her risk grubundan belli sayıda bina seçilerek ikinci aşama incelemelerinin yapılması ve elde edilen

sonuçların birinci aşama değerlendirme sonuçlarıyla kıyaslanmasına ilişkin çalışma devam etmektedir.

Bu çalışmada, 6306 sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası uygulama yönetmeliği kapsamında yer alan hızlı değerlendirme tekniğinin geniş kapsamlı bir saha uygulaması yapılmıştır. Uygulama neticesinde yönetmeliğe ilişkin olarak aşağıdaki öneriler oluşturulmuştur:

- Bina performans puanı hesabında kullanılan görsel kalite parametresinin ısı yalıtımı amacıyla sonradan dışarıdan mantolama yapılmak suretiyle dış cephesi giydirilen binalar için değerlendirilmesi oldukça güç bir hal almıştır. Sıklıkla rastlanmaya başlanan bu durum için Yönetmelikte güncelleme yapılması önerilmektedir.
- Deprem esnasında bina dış cephesinden koparak yere düşmek suretiyle risk oluşturacak unsurlar ulusal yönetmelik kapsamında değerlendirmeye alınmamaktadır. Yapılan saha çalışmasında çok sayıda yapıda bu tür unsurların bulunduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte 2015 yılında güncellenen Amerikan FEMA P – 154 dokümanında yer verilen benzer yöntemde (*sismik tehlikesi yüksek olan bölgelerde*) dış cepheden dökülme potansiyeli olan unsurlar bina performans puanı hesabında dikkate alınmaktadır. Yapılan çalışmanın bir risk değerlendirme çalışması olması nedeniyle Yönetmelikte bu hususu dikkate alan bir güncelleme çalışması yapılması önerilmektedir.
- Yönetmelik bina performans puanı hesabını detaylandırırken risk gruplarının belirlenmesi hususunu uygulamacılara bırakmaktadır. Çalışma bölgesel risk dağılımı değerlendirmesi amacıyla yapıldığından risk grupları için peşinen puan sınırları belirlemek gerçekçi değildir. Ancak; Yönetmelikte uygulamacılara risk gruplarının belirlenmesi hususunda yol gösteren bir yaklaşıma yer verilmesi önerilmektedir.

5. Teşekkür

Çalışma süresince proje ekibine her türlü teknik ve maddi desteği sağlayan Palandöken Belediyesi yönetimine belediye başkanı Sayın Orhan BULUTLAR ve başkan yardımcıları Sayın Zafer Bülent ENGİN ve Sayın Turgay DÜRÜST nezdinde teşekkürü borç biliriz. Erzurum Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. İlker KAZAZ' ın teknik değerlendirmeleri çalışmaya önemli katkılar sunmuştur; kendisine teşekkürlerimizi sunarız.

6. Semboller ve Kısaltmalar

RC:	Reinforced concrete
ABYYHY:	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
DBYBHY:	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
FEMA:	Federal Emergency Management Agency
PP:	Bina performans puanı
TP:	Taban puanı
O_i:	Olumsuzluk parametre değeri
OP_i:	Olumsuzluk parametre puanı
YSP:	Yapısal sistem puanı

7. Kaynaklar

1. ABYYHY:Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik.(1998). Mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. Ankara.

2. DBYYHY:Deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik.(2007). Mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. Ankara.

3. 4708 Sayılı yapı denetimi hakkında kanun. (2001). 13/07/2001 tarih ve 24461 sayılı Resmî Gazete. Ankara.

4. Ekonomik Göstergeler-2012. (2012). Türkiye İstatistik Kurumu.TÜİK Matbaası. ISBN 978-975-195632-3. Ankara.

5. FEMA 154 - ATC-21: Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook. (1988). Applied Technology Council. Federal Emergency Management Agency. Washington DC.

6. FEMA 155-ATC-21-1:Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards:supporting documentation. (1988). Applied Technology Council. Federal Emergency Management Agency. Washington DC.

7. FEMA-154, FEMA 155: Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook. (2002). Second Edition. Applied Technology Council.

Federal Emergency Management Agency. Washington DC.

8. FEMA P-154: Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook. (2015). Third Edition. Applied Technology Council. Federal Emergency Management Agency. Washington DC.

9. Temür R.(2006). Hızlı durum tespit (DURTES) yöntemi ve bilgisayar programının geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi.İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 108s.

1**0.**Sucuoğlu, H. (2007). Kentsel yapı stoklarında deprem risklerinin sokaktan tarama yöntemi ile belirlenmesi. *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul.

11. Sucuoğlu H, Yazgan U and Yakut A. (2007). A screening procedure for seismic risk assessment in urban building stocks. *Earthquake Spectra*. **23**. 441-458.

12. 6306 Sayılı afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi hakkında kanun. (2012). 15/12/2012 tarih ve 28498 sayılı Resmî Gazete. Ankara.

13. Tozlu, Z., Anıl, Ö., ve Şahmaran, M. (2015). 6306 sayılı kentsel dönüşüm yasası kapsamında yer alan hızlı değerlendirme tekniğinin geniş kapsamlı saha uygulaması: Niğde örneği. *3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*. İzmir.

14. Google Earth. (2017). 15 Mart 2017 tarihli erişim. Erzurum.

15.1:250.000 Ölçekli Türkiye diri fay haritası serisi Erzurum (NJ 37-4) paftası. (2014). Seri No: 48. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. Ankara.

16. Microsoft Excel - Office 2017. (2017). Erzurum Teknik Üniversitesi. Erzurum.

17. Isı yalıtımı yönetmeliği.(2008). 9/12/2008 tarih ve 27019 sayılı Resmi Gazete. Ankara.